

**Zeszyty Naukowe
Wydziału Elektrotechniki i Automatyki
Politechniki Gdańskiej**

71

**ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW
W NAUCE I TECHNICE 2020**

**XXX cykl seminariów zorganizowanych
przez PTETiS, Oddział w Gdańsku**



Gdańsk 2020

**Zeszyty Naukowe
Wydziału Elektrotechniki i Automatyki
Politechniki Gdańskiej**

71



**ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW
W NAUCE I TECHNICIE 2020**

XXX cykl seminarów zorganizowanych przez PTETiS
Oddział w Gdańsku



Wydawnictwo Wydziału Elektrotechniki i Automatyki
Politechniki Gdańskiej

Gdańsk, 2020

ISSN 2353-1290

Adres redakcji:
Politechnika Gdańska
Wydział Elektrotechniki i Automatyki
ul. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk
<http://eia.pg.edu.pl/zn/>

REDAKCJA
Dariusz Świsulski

Autor zdjęcia na okładce
Jacek Rutkowski

Wydano za zgodą
Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Automatyki
Politechniki Gdańskiej
na podstawie materiałów dostarczonych przez autorów

Artykuły po recenzjach zakwalifikował do druku
Komitet Naukowy Seminarium

Oddział Gdański Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej dziękuje
Dziekanowi Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki PG,
Dziekanowi Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG
oraz Prezesowi Oddziału Gdańskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich
za udział w sfinansowaniu wydania Zeszytu.

Copyright © by Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki

Wydanie 1
Nakład 70 egzemplarzy

**The Scientific Papers of
Faculty of Electrical and Control Engineering
Gdańsk University of Technology**

71



**APPLICATION OF COMPUTERS
IN SCIENCE AND TECHNOLOGY 2020**

Proceedings of the XXX Seminar organised by
Polish Society of Theoretical and Applied Electrical Engineering
PTETiS, Gdańsk Section



Published by Faculty of Electrical and Control Engineering
Gdańsk University of Technology

Gdańsk, 2020

KOMITET NAUKOWY SEMINARIUM

Przewodniczący: Kazimierz Jakubiuk

Członkowie

Anna Golijanek-Jędrzejczyk, Lech Hasse, Jerzy Pluciński,
Ludwik Referowski, Janusz Smulko, Dariusz Świsulski

RECENZENCI

Sławomir Cieślik, *Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy*

Anita Dąbrowicz-Tlałka, *Politechnika Gdańska*

Stefan Domek, *Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

Ariel Dzwonkowski, *Politechnika Gdańska*

Stanisław Ewert-Krzemieniewski, *Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

Andrzej Just, *Politechnika Łódzka*

Jarosław Kacerka, *Politechnika Łódzka*

Jacek Kuszner, *Politechnika Białostocka*

Magdalena Musielak, *Politechnika Gdańska*

Eligiusz Pawłowski, *Politechnika Lubelska*

Mirosław Tomera, *Uniwersytet Morski w Gdyni*

Marcin Wesołowski, *Politechnika Warszawska*

Barbara Wikeł, *Politechnika Gdańska*

Barbara Wilk, *Politechnika Rzeszowska*

Maria Wrzuszczak, *Politechnika Opolska*

SPIS TREŚCI

Indeks autorów	6
1. Ludwik Referowski, Dariusz Świsulski 30 lat seminarium Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice <i>30 years of the seminar Application of Computers in Science and Technology</i>	7
2. Agnieszka Bartłomiejczyk, Dawid Ptach, Marcin Wata Elementy uczenia maszynowego na zajęciach matematyki <i>Elements of machine learning in mathematics</i>	27
3. Juliusz Ciecierski, Piotr Drewek, Adam Misiak, Robert Piotrowski Bezzałogowy kołowy pojazd elektryczny do automatycznego wychodzenia z poślizgów <i>An unmanned wheeled electric vehicle for automatic skidding</i>	31
4. Zuzanna Klawikowska, Bartosz Puchalski Skuteczność nowoczesnych algorytmów optymalizacji czerpiących inspirację z procesów naturalnych <i>The effectiveness of modern optimization algorithms inspired by natural processes</i>	35
5. Magdalena Kucharska, Monika Perl Platforma Moodle wspomagana systemem algebry komputerowej <i>The Moodle platform supported by the computer algebra system</i>	41
6. Krzysztof Kwasigroch, Maciej Łukaszewicz, Ireneusz Mosoń System monitoringu rozdzielnic kampusu Politechniki Gdańskiej <i>Monitoring system of the Gdansk University of Technology campus switchgears</i>	45
7. Wojciech Mitkowski Uwagi o zdalnym nauczaniu <i>Notes on remote teaching</i>	49
8. Maria Ogryczak Klasyfikacja sygnału EKG przy użyciu konwolucyjnych sieci neuronowych <i>ECG signal classification using convolutional neural networks</i>	51
9. Agnieszka Wałachowska R/exams jako wsparcie w weryfikacji wiedzy studentów <i>R/exams as support in verification of students' knowledge</i>	55
10. Mohd. Jassim Zaman, Marek Olesz History of initial energy and water network development in Qatar <i>Początki rozwoju systemu energetycznego i zaopatrzenia w wodę w Katarze</i>	59
Wyróżnione referaty w XXIX cyklu seminaryjnym Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice 2019	63
Informacja o XXXI cyklu seminaryjnym Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice 2021	65

INDEKS AUTORÓW

Agnieszka Bartłomiejczyk	27
Juliusz Ciecierski	31
Piotr Drewek	31
Zuzanna Klawikowska	35
Magdalena Kucharska	41
Krzysztof Kwasigroch	45
Maciej Łukaszewicz	45
Adam Misiak	31
Wojciech Mitkowski	49
Ireneusz Mosoń	45
Maria Ogryczak	51
Marek Olesz	59
Monika Perl	41
Robert Piotrowski	31
Dawid Ptach	27
Bartosz Puchalski	35
Ludwik Referowski	7
Dariusz Świsulski	7
Agnieszka Wałachowska	55
Marcin Wata	27
Mohd. Jassim Zaman	59

30 LAT SEMINARIUM ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE

Ludwik REFEROWSKI¹, Dariusz ŚWISULSKI²

1. Politechnika Gdańska, emeryt
tel: 501 678 006 e-mail: lmreferowski@wp.pl
2. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel: 58 347 1397 e-mail: dariusz.swisulski@pg.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono powstanie cyklu seminaryjnego Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice i jego rozwój w kolejnych latach. Podano problemy i perspektywy seminarium na przyszłe lata. Załączniki zawierają wykaz artykułów opublikowanych przez 30 lat w Zeszytach Naukowych Wydziału Elektrycznego i Zeszytach Naukowych Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej oraz wykaz laureatów konkursu na najlepszy referat.

Słowa kluczowe: seminarium, zastosowanie komputerów.

1. WSTĘP

W roku 2020 przypada jubileuszowy, 30-ty cykl seminariów *Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice*, organizowanych przez Gdański Oddział Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej.

W numerze 28 Zeszytów Naukowych Wydziału Elektrotechniki i Automatyki w 2010 roku autorzy przedstawili podsumowanie dwudziestu lat seminarium. Obecnie, po kolejnych dziesięciu latach wracamy do tego tematu, rozszerzając podsumowanie o kolejny okres.

Seminaria zostały zainicjowane w roku 1991 pod nazwą *Zastosowanie Komputerów w Dydaktyce*. W pierwszym roku wygłoszono 9 referatów, wydanych w Zeszycie Naukowym Wydziału Elektrycznego nr 1, przygotowanym przez Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Gdańskiej Ludwika Referowskiego. Od tego czasu corocznie odbywają się kolejne spotkania, a wygłoszone referaty publikowane są w Zeszytach Naukowych. Po zmianie nazwy Wydziału w roku 1996 zeszyty te noszą nazwę Zeszytów Naukowych Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej (ISSN 2353-1290). Od 2002 roku, ze względu na specyfikę wygłaszanych referatów, zmieniono nazwę seminarium na *Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice*.

Seminarium w 2020 roku było kolejnym, trzydziestym cyklem. Z powodu panującej na całym świecie pandemii koronawirusa COVID-19 większość wydarzeń związanych z kontaktami między ludźmi została zawieszona. Dotknęło to również seminarium, które z tego powodu zostało ograniczone do publikacji zgłoszonych artykułów.

2. INFORMACJE O SEMINARIUM

Celem seminarium *Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice* jest wymiana doświadczeń i sposobów wykorzystania komputerów w nauce, technice i dydaktyce.

Spotkania seminaryjne odbywają się we wtorki od początku kwietnia do końca czerwca i od pierwszych dni października do końca listopada. Różni się ono od typowych konferencji, ponieważ przy jednym spotkaniu wygłaszane są zazwyczaj dwa referaty. Dzięki temu prelegenci mogą wybrać dogodny dla siebie termin prezentacji. Na odczyt przychodzą słuchacze zainteresowani tematyką prezentowaną w referatach. Znacznie więcej jest też czasu na spokojną dyskusję.

Autorzy zgłaszają propozycje referatów do 15 lutego danego roku kalendarzowego wraz z propozycją terminu ich wygłoszenia. Kwalifikacji referatów dokonuje Komitet Naukowy w oparciu o nadesłane streszczenie. Termin nadsyłania tekstu referatu w wersji gotowej do druku upływa 30 września. Kwalifikacja do druku w Zeszytach Naukowych odbywa się w oparciu o opinię dwóch recenzentów, którzy nie wchodzą w konflikt interesów z autorami (relacje osobiste, podległość zawodowa lub bezpośrednia współpraca naukowa w ciągu ostatnich dwóch lat poprzedzających przygotowanie recenzji).

Zeszyt Naukowy z referatami za dany rok kalendarzowy ukazuje się w grudniu danego roku. Egzemplarze zeszytów przekazywane są autorom referatów i bibliotekom.

Tablica 1. Liczba artykułów w poszczególnych latach

Rok	1991	1992	1993	1994	1995
Nr zeszytu	1	2	3 i 4	6	8
L. artykułów	9	12	20	12	15
Rok	1996	1997	1998	1999	2000
Nr zeszytu	10	11	12	13	15
L. artykułów	22	25	25	22	25
Rok	2001	2002	2003	2004	2005
Nr zeszytu	17	18	19	20	21
Artykuły	37	31	26	31	40
Rok	2006	2007	2008	2009	2010
Nr zeszytu	22	23	25	27	28
L. artykułów	26	27	37	31	37
Rok	2011	2012	2013	2014	2015
Nr zeszytu	30	31	36	40	46
Artykuły	29	35	39	35	24
Rok	2016	2017	2018	2019	2020
Nr zeszytu	51	57	60	68	71
L. artykułów	48	34	28	16	9

W Zeszytach Naukowych WE PG (do 1995 roku) oraz Zeszytach Naukowych WEiA PG (od 1996 roku) opublikowano w ciągu 20 lat 817 artykułów obejmujących referaty przedstawione na seminariach (tablica 1).

Wykaz wszystkich artykułów podany jest w załączniku 1.

Od roku 1993 Oddział Gdański organizuje konkurs, którego celem jest wyłonienie najbardziej wartościowych referatów prezentowanych w ramach omawianego seminarium. Jury konkursowe wybiera corocznie dwa najlepsze referaty, a ich autorzy otrzymują dyplom i nagrodę pieniężną. Wykaz nagrodzonych referatów podano w załączniku 2.

3. ZAKOŃCZENIE

Mimo trzydziestoletniej historii seminariów *Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice*, jego tematyka jest nadal aktualna. Śledząc przedstawione zmiany w tematyce referatów, można zobaczyć jak zmieniały się sposoby wykorzystania komputerów przez pracowników nauki.

W poprzednich latach seminaria cieszyły się dużym zainteresowaniem prelegentów. Były one okazją do zwiększenia dorobku publikacyjnego, szczególnie przez młodszych pracowników nauki. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG znajdowały się na liście B publikowanego przez Ministerstwo wykazu, z liczbą punktów równą 10.

Obecnie, po zmianie sposobu oceny czasopism, Zeszyty nie znalazły się na liście ministerialnej, co skutkuje zmniejszeniem liczby punktów do 5 (przy zwiększeniu maksymalnej punktacji do 200). Spowodowało to znacznie mniejsze zainteresowanie udziałem w seminarium i publikacją artykułów.

Kolejnym problemem, który dotknął organizatorów i uczestników seminarium w 2020 roku jest wspomniana we Wstępie pandemia koronawirusa COVID-19, powodująca zawieszenie wielu wydarzeń wymagających kontaktów między ludźmi.

Mimo to, Zarząd Oddziału Gdańskiego PTETiS uważa, że organizacja seminarium powinna być kontynuowana. Pozwoli ono np. na uzyskanie dorobku naukowego pracownikom dydaktycznym, którzy nie są uwzględniani przy ewaluacji dyscyplin naukowych, a jednocześnie powinni wykazać się aktualnym i udokumentowanym dorobkiem naukowym przy ocenie Polskiej Komisji Akredytacyjnej. Możliwe są też publikacje studentów i absolwentów uczelni, wspólne z opiekunami naukowymi.

Redakcja Zeszytów Naukowych Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG podejmuje działania, których celem jest zwiększenie rangi wydawnictwa. Od 2018 roku każdy artykuł posiada własny, indywidualny identyfikator DOI (ang. *digital object identifier*), umożliwiający jego łatwe odnalezienie. Od 2020 roku Zeszyty Naukowe WEiA PG indeksowane są w bazie EBSCO.

Rok 2021 jest rokiem, w którym Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej obchodzi jubileusz 60-lecia. Warto, by z tej okazji prowadzone od trzydziestu lat seminarium było kontynuowane.

ZAŁĄCZNIK 1

SPIS TREŚCI KOLEJNYCH ZESZYTÓW

Rok 1991, Zeszyty Naukowe WE, nr 1

1. Kaczmarek J.: *Wykorzystanie komputerów w praktyce inżyniera elektronika*
2. Gruszczyński W.: *Zastosowanie komputerów w analizie układów elektronicznych*
3. Jagiełło K., Karpiński G.: *KAJVIEW - Uniwersalny moduł w TURBO PASCALu do tworzenia programów dydaktycznych*
4. Świsulski D.: *Komputerowe stanowisko diagnostyki wibracyjnej w laboratorium metrologii przemysłowej*
5. Ronkowski M., Szczęsny R.: *Stany dynamiczne maszyn elektrycznych*
6. Szczęsny R., Iwan K.: *Zastosowanie programów symulacyjnych w analizie układów energoelektronicznych*
7. Horiszny J.: *ATP - uniwersalny program do analizy zjawisk w systemie elektroenergetycznym, Część I - wprowadzenie*
8. Wołoszyn M.: *ATP - uniwersalny program do analizy zjawisk w systemie elektroenergetycznym, Część II - przykłady zastosowań*
9. Koralewski K., Pilecki K.: *Numeryczny symulator dynamiki wykonawczych zespołów napędowych z silnikiem prądu przemiennego*

Rok 1992, Zeszyty Naukowe WE, nr 2

1. Jankowski P.: *Zastosowanie programu MATHCAD do analizy obwodów elektrycznych*
2. Ratajczak T.: *Komputery w sposobie uczenia się metod rozwiązywania układów równań liniowych*
3. Rybicka J., Szklanny J.: *Pakiet graficzny do wspomagania nauczania w zakresie systemów mikrokomputerowych*
4. Chrzan P., Haras A.: *Programy i narzędzia do badania układów regulacji cyfrowej w napędzie elektrycznym*
5. Lubośny Z.: *Możliwości i ograniczenia analizy elektromechanicznych stanów nieustalonych bloku elektroenergetycznego*
6. Cichosz J., Hasse L.: *Problemy komputerowego projektowania obwodów drukowanych*
7. Lis W.: *Komputery w ultradźwiękach*
8. Gołębiowski L.: *Wybrane ćwiczenia Laboratorium Metod Numerycznych Elektrotechniki*
9. Czyżewski A.: *Techniki komputerowe w nauczaniu inżynierii dźwięku*
10. Świsulski D.: *Computer Aided System for Measuring Irregularity of Rotational Speed in the Industrial Testing Laboratories*
11. Czarnecki D., Glinianowicz J.: *Karta rozszerzająca do pomiaru sygnałów analogowych dla komputera IBM PC*
12. Wolny A.: *Doświadczenia w rejestracji napięć i prądów z użyciem przetworników analogowo-cyfrowych w Laboratorium Łączników Wysokiego Napięcia*

Rok 1993, Zeszyty Naukowe WE, nr 3 (część I)

1. Pawlak W., Szwoch M.: *Zastosowanie programu MATHCAD do cyfrowej obróbki sygnałów przy wykorzystaniu transformacji Fouriera*
2. Jankowski P.: *Wykorzystanie programu MATCAD V.3.0 w metodach numerycznych*
3. Ronkowski M.: *Computer - Assisted education of reference frame theory applied to electrical machines modelling using PSPICE*

4. Guziński A., Borzyszkowski A., Daciuk J., Guziński M.: *Application of the CITIUS system to teaching electronic circuits*
5. Horiszny J.: *Modelowanie silników elektrycznych prądu stałego w programie ATP*
6. Kosmowski K. T.: *Wspomagane komputerowo analizy probabilistyczne złożonych systemów technicznych*
7. Szwoch M., Malina W., Lebień J.: *Arkusze kalkulacyjne jako forma implementacji programowania*
8. Szklanny J.: *Architektura procesorów niekonwencjonalnych*
9. Bartkowski T.: *Modelowanie układów cyfrowych na poziomie przestań międzyrejestrów*
10. Kostek B.: *Komputery w akustyce muzycznej*
11. Lebień J., Pawlak W., Malina W.: *Fraktale w informatyce i jej nauczaniu*
12. Czaja J., Goczyła K., Owczarski A.: *A computer system for students register office at the Technical University of Gdańsk*
9. Kamiński K.: *Laboratorium Mikrokomputerowych Systemów Sterowania Wydziału Elektrycznego Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni*
10. Mosoń I., Karkosiński D.: *Programowalne sterowniki logiczne w dydaktyce*
11. Szklanny J.: *Mikrokontrolery Motorola MC68HC11 w nauczaniu systemów komputerowych*
12. Bartkowski T.: *Zintegrowany pakiet programowy generacji liczb pseudolosowych o zadanych rozkładach*

Rok 1995, Zeszyty Naukowe WE, nr 8

Rok 1993, Zeszyty Naukowe WE nr 4 (część II)

1. Kowalski Z., Imajew D., Arendt R., Powszechnow L.: *Zastosowanie programu CLASSIC w procesie nauczania*
2. Ratajczak T.: *Systemy wspomagające nauczanie metod numerycznych*
3. Kluszczyński K., Miksiewicz R.: *Program komputerowy do analizy momentów pasożytniczych w indukcyjnych silnikach klatkowych*
4. Kluszczyński K., Spałek D.: *Symulacja komputerowa stanów ustalonych i nieustalonych maszyny asynchronicznej w oparciu o model z dyskretnym rozkładem przewodności szczeliny powietrznej*
5. Misztal J., Zeńczak M.: *Program do badania rozkładu pola elektromagnetycznego pod linią wysokiego napięcia*
6. Karwowski K., Mizan M.: *Przekształtnik do zasilania silnika indukcyjnego ze sterownikiem mikrokomputerowym*
7. Mosoń J., Karkosiński D., Bleja R.: *Stanowisko do komputerowej rejestracji i badań stanów przejściowych maszyn elektrycznych*
8. Świsulski D.: *Dokładność komputerowego systemu pomiarowego na przykładzie wyznaczenia poślizgu silnika asynchronicznego*

Rok 1994, Zeszyty Naukowe WE, nr 6

1. Horiszny J.: *Adaptacja programu ATP do celów dydaktycznych*
2. Orzechowski P.: *Zastosowanie programów symulacyjnych w nauczaniu robotyki na przykładzie programu WORKSPACE*
3. Ronkowski M.: *Computer - assisted education of electrical machines using MATLAB*
4. Staniszewski J.: *Programy graficzne CAD w dydaktyce*
5. Kubiak P.: *Problematyka wstępnego przetwarzania obrazów w dydaktyce*
6. Pawlak W., Malina W., Szwoch M.: *Możliwości cyfrowego przetwarzania obrazów*
7. Kostek B., Zieliński S.: *Computer Applications to Synthesis and Analysis of Sound*
8. Górczewska M., Wandachowicz K.: *Zwierzchowski P.: Wykorzystanie oprogramowania komputerowego przy kształceniu studentów w zakresie Techniki Świetlnej*

1. Szcześniak W., Majewski J.: *PTOLEMY software environment in design and simulation of digital processing circuits*
2. Mosiński F.: *Laboratorium komputerowe z zastosowań statystyki matematycznej w technice wysokich napięć*
3. Chrzan P. J., Szcześny R.: *Symulacja stanów awaryjnych w przemiennikach częstotliwości za pomocą programu TCAD*
4. Sołbūt A.: *ANAGRAF - program analizy danych pomiarowych*
5. Referowski L., Świsulski D.: *Przyrządy wirtualne w dydaktyce metrologii*
6. Kwiesielewicz M., Sobieszczyk S.: *Symulacja układów regulacji rozmytej w środowisku MATLAB*
7. Sołbūt A.: *Wspomaganie tworzenia programów symulacyjnych na potrzeby dydaktyczne*
8. Manuszewski K.: *Oprogramowanie wspomagające nauczanie przedmiotu: Teoria Grafów i Sieci*
9. Noga K., Kamiński K., Kozyra M.: *Oprogramowanie dydaktyczne do nauczania przedmiotów Technika cyfrowa i Automatyzacja systemów energetycznych*
10. Morawski L., Said L.: *Komputerowe wspomaganie egzaminowania studentów metodą wielowariantowego wyboru*
11. Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M.: *Wirtualne laboratorium diagnostyki sieci trakcyjnej*
12. Kostek B., Zieliński S.: *Computers in teaching the sound technology*
13. Lubośny Z., Grzenkowicz A.: *Zintegrowany regulator turbosespołu w dydaktyce elektromechanicznych stanów nieustalonych*
14. Pawłowski E.: *Zastosowanie programowalnych układów licznikowych do wspomaganego komputerem pomiarów częstotliwości*
15. Bartkowski T., Spos H.: *Generacja liczb pseudolosowych o zadanej funkcji korelacji w zastosowaniu do symulacji procesów zmęzeniowych*

Rok 1996, Zeszyty Naukowe WE, nr 10

1. Królikowski R.: *Badanie struktur i algorytmów sieci neuronowych*
2. Stolc L.: *Zastosowanie logiki rozmytej do identyfikacji kolejności występowania pewnej klasy obiektów*
3. Stolc L.: *Wrażliwość strukturalna w niektórych liniowych problemach decyzyjnych*
4. Goczyła K., Łyskawa H., Piechówka M., Szejko S.: *Narzędzia CASE w nauczaniu analizy i projektowania systemów informatycznych*
5. Kaczmarek J., Nowak P. P.: *Metoda komputerowego wspomaganie symulacji zjawisk fizycznych*
6. Majewski I., Szcześniak W., Mackiewicz G.: *Realizacja analizatora widma pracującego na komputerze osobistym*

7. Ratajczak T., Witczuk A.: *Multimedialne programy wspomagające nauczanie początkowe*
8. Wieczorkowska A.: *Badanie metody kompresji obrazu*
9. Szczërba M.: *Soundfileformat conversion*
10. Skórka P.: *Cyfrowa filtracja dźwięków*
11. Ronkowski M.: *Modelowanie i symulacja maszyn elektrycznych w środowisku programowym SIMULINK-MATLAB*
12. Malewski A, Rawicki S.: *Badanie wpływu wyższych harmonicznych przestrzennych pola magnetycznego na charakterystyki dynamiczne trójfazowej maszyny indukcyjnej*
13. Rawicki S.: *Moment rozruchowy wieloharmonicznej trójfazowej maszyny indukcyjnej pierścieniowej w stanie ustalonym*
14. Olesz M.: *Wykorzystanie programu PSPICE do obliczeń przepięć w układach elektroenergetycznych w Laboratorium Techniki Wysokich Napięć*
15. Lubośny Z., Zajczyk R.: *Analiza elektromechanicznych stanów nieustalonych systemu elektroenergetycznego z wykorzystaniem programu PSLF*
16. Śwędrowski L.: *The electrical motors diagnostics by means of supply current signals*
17. Noga K., Kamiński K., Kozyra M.: *Symulacja komputerowa układu zdalnego sterowania okrętowego silnika napędu głównego*
18. Roskosz R.: *Nowe kierunki w diagnostyce uszkodzeń kabli elektroenergetycznych*
19. Kaczmarek J., Kafkowski K., Nowak P. P.: *Komputerowe wspomaganie układania planu zajęć na 'wydziale wyższej uczelni*
20. Wępa R.: *Warunki poprawnego pomiaru mocy biernej przyrządami dwusystemowymi w sieciach trójfazowych trójprzewodowych*
21. Bartkowski T.: *Zastosowanie arkusza kalkulacyjnego EXCEL w pracach katedry*
22. Chudzik B.: *Komputerowe obliczanie systemu zaopatrzenia wsi w wodę*
11. Kulesza W.: *Computers in the students measurement and instrumentation laboratory*
12. Chrzan P. J., Iwan L., Nieznański J.: *Zastosowanie pakietu TCAD w badaniach naukowych i w dydaktyce*
13. Lubośny Z., Zajczyk R.: *PSLF - program do analizy pracy systemu elektroenergetycznego*
14. Noga K., Kamiński K.: *Oprogramowanie dydaktyczne do nauczania podstaw techniki cyfrowej*
15. Olesz M.: *Współpraca kamery wideo z komputerem PC*
16. Pawłowski E.: *Wykorzystanie karty przetwornika A/C w nauczaniu podstaw komputerowych systemów pomiarowych*
17. Ronkowski M.: *Skalarne i wektorowe sterowanie silnika indukcyjnego - podstawy fizyczne*
18. Rząsa M. R., Dobrowolski B.: *Koncepcja laboratorium dydaktycznego "Komputerowe techniki pomiaru i sterowania"*
19. Szczërba M.: *Rozpoznawanie izolowanych wyrazów z wykorzystaniem nie liniowej normalizacji czasowej*
20. Szcześniak W., Kołodziejczyk M.: *Symulacja układów cyfrowego przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem multimediiów*
21. Szwoch G.: *Zastosowanie systemu komputerowego RIDE w zajęciach laboratoryjnych z miernictwa elektroakustycznego*
22. Świsulski D.: *Wykorzystanie oprogramowania Internet Developers Toolkits w laboratorium metrologii*
23. Wępa R.: *Wirtualne stanowisko do pomiarów mocy czynnej i biernej w sieciach trójfazowych*
24. Wieczorkowska A.: *Synteza mowy i śpiewu z wykorzystaniem metody falowodowej*
25. Wołoszyn J., Wołoszyn M.: *Zastosowanie pakietu MathConnex w elektrotechnice*

Rok 1997, Zeszyt Naukowe WE, nr 11

1. Bartkowski T., Kołakowski M.: *Zintegrowany pakiet programowy generacji liczb pseudolosowych o zadanych rozkładach cz. 2*
2. Berndt-Schreiber M.: *System dynamics modeling-using "Powersim" software*
3. Biniek M., Łabuzek M., Rojewski W.: *Symulator-trenażer systemu elektroenergetycznego*
4. Biniek M., Łabuzek M.: *Komputerowa symulacja maszyny analogowej*
5. Bieńkowski K.: *Badanie rozkładu pola w maszynie prądu stałego w różnych stanach pracy z wykorzystaniem programu PC-OPERA*
6. Craven P. J., Kwiesielewicz M., Sutton R.: *Identyfikacja obiektów dynamicznych w środowisku Matlaba z zastosowaniem dynamicznych sieci neuronowych*
7. Kaczmarek J., Kucharski M.: *Komputerowy program testowania i nauczania studentów dla WWW*
8. Kaliczyńska M., Zmarzły M.: *Pakiety wizualizacyjne metodą poznania rzeczywistych układów automatyki przemysłowej*
9. Kostek B.: *Computer-based technology in psychophysiology of hearing*
10. Królikowski R.: *Współczesne standardy perceptualnej kompresji dźwięku wysokiej jakości*

Rok 1998, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 12

1. Aftyka A.: *Analiza obwodów magnetycznych wyłączników za pomocą*
2. Bała W., Zieliński M., Turło Z., Bała P., Hanus W., Ząbik G., Głowacki G., Gapiński A., Łukasik Z., Derkowska B., Karasek K., Płóciennik Z., Korcala A.: *Laboratorium pomiarowe wielkości fizycznych metodami komputerowymi*
3. Baum G.: *Zbiory rozmyte w ocenie niepewności w systemie ekspertowym*
4. Biniek M., Łabuzek M.: *Symulacyjne badanie częstotliwości w układzie generator-sieć napięcia sztywnego*
5. Biniek M., Łabuzek M.: *Model dydaktyczny regulacji częstotliwości i mocy w systemie elektroenergetycznym*
6. Chi T., Dembicki E.: *Artificial intelligence in didactics*
7. Forkiewicz M.: *Chaos deterministyczny w układach elektrycznych*
8. Grono A., Karwowski K., Mizan M.: *Regulacja wielkości mechanicznych w układzie napędowym z silnikiem bezszczotkowym*
9. Kaczmarek J., Kucharski M.: *System komputerowy do automatycznego przeprowadzania egzaminów*
10. Kamonciak A.: *Zastosowanie sterowników PCL na pojazdach trakcji elektrycznej*
11. Kołodko A.: *Przegląd nowych elementów języka Pascal w wersji Object Pascal 2.0*
12. Kwiesielewicz M., Piotrowski W.: *Algorytmy genetyczne w syntezy parametrycznej układów sterowania*
13. Lasecki J.: *Badanie metod filtracji przestrzennej*

14. Matejowski A., Witkowski J.: *Stanowisko laboratoryjne sterowania procesem gromadzenia i przepływu wody w zbiorniku za pomocą sterownika programowalnego i komputera*
15. Mościbrodzki W., S.: *Badanie metod kompresji obrazu ruchomego*
16. Noga K., Przytarski G.: *Komputerowe określanie podstawowych charakterystyk wybranych elementów półprzewodnikowych*
17. Ratajczak T.: *Strategia przeglądania bazy wiedzy w języku CLIPS*
18. Sikora J.: *Technika komputerowa w dydaktyce języków obcych*
19. Skiba A.: *Zastosowanie pakietu DESIGN MANAGER do analizy obwodowego modelu wyładowań niezupełnych*
20. Suchomski P.: *Cyfrowy montaż dźwięku i obrazu na komputerze PC*
21. Szcześniak W., Bujnowski A.: *Komputerowe stanowisko pomiarowe do badania filtrów aktywnych*
22. Szuwarzyński A.: *Modelowanie symulacyjne w procesie kształcenia menedżerów*
23. Świsulski D.: *Wykorzystanie zintegrowanych środowisk programowania do cyfrowego przetwarzania sygnałów*
24. Wepa R.: *Wykorzystanie programu LabVIEW w badaniu układu wejściowego waromierza elektrodynamicznego*
25. Wołoszyn J.: *Algorytmy genetyczne w syntezie obwodów prądu*

Rok 1999, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 13

1. Aftyka W.: *Analiza układów napędzanych elektromagnesami z wykorzystaniem pakietu Flux 2D*
2. Bałachowski J., Świsulski D., Wołoszyk M.: *Komputerowe stanowisko pomiarowe do badania zakłóceń sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia*
3. Bieńkowski K.: *Model polowy silnika indukcyjnego*
4. Choreń O.: *Środowisko dydaktyczne Logo Komeniusz*
5. Forkiewicz M.: *Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego Excel oraz programowania ewolucyjnego w nauce teorii liczb*
6. Grabowska A., Skuza M.: *DECTUG - prezentacja osiągnięć i perspektywy rozwoju*
7. Kaczmarek J., Kucharski M.: *Zastosowanie systemu komputerowego ŻAK99 do oceny poziomu wiedzy studentów*
8. Kamonciak A.: *Jakość modeli tranzystorów GBT w PSpice*
9. Kołodko A.: *Wybrane aspekty projektowania edytorów tekstowych*
10. Matejowski A.: *Modelowanie układów automatycznej regulacji procesów technologicznych ze sterownikiem PLC*
11. Michna M., Ronkowski M., Wilk A.: *Symulacja bezszczotkowego silnika prądu stałego w środowiskach programowych FLUX2D i EFCAD*
12. Mizan M., Karwowski K.: *Zastosowanie procesów sygnałowych do sterowania układów napędowych z silnikami synchronicznymi*
13. Mosoń I.: *Wybrane aspekty wprowadzenia do dydaktyki przedmiotu "Sterowniki programowalne"*
14. Mucek J.: *Doświadczenia metodyczne z prowadzenia przedmiotu Przetwarzanie danych*

15. Noga K., Przytarski G.: *Pomiar charakterystyk statycznych z wykorzystaniem interfejsu szeregowego i karty przetworników analogowo-cyfrowych*
16. Orlikowski C.: *Structured modelling by application of Simulink*
17. Orłowski T.: *Zastosowanie środowiska CORBA w nauczaniu rozproszonym*
18. Ożarowski M.: *Wykorzystanie komputerów do projektowania instalacji elektrycznych*
19. Ratajczak T.: *Komputerowe programy dydaktyczne nauczycieli Studium Podyplomowego Podstaw Informatyki*
20. Szcześniak W.: *Szybka realizacja prototypu systemu elektronicznego na procesorze sygnałowym*
21. Świsulski D., Referowski L.: *Technika komputerowa w pomiarach prędkości obrotowej*
22. Wepa R.: *Zastosowanie programu LabVIEW w obliczaniu układów trójfazowych*

Rok 2000, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 15

1. Aftyka W.: *Wpływ nieustalonego pola elektromagnetycznego w elektromagnesach na jego charakterystykę dynamiczną*
2. Blank S., Stobiecki A., Filipiak S.: *Analiza obciążeń dobowych przy pomocy programu komputerowego*
3. Blank S., Stobiecki A., Filipiak S.: *Komputerowe wyznaczenie harmonogramu pracy równoległej transformatorów*
4. Blank S., Stobiecki A., Filipiak S.: *Program komputerowy wykorzystujący sieci Petriego do wspomaganie analizy niezawodnościowej elementów systemu elektroenergetycznego*
5. Cieślak S.: *Zastosowanie karty przetworników analogowo-cyfrowych do pomiaru charakterystyk dynamicznych układów elektromechanicznych*
6. Domański R., Jaworski M., Kołtyś J.: *Zastosowanie komputerów w procesie dydaktycznym w Zakładzie Termodynamik*
7. Forkiewicz.: *Możliwości wykorzystania algorytmów' opartych na ewolucji populacji do problemów szeregowania zadań*
8. Gwoździńska A., Kaczmarek J., Kucharski M.: *System komputerowy do prezentacji wykładów multimedialnych przez Internet*
9. Horiszny J.: *Model indukcyjności z histerezą magnetyczną w programie symulacyjnym ATP 10*
10. Kołodko A.: *Przykładowa realizacja edytora tekstowego w środowisku Delphi*
11. Kornacki A., Suchomski P.: *Montaż liniowy i nieliniowy obrazu i dźwięku na komputerze PC*
12. Kostek B.: *Application of computer-based modeling to room acoustics and sound reinforcement*
13. Matejowski A.: *Badania symulacyjne układu sterowania procesami przepływu i gromadzenia cieczy w oczyszczalniach ścieków za pomocą komputerowego systemu SIMULINK*
14. Mizan M.: *Pomiary i estymacja kąta położenia wirnika silnika synchronicznego z magnesami trwałymi*
15. Noga K.: *Wykład z techniki cyfrowej wspomagany pakietem Electronics Workbench*
16. Ody P.: *Wielokanałowe systemy kodowania dźwięku*
17. Orlikowski C.: *Wyznaczanie modelu matematycznego w postaci symbolicznej dla złożonych układów dynamicznych*

18. Ratajczak T., Chlewińska K.: *Procedura rozwiązywania zadań programowania liniowego dla arkusza kalkulacyjnego Excel*
19. Referowski L., Roskosz R., Świsulski D.: *Stanowisko do badania parametrów sieci elektroenergetycznych z wykorzystaniem impedancji obciążenia pomiarowego o regulowanym argumentcie*
20. Roskosz R., Swędrowski L.: *Koncepcja akredytowanego laboratorium pomiarów elektrycznych na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*
21. Smulko J.: *Analiza czasowo-częstotliwościowa w nauczaniu cyfrowego przetwarzania sygnałów.*
22. Suchomski P.: *Wybrane cyfrowe filtry liniowe w zastosowaniu do poprawy jakości obrazów*
23. Szcześniak W., Solecki M.: *Sensitivity study of magnitude and phase responses of digital filters due to their coefficients finite word length*
24. Wepa R.: *Obliczanie współczynników korekcji przy błędnych pomiarach energii elektrycznej z zastosowaniem symulacji komputerowej*
25. Świsulski D.: *Wykorzystanie komputerów w nauczaniu na przykładzie referatów seminarium ZKwD*

Rok 2001, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 17

1. Czapp S., Roskosz R.: *Analiza dokładności pomiaru impedancji pętli zwarciowej z rezystancyjnym obciążeniem pomiarowym*
2. Cieślak S.: *Stany pracy układu elektromechanicznego z autonomiczną prądnicą indukcyjną zasilającą odbiorniki prądu stałego*
3. Czyżak M., Kołodko M.: *Mechanizm wielowątkowości w Borland Delphi*
4. Dębowski L.: *Elastyczne układy sterowania z wykorzystaniem procesorów DSP i złożonych układów programowalnych CPLD/FPGA - dydaktyczne wykorzystanie nowoczesnej platformy sprzętowej i narzędzi programowych*
5. Filc R.: *Metoda klasyczna obliczania stanów niestabilnych obwodów liniowych na podstawie równań całkowych*
6. Gwoździńska A., Kaczmarek J.: *Metodologia tworzenia Wirtualnego Uniwersytetu*
7. Jaroszuk J., Poliwoździński A., Kostek B.: *Komputerowe przetwarzanie sygnałów akustycznych*
8. Kamiński K.: *Nauczanie programowania strukturalnego sterowników programowalnych*
9. Kamonciak A., Skibicki J.: *Analiza sprawności energetycznej autonomicznego pojazdu elektrycznego małej mocy*
10. Kołodko A., Aftyka W.: *Wykorzystanie programów komputerowych w analizie silników ultradźwiękowych*
11. Kołodko A., Czyżak M.: *Funkcjonowanie systemu komunikatów w środowisku programowania wizualno-obiektowego Borland Delphi*
12. Kostrzewski M.: *Niedokładność procedur konwersji liczb zmiennoprzecinkowych kompilatora Turbo Pascal firmy Borland*
13. Kostrzewski M.: *Przegląd bezpłatnych programów dostępnych w Internecie do zastosowań przy początkowym nauczaniu informatyki*
14. Kostrzewski M., Stolc L.: *O formułowaniu pewnej klasy problemów zadań laboratoryjnych rozwiązywanych z użyciem komputera*
15. Lesiak P., Gołąbek P.: *Stanowisko laboratoryjne do pomiarów i rekonstrukcji ultradźwiękowych obrazów defektoskopowych*
16. Moniewski S., Szok S.: *Symulacja trakcyjnego układu napędowego oraz weryfikacja uzyskanych wyników w układzie laboratoryjnym*
17. Mosoń I.: *Sterowniki programowalne - strukturyzacja programów sterowania*
18. Noga K.: *Wybrane zagadnienia z cyfrowego przetwarzania sygnałów w ujęciu komputerowym*
19. Orlikowski C.: *Algorytmy wyznaczania wartości własnych i funkcji własnych dla złożonych układów dynamicznych*
20. Orlikowski C.: *Programowanie sterowników PLC z zastosowaniem programu Cadepa*
21. Referowski L., Roskosz R., Świsulski D.: *Domowe laboratorium wirtualne przygotowaniem do zajęć w laboratorium wydziałowym*
22. Referowski L., Roskosz R., Świsulski D.: *Stanowisko do badania uziemień w systemach elektroenergetycznych*
23. Roskosz R., Swędrowski L., Świsulski D.: *Rozwój Laboratorium Pomiarów Dokładnych na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*
24. Smulko J.: *Metody testowania stacjonarności sygnałów losowych*
25. Solecki M., Felendz Z.: *Projektowanie topografii cyfrowych i analogowych układów scalonych CMOS z wykorzystaniem pakietu Magic*
26. Solecki M., Pankiewicz B., Felendz.: *Zastosowanie pakietów Alliance i Magic w projektowaniu topografii cyfrowych układów scalonych CMOS*
27. Stolc L., Kostrzewski M.: *Generowanie wielowymiarowych zmiennych losowych oraz wybranych procesów stochastycznych dla uzyskania danych pomiarowych do ćwiczeń laboratoryjnych oraz projektowych*
28. Swędrowski L., Kargol M.: *Wykorzystanie filtra zaporowego na stanowisku dydaktycznym do diagnostyki silników indukcyjnych*
29. Szcześniak W.: *Zastosowanie procesorów sygnałowych w laboratorium studenckim*
30. Szyfelbein D.: *Zastosowanie komputerów w rozwiązywaniu problemów układania zajęć*
31. Świsulski D., Golijanek-Jędrzejczyk A.: *Systemy pomiarowe do sprawdzania dokładności przyrządów pomiarowych*
32. Wepa R.: *Obliczanie błędów pomiaru trójfazowych przetworników mocy biernej przy zastosowaniu programu LabVIEW*
33. Wepa R.: *Zastosowanie programu labVIEW do obliczania współczynników asymetrii prądu i napięcia w sieciach elektroenergetycznych*
34. Witkowski S., Rutkowski M.: *Modele obwodów energoelektronicznych dla pomiaru wyższych harmonicznych w programie PSpice*
35. Władziński W., Chrzan P.: *Modele symulacyjne tranzystora IGBT w środowisku Pspice i Tcad – analiza porównawcza*
36. Włas M.: *Wykorzystanie programu VisualDSP++ do uruchamiania układów napędowych*
37. Zimny P., Wołoszyn M.: *Zastosowanie pakietu MathCad w nauczaniu metod numerycznych*

Rok 2002, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 18

1. Bemke I.: *Implementacja algorytmu Szybkiej Transformacji Falkowej w mikrosystemie pomiarowym*
2. Cichosz J., Hasse I., Smulko J.: *Procesy sygnałowe w laboratoriach cyfrowego przetwarzania sygnałów*
3. Ciszewski T., Gołąbek P., Lesiak P.: *Rozpoznawanie wzorców w defektoskopowych danych pomiarowych za pomoc sieci neuronowych*
4. Dziubiński M., *Implementacja algorytmu transpozycji dźwięków w środowisku Matlab*
5. Dziubiński M., Żwan P.: *Estymacja częstotliwości podstawowej w środowisku Matlab*
6. Filc R.: *Modelowanie stanów nieustalonych układów elektromechanicznych zbudowanych z nienasyconych maszyn elektrycznych*
7. Forkiewicz M.: *Optymalizacja z wykorzystaniem algorytmu kolonii mrówek*
8. Golijanek-Jędrzejczyk A., Roskosz R.: *Oprogramowanie przyrządu wirtualnego do pomiaru impedancji pętli zwarciowej*
9. Gwoździńska A., Kaczmarek J., Diarra M. D. T.: *Poziomy komputeryzacji procesu edukacyjnego*
10. Hasse L.: *Zwiększenie czułości systemu do pomiaru szumów metodą korelacyjnej analizy widmowej*
11. Kamonciak A.: *ADVISOR ~ symulacja trybów pracy pojazdu autonomicznego*
12. Kamonciak A.: *Komputerowe stanowisko pomiarowe pneumatycznego układu hamulcowego*
13. Karwowski K., Karwowski K., Wawrzak A.: *Procesory sygnałowe do sterowania ruchem*
14. Kołodko A.: *Metody sterowania i kontroli silników piezoelektrycznych*
15. Kotus J.: *Badanie proggu percepcji słyszenia w polu swobodnym*
16. Mizan M., Giętkowski Z., Karwowski K.: *System diagnostyki sieci trakcyjnej DST 2000 w środowisku Windows*
17. Mosoń I., Żukowski K.: *Symulator Sym-PS4 sterownika programowalnego PS4-201-MMI*
18. Noga K., Janowski M.: *Egzamin z techniki cyfrowej wspomagany komputerowo*
19. Olesz M.: *Symulacja ochrony przeciwprzepięciowej w instalacjach niskiego napięcia*
20. Orlikowski C.: *Algorytm konstruowania modeli matematycznych złożonych układów dynamicznych dla programu Simulink*
21. Orlikowski C.: *Zastosowanie programów Mathematica i 20-Sim do modelowania i analizy układów o parametrach rozłożonych*
22. Smulko J.: *Sposób segmentacji przebiegu losowego. złożonego z szumu białego i impulsów prostokątnych o stałych amplitudach oraz przypadkowych czasach trwania i przerw*
23. Solecki M.: *Zastosowanie programu SCA w badaniu zakłóceń sprzężenia podłożowego w układach scalonych CMOS*
24. Stupak T.: *Badanie sygnału wizyjnego radaru na wskaźnikach mapy elektronicznej i ARPA*
25. Swędrowski L.: *Wykorzystanie sieci neuronowych w diagnostyce silników indukcyjnych*
26. Swędrowski L., Wilczewski L.: *Automatyzacja sprawdzania dokładności elementów układu do pomiaru prądu*
27. Szcześniak W., Szcześniak P.: *Algorytmiczne metody redukcji poboru mocy w układach CMOS*

28. Świsulski D.: *Obsługa wirtualnych przyrządów pomiarowych przez Internet*
29. Tomczuk P., Gajewski R.: *Zastosowanie techniki mikroprocesorowej w dydaktyce mikromaszyn elektrycznych*
30. Wawruch R.: *Zobrazowanie radarowego sygnału wizyjnego na monitorach komputerowych systemów ECDIS i ENC*
31. Witkowski S., Gruziński J.: *Filtracja zakłóceń w obwodzie wyjściowym falownika napięcia w symulacji komputerowej*

Rok 2003, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 19

1. Czapp S.: *Analiza harmoniczna prądu w instalacji z lampami metalohalogenkowymi*
2. Diarra M. D. T., Kaczmarek J.: *Nowoczesne technologie dla systemów zdalnej edukacji*
3. Grabowski G., Śleszyński W., Cichowski A.: *Komunikacja między komputerem a procesorem sygnałowym z zastosowaniem protokołu RTDX*
4. Gohra K., Konkel A., Olesz M.: *Automatyczna akwizycja wybranych parametrów niepowtarzalnych przebiegów rejestrowanych za pomocą oscyloskopu*
5. Gwoździńska A., Kaczmarek J.: *Komponenty strony internetowej*
6. Hasse L., Piasecki J.: *Badania symulacyjne dynamicznej odporności na zakłócenia układów cyfrowych*
7. Horisny J.: *Preprocesor graficzny ATPDRAW dla programu symulacyjnego ATP*
8. Kotus J.: *Komputerowy program do analizy hałasu*
9. Kulesza K., Witkowski S., Guziński J.: *Elektrownia wiatrowa z maszyną dwustronnie zasilaną – badania symulacyjne*
10. Matulewicz W., Pietruszewski P.: *Symulacja obwodów elektrycznych zasilanych pulsacyjnie w badaniach patologii nerek*
11. Maziewski P.: *Technika wirtualizacji dźwięku wykorzystująca odpowiedzi impulsowe zarejestrowane za pomocą sztucznej głowy w komorze bezdechowej*
12. Maziewski P., Szczuko P.: *System synchronizacji nagrań wielokanałowych*
13. Noga K., Ryński W.: *Wirtualne laboratorium techniki cyfrowej z wykorzystaniem pakietu MULTISIM 2001*
14. Regel W.: *Propozycje na ćwiczenia z matematyki z wykorzystaniem programu MATLAB*
15. Samotyjak T.: *Zastosowanie rekurencyjnej sieci neuronowej do modelowania i identyfikacji obiektów dynamicznych*
16. Smulko J., Andruszak A., Fryca W.: *Przykłady zastosowania zestawu uruchomieniowego TMS320C617 DSK z procesorem sygnałowym do realizacji stanowisk laboratoryjnych w Laboratorium Procesorów Sygnałowych*
17. Swędrowski L., Wilczewski L., Cichosz J.: *Wykorzystanie analogowych filtrów aktywnych w diagnostyce łożysk silników indukcyjnych*
18. Szatkowski A., Cichosz J.: *Rozszerzony algorytm eliminacji Gaussa dla komputerowej analizy układów*
19. Szcześniak W., Łącki M.: *Realizacja filtrów cyfrowych na układach programowalnych*
20. Śleszyński W., Nieznański J.: *Zastosowanie dyskretnej transformaty falkowej do diagnostyki uszkodzeń falownika napięcia*

21. Świsulski D.: *Przesyłanie danych pomiarowych z wykorzystaniem sieci GSM – Metody transmisji*
22. Świsulski D.: *Przesyłanie danych pomiarowych z wykorzystaniem sieci GSM – Przykłady zastosowania*
23. Witkowska A., Adamowicz M., Witkowski S., Guziński J.: *Stabilność pracy silnika indukcyjnego z zasilanego falownika napięcia*
24. Władziński W., Chrzan P. J., Mandrek S.: *Modelowanie obwodu łącznika energoelektronicznego w programach symulacji PSPICE i TCAD*
25. Władziński W., Łuszcz J.: *Wykorzystanie komputera do określania zaburzeń elektromagnetycznych przewodzonych*
26. Zawalich J.: *Komputerowe stanowisko diagnostyczne do badania synchronizatorów prądu*
20. Redlarski G., Grono A., Dąbrowski M.: *Roboty mobilne z autonomiczną nawigacją – stan obecny i perspektywy na najbliższe lata*
21. Rząsa M. R.: *Koncepcja stanowiska do identyfikacji struktury przepływu gaz-ciecz*
22. Swędrowski L., Cichosz J., Wilczewski L.: *Badania przydatności wybranych przetworników prądu do celów diagnostyki łożysk w silniku indukcyjnym*
23. Szatkowski A., Cichosz J.: *Algorytm dla lokalizacji punktów skupienia ciągów*
24. Szczepankowski P., Nieznański J., Grabowski G., Frąckowiak F.: *Algorytm szybkiego przetwarzania częstotliwościowo-cyfrowego w strukturze PLD dla przetworników obrotowo-impulsowych*
25. Świsulski D.: *Możliwości przyrządów wirtualnych na przykładzie programu do pomiaru i analizy drgań na statkach*

Rok 2004, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 20

1. Bujacz S., Wołejko M., Nieznański J., Michna M.: *Przewidywanie widma hałasu silnika synchronicznego z magnesami trwałymi na podstawie modelowania eksperymentalnego*
2. Ciarkowski A., Kulesza M.: *Zastosowanie kontrolerów strumieniowych USB do budowy dedykowanych interfejsów dźwiękowych*
3. Czapp S.: *System EJB w laboratorium oświetlenia i instalacji elektrycznych*
4. Dalka P., Dąbrowski M.: *System rozpoznawania dźwięków instrumentów muzycznych*
5. Dąbkowski M., Zawalich J.: *Pomiary temperatury w badaniach diagnostycznych*
6. Diarra M. D. T., Jerzy Kaczmarek J.: *Budowa repozytoriów materiałów dydaktycznych dla nauczycieli*
7. Gallla S.: *Pomiarowo-kontrolny system zastosowany w procesie produkcji central do systemów alarmowych*
8. Galla S., Pałczyńska B., Spiralski L.: *Komputerowy system do pomiaru współczynnika zawartości harmonicznych*
9. Głąb M., Włas M.: *System ewidencji studentów wspomagający pracę dziekanatu bazujący na środowisku DELPHI i SQL*
10. Grabowski G., Nieznański J., Szczepankowski P., Frąckowiak J.: *Efektywne programowanie procesora TMS320C6711 przy użyciu pakietu Simulink*
11. Gutowska D., Stolc L.: *Techniki identyfikacji osób z wykorzystaniem indywidualnych cech biometrycznych*
12. Hasse L., Spiralski L., Śikula J.: *Pomiar i obróbka sygnałów emisji akustycznej w diagnostyce obiektów*
13. Judek S., Karwowski K., Prus M.: *Programowalne układy napędowe w dydaktyce*
14. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Wykorzystanie dystrybucji systemu linux typu LiveCD do budowy klastrów obliczeniowych*
15. Kamonciak A.: *Badanie symulacyjne i eksperymentalne trakcyjnego układu napędowego z silnikiem IPM*
16. Landowska A., Kaczmarek J.: *Możliwości komputerowego wspomagania interaktywnych ćwiczeń i testów*
17. Lesiak P., Gołąbek P.: *Badanie wybranych właściwości metrologicznych przetworników a/c w zintegrowanym środowisku programistycznym VEE PRO*
18. Maziewski P.: *Wstępne przetwarzanie dźwięku przeznaczonego do odsłuchu wielokanałowego*
19. Noga K., Żyliński Ł.: *Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem pakietu Multisim 2001 oraz języka opisu sprzętu VHDL*
26. Wachułka P.: *Projekt systemu nagłośnieniowego z wykorzystaniem oprogramowania CATT-Acoustic*
27. Wepa R., Roskosz R., Ziółko M.: *Wykorzystanie programu LabVIEW do wyznaczania prądów zwarciovych w sieciach elektroenergetycznych*
28. Wilczewski L.: *Obliczanie niepewności pomiarów z wykorzystaniem interaktywnej bazy danych*
29. Witkowska A.: *Zakres stabilnej pracy silnika indukcyjnego z obserwatorem prędkości kątowej wału wyznaczony za pomocą drugiej metody Lapunowa*
30. Władziński W.: *Inteligentne sterowanie oświetleniem w budynkach przemysłowych*
31. Władziński W.: *Wpływ rodzaju źródła energii na poziom zaburzeń elektromagnetycznych układu napędowego z silnikiem IPM*

Rok 2005, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 21

1. Adolph A.: *Monitoring obiektów przemysłowych z zastosowaniem programowania multiplatformowego*
2. Baran S., Matulewicz W.: *Symulacyjne badania zaburzeń w rozplynie strumienia w transformatorze*
3. Białek A., Reniecki J., Smulko J.: *Transmisja danych pomiarowych przez sieć Internet z wykorzystaniem środowiska LabVIEW*
4. Cichosz J., Szatkowski A.: *Identyfikacja i przetwarzanie cyfrowe sygnałów szumów RTS występujących w przyrządach półprzewodnikowych*
5. Cubala D., Stolc L.: *Zagadnienie osadzania elementów oraz kolejności podawania z uwzględnieniem ich wysokości*
6. Cubala D., Stolc L.: *Zastosowanie algorytmów genetycznych do automatycznego generowania planu zajęć*
7. Czapp S.: *Application of residual current devices in electrical installations with frequency converters*
8. Czapp S., Wielgus J.: *Wizualizacja pracy regulatora współczynnika mocy*
9. Dębowski L.: *Nowe rozwiązania i aplikacje mikromodułów z kontrolerami DSP*
10. Dykier A., Grzemski A., Wołejko M.: *Zastosowanie środowiska Matlab do wizualizacji wyników badań wibroakustycznych silników indukcyjnych*
11. Dzwonkowski A., Roskosz R., Wepa R.: *Komputerowe stanowisko do pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych w obwodach trójfazowych*
12. Frąckowiak J., Grabowski G., Nieznański J.: *Analiza sygnałów ciągłych i dyskretnych przy użyciu pakietu symulacyjnego Simulink*

13. Galla S., Pałczyńska B., Spiralski L.: *Pomiary natężenia pola elektromagnetycznego małych częstotliwości w obiektach przemysłowych*
 14. Głąb M., Stankiewicz P., Włas M.: *Porównanie właściwości układu napędowego z falownikiem napięcia i prądu*
 15. Głąb M., Judek S., Skibicki J.: *Komputerowe modelowanie układów przekształtnikowych przy wykorzystaniu różnych programów symulacyjnych – analiza porównawcza*
 16. Golijanek-Jędrzejczyk A., Roskosz R.: *Układ do wzorcowania mierników impedancji pętli zwarciowej*
 17. Gutowska D., Stolc L.: *Zastosowanie logiki rozmytej do identyfikacji osób na podstawie cech twarzy*
 18. Judek S., Karwowski K., Korycki K., Soczyński D.: *Wysokoczęstotliwościowy falownik napięcia – badania symulacyjne*
 19. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Zagadnienia bezpieczeństwa systemów operacyjnych*
 20. Kaliczyńska M.: *Badanie struktury akademickiego społeczeństwa informacyjnego z wykorzystaniem metody MDS*
 21. Knitter A., Łuszcz J.: *Emisyjność elektromagnetyczna przekształtników energoelektronicznych z modulacją rozproszoną*
 22. Korycki K., Soczyński D., Skibicki J.: *Ładowanie baterii akumulatorów przy wykorzystaniu przetwornicy dc/dc ze sterowaniem mikroprocesorowym*
 23. Kowalewski M.: *Identyfikacja parametrów funkcjonalnych analogowych układów elektronicznych z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych*
 24. Leśniewski P., Tłustochowicz Ł.: *Wpływ sterownia bezstykowego ogranicznika prądów zwarciowych na jakość energii elektrycznej*
 25. Łuszcz J., Knitter A.: *Badanie emisyjności promieniowanej urządzeń energoelektronicznych w komorach GTEM*
 26. Matulewicz W., Muc A.: *Identyfikacja parametrów szczególnych obwodów elektrycznych na przykładzie przepływu krwi w nerce*
 27. Mosoń I., Wyrwicz P.: *Prototypowa przystawka kotwiczna z hamulcem taśmowym i hamulcem tarczowym oraz układem sterowania ze sterownikiem programowalnym*
 28. Noga K., Sobczyk J., Sokół R.: *Zastosowanie mikrokontrolera AVR do sterowania ramieniem robota*
 29. Porzeziński M.: *Realizacja układu sterowania blokiem wymienników ciepła w postaci programu komputerowego wykorzystującego zmodyfikowany algorytm regulacji predykcyjnej DMC*
 30. Roskosz R., Ziołko M.: *Pomiar impedancji elementów sieci elektroenergetycznych przy napięciu odkształconym*
 31. Skibicki J.: *Wpływ parametrów filtra wejściowego LC pojazdu na stabilność trakcyjnego układu zasilania*
 32. Skoneczny P., Zawalich J.: *Stanowisko badawcze do weryfikacji działania algorytmów sterowania*
 33. Śwędrowski L., Dzwonkowski A.: *Wykorzystanie licznika LZQM do zdalnego monitorowania parametrów sieci elektroenergetycznej*
 34. Szczepankowski P., Grabowski G., Nieznański J.: *Zastosowanie S-funkcji w symulacji trójpoziomowego modulatora SVPWM w programie Simulink*
 35. Szcześniak P., Szcześniak W.: *Dobór optymalnej liczby jednostek funkcjonalnych dla realizacji syntezy wysokiego poziomu układów cyfrowych*
 36. Wędrowska E., Forkiewicz M.: *Algorytm sortowania tablic wyników informacji statystycznych*
 37. Wilczewski L.: *Stanowisko do badania czujników temperatury w laboratorium metrologii przemysłowej*
 38. Wilczewski L., Śwędrowski L.: *Badania symulacyjne wpływu prądu na przebieg mocy chwilowej pobieranej przez silnik indukcyjny dla celów diagnostyki łożysk*
 39. Wilczewski L., Świsulski D.: *Współpraca systemów pomiarowych z bazami danych na przykładzie systemu diagnostyki zaworów regulacyjnych*
 40. Włas M., Głąb M., Stankiewicz P.: *Napędowe układy eksperymentalne wykorzystywane w dydaktyce*
- Rok 2006, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 22**
1. Cichosz J., Konczakowska A., Szatkowski A.: *Komputerowy algorytm identyfikacji szumów typu RTS*
 2. Cichowski A., Nieznański J., Śleszyński W., Wojewódzka A.: *Kompensacja zniekształceń napięcia wyjściowego falownika w przypadku zmiennej częstotliwości nośnej*
 3. Capp S., Orlikowski J.: *Wspomagana komputerowo lokalizacja strefy potencjału zerowego w eksploatacyjnych badaniach uziemień*
 4. Dębowski L.: *Technika RFID i jej aplikacje*
 5. Dzwonkowski A., Roskosz R., Wepa R.: *Wykorzystanie składowych ortogonalnych w wirtualnych cyfrowych przetwornikach mocy*
 6. Gancarz A.: *Komputerowe obliczanie strat i rozptyłów mocy w sieciach elektroenergetycznych*
 7. Garstka D., Wilk A.: *Wyznaczanie parametrów modelu obwodowego maszyny komutatorowej prądu przemiennego z wykorzystaniem programu polowego OPERA-3D*
 8. Giaro K., Szcześniak W.: *Formalizm i metody szeregowania zadań dla potrzeb redukcji mocy cyfrowych układów CMOS*
 9. Hasse L., Blacha M., Šikula J.: *Analysis of nonlinear effects as a diagnostic tool*
 10. Iwan K., Łuszcz J.: *Dynamiczny model uogólnionego łącznika energoelektronicznego do symulacji układów przekształtnikowych*
 11. Jarzębowicz L., Karwowski K.: *Komputerowa rejestracja oraz analiza parametrów autonomicznego pojazdu elektrycznego*
 12. Kaczmarek A.: *Analiza sygnału mowy w foniatрії*
 13. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Ocena jakości dystrybucji systemu operacyjnego LINUX typu LIVECD metodą GQM*
 14. Kochański G.: *Metody poszukiwania i selekcji informacji*
 15. Kucharski M.: *Pomiar rozmiaru i pracochłonności oprogramowania komputerowego*
 16. Landowska A., Kaczmarek J.: *Współczesne trendy w dziedzinie systemów zdalnego nauczania*
 17. Leśniewski P.: *Bezstykowy hybrydowy ogranicznik prądów zwarciowych w symulacji*
 18. Muc A., Retkowski M.: *Jakość identyfikacji parametrów obwodu elektrycznego z wykorzystaniem analizy częstotliwościowej prądów*
 19. Noga K.M.: *Zastosowanie pakietu Commsim i Multsim w dydaktyce cyfrowego przetwarzania sygnałów*

20. Nowak W., Tarko R.: *Modelowanie ulotu elektrycznego w analizie narażeń przepięciowych układów elektroenergetycznych*
21. Pałczyńska B.: *Oprogramowanie wspomagające projektowanie filtrów cyfrowych*
22. Porzeziński M., Weideman M.: *Wykorzystanie sprzętowego stosu TCP/IP w mikroprocesorowych urządzeniach zdalnego monitorowania obiektów*
23. Supronowicz H., Olszewski A.: *Stanowisko laboratoryjne do projektowania systemów cyfrowych*
24. Szcześniak W., Włodarczyk Ł., Szcześniak P., Piechówka M.: *Porównanie wybranych algorytmów szeregowania zadań dla potrzeb redukcji poboru mocy cyfrowych układów CMOS*
25. Trybull A., Wilk A.: *Wyznaczanie parametrów całkowitych modelu obwodowego silnika asynchronicznego klatkowego przy wykorzystaniu programu polowego*
26. Włas M.: *Układy bezpośredniej regulacji strumienia silnika asynchronicznego*
16. Nowak W., Kercel B.: *Komputerowe modelowanie i analiza przepięć ziemnozwarciowych w układach elektroenergetycznych*
17. Nowak W., Tarko R.: *Symulacje komputerowe w statystycznej ocenie narażeń przepięciowych układów elektroenergetycznych wysokich i najwyższych napięć*
18. Pędzisz K.: *System zarządzania i monitoringu sieci elektroenergetycznej zakładu przemysłowego*
19. Porzeziński M., Czapp S.: *Laboratorium inteligentnego budynku w dydaktyce wydziału elektrotechniki i automatyki*
20. Rafiński L., Bobcow A., Grono A.: *Perspektywy rozwoju robotyki*
21. Rafiński L., Grono A.: *Wizualizacja w systemach sterowania*
22. Rafiński L., Świsulski D.: *Koncepcja stanowiska laboratoryjnego cyfrowego przetwarzania obrazów w robotyce*
23. Sokół R., Noga M. K.: *Stanowisko do automatycznego nawiercania otworów w płytkach drukowanych sterowane przy pomocy mikrokontrolera AV*

Rok 2007, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 23

1. Bąchorek W., Gancarz A.: *Algorytmy genetyczne w projektowaniu układów zasilania rezerwowego elektroenergetycznych sieci rozdzielczych średniego napięcia*
2. Bobcow A., Dąbkowski M.: *Wprowadzenie do analizy obrazu w procesie detekcji i identyfikacji twarzy*
3. Czapp S., Porzeziński M.: *Projektowanie inteligentnych instalacji elektrycznych z wykorzystaniem programu ETS*
4. Dąbkowski M.: *Symulator robota mobilnego w środowisku MATLAB-SIMULINK*
5. Dębski M., Birkos R., Wilk A.: *Wpływ skosu żłobków wirnika silnika klatkowego na widmo momentu elektromagnetycznego*
6. Dzwonkowski A., Maczollek M., Świsulski D.: *Stanowisko laboratoryjne do transmisji danych pomiarowych z wykorzystaniem magistrali M-BUS*
7. Dzwonkowski A., Roskosz R., Wepa R.: *Przetwornikowe stanowisko do pomiaru podstawowych parametrów obwodu trójfazowego*
8. Furgał J., Ibragimow M.: *Analiza przepięć generowanych podczas łączenia transformatorów rozdzielczych*
9. Gadaj M., Smulko J.: *Realizacja bezprzewodowej sieci czujników w standardzie ZIGBE*
10. Gancarz A., Bąchorek W.: *Wspomaganie procedur lokalizacji awarii miejskich sieci rozdzielczych średniego napięcia*
11. Hasse L., Nalik D., Michalski J.: *Zautomatyzowany pomiar wybranych parametrów urządzeń systemów komórkowych w standardzie E1*
12. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Przegląd mechanizmów zabezpieczania systemu operacyjnego Linux*
13. Kalicka R., Słomiński W., Kuziemski K.: *Komputerowe wspomaganie diagnostyki układu oddechowego człowieka*
14. Leśniewski P.: *Zasady sterowania bezstykowego i zestykowego ogranicznika prądów zwarciowych*
15. Łuszcz J.: *Transfer zaburzeń elektromagnetycznych przewodzonych w transformatorowych przetwornikach pomiarowych*
24. Szcześniak W., Kozieł S., Jendernalik W., Hasse L., Szcześniak P.: *Komputerowa weryfikacja układów cyfrowych CMOS utworzonych z podukładów zasilanych ze źródeł o różnych wartościach napięcia*
25. Szcześniak W., Szcześniak P.: *Baza danych modeli jednostek funkcjonalnych układów CMOS dla potrzeb systemu redukcji poboru mocy*
26. Tlustochowicz Ł.: *Oddziaływanie przepięć atmosferycznych na bezpieczniki SN: Badania wstępne*
27. Zydroń P., Roehrich J.: *Symulacja numeryczna udarów napięciowych dla modelu generatora udarowego z uwzględnieniem indukcyjności*

Rok 2008, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 25

1. Bachora Ł., Kotarski M., Józwiak K., Smulko J.: *Dwa zastosowanie procesorów sygnałowych w układach przetwarzania i akwizycji danych*
2. Benesz M., Nowak W., Tarko R.: *Komputerowe modelowanie układów elektroenergetycznych dla symulacji efektów falowych spowodowanych wylądowaniami atmosferycznymi*
3. Brożek J., Jedynak P.: *Komputerowe metody analizy rozptyłów mocy w układach elektroenergetycznych*
4. Czapp S.: *Badanie właściwości wybranych przekładników prądowych przy prądzie różnicowym o podwyższonej częstotliwości*
5. Czapp S., Świsulski D.: *Stanowisko do diagnostyki zabezpieczeń różnicowoprądowych*
6. Dzwonkowski A.: *Stanowisko laboratoryjne do diagnostyki łożysk silników indukcyjnych*
7. Fidalgo A. V.: *Dependability in computer systems - concepts and terminology*
8. Gancarz A., Bąchorek W.: *Wybór optymalnej strategii eksploatacji stacji transformatorowych w sieciach rozdzielczych SN*
9. Golijanek-Jędrzejczyk A.: *Analiza metrologiczna modelu miernika do pomiaru impedancji pętli zwarciowej metodą wektorową*
10. Grishkevich A., Piątek Ł.: *Algorithm and program for finding minimal and quasi-minimal cuts in graphs*
11. Groth O., Kowalski M., Małagodzki Ł., Słomion L., Pomirski J.: *Konstrukcja dydaktycznego manipulatora SCARA*

12. Gruszka K.: *Analiza wpływu parametrów algorytmu ewolucyjnego na jakość rozwiązań regulacji napięcia w rozległej sieci rozdzielczej*
 13. Hasse L., Józef Śikula J., Smulko J., Spiralski L., Szewczyk A.: *System do badań nieniszczących warystorów metodą rezonansowej spektroskopii ultradźwiękowej*
 14. Hoja J., Kwiłszo M.: *Ograniczenia wirtualnego miernika RLC zrealizowanego na układzie AD9533*
 15. Jarzębowicz L., Judek S.: *System akwizycji danych stanowiska do diagnostyki odbieraków prądu lokomotyw*
 16. Jarzębowicz L., Judek S.: *LOKTES - Automatyczna stacja diagnostyczna lokomotyw*
 17. Kulas., Kolimas Ł., Piskała M.: *Komputerowe wspomaganie projektowania układów stykowych łączników elektrycznych*
 18. Landowska A.: *Rola agentów edukacyjnych w środowiskach zdalnego nauczania*
 19. Leśniewski P.: *Stanowisko dydaktyczne do badania nowoczesnych niskonapięciowych wyłączników dużej mocy*
 20. Leśniewski P.: *Możliwości komunikacyjne nowoczesnych wyłączników niskiego napięcia*
 21. Moskwa S.: *Zastosowanie teorii procesów Markowa do modelowania procesów eksploatacji układu izolacyjnego urządzeń elektroenergetycznych*
 22. Mosoń I., Stark B.: *Analiza i realizacja sterowania serwonapędami w trzech osiach przez sterownik programowalny z wykorzystaniem opisu zadania poprzez G-kod*
 23. Nowacki J., Dąbkowski M.: *Wykorzystanie pomiaru mocy sygnału radiowego do lokalizacji robota mobilnego*
 24. Nowak W., Kercel B., Pająk P.: *Komputerowa analiza zjawiska ferrozonansu w układach elektroenergetycznych wysokiego napięcia*
 25. Nowak W., Tarko R.: *Komputerowa analiza pola elektromagnetycznego o częstotliwości sieciowej wytwarzanego przez linie i stacje elektroenergetyczne*
 26. Pędzisz K.: *Ocena warunków pracy baterii kondensatorów w sieci przemysłowej*
 27. Porzeziński M.: *Dydaktyczne stanowisko laboratoryjne do zdalnego zarządzania elementami instalacji elektrycznej budynku*
 28. Porzeziński M.: *Wykorzystanie protokołu SNMP do zdalnego monitorowania i sterowania elementami instalacji KNX*
 29. Predkiel P., Smulko J.: *Określanie położenia za pomocą sieci bezprzewodowej w standardzie ZIGBEE*
 30. Pyszko J.: *Modernizacja stanowiska pomiarowego z młotem Charpy'ego*
 31. Radzieński M., Noga K. M.: *Cyfrowe przetwarzanie obrazów w środowisku Mathcad*
 32. Rafiński L.: *Implementacja sztucznych sieci neuronowych w środowisku LabVIEW*
 33. Rubanowicz T.: *Metody predykcji produkcji mocy parku wiatrowego*
 34. Szcześniak W.: *Weryfikacja czasów obliczeń heurystycznych algorytmów redukcji poboru mocy układów cyfrowych CMOS*
 35. Walat W., Gancarz A.: *Zastosowanie komputera w procesie optymalnej regulacji napięcia w sieci rozdzielczej zawierającej lokalne źródło mocy*
 36. Ziółko M., Golijanek-Jędrzejczyk A.: *Stanowisko laboratoryjne do pomiaru impedancji pętli zwarciowej*
 37. Zydrón P., Roehrich J.: *Skalowanie toru pomiarowego w badaniach układów izolacyjnych wysokiego napięcia metodami detekcji wyładowań niezapetnych*
- Rok 2009, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 26**
1. Adamczyk B., Florowska B., Rzadkosz M.: *The modelling of non-linear electric field distribution on the adjacent insulation surfaces*
 2. Borzym T., Hasse L.: *Integracja architektury J2EE z interfejsem I-wire w systemie identyfikacji akwizycji danych*
 3. Brożek J., Jedynek P.: *Wybrane problemy współpracy farm wiatrowych z systemem elektroenergetycznym*
 4. Czapp S., Lawrenc J.: *Projekt iluminacji gmachu Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*
 5. Dębowski L.: *Elastyczny system sterowania urządzeń energoelektronicznych do zastosowań przemysłowych i dydaktycznych*
 6. Ellwart D., Czyżewski A.: *Poprawa zrozumiałości mowy w obecności zakłóceń z wykorzystaniem algorytmu opartego na filtracji adaptacyjnej*
 7. Furgał J., Pająk P.: *Analiza narażeń przepięciowych transformatorów średnich napięć generowanych podczas czynności łączeniowych*
 8. Gancarz A., Bachorek W.: *Zastosowanie komputerów do wieloetapowej optymalizacji pracy stacji transformatorowych średniego napięcia*
 9. Gancarz A., Walat W.: *Badanie wpływu warunków zwarciowych na dobór elementów sieci elektroenergetycznej*
 10. Górski K., Noga K.M.: *Wielozadaniowy pojazd sterowany cyfrowo:*
 11. Gruszka K.: *Wspomaganie projektowania obwodów automatyki zabezpieczeniowej stacji elektroenergetycznych za pomocą specjalistycznego programu Eplan Electric P8*
 12. Kaczmarek A., Ł.: *Metody formułowania ontologicznych zapytań*
 13. Kaczmarek J.: *Model komponentu internetowego dla usług sieciowych*
 14. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Nowoczesne mechanizmy ochrony integralności systemów plików*
 15. Kołacz T., Sieklucki G., Aksamit G.: *Projektowanie i wdrażanie cyfrowego sterowania napędem elektrycznym z uwzględnieniem rozdzielczości i zakresu przetworników pomiarowych*
 16. Kunka B.: *System monitorujący stopień koncentracji uwagi uczniów*
 17. Kupryjanow A., Kaszuba A.: *Rozpoznawanie kategorii ruchu ludzkiego na podstawie analizy sygnałów pochodzących z trójosiowych czujników przyspieszenia*
 18. Landowska A.: *A prototype of educational agent in distance learning environment – virtual student assistant*
 19. Lewandowska M., Wtorek J., Mierzejewski L.: *Desynchronizacja serca – badania symulacyjne*
 20. Leśniewski P.: *Komputerowe symulacje modelu bezpiecznika krótkotopikowego*
 21. Leśniewski P.: *Nowoczesne wyłączniki niskiego napięcia*
 22. Miloch W., Wtorek J.: *Zintegrowana linia terapeutyczna*

23. Moskwa S., Nowak W., Tarko R.: *Modelowanie i analiza układu sieci średniego napięcia dla oceny warunków i skutków występowania ferorezonansu oraz sposobów jego eliminacji*
24. Porzeziński M., Redlarski G.: *Wykorzystanie protokołu UDP do monitorowania obiektów za pośrednictwem publicznej sieci Internet*
25. Szwangruber P.: *Wykorzystanie analizy falkowej do odszumiania oraz kompresji sygnałów*
26. Tarko R., Benesz M., Nowak W.: *Modelowanie i analiza przeskoku odwrotnego w układach izolacyjnych napowietrznych linii wysokiego napięcia*
27. Tlustochowicz Ł.: *Praca bezpiecznika przekładnika średniego napięcia w warunkach ferorezonansu*
28. Wasiewicz-Porębska A.: *Wybrane aspekty zastosowania 2D automatów komórkowych do przetwarzania informacji*
29. Wilk A.: *Nonlinear modeling of traction transformer with coiled iron core for dynamic simulation*
30. Zieliński D., Łudziński Ł.: *Wykorzystanie metod zorientowanych obiektowo do programowania sterowników programowalnych*
31. Zydroń P., Roehrich J.: *Przetwarzanie i analiza impulsów wyładowań niezupełnych przy zastosowaniu pakietu MATLAB*
16. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Funkcjonalność systemu LINUX uruchamianego z pamięci USB*
17. Kercel B., Nowak W.: *Analiza ferorezonansu w przemysłowych sieciach elektroenergetycznych średnich napięć*
18. Kosikowski Ł., Czyżewski A.: *Badanie i terapia zaburzeń widzenia obuocznego wspomagana przez bezkontaktowy system śledzenia punktu fiksacji wzroku*
19. Kowalczyk S., Rafiński L., Świsulski D.: *Pomiar i wizualizacja położenia śródręcza i palców*
20. Landowska A.: *Affective computing in technology-enhanced learning*
21. Leśniewski P.: *Diagnostyka wyłączników niskiego napięcia*
22. Leśniewski P.: *Zastosowanie łączników hybrydowych do jednofazowego wyłączania trójfazowych zwarć łukowych*
23. Łopatka K.: *Syntetyzer mowy uwzględniający prozodię wypowiedzi*
24. Łuszcz J.: *Oddziaływanie nowoczesnych układów przekształtnikowych na zniekształcenia napięcia zasilającego w zakresie częstotliwości do 9 kHz*
25. Moskwa S., Tarko R., Nowak W.: *Badania symulacyjne stanów zakłóceń w sieciach rozdzielczych średnich napięć dla oceny działania automatyki zabezpieczeniowej*

Rok 2010, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 28

1. Adamczyk B., Florkowska B., Pędzisz K.: *Modelowanie niejednorodnej struktury układu izolacyjnego kabli elektroenergetycznych*
2. Babicz S., Smulko J.: *Bezprzewodowa sieć sterująca urządzeniami domowymi w standardzie ZigBee*
3. Benesz M., Tarko R.: *Modelowanie konstrukcji wsporczych linii elektroenergetycznych wysokich napięć dla analizy przepięć atmosferycznych*
4. Blok M.: *Badanie właściwości sygnału telegraficznego oraz sygnału mowy przesyłanych przez kanał analogowy*
5. Brożek J., Bąchorek W., Szpyra W.: *Straty mocy w sieciach dystrybucyjnych z generacją rozproszoną*
6. Czapp S., Mościński K.: *Wspomagane komputerowo projektowanie uziołów kratowych stacji elektroenergetycznych*
7. Dębowski L.: *Procesor DSP, ARM czy układ FPGA? Wybór platformy sprzętowej dla układu sterowania przekształtnika energoelektronicznego*
8. Dębowski L.: *Elastyczny moduł jednostki centralnej z układem FPGA*
9. Florkowska B., Zydroń P., Roehrich J., Kvakovsky M.: *Rozkłady i obrazy fazowe form wyładowań niezupełnych w układach izolacyjnych wysokiego napięcia*
10. Furgał J., Pająk P.: *Badania przepięć w uzwojeniach transformatorów energetycznych*
11. Furgał J., Kuniewski M.: *Wykrywanie uszkodzeń uzwojeń transformatorów metodą częstotliwościową*
12. Górski K., Noga K. M.: *Graficzne programowanie mikrokontrolerów w środowisku Realizer*
13. Kaczmarek A. Ł.: *Integracja usług sieciowych z uwzględnieniem poziomu wiarygodności ich dostawców*
14. Kaczmarek L., Janusz Smulko J.: *Mikroprocesorowy system sterowania sensorami ze złączem USB*
15. Kaczmarek J.: *Wykorzystanie taksonomii do integracji danych w zasobach Internetu*
26. Noga K. M.: *Pakiet Multisim - zaawansowane przykłady zastosowań w dydaktyce*
27. Parol B., Hasse L.: *System sterowania urządzeniami automatyki domowej w standardzie komunikacji bezprzewodowej 802.15.4.*
28. Porębska A.: *Powstawanie tekstur w dwuwymiarowych automatach komórkowych*
29. Tarko R., Benesz M.: *Analiza wpływu kształtu prądu pioruna na poziom przepięć atmosferycznych*
30. Tlustochowicz Ł.: *Wpływ zjawisk ferorezonansowych na pracę bezpiecznika przekładnika średniego napięcia*
31. Tomera M., Kaczmarczyk M.: *Komputerowy układ sterowania poziomem wody w kaskadzie dwóch zbiorników*
32. Warsza Z. L., Ezhela V. V.: *O wyznaczaniu niepewności w pomiarach pośrednich wieloparametrowych*
33. Wilk A.: *Experimental investigations of interturn faults in winding transformer using frequency response analysis*
34. Witkowski S.: *Elementy współczesnych systemów identyfikacji osób z zastosowaniem technik i układów komputerowych*
35. Włas M.: *Projektowanie filtrów pasywnych wyższych harmonicznych*
36. Włas M., Meller K.: *Modelowanie małej elektrowni wiatrowej*
37. Zydroń P., Roehrich J.: *Pomiary i modelowanie wpływu parametrów konstrukcyjnych kabli elektroenergetycznych na występujące w nich zjawiska falowe*

Rok 2011, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 30

1. Adamczyk B., Florkowska B.: *Analiza warunków sterowania pola elektrycznego w wysokonapięciowych izolatorach*
2. Babicz S., Zieliński A.: *Simulation and measurements for the substance identification by AFM*
3. Brożek J., Bąchorek W.: *Wybrane problemy ograniczania strat mocy i energii w sieciach dystrybucyjnych*

4. Czapp S., Rogaluk M.: *Komputerowy projekt oświetlenia elektrycznego klatki schodowej budynku Wydziału Elektrotechniki i Automatyki*
 5. Florkowska B., Sorbian W., Zydrón P.: *Ocena niejednorodności struktury układu izolacyjnego elementów uzwojeń maszyn elektrycznych średniego napięcia*
 6. Furgał J., Kuniewski M., Pająk P.: *Symulacje komputerowe i badania napięć i prądów podczas załączania transformatorów energetycznych*
 7. Furgał J., Pająk P., Fuśnik Ł.: *Analiza rozkładów napięć przejściowych w uzwojeniach generowanych podczas łączenia transformatorów energetycznych*
 8. Furgał J., Tokarz P.: *Wpływ synchronizacji łączeń na przepięcia łączeniowe w układach elektroenergetycznych*
 9. Górski K., Noga K. M.: *Niesamowity timer 555 – przykłady zastosowań*
 10. Hasse L., Smulko J., Olesz M., Sedláková V., Šikula J., Sedlák P.: *Diagnostic of ZnO varistors by means of nondestructive testing*
 11. Józwiak K.: *Metody oceny jakości kondensatorów foliowych*
 12. Kaczmarek A. Ł.: *Metody rozwiązywania problemu zapisu norm prawnych w postaci ontologii OWL*
 13. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Mechanizm zapewniania wiarygodności stron internetowych*
 14. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Możliwości stosowania wirtualizacji w systemach komputerowych*
 15. Kuciński M., Jarzębowicz L.: *Pomiar prędkości kątowej z użyciem specjalizowanego interfejsu enkodera kwadraturowego*
 16. Kuczek T., Florkowski M.: *Analysis of transient overvoltages in high voltage gas insulated substations*
 17. Kwiatkowski A., Smulko J.: *The control software of the portable Raman spectrometer*
 18. Leśniewski P.: *Model matematyczny bezpiecznika krótkotopikowego*
 19. Ligmann K., Galla S.: *Układ indukcyjnego systemu grzewczego o zmniejszonej emisji zaburzeń*
 20. Noga K. M.: *Nowe stanowiska dydaktyczne do nauki sterowania cyfrowego z wykorzystaniem układów programowalnych*
 21. Olesz M., Hasse L.: *Diagnostyka średnionapięciowych warystorowych ograniczników przepięć*
 22. Porzeziński M.: *Laboratorium zarządzania i integracji systemów automatyki budynków przeznaczenie i możliwości badawcze*
 23. Porzeziński M., Danecki J.: *Zdalne monitorowanie obiektów wyposażonych w instalację KNX*
 24. Rogalski J., Hasse L.: *Sterowanie czujnikami w sieci ZIGBEE przy pomocy komend głosowych*
 25. Stolec L.: *Czynniki krytyczne w operacyjnym sterowaniu systemami*
 26. Śniadach E., Elert A., Galla S.: *Zespół źródeł sygnałów zaburzających małych i wysokich częstotliwości dla celów dydaktycznych*
 27. Tomera M., Kęska J., Kasprowicz A.: *Sterowanie poziomem wody w kaskadzie dwóch zbiorników przy użyciu mikrokontrolera sygnałowego TMS320F28335*
 28. Wilk A.: *Representation of magnetic hysteresis in tape wound core using Preisach's theory*
 29. Żółtowski P., Galla S.: *Ultradźwiękowy moduł antymaskingu dla czujek ruchu PIR*
- Rok 2012, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 31**
1. Adamczyk B., Florkowska B.: *Field intensification near triple point in electrical insulation systems with solid dielectric*
 2. Augustyniak M.: *Historia i perspektywy zastosowań metody elementów skończonych*
 3. Ambroziak D., Dąbkowski M., Redlarski G.: *Generator liczb losowych wykorzystujący mikrokontroler ATMEGA16*
 4. Bargiel K., Noga K. M.: *Zastosowanie układów programowalnych dla obsługi modelu prze nośnika taśmowego*
 5. Benesz M., Tarko R.: *Wykorzystanie metod statystycznych do określenia optymalnego przekroju żyły powrotnej w sieciach kablowych średnich napięć*
 6. Bińczyk B., Świsulski D.: *Skanowanie obiektów 3D z wykorzystaniem lasera i kamery*
 7. Cichosz J., Szewczyk A., Stawarz-Graczyk B.: *Method and measurement system for DC characteristics measurement of power diodes in very wide current range*
 8. Czapp S., Borowski K.: *Wspomagane komputerowo projektowanie oświetlenia elektrycznego drogi rowerowej*
 9. Furgał J., Kuniewski M.: *Wyznaczanie napięć przenoszonych przez transformatory przy zastosowaniu charakterystyk częstotliwościowych*
 10. Furgał J., Pająk P.: *Analiza narażeń układów izolacyjnych transformatorów rozdzielczych od przepięć piorunowych*
 11. Goluch T.: *Zastosowanie komputerów w dziedzinie wyszukiwania strategii optymalnych w grach logicznych*
 12. Górńska K., Noga K. M.: *Interfejs sterujący wielozadaniowym pojazdem*
 13. Kaczmarek A. Ł.: *Metody wprowadzania informacji do mobilnych dokumentów interaktywnych oparte na identyfikacji podobnych treści*
 14. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Mechanizm ochrony integralności plików na poziomie monitora maszyny wirtualnej*
 15. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Metoda wyboru informacji z dedykowanych zbiorów danych*
 16. Królikowski R., Łusiac M., Jędruch W.: *Modelling teamwork behaviors on a combat field in JADE*
 17. Kuciński M., Jarzębowicz L.: *Analiza właściwości mikrokontrolerów do zastosowania w układach sterowania napędami elektrycznymi*
 18. Kuczek T., Florkowski M.: *Vacuum circuit breaker switching in medium voltage networks*
 19. Kulig S., Brożek J.: *Optymalne projektowanie struktur promieniowych sieci elektroenergetycznych z kompensacją mocy biernej*
 20. Leśniewski P.: *Jednofazowe wyłączanie zwarć trójfazowych za pomocą bezstykowego ogranicznika prądów zwarciovych*
 21. Leśniewski P.: *Zastosowanie bezstykowego ogranicznika prądów zwarciovych*
 22. Marciniak P., Galla S.: *Mikro system zasilania bezprzewodowego*
 23. Noga M. K.: *Wybrane zagadnienia z cyfrowego przetwarzania sygnałów – prezentacja witryny internetowej*
 24. Nowak W., Tarko R., Makuch A.: *Implementacja algorytmów pomiarowych i decyzyjnych zabezpieczeń elektroenergetycznych*

25. Olesz M.: *Diagnostyka niskonapięciowych warystorowych ograniczników prądu*
26. Pastewski J., Galla S.: *System monitorowania wylądowań ESD*
27. Rubanowicz T.: *Budowa modelu prognostycznego dla farmy wiatrowej w środowisku MATLAB*
28. Szewczyk A., Dudziak A., Babicz S.: *Implementation of constant component filter in measurements of random telegraph signal noise*
29. Tomera M., Pozorski K.: *Porównanie metod estymacji zmiennych stanu w układzie kaskadowym dwóch zbiorników*
30. Tomera M., Talaśka M.: *Porównanie jakości pracy regulatorów stanu i PID w układzie kaskadowym dwóch zbiorników*
31. Wilk A., Pokoński R.: *Determination of leakage inductances of multi-winding and single-phase transformer*
32. Włas M., Jaworski J., Gackowski M., Kolbusz W.: *Badanie kogeneratora małej mocy*
33. Włas M., Jaworski J., Gotowalski B.: *Budowa 3-osiowej maszyny frezującej CNC wraz z doбором parametrów regulatorów torach sterownia serwowymechanizmów*
34. Wysocki W.: *Analysis of power transfer performance in industrial power plant based on reactive power compensation*
35. Wysocki W.: *The influence of a new capacitor bank installation on power quality parameters – an industrial case study*
14. Hirsch P., Rafiński L., Golijanek-Jędrzejczyk A.: *System wizyjny do obrazowania położenia przestrzennego obiektu typu ostrostup*
15. Jarzębowski L., Judek S., Karwowski K., Karkosiński D., Mizan M.: *Monitoring odbieraków prądu pojazdów kolejowych*
16. Jarzębowski L., Judek S., Karwowski K., Karkosiński D., Mizan M.: *Ocena stanu technicznego odbieraków prądu na podstawie monitoringu na linii kolejowej*
17. Kaczmarek A. Ł.: *Widzenie komputerowe oparte na mnogości widoków*
18. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Możliwości poprawy procesu wytwarzania oprogramowania w małych firmach informatycznych*
19. Kaczmarek J., Wróbel M.: *Ocena wkładu programisty w końcowy kod źródłowy programu*
20. Kolendo P., Jaworski B., Kuczkowski Ł., Śmierchalski R., Witkowska A.: *Ewolucyjna metoda wytwarzania zadanej trajektorii statku z zastosowaniem techniki niszowania*
21. Kraszewski M.: *Zastosowanie symulacji metodą różnic skończonych w dziedzinie czasu (FDTD) w kształceniu inżynierów w zakresie optyki i elektrodynamiki*
22. Kuczek T., Florkowski M.: *Vacuum circuit breaker switching in photovoltaic power plants – overvoltage analyses for various topologies and network conditions*
23. Kuczkowski Ł., Śmierchalski R.: *Modyfikacja wariantów sukcesji w ewolucyjnej metodzie planowania ścieżki przejścia*
24. Kuczkowski Ł., Śmierchalski R.: *Zastosowanie wielopopulacyjnego algorytmu ewolucyjnego do problemu wyznaczania ścieżki przejścia*

Rok 2013, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 36

1. Adamczyk B., Florkowska B.: *Modelling of the Electric Field Grading at Conductor-Dielectric Interfaces under Fast Rise Time Pulses*
2. Adamczyk B., Furgał J.: *Analiza prądu w transformatorach energetycznych*
3. Augustyniak M.: *Challenges in FEM applications in selected domains of electrical engineering*
4. Barnert T., Piesik E., Śliwiński M.: *Wspomagane komputerowo określanie wymaganego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa z wykorzystaniem autorskiej aplikacji ProSIL*
5. Blecharz K.: *Badanie symulacyjne wysokonapięciowej prądnicy DC/DC*
6. Bratoszewski B., Czyżewski A.: *Śledzenie głowy użytkownika komputera z użyciem kamery Time of Flight*
7. Buriak J.: *Wykorzystanie systemu komputerowego ALEP-PL w planowaniu rozwoju lokalnych systemów energetycznych*
8. Chmielewski T., Dziadkowiec A.: *Simulation of Fast Transients in typical 25 kV a.c. railways power supply system*
9. Cichowski J., Czyżewski A.: *Ochrona prywatności w systemach monitoringu wizyjnego, przegląd opracowanych architektur i algorytmów*
10. Czapp S., Borowski K.: *Problemy projektowania oświetlenia elektrycznego w chłodniach składowych*
11. Furgał J., Pająk P.: *Analiza prądu podczas łączenia transformatorów wyłącznikami próżniowymi*
12. Gołaszewski G.: *Redukcja czasu analizy MZP przez ograniczenie rozmiaru rozwiązania*
13. Górski K., Noga K. M.: *Pakiet MULTISIM 12 – nowe możliwości edukacji*
25. Kula K.: *Automatycznie dostrajany regulator z kompensatorem czasu opóźnienia*
26. Sebastian K., Bąchorek W., Brożek J.: *Wybrane zagadnienia kompensacji mocy biernej w sieci dystrybucyjnej*
27. Lisowski K., Czyżewski A.: *Metoda śledzenia obiektów w rozproszonych systemach monitoringu video*
28. Noga K., M.: *Modulacje analogowe i cyfrowe w środowisku MATHCAD i VISSIM*
29. Olesz M.: *Wpływ częstotliwości napięcia na prądy upływowe ograniczników prądu*
30. Oramus P., Florkowski M.: *Porównanie modeli ograniczników prądu wykorzystywanych do analiz prądowych w systemach elektroenergetycznych*
31. Piesik E., Barnert T., Śliwiński M.: *Symulacja komputerowa obiektu dynamicznego na przykładzie biogazowni*
32. Pietrzak A., Galla S.: *Wpływ zmian rozmieszczenia elementów na emisję przewodową przetwornicy STS10PUR*
33. Szcześniak W.: *Symulacyjna weryfikacja algorytmów w środowisku PTOLEMY II*
34. Śliwiński M., Barnert T., Piesik E.: *Wspomagane komputerowo weryfikacja określonego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa SIL z wykorzystaniem autorskiej aplikacji ProSIL*
35. Tomera M.: *Rozmyty samonastrajalny regulator cyfrowy PID w układzie sterowania poziomem wody*
36. Tyborczyk S., Galla S.: *Wykorzystanie układu LTC3588-1 jako źródła pozyskiwania energii resztkowej*
37. Wilk A.: *Representation of magnetic hysteresis in tape wound core using feedback Preisach model*

38. Zawalich J.: *Wirtualny model zbiorników z wodą w sterowniku PLC*
39. Zydroń P., Pala D.: *Transformator Tesli ze sterowanym komputerowo energoelektronicznym blokiem zasilania*

Rok 2014, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 40

1. Adamczyk B., Florkowska B.: *The modelling of electric field distribution for multi-segment electrode of HV test equipment*
2. Arendt A., Michalski R.: *Wykorzystanie sieci CAN z protokołem DeviceNet oraz CAN-Open w diagnostyce pojazdów*
3. Augustyniak, Usarek Z.: *Kontrola parametrów obwodu wymuszającego w quasi-statycznych magnetycznych badaniach nieniszczących stali*
4. Barnert T., Piesik E., Śliwiński M.: *Wpływ poziomu ochrony informacji na wymagania nienaruszalności bezpieczeństwa*
5. Buriak J.: *Ocena warunków nasłonecznienia i projektowanie elektrowni słonecznych z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania oraz baz danych*
6. Chmielewski T.: *Simulations of voltage sags in an industrial installation featuring a large induction motor*
7. Ekiert E., Galla S.: *Wpływ zmian rozkładu elementów przetwornicy ST1S10PUR na rozkład temperatur układu*
8. Kaczmarek A. Ł.: *Inteligentne hybrydowe systemy wyszukiwania informacji*
9. Kaczmarek P.: *Klasyfikacja algorytmów wyboru usług w architekturze SOA (2013)*
10. Kaczmarek P.: *Metody efektywnej integracji komponentów w systemach rozproszonych*
11. Kaczmarek P., Karwowski K., Kuciński M., Michna M., Skibicki J., Wilk A.: *Model referencyjny sieci trakcyjnej*
12. Kopczyński K.: *Badania symulacyjne jako źródło wiedzy w systemie ekspertowym użytych do wspomaganie projektowania układów automatyki statku*
13. Kuczkowski Ł.: *Dobór współczynników wagowych funkcji celu w ewolucyjnej metodzie wyznaczania ścieżki przejścia na morzu*
14. Kuczkowski Ł.: *Planowanie ścieżek przejść obiektów ruchomych, przegląd opracowanych metod i algorytmów*
15. Kuczkowski Ł.: *Warianty kryterium stopu w ewolucyjnym algorytmie wyznaczania ścieżki przejścia*
16. Kula K.: *Układ regulacji z modelem wewnętrznym sterujący obiektem nieliniowym*
17. Kula K., Tomera M.: *Sterowanie kaskadowe poziomem wody w układzie dwóch zbiorników*
18. Miller A., Bućko P.: *Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do prognozowania cen na giełdzie energii*
19. Noga K. M.: *Transmisja danych – wybrane zagadnienia pakiet dydaktyczny*
20. Noga K. M.: *Cyfrowe sterowane z zastosowaniem układów programowalnych*
21. Oramus P., Florkowski M.: *Influence of various transmission line models on values of lightning overvoltages for insulation coordination studies*
22. Piesik P., Barnert T., Śliwiński M.: *Metoda analizy niezawodności człowieka SPAR-H w aplikacji ProSIL-EAL*
23. Porzeziński M.: *Wybrane zagadnienia niezawodności i bezpieczeństwa transmisji danych w przemysłowych sieciach komputerowych*
24. Staniszewski J. P., Kucman R., Galla S.: *Systemy zasilania energia resztkową z urządzeń grzewczych*
25. Stoltmann A., Jaskólski M.: *Ocena wpływu poprawy dokładności pomiaru temperatury pary świeżej na efektywność ekonomiczną bloku energetycznego*
26. Szewczyk A., Stawarz-Graczyk B.: *Investigation of RTS noise in reverse polarized silicon carbide Schottky diodes*
27. Śliwiński M., Barnert T., Emilian Piesik E.: *Weryfikacja poziomów nienaruszalności z uwzględnieniem aspektów ochrony informacji*
28. Tomera M.: *Komputerowe sterowanie ślizgowe w układzie połączonych zbiorników*
29. Tomera M.: *Zmiana położenia wózka układu odwróconego wahadła przy użyciu sterowania ślizgowego*
30. Trawka M., Smulko J.: *Automated system for fluctuation enhanced gas sensing*
31. Wilk A.: *Model dynamiczny histerezy magnetycznej*
32. Witkowska A.: *Projektowanie wielowymiarowego regulatora backstepping w układzie dynamicznego pozycjonowania statku*
33. Witkowska A.: *Metody alokacji pędników w układach dynamicznego pozycjonowania statkiem z zastosowaniem macierzy pseudoodwrotnej*
34. Zydroń P., Bonk M., Smolan M.: *Zastosowanie systemu do pomiaru pojemności i współczynnika strat dielektrycznych w badaniach wysokonapięciowych układów izolacyjnych*
35. Zydroń P., Pala D.: *Mikroprocesorowy kilowoltomierz różnicowy napięcia stałego*

Rok 2015, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 46

1. Adamczyk B., Florkowska B.: *Modelling of electric field for partial discharges in air*
2. Babicz-Kiewlicz S., Stawarz-Graczyk B., Wierzba P., Mazikowski A.: *Diffraction phase microscopy for observation on red blood cells fluctuation*
3. Banaszczyk J., Oramus P., Domurad Z., Piekarski P.: *Dynamic resistance measurements of MV switch-disconnector contacts*
4. Bobcow M., Galla S., Konczakowska A.: *Ocena jakości warystorów na podstawie pomiarów termowizyjnych*
5. Czapp S., Borowski K.: *Badanie wpływu odkształcenia napięcia sieci na przebieg prądu obciążenia wybranych lamp oświetlenia ulicznego*
6. Erenc R., Konczakowska A., Stawarz-Graczyk B., Wójcik M.: *System identyfikacji szumów RTS transoptorów CNY17*
7. Geraimchuk I., Novikov B., Ivakhiv O.: *Creative education of specialists at universities – how to turn a common specialist into a creative master*
8. Gerayimchuk I., Novikov B., Ivakhiv O., Gerayimchuk M.: *The creative society, cult of beauty and the future of education*
9. Kaczmarek A., Ł.: *Możliwości wyszukiwania dokumentów muzycznych utworzonych zgodnie z architekturą IODA*
10. Kaczmarek P.: *Optymalizacja parametrów aplikacji w procesie wytwarzania oprogramowania dla big data*
11. Kowalski R., Szewczyk A.: *Rozpoznawanie elementów elektronicznych w obudowach SOT-23*

12. Lentka Ł., Smulko J.: *Method of selecting the LS-SVM algorithm parameters in gas detection process*
13. Łykowski A., Szewczyk A.: *Badanie właściwości elementów mocy z węgla krzemu w zastosowaniach układów*
14. Mikrut P., Zydroń P.: *Modelowanie numeryczne i analiza warunków powstawania wyladowań niezupełnych w defektach układów izolacyjnych wysokiego napięcia*
15. Noga K. M.: *Modele sterowane cyfrowo*
16. Noga K. M.: *Zajęcia laboratoryjne z techniki cyfrowej w Akademii Morskiej*
17. Stoltmann A.: *Porównanie projektów budowy farm wiatrowych z wykorzystaniem metody AHP*
18. Szczesny S., Golijanek-Jędrzejczyk A., Rafiński L., Stranc P.: *Robot typu quadcopter sterowany mikrokontrolerami o niewielkiej mocy obliczeniowej*
19. Tomera M.: *Zastosowanie algorytmów rojowych do optymalizacji parametrów w modelach układów regulacji*
20. Tomera M.: *Badanie i analiza algorytmów rojowych w optymalizacji parametrów regulatora kursu statku*
21. Wilk A., Chojnacka E.: *Dynamiczna aplikacja internetowa ASP.NET silnika indukcyjnego jako elementu wirtualnego laboratorium maszyn elektrycznych*
22. Włas M.: *Sterowanie mała elektrownią wiatrową z magazynem energii*
23. Zydroń P., Bonk M., Fuśnik Ł.: *Spektroskopia impedancyjna w badaniach właściwości ograniczników przepięć niskiego napięcia poddanych działaniu impulsowych narażeń energetycznych*
24. Zydroń P., Roehrich J., Bonk M., Fuśnik Ł.: *Zastosowanie analizatora widma w badaniach diagnostycznych układów izolacyjnych wysokiego napięcia bazujących na detekcji zaburzeń elektromagnetycznych*
10. Golijanek-Jędrzejczyk A., Michalski K.: *Stanowisko do pomiaru szerokości krawędzi nart*
11. Golijanek-Jędrzejczyk A., Ogielski M., Rafiński L.: *System pomiarowy do urzędzenia typu stepper dedykowany do prób wysiłkowych*
12. Hoffmann P., Kostek B.: *Koncepcja korekcji sygnału dźwiękowego z uwzględnieniem charakterystyk częstotliwościowych pomieszczenia oraz gatunku muzycznego*
13. Kaczmarek A. Ł.: *Zastosowanie algorytmu MSA (Multiple Similar Areas) do wyznaczania map głębi w wielowidokowych systemach widzenia komputerowego*
14. Kąkol K., Kostek B.: *Przegląd metod przetwarzania dźwięku wykorzystywanych w aparatach słuchowych*
15. Kołodziejek P.: *Symptomy asymetrii wirnika w układach napędowych o zmiennej prędkości kątowej wału z silnikiem klatkowym*
16. Kosmowski K. T.: *Current risk analysis and management issues in technical systems*
17. Kula K.: *Sterowanie poziomem cieczy przy pomocy regulatora wykorzystującego model neuronowy obiektu nieliniowego*
18. Kuniewski M., Pluciński J.: *Analysis of electromagnetic field damping efficiency by usage of shielding with different parameters*
19. Kurowski A., Kotus J., Kostek B., Czyżewski A.: *Pomiar rozkładu wektora natężenia dźwięku w pobliżu dyfuzora akustycznego weryfikowany symulacją komputerową*
20. Kusalewicz A., Armiński K., Zubowicz T.: *Użytkowy model matematyczny quadcoptera do celów sterowania*
21. Lazarowska A.: *Metoda uwzględniania dynamiki statku w procesie wyznaczania bezpiecznej trajektorii*
22. Lentka Ł., Smulko J.: *Analysis of effectiveness and computational complexity of trend removal methods*
23. Marciniuk K., Kostek B.: *Analiza stanu nawierzchni i klas pojazdów na podstawie parametrów ekstrahowanych z sygnału fonicznego*
24. Mikołajczyk A., Kwasigroch A., Grochowski M.: *System wspomagający diagnostykę czarniaka złośliwego przy pomocy metod przetwarzania obrazu i algorytmów inteligencji obliczeniowej*
25. Mudlaff B., Babicz S., Smulko J.: *Anti-theft lab security system based on RFID*
26. Noga K., M.: *Wykorzystanie robota humanoidalnego Robowisdom w dydaktyce techniki cyfrowej*
27. Opaliński A., Lenz M.: *Stanowisko i metoda do pomiaru wpływu natężenia oświetlenia na dokładność wyznaczenia punktu fiksacji wzroku użytkownika*
28. Pacholczyk M., Karkosiński D.: *Wind resource assessment and energy yield prediction for the small wind turbine on the Szubieniczne Hill*
29. Palmowski D., Lentka G., Hoja A.: *Przegląd metod pomiaru małych energii dla oceny układów „energy-harvesting” i systemów mikromocowych*
30. Pałczyńska B., Ławniczak P.: *Wykorzystanie komory GTEM w badaniach odporności układów elektronicznych*
31. Piesik E., Kosmowski K. T.: *Analiza niezawodności człowieka-operatora w kontekście bezpieczeństwa funkcjonalnego*

Rok 2016, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 51

1. Bartłomiejczyk M.: *Przykłady praktycznego zastosowania metod numerycznych w analizie trakcyjnego układu energetycznego*
2. Blok M.: *DSPElib – biblioteka C++ do szybkiej implementacji wieloszybkowości algorytmów przetwarzania sygnałów*
3. Czapp S., Borowski K.: *Stanowisko do weryfikacji nowej metody pomiaru rezystancji pętli zwarciowej*
4. Czapp S., Sarnicki M., Tarakan B., Tarakan K., Zajczyk R.: *Analiza wpływu wybranych odnawialnych źródeł energii na straty mocy czynnej i biernej w systemie elektroenergetycznym*
5. Czapp S., Szultka S., Dzionk A., Borowski K.: *Wpływ warunków otoczenia na obciążalność prądową kabli elektroenergetycznych*
6. Dąbkowski M., Hapke Ł.: *Prototyp bezprzewodowego systemu informacyjnego do monitorowania i alarmowania o stanie statku*
7. Dolny K., Wiszniewski M., Piotrowski R.: *Wykonanie i sterowanie platformą Stewarta-Gougha*
8. Dzwonkowski A.: *Szacowanie niepewności rozszerzonej pomiaru mocy chwilowej w układzie do diagnostyki łożysk*
9. Ferlin T., Galias P., Galla S.: *Koncepcja autonomicznego układu do dezynfekcji wody*

32. Piesik J.: *Metoda zarządzania niezawodnością i procesami obsługi linii produkcyjnej wspomagana statystyczną analizą danych*
 33. Piesik J., Kosmowski K. T.: *Aktualne problemy zarządzania niezawodnością i bezpieczeństwem linii produkcyjnej*
 34. Roehrich J., Zydrón P., Szafraniak B., Kwaśny D., Szeląg D.: *Kierunkowe układy detekcji VHF/UHF dla lokalizacji źródeł wyładowań niepełnych w liniach napowietrznych i urządzeniach stacji elektroenergetycznych*
 35. Rogala I., Kosmowski K. T.: *Metoda analizy i oceny ryzyka potencjalnych zdarzeń zagrażających w projektowaniu systemu detekcji gazów wybuchowych w obiektach przemysłowych*
 36. Smyk R., Czyżak M.: *Improved magnitude estimation of complex numbers using alpha max and beta min algorithm*
 37. Smyk R., Czyżak M.: *Implementation of magnitude calculation of complex numbers using improved alpha max plus beta min algorithm*
 38. Spychalski P., Arendt R.: *Rozproszony system wieloagentowy wspomagający projektowanie wybranych układów sterowania*
 39. Studański R.: *Komputerowe stanowisko pomiarowe do szerokopasmowej analizy sygnałów radiokomunikacyjnych*
 40. Szczesny S., Golijanek-Jędrzejczyk A., Świsulski D.: *Zastosowanie aplikacji R-Tech do wyznaczania niepewności pomiaru impedancji metodą techniczną*
 41. Śmierzchalski R.: *Struktura systemu sterowania statkiem dynamicznie pozycjonowanym*
 42. Tomczyk M., Pacholczyk M., Karwowski K.: *Comprehensive modeling of the cost effectiveness of railway line electrification*
 43. Tomera M.: *Sterowanie modelem fizycznym zbiornikowca wzdłuż zadanej trasy przejęcia*
 44. Wilk A., Mizan M., Karwowski K., Kaczmarek P.: *Analiza drgań przewodów jezdnyc sieci trakcyjnej w aspekcie oceny jej stanu technicznego*
 45. Włas M.: *Regulacja mocy biernej w mikrosieciach ze źródłami wytwórczymi*
 46. Włas M.: *Zastosowanie algorytmów sztucznych sieci neuronowych do prognozowania zużycia energii elektrycznej*
 47. Zydrón P., Bonk M., Fuśnik Ł., Bęc K., Maniak D., Szafraniak F.: *Modelowanie propagacji impulsów wyładowań niepełnych w uzwojeniach transformatorów energetycznych z zastosowaniem stanowiska laboratoryjnego*
 48. Zydrón P., Roehrich J., Mikrut P.: *Analiza teoretyczna i modelowanie wpływu harmonicznych napięcia na powstawanie wyładowań niepełnych w układach izolacyjnych wysokiego napięcia*
- Rok 2017, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 57**
1. Czyż P., Cichowski A.: *Przegląd systemów ładowania elektrycznych pojazdów i koncepcja dwukierunkowej ładowarki pokładowej*
 2. Czyż P., Cichowski A., Śleszyński W.: *Jednofazowy falownik napięcia z aktywnym obwodem odsprzęgającym*
 3. Hejke B., Jesionek S., Szewczyk A., Galla S.: *Koncepcje systemów modułowych zasilania ma przykładach układów zasilania latarek LED*
 4. Hirsz B., Babicz S.: *System automatyzacji przeprowadzania i oceniania sprawdzianów studenckich*
 5. Jarzębowski L., Judek S.: *Analiza ruchowa pojazdów szynowych z uwzględnieniem zmian napięcia na odbieraku sygnału*
 6. Kaczorek P., Studański R., Żak A.: *Stanowisko do wyznaczania odpowiedzi impulsowej kanału hydroakustycznego*
 7. Kamiński M., Morawiec M.: *Interfejs do zdalnego sterowania ploterem z funkcją rozpoznawania obrazów*
 8. Karwowski K., Kuciński M., Mizan M., Wilk A.: *Sieć sensorowa do rejestracji drgań górnej sieci trakcyjnej w celach diagnostyki eksploatacyjnej*
 9. Kmak J., Nowak W., Szpyra W., Tarko R.: *Modelowanie obciążalności prądowej przewodów napowietrznych linii elektroenergetycznych*
 10. Kochanowicz K., Nowak W., Tarko R.: *Modelowanie zjawiska ferrezonansu w sieciach elektroenergetycznych*
 11. Kula K.: *Metoda zwiększenia dokładności modeli uzyskiwanych metodą przekątnikową*
 12. Kula K.: *Układ regulacji o 2. stopniach swobody dostosowany do sterowania obiektami o dużych opóźnieniach*
 13. Mosoń I., Babiński K.: *Nowoczesny system sterowania układem samoczynnego załączania rezerwy zasilania*
 14. Noga K. M.: *Modele symulacyjne kanałów w systemach radiokomunikacyjnych i ich charakterystyki*
 15. Orszulak U., Babicz S.: *System monitoringu pomieszczeń zamkniętych oparty na zespole kamer internetowych*
 16. Pacholczyk M., Blecharz K., Karkosiński D.: *Modelowanie turbiny wiatrowej z dwoma przeciwbieżnie obracającymi się wirnikami*
 17. Pańczyńska B.: *Zastosowanie komory GTEM do pomiaru emisji promieniowania przenośnych baterii akumulatorowych*
 18. Pęczkowski D., Noga K. M.: *Sterownik diod LED RGB mocy*
 19. Piesik E., Piotrowski R.: *Ocena ryzyka uszkodzeń sprzętu elektronicznego z punktu widzenia firm ubezpieczeniowych*
 20. Piotrowski R., Piesik E.: *Wpływ wybranych zdarzeń atmosferycznych na funkcjonowanie zainstalowanych systemów elektronicznych*
 21. Roehrich J., Szafraniak B., Zydrón P.: *Zastosowanie szyków antenowych w lokalizacji źródeł wyładowań niepełnych*
 22. Rybczak M., Tomera M.: *Zastosowanie liniowych nierówności macierzowych do syntezy sterownia poziomem wody w układzie kaskadowym dwóch zbiorników*
 23. Smugała D., Bonk M., Ziemiński R.: *Matlab application for study the distorted load current influence on low voltage circuit breakers braking capacity*
 24. Smyk R., Czyżak M.: *RNS/TCS converter design using high-level synthesis in FPGA*
 25. Spaleniak P., Kurowski A., Kostek B.: *Wspomaganie komunikacji w procesie neurorehabilitacji z wykorzystaniem śledzenia wzroku i analizy sygnałów EEG*
 26. Sprawka D., Stawarz-Graczyk B.: *System do pomiaru szumów optoelektronicznych w szerokim zakresie prądów*

27. Spychalski M., Arendt R.: *Mechanizm szeregowania procesów w systemie wieloagentowym wspomagającym projektowanie układów sterowania*
28. Szlachta A., Odon A.: *System automatycznego sterowania w pomiarach przepływu wody*
29. Toczek W.: *Zastosowanie statystyki Bayesowskiej do uzasadnienia zmiany sposobu obliczania standardowej niepewności pomiaru*
30. Wilk A., Mizan M., Kaczmarek P., Karwowski K., Skibicki J.: *Badanie eksperymentalne i symulacyjne dynamiki modelowania odcinka sieci trakcyjnej*
31. Włas M.: *System zarządzania energią w zakładzie przemysłowym*
32. Woliński P., Woyciechowski P., Adamczewski G., Woźniak W.: *Model karbonizacji betonu z popiołem lotnym wapiennym*
33. Zydroń P., Kuniewski M., Fuśnik Ł., Bonk M.: *Analiza numeryczna parametrów czasowych i częstotliwościowych udarów napięciowych pełnych i uciętych*
34. Zydroń P., Roehrich J., Mikrut P., Bonk M.: *Wyładowanie niezpełne w wybranych układach modelowych oraz analiza numeryczna warunków polowych ich powstania*

Rok 2018, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 60

1. Blaszkę M., Weber D., Zaporowski S.: *Pomiary wartości opóźnień w torze audio urządzeń z systemem Android*
2. Boniewicz P.: *Magazyn energii w systemie zarządzania pracą sieci elektroenergetycznej*
3. Uśnik Ł., Szafraniak B., Bonk M., Pyrkosz P.: *Analogowe i numeryczne modelowanie rozkładu natężenia pola elektrycznego w układach izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych*
4. Gajdzica J., Nowak W., Szypra W., Tarko R.: *Analiza prądów płynących w uzemiennych stacjach elektroenergetycznych w czasie zwarć jednofazowych*
5. Guziński L., Łuksza, Morawiec M., Strankowski P., Krzemiński Z.: *Bezczujnikowe sterowanie wolnoobrotowym silnikiem PMSM z kompensacją momentu zaczepowego*
6. Jakubowski A., Jarzębowski L., Karwowski K., Wilk A.: *Analiza energochłonności pojazdu szybkiej kolei miejskiej z uwzględnieniem zmiennej sprawności napędu trakcyjnego*
7. Jarzemiński B., Kwasigroch A., Grochowski M.: *Diagnozowanie stanu retinopatii cukrzycowej przy pomocy głębokich sieci neuronowych*
8. Kaczmarek A. L.: *Wpływ nadmiarowych danych wejściowych na jakość map rozbieżności pozyskanych za pomocą układu pięciu kamer w konfiguracji EBMC5*
9. Kąkol K., Kostek B.: *Poprawa obiektywnych wskaźników jakości mowy w warunkach hałasu*
10. Korpikiewicz J., Mohamed-Seghir.: *Budowa modelu symulacyjnego regulatora przetęczników zaczepów transformatora WN/SN*
11. Kula K.: *Układ identyfikacji on-line suboptymalnego modelu liniowego obiektu regulacji*
12. Kwasigroch A., Grochowski M.: *Rozpoznawanie obiektów przez głębokie sieci neuronowe*
13. Mikołajczyk A., Grochowski M.: *Analiza istotności cech znamion skórnych dla celów diagnostyki czerniaka złośliwego*
14. Mosoń I., Korneluk M.: *Algorytm i program sterowania układem samoczynnego załączania rezerwy zasilania z funkcją odciążania*
15. Mróz B., Kostek B.: *Eksternalizacja w binauralnej ambisonicznej auralizacji źródeł kierunkowych*
16. Muza M., Hołysz S., Piotrowski R.: *Projektowanie sterowania monocyklem elektrycznym*
17. Noga K. M.: *Wykorzystanie platform Arduino Uno oraz DE2-115 do sterowania modelami aut*
18. Noga K. M., Motyka P. S.: *Projektowanie układów cyfrowych w języku programowania sprzętu VHDL – prezentacja witryny internetowej*
19. Nowomiejski A., Łaguna Ł., Mich D., Markiewicz S., Galla S.: *Projekt listwy zasilającej w oparciu o koncepcję Internetu Rzeczy*
20. Pacoń R., Benesz M.: *Analiza wpływu rodzaju konstrukcji wsporczej na zawodność ochrony odgromowej w liniach napowietrznych o napięciu 110 kV*
21. Przybylski K., Szewczyk A.: *Układ i program do wyznaczania parametrów schematu zastępczego superkondensatora*
22. Raczek R., Pająk P.: *Modelowanie i analiza przebiegów bardzo szybkozmiennych w elektroenergetycznych stacjach wysokiego napięcia izolowanych gazem SF6*
23. Sosna A., Benesz M.: *Analiza wpływu rodzaju konstrukcji wsporczej na zjawisko przeskoaku odwrotnego w liniach napowietrznych wysokich napięć*
24. Szafraniak B., Bonk M., Smugała D., Fuśnik Ł., Zydroń P.: *Application of Matlab software for determination of the energy absorption capacity of modern surge arresters depending on the number of absorbed current pulses*
25. Szymański P., Poremski T., Kostek B.: *Zastosowanie aplikacji internetowej w ocenie jakości dopasowania aparatów słuchowych*
26. Toczek W., Sasirekha Nagothu B.: *Łączenie danych pomiarowych z dodatkową wiedzą metrologiczną w celu oceny niepewności pomiaru*
27. Wilk A., Goleniewska A., Nowak A., Cisek M.: *Internetowa aplikacja ASP.NET silnika indukcyjnego klatkowego dla potrzeb symulacji w wirtualnym laboratorium maszyn elektrycznych*
28. Zaporowski S., Cygert A., Nowak A., Cisek M., Czyżewski A.: *Rejestracja i klasyfikacja alofonów z wykorzystaniem bimodalności*

Rok 2019, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 68

1. Czyżewski M., Łangowski R., Zubowicz T.: *Metody strojenia regulatorów typu PID z wykorzystaniem technologii syntezy regulatorów od stanu*
2. Kaczmarek A. L.: *Porównywanie zdjęć roślin na podstawie miar podobieństwa różniących się wykładnikiem potęgi*
3. Kozłowska E., Howard R.: *Chalk & talk or swipe&skype?*
4. Kwasigroch K., Łukaszewicz M., Mosoń I.: *System sterowania indukcyjnym silnikiem liniowym na bieżni liniowej – analiza problemów działania wykorzystywanych protokołów komunikacyjnych*
5. Laddach K., Łangowski R.: *Projekt systemu sterowania dwukołowym robotem balansującym*
6. Maciąg B., Makohoń W., Milewski K., Piotrowski R.: *Model konstrukcyjny i sterowanie robotami mobilnymi w środowisku z przeszkodami*

7. Mikołajczyk M., Kwasigroch A., Grochowski M.: *Analiza sceny przy użyciu głębokich sieci neuronowych typu YOLO*
8. Pacoń R., Benesz M.: *Analiza zawodności ochrony odgromowej w ujęciu przestrzennym*
9. Sokołowski P.: *Weryfikacja autentyczności kolorów na zdjęciach wykonanych w technice analogowej*
10. Sosna A., Benesz M.: *Analiza możliwości uszkodzenia aparatury stacyjnej w wyniku wyładowanie atmosferycznego na linii napowietrznej 110 kV*
11. Stefaniak M., Nosorowski W.: *Multimodalne pomiary drgań struny*
12. Weber D, Kostek B.: *Analiza kolorów scen filmowych w kontekście color grading*
13. Zaporowski S., Kostek B.: *Analiza parametrów sygnału mowy w kontekście ich przydatności w automatycznej ocenie jakości ekspresji*
14. Zawalich J.: *Regulator rozmyty o właściwościach regulatora trójpołożeniowego*
15. Zawalich J.: *Zastosowanie regulatora rozmytego do regulacji temperatury w fizycznym modelu pomieszczeń z ogrzewaniem nadmuchowym*
16. Zegarmistrz P., Malcharek A.: *Zastosowanie symulacji komputerowych w badaniach algorytmów rekonstrukcji rezystancji siatek rezystorów*

Rok 2020, Zeszyty Naukowe WEiA, nr 71

1. Bartłomiejczyk A., Ptach D., Marcin W.: *Elementy uczenia maszynowego na zajęciach matematyki*
2. Ciecierski J. Drewek P., Misiak A., Piotrowski R.: *Bezzałogowy kołowy pojazd elektryczny do automatycznego wychodzenia z poślizgów*
3. Klawikowska Z., Puchalski B.: *Skuteczność nowoczesnych algorytmów optymalizacji czerpiących inspirację z procesów naturalnych*
4. Kucharska M., Perl M.: *Platforma Moodle wspomagana systemem algebry komputerowej*
5. Kwasigroch K., Łukaszewicz M., Mosoń I.: *System monitoringu rozdzielnic kampusu Politechniki Gdańskiej*
6. Mitkowski W.: *Uwagi o zdalnym nauczaniu*
7. Ogryczak M.: *Klasyfikacja sygnału EKG przy użyciu konwolucyjnych sieci neuronowych*
8. Wałachowska A.: *R/exams jako wsparcie w weryfikacji wiedzy studentów*
9. Zaman M. J., Olesz M.: *History of initial energy development in Qatar*

ZAŁĄCZNIK 2

WYKAZ NAGRODZONYCH REFERATÓW

1993

1. Kostek B. - *Komputery w akustyce muzycznej*
2. Karwowski K., Mizan M. - *Przekształtnik do zasilania silnika indukcyjnego ze sterownikiem mikrokomputerowym*

1994

1. Kostek B., S. Zieliński S. - *Zastosowanie komputerów do syntezy i analizy dźwięków*
2. Ronkowski M. - *Analiza maszyn elektrycznych wspomagana MathCadem*

1995

1. Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M. - *Wirtualne laboratorium diagnostyki sieci trakcyjnej*

2. Szcześniak W., Majewski M. - *Symulacja układów cyfrowego przetwarzania sygnałów przy pomocy systemu PTOLEMY*

1996

1. Goczyła K., Łyskawa H., Piechówka M., Szejko S.- *Narzędzia CASE w nauczaniu analizy i projektowania systemów informatycznych*

2. Noga K., Kamiński K., Kozyra M. - *Symulacja komputerowa układu zdalnego sterowania okrętowego silnika napędu głównego*

1997

1. Olesz M. - *Współpraca kamery video z komputerem PC*
2. Kaczmarek J., Kucharski M. - *Komputerowy program testowania i nauczania studentów dla WWW*

1998

1. Grono A., Karwowski K., Mizan M. - *Regulacja wielkości mechanicznych w układzie napędowym z silnikiem bezszczotkowym*

2. Szcześniak W., Bujnowski A. - *Komputerowe stanowisko pomiarowe do badania filtrów aktywnych*

3. Świsulski D. - *Wykorzystanie zintegrowanych środowisk programowania do cyfrowego przetwarzania sygnałów*

1999

1. Aftyka W. - *Analiza układów napędzanych elektromagnesami z wykorzystaniem pakietu Flux2D*
2. Ratajczak T.- *Komputerowe programy dydaktyczne nauczycieli Studium Podyplomowego Podstaw Informatyki*

2000

1. Horiszny J. - *Model indukcyjności z histerezą magnetyczną w programie symulacyjnym ATP*

2. Ody P. - *Wielokanałowe systemy kodowania dźwięku*

2001

1. Lesiak P., Gołąbek P. - *Stanowisko laboratoryjne do pomiarów i rekonstrukcji ultradźwiękowych obrazów defektoskopowych*

2. Solecki M., Felenzer Z. - *Projektowanie topografii cyfrowych i analogowych układów scalonych CMOS z wykorzystaniem pakietu Magic*

2002

1. Mosoń I., Żukowski K. - *Symulator Sym-PS4 sterownika programowalnego PS-201-MMI*

2. Smulko J. - *Sposób segmentacji przebiegu losowego, złożonego z szumu białego i impulsów prostokątnych o stałych amplitudach oraz przypadkowych czasach trwania i przerw*

2003

1. Świsulski D. - *Przestanie danych pomiarowych z wykorzystaniem sieci GSM*

2. Hasse L. - *Badanie symulacyjne dynamicznej odporności na zakłócenia układów cyfrowych*

2004

1. Hasse L., Spiralski L., Šikula J. - *Pomiar i obróbka sygnałów emisji akustycznej w diagnostyce obiektów*

2. Judek S., Karwowski K., Prus M. - *Programowalne układy napędowe w dydaktyce*

2005

1. Cichosz J., Szatkowski A. - *Identyfikacja i przetwarzanie cyfrowe sygnałów szumów RTS występujących w przyrządach półprzewodnikowych*

2. Knitter A., Łuszcz J. - *Emisyjność elektromagnetyczna przekształtników energoelektronicznych z modulacją rozproszoną oraz Badanie emisyjności promieniowanej urządzeń energoelektronicznych w komorach GTEM*

- 2006
1. Cichowski A., Nieznański J., Śleszyński W. - *Kompensacja zniekształceń napięcia wyjściowego falownika w przypadku zmiennej częstotliwości nośnej falownika*
 2. Kaczmarek A. - *Analiza sygnału mowy w foniatryi*
- 2007
1. Czapp S., Porzeziński M. - *Projektowanie inteligentnych instalacji elektrycznych z wykorzystaniem programu ETS oraz Laboratorium inteligentnego budynku w dydaktyce Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG*
 2. Kalicka R., Słomiński W., Kuziemski K. - *Komputerowe wspomaganie diagnostyki układu oddechowego człowieka*
- 2008
1. Hoja J., Kiwiliszo M. - *Ograniczenia wirtualnego miernika RLC zrealizowanego na układzie AD9533*
 2. Jarzębowicz L., Judek S. - *System akwizycji danych stanowiska do diagnostyki odbieraków prądu lokomotyw oraz LOTEKS – Automatyczna stacja diagnostyczna lokomotyw*
- 2009
1. Lewandowska M., Wtorek J., Mierzejewski L. - *Resynchronizacja serca – badania symulacyjne*
 2. Adamczyk B., Florkowska B., Rzakosz M. - *The modeling of nonlinear magnetic fields distribution on the adjacent insulation surfaces*
- 2010
1. Kosikowski Ł., Czyżewski A. - *Badanie i terapia zaburzeń widzenia obuocznego wspomaganą przez bezkontaktowy system śledzenia punktu fiksacji wzroku*
 2. Florkowska B., Zydroń P., Roehrich J. - *Distribution and phase-resolved patterns of partial discharges forms in non-uniform electric field in air*
- 2011
1. Babicz S., Zieliński A. - *Simulation and measurements for the substance identification by AFM*
 2. Wilk A. - *Representation of magnetic hysteresis in tape wound core using Preisach's theory*
- 2012
1. Gall S., Marciniak P., Pastewski J. - *System monitorowania wylądowań ESD oraz mikro system zasilania bezprzewodowego*
 2. Bargiel K., Górski K., Noga K. M. - *Zastosowanie układów programowalnych do obsługi modelu przenośnika taśmowego oraz Wybrane zagadnienia z cyfrowego przetwarzania sygnałów – prezentacja witryny internetowej*
- 2013
1. Bratoszewski P., Czyżewski A. - *Śledzenie głowy użytkownika komputera z użyciem kamery Time of Flight*
 2. Jarzębowicz L., Judek S., Karwowski K., Karkosiński D., Mizan S. - *Monitorowanie odbieraków prądu pojazdów kolejowych oraz Ocena stanu technicznego odbieraków prądu na podstawie monitoringu na linii kolejowej*
- 2014
1. Trawka M., Smulko J., Hasse L. - *Automated system for fluctuation enhanced gas sensing*
 2. Witkowska A. - *Projektowanie wielowymiarowego regulatora backstepping w układzie dynamicznego pozycjonowania statku*
- 2015
1. Babicz-Kiewlicz S., Stawarz-Graczyk B., Wierzbę P., Mazikowski A. - *Diffraction phase microscopy for observation on red blood cells fluctuation*
 2. Szczesny S., Golijanek-Jędrzejczyk A., Rafiński L., Sztranc P. - *Robot typu Quadrocopter sterowany mikrokontrolerami o niewielkiej mocy obliczeniowej*
- 2016
1. Hoffmann P., Kostek B. - *Koncepcja korekcji sygnału dźwiękowego z uwzględnieniem charakterystyk częstotliwościowych pomieszczenia oraz gatunku sygnału*
 2. Pacholczyk M., Karkosiński D. - *Wind resource assessment and energy yield prediction for the small wind turbine on the Szubieniczne Hill*
- 2017
1. Toczek W. - *Badania i terapia zaburzeń widzenia obuocznego wspomaganą przez bezkontaktowy system śledzenia punktu fiksacji wzroku*
 2. Mosoń I., Babiński K. - *Nowoczesny system sterowania układem samoczynnego załączania rezerwy zasilania*
- 2018
1. Mikołajczyk A., Grochowski M. - *Analiza istotności cech znamion skórných dla celów diagnostyki czerniaka złośliwego*
 2. Boniewicz P. - *Magazyn energii w systemie zarządzania pracą sieci elektroenergetycznej*
- 2019
1. Zaporowski S., Kostek B. - *Analiza parametrów sygnału mowy w kontekście ich przydatności w automatycznej ocenie jakości ekspresji śpiewu*
 2. Mikołajczyk M., Kwasigroch A., Grochowski M. - *Analiza sceny przy użyciu głębokich sieci neuronowych typu YOLO*

30 YEARS OF THE SEMINAR APPLICATION OF COMPUTERS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

The article presents the organization of the seminar cycle Application of Computers in Science and Technology and its development in following years. The problems and prospects of the seminar for the coming years were given. The appendices contain a list of articles published for 30 years in The Scientific Papers of Faculty of Electrical Engineering and The Scientific Papers of Faculty of Electrical and Control Engineering Gdańsk University of Technology, and the list of winners of the competition for the best paper.

Keywords: seminar, application of computers.

ELEMENTY UCZENIA MASZYNOWEGO NA ZAJĘCIACH MATEMATYKI

Agnieszka BARTŁOMIEJCZYK¹, Dawid PTACH², Marcin WATA³

1. Politechnika Gdańska, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
tel.: 58 347 1347 e-mail: agnbartl@pg.edu.pl
2. Politechnika Gdańska, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
tel.: 665 589 906 e-mail: s181495@student.pg.edu.pl
3. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania
tel.: 56 611 4606 e-mail: marcin.wata@umk.pl

Streszczenie: W artykule omówiono związki między matematyką kursową a wybranymi zagadnieniami związanymi z uczeniem maszynowym. Pokazano w jaki sposób proste operacje na macierzach pomagają serwisom VOD w rekomendacji tytułów filmowych zgodnych z zainteresowaniami użytkowników na podstawie ich wcześniejszych wyborów. Zaprezentowano również uproszczoną wersję algorytmu regresji wielorakiej stosowaną do wyceny nieruchomości oraz wspomniano o zastosowaniu sieci neuronowych w problemach klasyfikacyjnych.

Słowa kluczowe: uczenie maszynowe, regresja wieloraka, problemy klasyfikacyjne.

1. WSTĘP

Sytuacja epidemiczna na świecie wymusiła przejście na tryb zdalnego nauczania w szkołach i na uczelniach wyższych. Komunikacja synchroniczna z sali wykładowych i ćwiczeniowych przeniosła się do webinarów na różnych platformach. Do dotychczasowych problemów w nauczaniu matematyki, postrzeganej jako przedmiot trudny, dołączył problem weryfikacji efektów kształcenia. Dlatego tak ważne jest wzbudzenie ciekawości studentów i pobudzenie wewnętrznej motywacji do głębszego zrozumienia poruszanych na zajęciach zagadnień.

Jedną z możliwości motywowania studentów do nauki jest pokazanie wykorzystania podstawowych elementów matematyki, z którymi studenci zapoznają się już na pierwszym roku, w praktycznym działaniu. W artykule [1] pokazaliśmy proste zastosowanie pojęć matematycznych, nauczanych w toku studiów, do analizy modeli epidemiologicznych, podkreślając konieczność użycia komputerów do efektywnego wykonywania obliczeń.

W prezentowanym artykule opisujemy kolejne przykłady, z obszaru uczenia maszynowego (ang. *machine learning*), umożliwiające połączenie elementarnej matematyki z obliczeniami numerycznymi. Dodatkową motywacją dla studentów do zapoznania się z tą tematyką mogą być niedawne sukcesy naukowców z Politechniki Gdańskiej, którzy opracowali skuteczny algorytm uczenia maszynowego do oceny złośliwości guzów nerek na podstawie zdjęcia tomografii komputerowej, [2].

2. INFORMACJE OGÓLNE

2.1. Krótka historia uczenia maszynowego

Narodziny uczenia maszynowego datuje się na lata 50. XX w. Początki tej technologii są powiązane z warcabami. Amerykański informatyk Arthur Samuel uważał, że nauczenie komputera grania w gry może być znaczące w rozwiązywaniu innych bardziej złożonych problemów. Krokiem milowym w historii uczenia maszynowego był system Dendral, którego zadaniem było ustalenie struktury molekularnej nieznanych związków organicznych na podstawie analizy widm spektroskopowych. Prace nad technologią uczenia maszynowego przyspieszyły na początku lat 90. Ogromnym sukcesem w tej dziedzinie była wygrana maszyny Deep Blue w szachy z ówczesnym szachowym mistrzem świata Garri Kasparowem.

Obecnie technologia wykorzystująca uczenie maszynowe stosowana jest w wielu urządzeniach, na przykład w trakcie logowania do smartfonów, w edytorze Word do automatycznej zamiany równań pisanych odręcznie na druk, do rozpoznawania głosu i obrazu. Na podstawie naszego zachowania w Internecie personalizowane są także reklamy oraz propozycje filmów. Co więcej, większość użytkowników Internetu może nie mieć nawet świadomości, że są źródłem danych dla maszyn w procesie uczenia maszynowego.

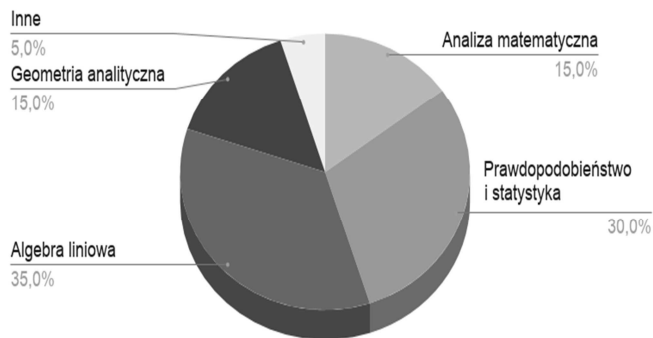
2.2. Studenckie spojrzenie na uczenie się matematyki

Często zdarza się, że studenci pierwszych semestrów studiów zdobywają podstawy wiedzy matematycznej bez większej świadomości jej zastosowania w innych dziedzinach. Myślą, że wektory, macierze i inne obiekty czy pojęcia matematyczne żyją własnym życiem, są jakąś abstrakcyjną, alternatywną rzeczywistością. Po czasie odkrywają, że matematyka jest silnie obecna nie tylko w fizyce, ale również w chemii, biologii, a nawet w medycynie i prawie. Matematyka jest także potrzebna by zrozumieć technologię uczenia maszynowego.

Uczenie maszynowe bazuje na danych, które często reprezentowane są jako wektory i macierze. Dobre zrozumienie operacji wykonywanych na danych wymaga znajomości podstaw algebry liniowej. Przydatne są również inne działy matematyki, takie jak analiza matematyczna (zastosowanie gradientu w minimalizacji funkcji kosztu), rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna

(miara poziomu niepewności danych oraz niezawodności algorytmu).

Znaczenie poszczególnych działów matematyki w uczeniu maszynowym opracowane na podstawie [3] zostało zaprezentowane na rysunku 1.



Rys. 1. Znaczenie działów matematyki w uczeniu maszynowym

3. PRZYKŁADY UCZENIA MASZYNOWEGO

3.1. Co łączy macierze, uczenie maszynowe i serwis Netflix?

Uczenie maszynowe wykorzystywane jest przez popularne serwisy internetowe VOD (ang. *Video On Demand*), których przykładem jest Netflix. W czasie rejestracji do serwisu następuje inicjalizacja procesu uczenia. Netflix proponuje nam kilka wybranych tytułów filmowych prosząc o wskazanie tych, którymi jesteśmy zainteresowani. Następnie na podstawie takich czynników jak godziny logowania do systemu, ilości czasu spędzanego na oglądaniu wybranych programów czy filmów oraz naszych wyszukiwań, Netflix szacuje prawdopodobieństwo, że dany tytuł przyciągnie naszą uwagę, [4]. Oznacza to, że serwis nie tylko analizuje nasze wyszukiwania, ale również uczy się naszych zachowań. Co więcej, system próbuje nas zakwalifikować do grupy użytkowników o podobnych preferencjach dzięki czemu optymalizuje spersonalizowany wybór filmów dla poszczególnych użytkowników. Tym samym, system zbiera ogromne ilości danych na temat naszych zainteresowań i zwyczajów, które reprezentować można za pomocą macierzy.

Poniżej przedstawiamy prosty przykład zastosowania elementarnych działań na macierzach do konstrukcji algorytmu rekomendacji w systemach typu Netflix. Załóżmy, że w serwisie mamy trzech użytkowników A, B, C oraz cztery filmy, które oznaczamy przez I, II, III, IV. Dla uproszczenia modelu zakładamy również, że mamy tylko dwa gatunki filmowe, do których przyporządkowane są te cztery filmy. Zebrane dane dotyczące preferencji gatunków filmowych poszczególnych użytkowników zapisujemy w macierzy, której wierszami są użytkownicy, a kolumnami poszczególne gatunki filmowe. Druga macierz, to macierz klasyfikacji wybranych filmów do poszczególnych gatunków. Model ten przedstawiono na rysunku 2.

	Film I	Film II	Film III	Film IV
Gatunek 1	0,2	0,4	0,1	0,7
Gatunek 2	0,8	0,6	0,9	0,3

	Gatunek 1	Gatunek 2
Osoba A	0,2	0,8
Osoba B	0,3	0,7
Osoba C	0,1	0,9

0,68	0,56	0,74	0,38
0,62	0,54	0,66	0,42
0,74	0,58	0,82	0,34

Rys. 2. Przykładowy schemat działania algorytmu rekomendacji

Następnie wykonując elementarne operacje na macierzach, a dokładniej, mnożąc te dwie macierze, jesteśmy w stanie podać z jakim prawdopodobieństwem dany film spodoba się wybranemu użytkownikowi. Analizując nowo utworzoną macierz, wnioskujemy, że wszystkie osoby A, B i C najchętniej obejrzą film III, ponieważ w komórce trzeciej (wiersz odpowiednio A, B, C i kolumna III) mamy największe prawdopodobieństwo. W ten sposób serwisy internetowe analizując zebrane dane rozpoznają preferencje filmowe użytkowników i typują kolejne filmy w sposób zindywidualizowany.

Należy podkreślić, że opisany powyżej schemat jest bardzo uproszczony pozwalając na bardziej intuicyjną interpretację danych, ale dzięki temu może stanowić przykładowe zadanie ćwiczeniowe dla studentów na zajęciach z algebry liniowej.

W rzeczywistości serwisy takie jak Netflix czy YouTube mają miliony użytkowników i tysiące filmów do wyboru. Ponadto, preferencje użytkowników zmieniają się w czasie i stąd zachodzi potrzeba nieustannego przetwarzania i analizy ogromnych zbiorów danych.

3.2. Regresja wieloraka

Jednym z prostszych algorytmów uczenia maszynowego jest regresja wieloraka badająca zależność zmiennej objaśnianej od co najmniej dwóch zmiennych objaśniających, [5]. Przypuśćmy, że mamy dane dotyczące pewnej liczby (m) transakcji sprzedaży mieszkań, których cena (y) zależy od liczby pokoi (x_1), powierzchni mieszkania (x_2) oraz wieku mieszkania (x_3). Prosty model przewidujący cenę mieszkania w kolejnych transakcjach możemy zapisać za pomocą równania

$$y = h(x) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3.$$

Algorytm regresji wielorakiej wyznacza wartości współczynników b_0, b_1, b_2, b_3 minimalizujących funkcję kosztu

$$J(\mathbf{b}) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m [h(x^{(i)}) - y^{(i)}]^2,$$

gdzie $x^{(i)} = (x_1^{(i)}, \dots, x_3^{(i)})$, $y^{(i)}$ to odpowiednio parametry i cena mieszkania i -tej transakcji, zaś $\mathbf{b} = (b_0, \dots, b_3)$. Zauważmy, że skoro funkcja $J(\mathbf{b})$ jest wypukła, możemy wyznaczyć ciąg punktów $\mathbf{b}^{(k)}$, $k = 1, \dots, n$, taki że punkt $\mathbf{b}^{(n)}$ jest dowolnie blisko szukanego minimum funkcji kosztu. W tym celu obliczamy gradient funkcji J w punkcie $\mathbf{b}^{(k)}$, tj.

$$\nabla J(\mathbf{b}^{(k)}) = \left[\frac{\partial J(\mathbf{b}^{(k)})}{\partial b_0}, \frac{\partial J(\mathbf{b}^{(k)})}{\partial b_1}, \frac{\partial J(\mathbf{b}^{(k)})}{\partial b_2}, \frac{\partial J(\mathbf{b}^{(k)})}{\partial b_3} \right]$$

i przechodzimy od punktu $\mathbf{b}^{(k)}$ do $\mathbf{b}^{(k+1)}$ w kierunku wektora gradientu zgodnie ze wzorem

$$\mathbf{b}^{(k+1)} = \mathbf{b}^{(k)} - \alpha \nabla J(\mathbf{b}^{(k)}),$$

gdzie α jest współczynnikiem długości kroku. Jako punkt startowy możemy przyjąć dowolny punkt, np. $(0,0,0,0)$. Uwzględniając wzór na pochodną funkcji złożonej otrzymujemy

$$b_j^{(k+1)} = b_j^{(k)} - \frac{\alpha}{m} \sum_{i=1}^m [h(x^{(i)}) - y^{(i)}] x_j^{(i)}, \quad j = 0, 1, 2, 3.$$

Powyższy model możemy opisać za pomocą równania macierzowego

$$y = Xb,$$

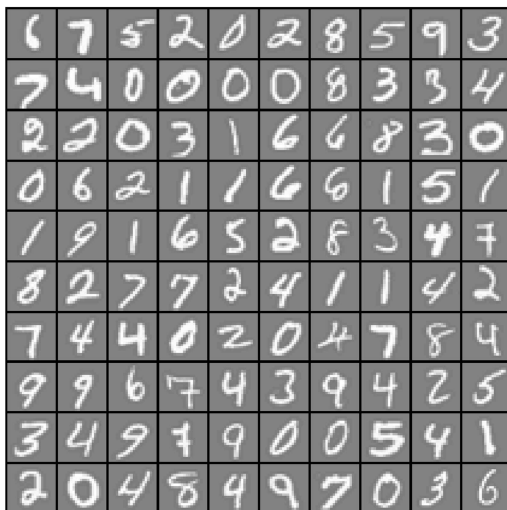
z którego uzyskujemy równanie normalne

$$b = (X^T X)^{-1} X^T y.$$

Pojawia się tutaj naturalne pytanie z zakresu algebry liniowej o istnienie macierzy odwrotnej do macierzy kwadratowej $X^T X$. W praktyce macierz ta jest na ogół macierzą odwracalną. Brak istnienia macierzy odwrotnej może świadczyć o zależności liniowej zmiennych objaśniających lub zbyt małej liczbie danych treningowych $x^{(i)}$ w stosunku do liczby zmiennych objaśniających. Wówczas do rozwiązania równania macierzowego stosujemy macierz pseudoodwrotną Moora-Penrosa. Podkreślmy, że przy dużej liczbie danych treningowych podejście algebraiczne (szukanie macierzy odwrotnej lub pseudoodwrotnej) jest dużo kosztowniejsze obliczeniowo niż podejście z zastosowaniem wektora gradientu.

4. PROBLEMY KLASYFIKACYJNE

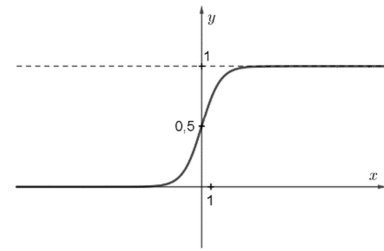
Kolejnym problemem rozwiązywanym przy pomocy uczenia maszynowego jest rozpoznawanie pisma odręcznego, należące do problemów klasyfikacyjnych. W latach 90. XX wieku automatyczne rozpoznawanie cyfr zostało zastosowane przez pocztę Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej do maszynowego sortowania przesyłek. Na rysunku 3. przedstawiono fragment przykładowego zestawu danych służącego do wytrenowania algorytmów. Zestaw ten składa się z bitmap 20×20 pikseli.



Rys. 3. Fragment zestawu treningowego

Zacznijmy od problemu klasyfikacji na dwie grupy. W rozwiązaniu problemu wykorzystuje się funkcję sigmoidalną (zwaną logistyczną), rysunek 4, postaci

$$g(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}.$$

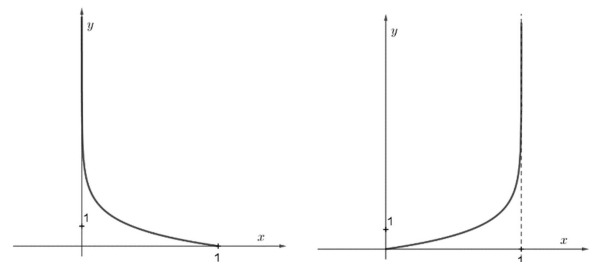


Rys. 4. Wykres funkcji sigmoidalnej

Zbiorem wartości funkcji sigmoidalnej jest przedział $(0,1)$. Załóżmy, że chcemy zakwalifikować obiekty mające cechy $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ do jednej z dwóch klas. Klasom tym przyporządkowujemy etykiety 0 oraz 1. Wówczas hipotezę przynależenia obiektu do jednej z klas możemy opisać funkcją

$$h(x) = g(b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n),$$

gdzie $g(z)$ jest funkcją sigmoidalną. Wartość funkcji $h(x)$ interpretujemy jako prawdopodobieństwo przynależenia obiektu do klasy o etykiecie 1. Wówczas $1 - h(x)$ jest prawdopodobieństwem przynależenia obiektu do klasy o etykiecie 0. Zakładamy, że obiekt należy do klasy 1, gdy wartość $h(x) \geq 0,5$, a do klasy 0, gdy $h(x) < 0,5$. Przyjrzyjmy się wykresom dwóch funkcji logarytmicznych $y = -\log(x)$ oraz $y = -\log(1 - x)$ dla argumentów w przedziale $(0,1)$, rysunek 5.



Rys. 5. Wykres funkcji $y = -\log(x)$ (po lewej) oraz $y = -\log(1 - x)$ (po prawej)

Pierwsza z nich ma wartości bliskie 0 gdy argument jest bliski 1, natomiast dąży do nieskończoności, gdy argument zmierza do 0. Druga na odwrót. Własności te wykorzystuje się do konstrukcji funkcji kosztu służącej do wyznaczenia parametrów strukturalnych. Funkcja kosztu dla m danych treningowych przybiera postać

$$J(b) = -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left[y^{(i)} \log(h(x^{(i)})) + (1 - y^{(i)}) \log(1 - h(x^{(i)})) \right].$$

Wartości funkcji przynależenia do odpowiedniej klasy dla danych treningowych w zapisie macierzowym mają postać

$$h = g(Xb).$$

Zatem funkcję kosztu zapisujemy jako

$$J(b) = -\frac{1}{m} [y^T \log(h) + (1 - y^T) \log(1 - h)].$$

Dalej wykorzystując metodę gradientową otrzymujemy analogiczne, jak w przypadku regresji wielorakiej, równanie na kolejne punkty w ciągu przybliżającym punkt minimalny

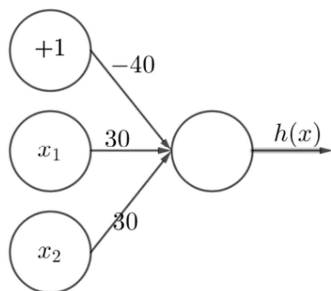
$$b_j^{(k+1)} = b_j^{(k)} - \frac{\alpha}{m} \sum_{i=1}^m [h(x^{(i)}) - y^{(i)}] x_j^{(i)}, \quad j = 0, 1, \dots, n.$$

Równanie to w zapisie wektorowym ma postać

$$b^{(k+1)} = b^{(k)} - \frac{\alpha}{m} X^T (g(Xb) - y).$$

W przypadku problemu klasyfikacji dla liczby klas $L \geq 3$ stosujemy strategię jeden przeciw wszystkim znajdując funkcje klasyfikujące $h_j(x)$, $j = 1, \dots, L$ dla każdej z klas. Przynależność obiektu do klasy możemy ustalić na podstawie maksymalnej wartości wyznaczonych funkcji dla klasyfikowanego obiektu, tj. $\max(h_1(x), h_2(x), \dots, h_L(x))$.

Problemy klasyfikacyjne rozwiązuje się również stosując sieci neuronowe. Na zajęciach z matematyki dla studentów pierwszego roku, możemy zaprezentować modele neuronu wyznaczające wartość operatorów logicznych koniunkcji i alternatywy. Posługujemy się wówczas analogicznym aparatem matematycznym. Model neuronu i sieci neuronowej możemy przedstawić za pomocą odpowiedniego grafu skierowanego (rysunek 6).



Rys. 6. Przykładowy model neuronu

Możemy na przykład przyjąć funkcję

$$h(x_1, x_2) = g(-40 + 30x_1 + 30x_2) = \frac{1}{1 + e^{-(-40 + 30x_1 + 30x_2)}}.$$

W tabeli 1 zamieszczone zostały wartości funkcji koniunkcji oraz wartości uzyskane za pomocą neuronu.

Tablica 1. Wartości koniunkcji

x_1	x_2	$x_1 \wedge x_2$	$h(x_1, x_2)$
0	0	0	$h(0,0) = g(-40) \approx 0$
0	1	0	$h(0,1) = g(-10) \approx 0$
1	0	0	$h(1,0) = g(-10) \approx 0$
1	1	1	$h(1,1) = g(20) \approx 1$

Modele z kilkoma warstwami neuronów wymagają użycia algorytmów propagacji wstecznej, których przedstawienie na wspomnianych zajęciach jest zbyt trudne pojęciowo.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

W prezentowanym artykule przedstawiliśmy propozycje wykorzystania wybranych algorytmów i metod uczenia maszynowego w motywowaniu studentów do zrozumienia potrzeby uczenia się matematyki. Uczenie maszynowe ma zastosowanie między innymi w analizie danych o sprzedaży, w wykrywaniu oszustw w transakcjach finansowych, rekomendowaniu produktów – personalizacji klienta, podejmowaniu decyzji, dynamicznym ustalaniu cen na podstawie popytu i podaży oraz rozpoznawaniu mowy.

W uczeniu maszynowym istotne znaczenie mają wybrane elementy matematyki, takie jak: działania na macierzach, składanie funkcji, obliczanie pochodnych. W związku z tym uczenie maszynowe może stanowić ciekawe uzupełnienie wykładów z algebry liniowej i analizy matematycznej pokazujące zastosowania matematyki w otaczającej nas rzeczywistości.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Bartłomiejczyk A., Wata M.: Analizy epidemiologiczne w środowisku MATLAB, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG, ISSN 2353-1290, Nr 65/2019, s. 11-16.
2. Politechnika Gdańska, <https://pg.edu.pl/aktualnosci/2020-10/skuteczniejsza-walka-z-guzami-nerek-dzieki-naukowcom-i-studentom-pg>, (5.11.2020).
3. Deisenroth M. P., Faisal A. A., Ong Ch. Soon: Mathematics for Machine Learning, Cambridge University Press, 2020.
4. Netflix, <https://help.netflix.com/pl/node/100639>, (5.11.2020).
5. Kwiatkowski J., Wata M. Żuchowska M. Galikowska S.: Matematyczne metody określania wag cech rynkowych, Wycena, Wartość, Obrót, Zarządzanie Nieruchomościami, 2015, 1(110), s. 11-20.

ELEMENTS OF MACHINE LEARNING IN MATHEMATICS

The article discusses the relationship between academic mathematics course and selected topics of machine learning. It shows how simple matrix operations help VOD services to recommend film titles consistent with the interests of users, based on their previous choices. A simplified version of the multiple regression algorithm used for real estate valuation is also presented and the use of neural networks in classification problems is mentioned.

Keywords: machine learning, multiple regression, classification problems.

BEZZAŁOGOWY KOŁOWY POJAZD ELEKTRYCZNY DO AUTOMATYCZNEGO WYCHODZENIA Z POŚLIZGÓW

Juliusz CIECIERSKI¹, Piotr DREWEK², Adam MISIAK³, Robert PIOTROWSKI⁴

Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki

1. e-mail: juliusz.ciecierski@gmail.com
2. e-mail: piotr.drewek@gmail.com
3. e-mail: adammisiak3@gmail.com
4. e-mail: robert.piotrowski@pg.edu.pl

Streszczenie: Pojazdy bezzałogowe znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach współczesnego świata. Pojazdy autonomiczne wraz z algorytmami wspomagającymi kierowanie pojazdami skupiają uwagę wielu zespołów inżynierskich. Jednym z ważniejszych aspektów bezpieczeństwa na drogach jest wspomaganie zapobiegania i wychodzenia z poślizgów w dynamicznym środowisku. Artykuł przedstawia projekt oraz wykonanie bezzałogowego pojazdu kołowego zdolnego do automatycznego wychodzenia z poślizgów. Następnie pojazd oprogramowano oraz opracowano aplikację mobilną na urządzenia z systemem Android. Na koniec wykonano badania testowe opracowanego rozwiązania.

Słowa kluczowe: mechatronika, pojazd bezzałogowy, układ regulacji, automatyczne wychodzenie z poślizgów.

1. WSTĘP

Bezzałogowe pojazdy znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach współczesnego świata m.in.: w przemyśle, militariach, transporcie czy życiu codziennym [1]. Można je podzielić na dwie główne grupy: pojazdy sterowane zdalnie przez człowieka oraz pojazdy poruszające się autonomicznie według algorytmu ustalonego przez człowieka. Druga kategoria nie wymaga ciągłej uwagi człowieka. Cechy jakimi wyróżniają się pojazdy bezzałogowe to: zdalne sterowanie, ogromna liczba czujników zbierających pomiary, przetwarzanie zewnętrznych bodźców. Bezzałogowymi pojazdami, których prawdopodobieństwo spotkania jest najwyższe to oczywiście autonomiczne samochody oraz małe domowe roboty sprzątające. Każdy z nich charakteryzuje się różnymi dostępnymi funkcjami oraz stopniem rozbudowania. Niektóre modele posiadają rozwinięty system komunikacyjny w postaci aplikacji mobilnej. Alternatywą aplikacji mobilnych jest wiadomość tekstowa informująca np. o utknięciu robota po kilku próbach pokonania danego obszaru.

2. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Celem jest zaprojektowanie i skonstruowanie pojazdu, który ma możliwość poruszania się w dowolnym kierunku. Pojazd jest trzykołowy, przy czym dwa koła nie mają możliwości skrętu. Jediną możliwością skrętu pojazdu w innym kierunku jest przyspieszenie oraz spowolnienie odpowiednich kół. Dodatkowo, trzecie koło porusza się

bezwładnie. Głównym założeniem funkcjonalnym pojazdu jest, aby po wpadnięciu w poślizg samodzielnie go wykrył na podstawie wbudowanych urządzeń pomiarowych, a następnie powrócił do pierwotnego kierunku jazdy. Dzięki dołączonemu modułowi Bluetooth możliwe będzie zdalne sterowanie pojazdem za pomocą smartfona z systemem Android.

3. CZĘŚĆ MECHANICZNA

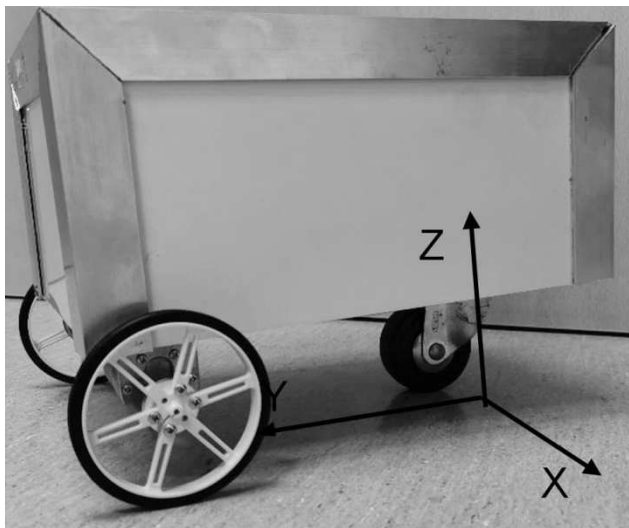
Pierwszym etapem realizacji części mechanicznej pojazdu było stworzenie projektu komputerowego – wizualizacji pojazdu. Do tego celu wykorzystano środowisko Inventor Professional 2020 [2].

Wymiary pojazdu wynoszą odpowiednio: długość – 300 mm, szerokość – 200 mm oraz wysokość 150 mm, natomiast waga konstrukcji to około 5000 g. Kolejnym aspektem będącym rozpatrywanym podczas planowania budowy pojazdu było rozważenie rodzaju napędu. Po przeprowadzeniu szeregu konsultacji oraz analizie dostępnych źródeł przyjęto, iż wykorzystane zostaną dwa silniki prądu stałego na linii przedniej osi, natomiast na tylnej linii przegubowe łożyskowane koło umieszczone centralnie. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwoliło na osiągnięcie bardzo dużych odchyłeń od trajektorii jazdy podczas poślizgu spowodowanego pchnięciem lub uderzeniem w przeszkodę.

Głównym elementem całej konstrukcji pojazdu jest prostopadłościenna klatka, do której spodu przytwierdzone są silniki na dedykowanych holderach oraz łożyskowane koło. Wspomnianą klatkę zbudowana ze stalowych profili o wymiarach 3x3 mm oraz 2x3 mm łączonych metodą spawania TIG (ang. Tungsten Inert Gas).

Do tak zbudowanej konstrukcji przymocowano holdery silników oraz koło. Ściany boczne oraz spód obito płytą warstwową, natomiast łączenia krawędzi wykonano za pomocą aluminiowych kątowników wykończeniowych. Ważnym aspektem w procesie projektowania oraz montowania elementów jezdnych było zachowanie właściwej geometrii, w celu zapewnienia pożądanego zachowania pojazdu. Do napędzania pojazdu wykorzystano dwa silniki prądu stałego marki Pololu z przekładnią 19:1. Taki zestaw zapewniał moc około 8 W. Silniki zamontowano na stałe, bez łożyska skrętnego. Zmiana

kierunku jazdy odbywać się może za pomocą różnicy prędkości obrotowej kół [3]. Pozostałe elementy, takie jak moduł sterujący, akumulator oraz inne komponenty przymocowano do podstawy pojazdu. Efekt końcowy przedstawia rys. 1.

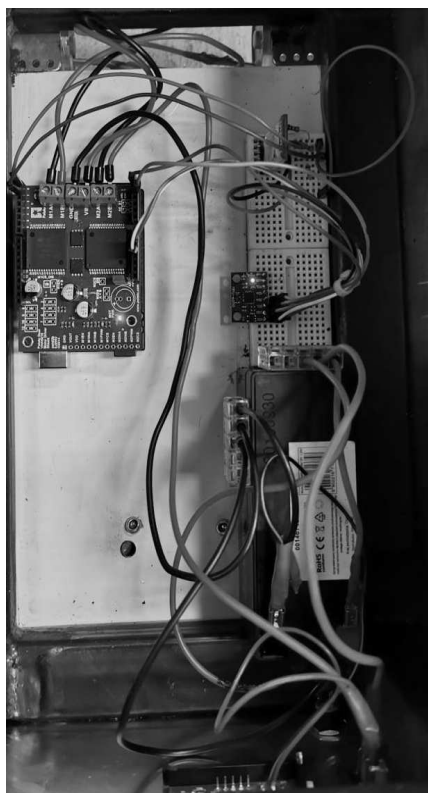


Rys. 1. Widok robota z boku

4. CZĘŚĆ ELEKTRONICZNA

Jednym z kluczowych aspektów pracy nad projektem układu elektronicznego (Rys. 2) pojazdu był odpowiedni dobór części wchodzących w jego skład. Pod uwagę brany był szereg kryteriów niezbędnych do spełnienia, między innymi:

- napięcie zasilania,
- protokół komunikacyjny,
- zakresy pomiarowe,
- liczba wejść i wyjść.



Rys. 2. Zdjęcie prototypu instalacji elektronicznej

Jednostką sterującą pojazdem jest płytką programowalna Arduino Uno Rev3 oparta na mikroprocesorze ATmega328 o taktowaniu 16MHz.

Do sterowania silnikami prądu stałego wykorzystano dedykowaną nakładkę dla Arduino, Pololu VNH5019. Pozwala ona na kontrolowanie pracy dwóch silników prądu stałego w zakresie napięć od 5,5 do 24 V. Posiada możliwość sterowania prędkością oraz kierunkiem obrotu pojedynczej jednostki napędowej.

W celu komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi zastosowano moduł Bluetooth HC-05 [4]. Wykorzystuje on komunikację szeregową UART.

W projekcie zastosowano 3-osiowy akcelerometr i żyroskop MPU-6050. Pozwala na wykonanie pomiarów prędkości oraz przyspieszenia kąowego w trzech osiach [5]. Posiada protokół komunikacyjny I2C, co ułatwia połączenie z jednostką sterującą.

Do zasilania całego układu wybrano akumulator kwasowo-ołowiowy o napięciu 12 V i pojemności 1,2 Ah.

Dodatkowo w pojeździe wykorzystano: woltomierz cyfrowy prądu stałego, gniazdo zasilające DC $\phi 5,5 \times 2,4$ mm, przełącznik on/off.

5. OPROGRAMOWANIE

Jednym z ważniejszych aspektów pojazdu jest oprogramowanie. Aby pojazd spełniał swoje zadanie, tj. wychodzenie z poślizgu oraz ustabilizowanie toru jazdy wymagany jest odpowiednio zaimplementowany algorytm. Całość oprogramowania wykonano na platformie Arduino.

W celu zapewnienia niezawodnego działania systemu należało zapewnić odpowiednią kondycję sygnału pomiarowego. Możliwe było to przy zastosowaniu algorytmów filtracyjnych. W projekcie zdecydowano się na użycie filtra Kalmana dla sygnału pomiarowego z czujnika MPU-6050. Filtr Kalmana stanowi bardzo przydatne narzędzie w wielu dziedzinach techniki. Wykorzystywany jest on między innymi w automatyce, robotyce oraz wszędzie tam, gdzie używane są pomiary rzeczywistego otoczenia [6]. Filtr Kalmana stanowi estymator stanu układu dynamicznego. Jest on implementowany głównie do eliminacji szumów występujących w sygnałach pomiarowych oraz również często do odtwarzania zmiennych stanu, niedostępnych bezpośrednio za pomocą pomiarów. Zastosowanie filtra Kalmana pozwoliło znacznie polepszyć jakość odczytów z urządzeń pomiarowych w taki sposób, aby nie były one obciążone szumami.

Aby zrealizować założone cele zaprojektowano układ regulacji. Odchylenie pojazdu od założonego kierunku jazdy może wynikać z wielu czynników. Mogą być to poślizgi, czy wytrącenia spowodowane siłami zewnętrznymi. Aby je wykryć zastosowano czujnik w postaci żyroskopu i akcelerometru obrotowego opartego na chipie MPU-6050 i wykorzystano z niego dane wychylenia kąowego w osi Z. Uzyskane z czujnika dane zostają przefiltrowane i trafiają wraz z wartością zadaną do algorytmu regulacji kierunkiem jazdy. Algorytm podzielono na kilka głównych części. Pierwszy podział wyróżnia małe zmiany odchylenia w granicach od -5° do 5° i duże odchylenia powyżej 5° oraz poniżej -5° . Drugi dzieli dane wejściowe ze względu na znak danych, te poniżej zera oznaczają ruch zgodny ze wskazówkami zegara, czyli poślizg w prawo, natomiast powyżej zera ruch przeciwny ruchowi wskazówek zegara

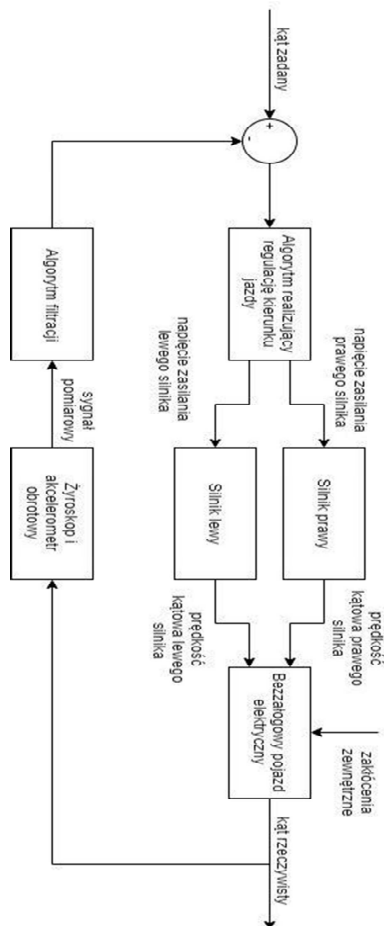
równoznaczny z poślizgiem w lewo. Aby skorygować odchylenie pojazdu w prawo należy odpowiednioysterować prawy silnik, analogicznie odchylenie w lewo koryguje się lewym silnikiem.

Schemat układu regulacji przedstawia rys. 3. W celu prawidłowego sterowania napędami zastosowano algorytmy regulatora PID dla każdego z przypadków, czyli regulatory dla niewielkich odchyień dla prawego silnika i lewego silnika oraz dla dużych odchyień zarówno dla prawego silnika, jak i dla lewego. Każdy z zestawów nastaw różni się od siebie, co bezpośrednio wynika z podziału algorytmu na dwa przedziały odchyień oraz na niewielkie różnice w wykonaniu prawego i lewego silnika. Nastawy regulatorów dobrano metodą doświadczalną. Wartości nastaw pokazano w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości nastaw regulatorów PID

Regulator PID	K_p	K_i	K_d
Prawy regulator dla kątów $-5^\circ < \text{kąt}$ oraz $\text{kąt} < 0^\circ$	3	0,01	0,18
Lewy regulator dla kątów $5^\circ > \text{kąt}$ oraz $\text{kąt} > 0^\circ$	2,7	0,01	0,18
Prawy regulator dla kątów $-5^\circ > \text{kąt}$	160	0,9	80
Lewy regulator dla kątów $5^\circ < \text{kąt}$	150,2	0,9	80

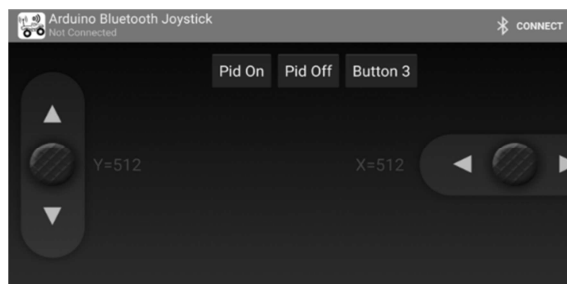
gdzie: K_p , K_i i K_d oznaczają wzmocnienia odpowiednio członów proporcjonalnego, całkującego i różniczkującego.



Rys. 3. Schemat układu regulacji

Dodatkowo zastosowano „strefę martwą” wynoszącą $0,15^\circ$ pozostawiając niewielką tolerancję błędu wynikającą między innymi z niedoskonałości urządzenia pomiarowego. Pozwala to na zmniejszenie oscylacji wokół wartości zadanej i wydłużenie żywotności urządzeń wykonawczych.

Do ręcznego kierowania pojazdem służy ogólnodostępna aplikacja Arduino Bluetooth Joystick (rys. 4), dedykowana urządzeniom z systemem Android. Aplikacja ta pozwala na sterowanie pojazdem w osi X i Y, przy użyciu Bluetooth. Dodatkowo w aplikacji zaimplementowano funkcję umożliwiającą włączanie oraz wyłączanie algorytmu regulacji kierunku jazdy. Poprzez połączenie Bluetooth z jednostką centralną, aplikacja przekazuje wartości aktualnego położenia joysticka dla osi X i Y.



Rys. 4. Interfejs aplikacji Arduino Bluetooth Joystick

6. BADANIA TESTOWE

Aby sprawdzić jakość algorytmu regulacji [7] wykonana została seria badań testowych. Zbadano przeregulowanie oraz czas regulacji. Dodatkowo sprawdzana była poprawność działania algorytmów sterowania. Wszystkie wykonane badania były badaniami ilościowymi.

Przeprowadzono testy na dwóch podłożach (linoleum, płyta kamienna). W przypadku każdego testu akumulator zasilający był w pełni naładowany. Pojazd po położeniu na wybranej powierzchni oraz włączeniu akumulatora rozpoczynał ruch. Po kilku sekundach jazdy pojazd został wyprowadzony z trajektorii jazdy poprzez uderzenie w ramę. Przetestowane zostały dwa zestawy nastaw dla wszystkich 4 regulatorów. W tabeli 2 porównano wartości przeregulowania.

Tabela 2. Porównanie przeregulowań

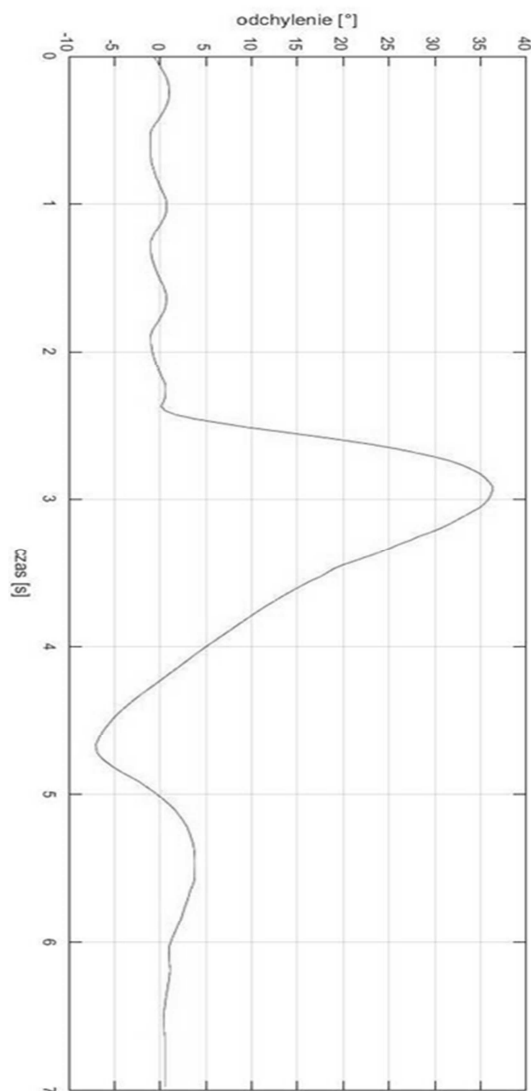
Test	Podłoże	Przeregulowanie [%]
Test pierwszy	linoleum	19
Test drugi	płyta kamienna	22,4
Test trzeci	linoleum	22,5

Nastawy regulatorów dla testu pierwszego i drugiego przedstawiono w tabeli 1. Do testu trzeciego wartości dla regulatora dla wąskiego zakresu to : $K_p = 3$, $K_i = 0,01$, $K_d = 0,18$, zaś wartości dla regulatora dla szerokiego zakresu to: $K_p = 160$, $K_i = 0,9$, $K_d = 80$.

Z tabeli 2 wynika, że najkorzystniejsze wyniki wystąpiły w pierwszym badaniu, w którym powierzchnią była wykładzina z linoleum. Można również zauważyć, że test przeprowadzony na płytach kamiennych ma podobne wyniki do badania przeprowadzonego przy takich samych zestawach nastaw dla obu grup regulatorów na wykładzinie wykonanej z linoleum. W tabeli 3 przedstawiono czas regulacji wraz z maksymalnymi odchyleniami od trajektorii jazdy. W przypadku trzeciego testu układ nie został wyregulowany z powodu śliskiego podłoża. Wykres uchybu dla pierwszego testu pokazano na rys. 5.

Tabela 3. Porównanie czasów regulacji

Test	Czas regulacji [s]	Odchylenie maksymalne [°]
Test pierwszy	3	36,3
Test drugi	2,1	49,9
Test trzeci	-	42,7



Rys. 5. Wykres uchybu dla pierwszego testu

7. ZAKOŃCZENIE

Celem artykułu było zaprezentowanie dedykowanego systemu kontroli oraz korekcji toru prostej jazdy bezzałogowego pojazdu elektrycznego. Założenia projektowe zostały spełnione, a przeprowadzone testy przygotowanego systemu potwierdzają poprawność jego działania. Ograniczenia sprzętowe oraz niedokładność czujników nie pozwoliły na osiągnięcie lepszych wyników.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Kim I. Y., Yang K. S., Baek J. J., Hwang S. H.: Development of Intelligent Electric Vehicle for Study of Unmanned Autonomous Driving Algorithm, School of Mechanical Engineering Sungkyunkwan University, Gyeonggi, Korea, 2013.
2. Noga B.: Inwentor. Podstawy projektowania, Helion, 2011.
3. Trojnecki M.: Modelowanie dynamiki mobilnych robotów kołowych, Oficyna Wydawnicza PIAP, Warszawa, 2013.
4. Dada E. G., Alkali A. H., Mshelia D. E., Zarma A. A.: Bluetooth Activated Robotic Car, „International Journal of Computer Engineering and Information Technology”, vol. 10, nr 8, 2018, s. 151-158.
5. Jaskot K., Babiarz A.: Układ inercyjny do pomiaru orientacji obiektów, „Przegląd Elektrotechniczny”, Vol. 86, Nr 11a, 2010, s. 323-333.
6. Welch G., Bishop G.: An Introduction to the Kalman Filter: Course 8, University of North Carolina at Chapel Hill – Department of Computer Science, 2006.
7. Jędrzykiewicz Z.: Teoria sterowania układów jednowymiarowych. Uczelniane Wydawnictwa Naukowe – Dydaktyczne AGH, Kraków, 2002.

AN UNMANNED WHEELED ELECTRIC VEHICLE FOR AUTOMATIC SKIDDING

Unmanned vehicles are used in many areas of the contemporary world. Autonomous vehicles together with control algorithms are the focus of many engineering teams. One of the most important aspects of road safety is to help prevent and recover from skidding in a dynamic environment. The paper presents the design and construction of an unmanned wheeled vehicle capable of automatic skidding. Then the vehicle was programmed and developed a mobile application for Android devices. At the end of the paper there were described tests of the developed vehicle.

Keywords: mechatronics, unmanned vehicle, control system, automatic skidding.

SKUTECZNOŚĆ NOWOCZESNYCH ALGORYTMÓW OPTIMALIZACJI CZERPIĄCYCH INSPIRACJĘ Z PROCESÓW NATURALNYCH

Zuzanna KLAWIKOWSKA¹, Bartosz PUCHALSKI²

Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki

1. e-mail: zklawikowska97@gmail.com

2. tel.: 58 347 23 57

e-mail: bartosz.puchalski@pg.edu.pl

Streszczenie: Ze względu na nieistnienie uniwersalnego algorytmu optymalizacji rozwiązującego wszystkie problemy naukowo-techniczne opracowywanie nowych i wydajniejszych obliczeniowo algorytmów optymalizacyjnych wciąż jest popularnym zadaniem. Przeglądając literaturę z dziedziny optymalizacji można zauważyć trend tworzenia „wymiślnych” algorytmów opartych na procesach naturalnych. W artykule sprawdzono skuteczność nowopowstałych algorytmów meta-heurystycznych zainspirowanych życiem owadów i zwierząt – czarnych wdów (algorytm BWO) oraz szarego wilka (algorytm GWO). Skuteczność działania wybranych algorytmów porównano z klasycznym algorytmem quasi-Newtonowskim BFGS oraz strategią ewolucyjną CMA-ES, które charakteryzują się solidnym uwarunkowaniem matematycznym. W celach porównawczych wykorzystano 3 wybrane funkcje testowe. W ramach badań sprawdzono również wpływ liczby zmiennych decyzyjnych na czas uzyskiwania rozwiązania.

Słowa kluczowe: optymalizacja, algorytmy optymalizacji, benchmark, meta-heurystyki.

1. WSTĘP

W dzisiejszych czasach nieodzownym elementem wykorzystywanym w nauce i technice są obliczenia oraz symulacje wspomagane komputerowo skupione w dziedzinie CSE (Computational Science and Engineering). Ze względu na gwałtowny postęp technologiczny, który powoduje współmierny przyrost zasobów i mocy obliczeniowej współczesnych komputerów oraz urządzeń cyfrowych, pręźnie rozwijające się badania w ramach dziedziny CSE nad nowymi algorytmami komputerowymi pozwalają na rozwiązanie złożonych problemów technicznych i naukowych, w tym także kompleksowych zadań optymalizacji. Nowoczesne algorytmy stają się na tyle skomplikowane, że przerastają możliwości obliczeniowe człowieka. W przypadku złożonych zadań optymalizacji właściwie jedynym wymaganiem jest znalezienie przez algorytm rozwiązania suboptymalnego, które pod względem jakościowo-czasowym będzie lepsze/szybsze od rozwiązania zaproponowanego przez człowieka.

W istocie osoba pracująca w obrębie ram i metod skupionych wokół dziedziny CSE (w domyśle naukowiec czy inżynier) w swojej codziennej działalności spotyka się z zadaniami optymalizacji praktycznie na każdym kroku. Kontakt ten sprowadza się do 1) wykorzystywania zewnętrznych bibliotek, które zawierają gotowe do użycia algorytmy lub 2) opracowywaniu własnych programów

i skryptów rozwiązujących dany problem. W obydwu przypadkach autorzy oprogramowania komputerowego najczęściej starają się implementować algorytmy zgodne z obecnym stanem wiedzy.

Po prześledzeniu światowych czasopism z dziedziny optymalizacji można zauważyć pewien niepokojący trend wśród algorytmów czerpiących inspirację z naturalnych procesów zachodzących w przyrodzie, a zwłaszcza biologicznych. Trend ten związany jest z powstawaniem nowych „wymiślnych” algorytmów optymalizacji, które zdaniem autorów są skuteczniejsze od innych konkurencyjnych. O ile generalnie taki stan stanowi postęp, to w niektórych przypadkach pomysłowość autorów jest wręcz zadziwiająca i może budzić wątpliwości [1]. W trendzie, o którym mowa można również zauważyć chęć autorów nowych publikacji do stworzenia uniwersalnego algorytmu pozwalającego na skuteczne rozwiązywanie dowolnego problemu optymalizacji.

W artykule wzięto pod uwagę dwa nowe algorytmy optymalizacji, które czerpią inspirację z procesów występujących w środowisku naturalnym. tj. algorytm Czarnej wdowy (BWO) [2] oraz algorytm Szarego wilka (GWO) [3]. Wymienione algorytmy należące do rodziny algorytmów meta-heurystycznych zostały porównane pod względem jakości rozwiązania oraz czasu obliczeń z klasycznym algorytmem quasi-Newtonowskim BFGS [4] oraz popularną strategią ewolucyjną CMA-ES [5].

2. OPIS ALGORYTMÓW

2.1. BFGS

Algorytm BFGS należy do rodziny algorytmów quasi-Newtonowskich i jest ich najbardziej popularnym przedstawicielem. Algorytmy z tej rodziny charakteryzują się tym, że wykorzystywana w nich macierz Hessego nie jest obliczana w sposób analityczny na podstawie drugich pochodnych cząstkowych funkcji celu, a jest aproksymowana na podstawie różnic skończonych przybliżeń gradientu funkcji celu. Quasi-Newtonowskie metody optymalizacji stanowią uogólnienie metody numerycznej Siecznych, która w tym wypadku jest wykorzystana do znalezienia pierwiastków pierwszej pochodnej funkcji celu, ale dla problemu wielowymiarowego. Algorytm metody BFGS dany jest w następującej postaci [4]:

- INICJALIZACJA: Określ punkt startowy metody x_0 , startową aproksymację odwrotności macierzy Hessego H_0 oraz tolerancję normy gradientu ϵ , ustaw krok metody $k \leftarrow 0$;
- Dopóki $\|\nabla f_k\| > \epsilon$ wykonuj:
 1. Określ kierunek poszukiwania minimum

$$p_k = -H_k \nabla f_k$$
 2. Ustaw $x_{k+1} = x_k + \alpha_k p_k$, gdzie długość kroku α_k jest wyznaczona spełniając warunki Wolfe'a
 3. Określ $s_k = x_{k+1} - x_k$ oraz $y_k = \nabla f_{k+1} - \nabla f_k$
 4. Wyznacz H_{k+1} na podstawie:

$$H_{k+1} = (I - \rho_k s_k y_k^T) H_k (I - \rho_k y_k s_k^T) + \rho_k s_k s_k^T$$
, gdzie $\rho_k = \frac{1}{y_k^T s_k}$
 5. Zwiększ krok $k \leftarrow k + 1$

W literaturze można spotkać dwa główne warianty metody BFGS, tj. L-BFGS oraz BFGS-B. Pierwszy wariant charakteryzuje się ograniczoną pamięcią, w której są przechowywane wektory gradientu, na podstawie których wyznaczana jest aproksymacja macierzy Hessego, natomiast drugi wariant obsługuje proste ograniczenia typu „box” na zmienne decyzyjne. W artykule została wykorzystana wersja połączona algorytmu, tj. L-BFGS-B.

2.2. CMA-ES

Algorytm CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation-Evolution Strategy) należy do rodziny algorytmów znanych pod nazwą Strategii Ewolucyjnych (ES). Algorytmy te najczęściej wykorzystywane są do optymalizacji funkcji celu, które charakteryzują się następującymi właściwościami: 1) informacja o gradientie nie jest dostępna, 2) ilorazy różnicowe funkcji są bezużyteczne, 3) w funkcji celu występują nieciągłości, 4) w funkcji celu występują wartości odstające (outlier) oraz jest ona zaszumiona, 5) funkcja celu jest wielomodalna. W takich warunkach, do znajdowania coraz to lepszych rozwiązań w czasie, algorytmy ES wykorzystują procesy stochastyczne. Algorytm CMA-ES opiera swoje działanie na losowaniu z wielowymiarowego rozkładu normalnego $\mathcal{N}(\mathbf{m}, \mathbf{C})$ potencjalnych rozwiązań oraz modyfikowaniu tego rozkładu w kolejnych iteracjach algorytmu w celu znalezienia rozwiązania optymalnego. Modyfikacje rozkładu normalnego w kolejnych iteracjach algorytmu polegają odpowiednio na: 1) aktualizacji wartości oczekiwanych rozkładu \mathbf{m} , 2) rekursywnych obliczeniach ścieżki ewolucji dla macierzy kowariancji rozkładu normalnego \mathbf{p}_C oraz długości kroku algorytmu \mathbf{p}_σ , 3) aktualizacji macierzy kowariancji \mathbf{C} oraz 4) aktualizacji długości kroku σ .

Ze względu na dużą złożoność algorytmu CMA-ES zostanie przedstawiona jego ogólna forma odpowiadająca poszukiwaniu minimum funkcji celu $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ wedle idei strategii ewolucyjnych:

- INICJALIZACJA: Zainicjalizuj parametry θ rozkładu prawdopodobieństwa, z którego będzie losowany wektor potencjalnego rozwiązania, ustaw wielkość populacji λ
- Dopóki nie jest spełniony warunek stopu wykonuj:
 1. Losuj wektory potencjalnego rozwiązania z rozkładu prawdopodobieństwa $P(\mathbf{x}|\theta) \rightarrow \mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_\lambda \in \mathbb{R}^n$
 2. Wyznacz wartości funkcji celu f na podstawie wektorów $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_\lambda$

3. Wykonaj aktualizację parametrów rozkładu prawdopodobieństwa na podstawie prawa F_θ

$$\theta \leftarrow F_\theta(\theta, \mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_\lambda, f(\mathbf{x}_1), \dots, f(\mathbf{x}_\lambda))$$

2.3. BWO

Black Widow Optimization (BWO) to algorytm meta-heurystyczny oparty na ewolucji naturalnej, inspirowany cyklem życia czarnych wdów.

Samice czarnych wdów spędzają większość swojego życia w jednym miejscu, tkając sieć. W trakcie godów, za pomocą feromonów, przyciągają samca do swojej sieci. Samiec zjadany jest w trakcie lub tuż po zapłodnieniu. Następnie samica składa jaja. Świeżo wyklute pająki zaczynają zjadać siebie nawzajem, dzięki czemu przeżywają tylko najsilniejsze osobniki. BWO przypomina klasyczny algorytm genetyczny. Występują w nim fazy inicjalizacji, selekcji, krzyżowania i mutacji. To co odróżnia te algorytmy to faza kanibalizmu.

Inicjalizacja polega na stworzeniu początkowej populacji pająków w postaci:

$$p_{początkowa} = \begin{bmatrix} \text{pająk}_1 \\ \text{pająk}_2 \\ \vdots \\ \text{pająk}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N_{var}} \\ x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2N_{var}} \\ \vdots \\ x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nN_{var}} \end{bmatrix} \quad (1)$$

gdzie: x_{ij} – zmienne decyzyjne, których wartości reprezentowane są przez liczby zmiennie-przecinkowe, n – liczebność początkowej populacji, N_{var} – liczba zmiennych decyzyjnych.

Tworzona w ten sposób populacja stanowi populację rodzicielską dla pierwszego pokolenia. W fazie selekcji w sposób losowy wybierane jest k par rodziców. Krzyżowanie polega na stworzeniu potomstwa zgodnie ze wzorem 2.

$$\begin{cases} \text{potomek}_1 = \alpha \times \text{rodzic}_1 + (1 - \alpha) \times \text{rodzic}_2 \\ \text{potomek}_2 = \alpha \times \text{rodzic}_2 + (1 - \alpha) \times \text{rodzic}_1 \end{cases} \quad (2)$$

gdzie: α – losowy parametr.

Proces krzyżowania powtarzany jest $N_{var}/2$ razy, w związku z czym otrzymywane jest N_{var} nowych osobników z jednej pary.

Można rozróżnić dwa rodzaje kanibalizmu – partnerski oraz pomiędzy rodzeństwem. Partnerski polega na usunięciu słabszego z rodziców – samca. Kanibalizm pomiędzy rodzeństwem polega na pozostawieniu najlepiej przystosowanych j potomków i usunięciu pozostałych. Przystosowanie poszczególnych osobników określone jest przez odpowiadającą im wartość funkcji celu – im wartość wyższa, tym osobnik lepiej przystosowany. W ten sposób w dalszym etapie brane są pod uwagę tylko najlepsze osobniki. Faza krzyżowania i kanibalizmu powtarzana jest dla wszystkich par.

Mutacja polega na losowym wybraniu m liczby nowopowstałych osobników, a następnie zamianie dwóch losowych elementów danego osobnika.

Nową populację stanowią osobniki, które nie zostały usunięte w fazie kanibalizmu, a proces rozpoczyna się od nowa, aż do spełnienia warunku stopu.

Algorytm BWO dzięki tworzeniu dużej liczby nowych potomków i usuwaniu najsłabszych pozwala zachować

balans pomiędzy przeszukiwaniem rozległego obszaru rozwiązań, a zbieżnością rozwiązania do optimum w znalezionych obszarach.

2.4. GWO

Grey Wolf Optimizer (GWO) to kolejny algorytm meta-heurystyczny inspirowany życiem zwierząt, a dokładniej skłonnościami stadnymi i terytorialnymi gatunku szarego wilka. Wilk szary żyje w ściśle hierarchicznych watachach, gdzie osobnik alfa dominuje nad osobnikiem beta, a ten nad delta. Na samym końcu hierarchii znajdują się osobniki omega. Wilki przejawiają zachowania społeczne. Przykładem takiego zachowania jest wspólne polowanie, które dzieli się na tropienie zwierzyny, ściganie i jej okrażanie, aż ta przestanie się ruszać oraz atak na zdobycz. To właśnie technika polowania oraz hierarchia watahy wilków stanowiła inspirację dla algorytmu GWO.

Modelowanie hierarchii w algorytmie GWO polega na oznaczeniu kolejnych trzech najlepszych rozwiązań jako odpowiednio alfa, beta i delta. Pozostałe rozwiązania określane są jako omega.

Polowanie, czyli proces optymalizacji przeprowadzony jest przez alfę, betę i deltę. Osobniki omega podążają za tymi trzema wilkami. Proces ten można podzielić na trzy etapy: okrażanie zwierzyny, atakowanie zwierzyny (eksploatacja) oraz tropienie zwierzyny (eksploracja).

Model opisany wzorami 3 i 4 przedstawia matematyczną interpretację okrażania zwierzyny

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}_p(k) - \vec{X}(k)| \quad (3)$$

$$\vec{X}(k+1) = \vec{X}_p(k) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (4)$$

gdzie: k – aktualna iteracja, \vec{A} i \vec{C} – wektory współczynników, \vec{X}_p – wektor pozycji ofiary, \vec{X} – wektor pozycji wilka.

Wektory \vec{A} i \vec{C} obliczane są zgodnie z wzorem 5 i 6.

$$\vec{A} = 2\vec{a} \cdot \vec{r}_1 - \vec{a} \quad (5)$$

$$\vec{C} = 2 \cdot \vec{r}_2 \quad (6)$$

gdzie: elementy \vec{a} są liniowo zmniejszane od 2 do 0 podczas przebiegu iteracji, \vec{r}_1 i \vec{r}_2 – losowe wektory, których elementy zawierają się w zbiorze (0; 1).

W abstrakcyjnej przestrzeni poszukiwań nie wiadomo, gdzie znajduje się ofiara (optimum). W celu zasymulowania polowania przez wilki zakłada się, że alfa (najlepsze potencjalne rozwiązanie), beta i delta posiadają największą wiedzę na temat lokalizacji ofiary. Na podstawie lokalizacji trzech najlepszych osobników reszta wilków (omegi) aktualizują swoje pozycje, zgodnie z równaniami 7-13

$$\vec{D}_\alpha = |\vec{C}_1 \cdot \vec{X}_\alpha(k) - \vec{X}(k)| \quad (7)$$

$$\vec{D}_\beta = |\vec{C}_2 \cdot \vec{X}_\beta(k) - \vec{X}(k)| \quad (8)$$

$$\vec{D}_\delta = |\vec{C}_3 \cdot \vec{X}_\delta(k) - \vec{X}(k)| \quad (9)$$

$$\vec{X}_1(k) = \vec{X}_\alpha(k) - \vec{A}_1 \cdot \vec{D}_\alpha \quad (10)$$

$$\vec{X}_2(k) = \vec{X}_\beta(k) - \vec{A}_2 \cdot \vec{D}_\beta \quad (11)$$

$$\vec{X}_3(k) = \vec{X}_\delta(k) - \vec{A}_3 \cdot \vec{D}_\delta \quad (12)$$

$$\vec{X}(k+1) = \frac{\vec{X}_1(k) + \vec{X}_2(k) + \vec{X}_3(k)}{3} \quad (13)$$

Można zauważyć, że alfa, beta i delta szacują pozycję ofiary, a inne wilki losowo aktualizują swoje pozycje wokół niej.

W naturze wilki szare atakują ofiarę, dopóki ta nie przestanie się ruszać. W celu matematycznego zamodelowania zbliżania się do ofiary zmniejszana jest wartość \vec{a} . Wektor \vec{A} zawiera losowe wartości z zakresu $\langle -a; a \rangle$. Jeżeli $|A| < 1$ to wilki atakują w kierunku zwierzyny, w przeciwnym wypadku oddalają się od niej i mogą znaleźć rozwiązanie lepsze od aktualnego.

Wektor \vec{C} zawierający losowe wartości z zakresu $\langle 0; 2 \rangle$ wprowadza wagi dla ofiary w celu losowego zwiększenia ($C > 1$) lub zmniejszenia ($C < 1$) wpływu zdobyczy na zdefiniowanie odległości. Dzięki wprowadzeniu losowego współczynnika wzmocniona zostaje eksploracja oraz wychodzenie z lokalnych optimum.

Podsumowując, proces poszukiwań rozpoczyna się od inicjalizacji losowej populacji wilków szarych (potencjalnych rozwiązań). W trakcie działania algorytmu wilki alfa, beta i delta szacują pozycję ofiary (optimum). Pozostałe wilki aktualizują swoją odległość od ofiary. Parametr a jest zmniejszany od 2 do 0 wpływając na wektor \vec{A} . Gdy $|A| > 1$ wilki rozbiegają się. Zbiegają się w kierunku ofiary, gdy $|A| < 1$. Algorytm GWO kończy się, gdy zostanie spełnione kryterium stopu.

3. PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI ALGORYTMÓW

3.1. Metoda porównawcza

Zbadano przedstawione algorytmy optymalizacyjne z użyciem trzech funkcji testowych dla różnej liczby zmiennych decyzyjnych. Pierwszą funkcją testową jest funkcja Rastrigina (Rast), opisana wzorem 14. Posiada ona minimum globalne $f(x) = 0$ dla $x = 0$. Typowo do poszukiwania minimum nakłada się ograniczenia na zmienne decyzyjne wynoszące $x_i \in \langle -5, 12; 5, 12 \rangle$.

$$f(x) = An + \sum_{i=1}^n [x_i^2 - A \cos(2\pi x_i)] \quad (14)$$

gdzie: $A = 10$, n – liczba zmiennych decyzyjnych, x_i zmienne decyzyjne.

Kolejną wykorzystaną funkcją jest funkcja sferyczna (Sphere) opisana wzorem 15, posiadająca minimum globalne $f(x) = 0$ dla $x = 0$.

$$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad (15)$$

gdzie: n – liczba zmiennych decyzyjnych, x_i – zmienne decyzyjne.

Jako trzecią funkcję wykorzystano funkcję Rosenbrocka (Rosen) opisaną za pomocą wzoru 16.

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n-1} [100(x_{i+1} - x_i)^2 + (1 - x_i)^2] \quad (16)$$

gdzie: n – liczba zmiennych decyzyjnych, x_i – zmienne decyzyjne

Tak zdefiniowana funkcja posiada minimum globalne $f(\mathbf{x}) = 0$ dla $\mathbf{x} = \mathbf{J}_{1,n}$, gdzie $\mathbf{J}_{1,n}$ oznacza wektor wierszowy wypełniony jedynkami o rozmiarach $1 \times n$.

Tablica 1. Zestawienie uzyskanych optimum

	BFGS	CMA-ES	BWO	GWO	BFGS	CMA-ES	BWO	GWO	BFGS	CMA-ES	BWO	GWO
n	2				10				20			
Sphere	0	0	0	0	1.21E-11	2.59E-15	3.14E-09	0	0	1.61E-14	3.88E-06	0
Rast	4.26E-14	15.10	0	0	5.68E-14	4.97	2.69E-03	0	2.84E-14	378.00	2.84E-14	3.55
Rosen	1.27E-11	3.85E-17	7.50E-03	9.76E-07	2.01E-10	1.11E-14	8.43	6.2354	2.15E-09	3.98	1265.38	16.18

Można zauważyć, że algorytmy prawidłowo przybliżają znane minima poza 9 przypadkami (CMA-ES – 2 @ Rast, CMA-ES – 10 @ Rast, BWO – 10 @ Rosen, GWO – 10 @ Rosen, CMA-ES – 20 @ Rast, CMA-ES – 20 @ Rosen, BWO – 20 @ Rosen, GWO – 20 @ Rast, GWO – 20 @ Rosen).

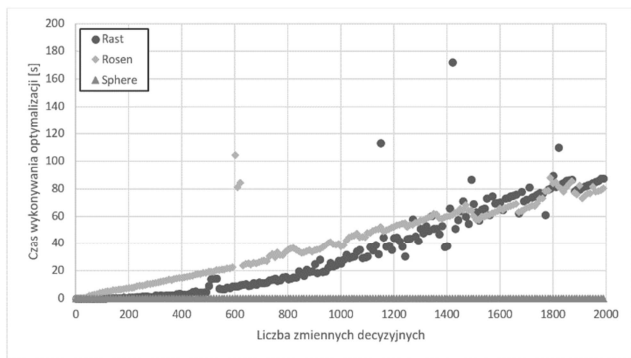
W kontekście wyników zamieszczonych w Tablicy 1 można zauważyć, że algorytm BFGS odnalazł poprawnie minimum dla wszystkich badanych funkcji. Algorytm CMA-ES okazał się nieskuteczny dla wielomodalnej funkcji Rastrigina. Algorytmy BWO oraz GWO okazały się nieskuteczne dla funkcji Rosenbrocka dla $n=10$ oraz $n=20$.

W tablicy 2 przedstawiono znaczące parametry dla poszczególnych algorytmów optymalizacji. Parametry nieujęte w tablicy 2 przyjmują wartości domyślne dostępne w dokumentacji dla: L-BFGS-B [6], CMA-ES [7], BWO [8], GWO [9].

Tablica 2. Parametry algorytmów optymalizacyjnych

CMA-ES		BWO		GWO	
Sigma	1	Liczebność populacji	60	Liczebność populacji	30
		Maksymalna liczba iteracji	500	Maksymalna liczba iteracji	500

Sprawdzono w jaki sposób zmienia się czas obliczeń algorytmów wraz ze wzrostem liczby zmiennych decyzyjnych. Na rysunku 1 przedstawiono tę zależność dla algorytmu BFGS. Czas wykonywania tego algorytmu wydłuża się najbardziej dla funkcji Rosenbrocka, a najmniej dla najprostszej z wykorzystywanych funkcji, czyli sferycznej. Widać również, że w miarę zwiększania liczby zmiennych decyzyjnych czas wykonywania obliczeń wzrasta w przybliżeniu liniowo. Algorytm L-BFGS charakteryzuje się złożonością czasową typu $\mathcal{O}(n \cdot m)$ [10].

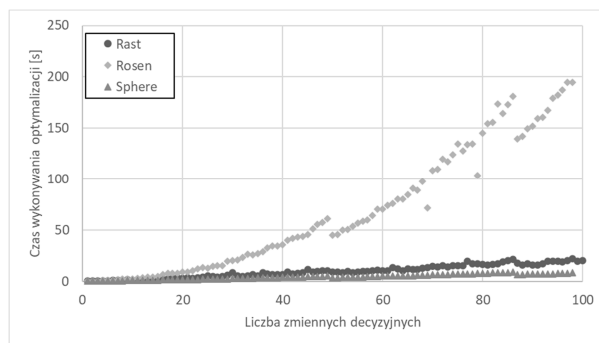


Rys. 1. Zależność czasu obliczeń od liczby zmiennych decyzyjnych dla algorytmu BFGS

3.2. Przedstawienie wyników

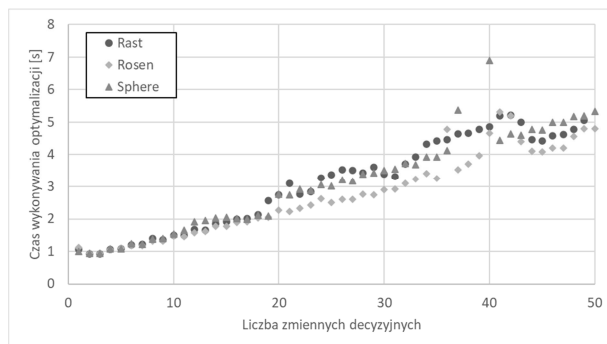
W tablicy 1 zestawiono uzyskane minima badanych funkcji przez zbadane algorytmy optymalizacji.

Rysunek 2 przedstawia omówione zależności dla algorytmu CMA-ES. Ponownie tempo wzrostu czasu obliczeń jest największe dla funkcji Rosenbrocka, a najmniejsze dla funkcji sferycznej. W tym wypadku widać kwadratowy wzrost czasu obliczeń wraz ze zwiększaniem się liczby zmiennych decyzyjnych. Algorytm CMS-ES charakteryzuje się złożonością czasową typu $\mathcal{O}(n^2)$ [11].

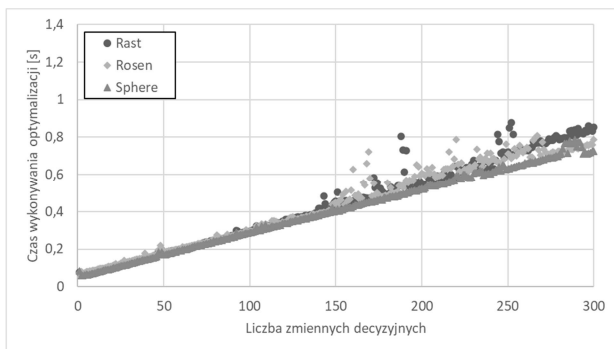


Rys. 2. Zależność czasu obliczeń od liczby zmiennych decyzyjnych dla algorytmu CMA-ES

Wykresy uzyskane z wykorzystaniem algorytmu BWO i GWO przedstawiono odpowiednio na rysunku 3 i 4. Warto zauważyć, że na obydwóch wykresach czasy obliczeń dla różnych funkcji są względnie porównywalne z algorytmem BFGS. Z rysunków 3 i 4 również można wywnioskować, że dla danego zakresu zmian liczby zmiennych decyzyjnych wzrost czasu obliczeń jest w przybliżeniu liniowy, co świadczy o zbliżonej złożoności czasowej tych algorytmów.



Rys. 3. Zależność czasu obliczeń od liczby zmiennych decyzyjnych dla algorytmu BWO



Rys. 4. Zależność czasu obliczeń od liczby zmiennych decyzyjnych dla algorytmu GWO

Algorytm CMA-ES w porównaniu z resztą algorytmów najczęściej nie znajdował oczekiwanego optimum zwłaszcza dla funkcji Rastrigina. Co więcej charakteryzował się najdłuższymi czasami wykonywania algorytmu. Algorytm BFGS dla każdego przypadku znalazł oczekiwane optimum, jednak czas wykonywania obliczeń dla funkcji Rosenbrocka znacząco wzrasta wraz z zwiększającą się liczbą zmiennych decyzyjnych. Algorytmy BWO i GWO nie zawsze znajdowały oczekiwane optimum. Algorytmy te okazały się nieskuteczne dla funkcji Rosenbrocka dla przypadków, w których liczba zmiennych decyzyjnych przekraczała 10.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

W niniejszym artykule przedstawiono cztery algorytmy optymalizacyjne i porównano je pod względem skuteczności jakościowej wyznaczania optimum dla trzech wybranych funkcji testowych. Sprawdzone również w jaki sposób zmieniła się czas wykonywania obliczeń w zależności od liczby zmiennych decyzyjnych. Pokazano, że algorytmy oparte na procesach naturalnych, tj. BWO i GWO w większości przypadków sprawdziły się lepiej od strategii ewolucyjnej CMA-ES i gorzej od klasycznego algorytmu quasi-Newtonowskiego BFGS. Pomimo w przybliżeniu kwadratowej złożoności czasowej algorytm BFGS odszukał minimum dla każdego badanego przypadku (tablica 1). Badane algorytmy meta-heurystyczne pomimo, korzystniejszej złożoności czasowej, nie były w stanie znaleźć optimum badanych funkcji dla każdego przypadku wyszczególnionego w tablicy 1.

Celem artykułu było zwrócenie uwagi na wschodzący problem nagminnego tworzenia algorytmów optymalizacji, które czerpią inspirację z różnych zjawisk występujących w przyrodzie, przez co pozornie mogą wydawać się innowacyjne i skuteczne, lecz w gruncie rzeczy nadają się do ograniczonej klasy problemów optymalizacji oraz w istocie są kolejnym klonem dobrze znanych algorytmów genetycznych ze zmienioną nomenklaturą oraz operatorami. Można stwierdzić, że dziedzina nauki związana z algorytmami optymalizacji jest w pewnym sensie niepotrzebnie zalewana algorytmami, które kopiują dobrze znane metody zmyślnie ubrane w nowe ramy przez co

faktycznie tłumią prawdziwy naukowy rozwój metod opartych o meta-heurystyki.

Należy pamiętać, że algorytm optymalizacyjny należy dobrać odpowiednio do rozwiązywanego problemu. Proces doboru należy poprzedzić analizą właściwości danego zadania w celu ich wykorzystania w kontekście doboru czy projektu algorytmu optymalizacji. Z jednej strony ślepe podążanie za obecnie obserwowanym trendem związanym z wykorzystaniem algorytmów opartych na procesach naturalnych może prowadzić do nieadekwatnego ich użycia w stosunku do postawionego problemu. Klasyczne algorytmy optymalizacji, np. te bazujące na gradiencie czy macierzy Hessego w pewnych warunkach generują bardziej zadowalające rezultaty. Z drugiej strony nie należy podchodzić zbyt sceptycznie do powstawania nowych algorytmów meta-heurystycznych, gdyż w znacznym stopniu przyczyniają się one do rozwoju metod optymalizacji, a uzyskiwane przez nie wyniki potrafią być ostatnią deską ratunku tam, gdzie klasyczne metody są nieskuteczne lub nie można ich zastosować.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Sörensen K.: Metaheuristics—the metaphor exposed. *International Transactions, Operational Research*, Nr 22 (1), 2015, s. 3-18.
2. Hayyolalam V., Kazem, A. A. P.: Black widow optimization algorithm: A novel meta-heuristic approach for solving engineering optimization problems, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Nr 87, 2020, s.103249.
3. Mirjalili S., Mirjalili S. M., Lewis A.: Grey wolf optimizer, *Advances in engineering software*, Nr 69, 2014, s. 46-61.
4. Nocedal, J., Wright, S. J.: *Numerical Optimization* (2nd ed.), Springer, Berlin, New York 2006.
5. Hansen N.: *The CMA evolution strategy: a comparing review*, Towards a new evolutionary computation, Springer, Berlin, Heidelberg, 2006, s. 75-102.
6. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.minimize-lbfgsb.html>, [Dostęp: 16.09.2020].
7. http://cma.gforge.inria.fr/apidocs-pycma/cma.evolution_strategy.html#fmin, [Dostęp: 16.09.2020].
8. <https://github.com/hayyolalam/H1m>, [Dostęp: 16.09.2020].
9. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/44974-grey-wolf-optimizer-gwo>, [Dostęp: 16.09.2020].
10. Saputro, D. R. S., Widyaningsih, P.: limited memory Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (L-BFGS) method for the parameter estimation on geographically weighted ordinal logistic regression model (GWOLR), *AIP Conference Proceedings*, Nr 1868 (1), 2017, s. 40009.
11. Hansen, N., Müller, S. D., Koumoutsakos, P.: Reducing the time complexity of the derandomized evolution strategy with covariance matrix adaptation (CMA-ES), *Evolutionary computation*, Nr 11 (1), 2003, s.1-18.

THE EFFECTIVENESS OF MODERN OPTIMIZATION ALGORITHMS INSPIRED BY NATURAL PROCESSES

Due to the lack of a universal optimization algorithm which solves all scientific and technical problems, developing new and more computationally efficient optimization algorithms is still a popular challenge. Reviewing the literature on optimization there is a trend to create "fancy" algorithms based on natural processes. The article examines the effectiveness of

newly developed meta-heuristic algorithms inspired by insects and animals - black widows (BWO algorithm) and grey wolf (GWO algorithm). The effectiveness of the selected algorithms was compared with the classical quasi-Newtonian BFGS algorithm and the evolutionary strategy CMA-ES, which are characterized by a solid mathematical background. Three selected benchmark functions were used for comparison purposes. The study also included a test of the influence of the number of design variables on the time complexity.

Keywords: optimization, optimization algorithms, benchmark, meta-heuristics.

PLATFORMA MOODLE WSPOMAGANA SYSTEMEM ALGEBRY KOMPUTEROWEJ

Magdalena KUCHARSKA¹, Monika PERL²

1. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Studium Matematyki
tel.: 91 449 48 26 e-mail: mkucharska@zut.edu.pl
2. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Studium Matematyki,
tel.: 91 449 48 16 e-mail: mperl@zut.edu.pl

Streszczenie: Niniejszy artykuł poświęcony jest możliwościom tworzenia randomizowanych zadań matematycznych, jakie daje zastosowanie systemu algebry komputerowej STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel). Przedstawione są w nim przykłady takich zadań, na bazie których autorki tego artykułu stworzyły na uczelnianej platformie Moodle kurs „Matematyka” dla wszystkich studentów pierwszego roku Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. W czasach pandemii wirusa SARS-CoV-2 okazał się on nieocenionym następcą tradycyjnych zbiorów zadań. System STACK umożliwia bowiem przekazanie studentowi pełnego rozwiązania wylosowanej przez niego wersji zadania, pobieranie wprowadzonego rozwiązania i dostosowanie do niego odpowiedzi zwrotnej. Daje zatem możliwość przeprowadzania bieżącej kontroli efektów kształcenia oraz rzetelnych egzaminów zdalnych kończących daną formę zajęć.

Słowa kluczowe: e-learning, platforma Moodle, STACK, system algebry komputerowej.

1. WPROWADZENIE

W dzisiejszych czasach, w których z powodu pandemii wirusa SARS-CoV-2 zostaliśmy zmuszeni do korzystania niemal wyłącznie z formy kształcenia na odległość, e-learning jest podstawą edukacji wyższej. Uczelnie na całym świecie wykorzystują różnego rodzaju platformy edukacyjne, tworząc kursy wspomagające nauczanie zdalne. Podstawową zaletą e-learningu jest możliwość uczenia się tego, co jest nam w danej chwili potrzebne, w dowolnym miejscu, czasie i tempie dostosowanym do naszych możliwości. Jest to szczególnie ważne w nauczaniu matematyki, z którą spora część społeczeństwa ma mniejsze lub większe problemy. Nieodzowną częścią procesu kształcenia jest więc praca własna studentów, do której potrzebne są odpowiednie zbiory zadań. Najbardziej popularne zadania testowe jednokrotnego a nawet wielokrotnego wyboru nie zawsze są najlepszą formą dla przedmiotów ścisłych. Stosując testy wyboru, mamy także ograniczone możliwości odpowiedzi zwrotnych i nie jesteśmy w stanie uwzględnić w nich wszystkich typowych błędów, ani zweryfikować sposobu rozwiązania zadania przez studenta. Przy zadaniach testowych student zazwyczaj nie uczy się sposobów rozwiązania danego problemu, tylko próbuje dopasować podane rozwiązania do warunków zadania. W przypadku zadań o treści „Rozwiąż zadane równanie” student często nie rozwiązuje równania tylko sprawdza, które z podanych rozwiązań spełnia je. Podobnie w zadaniach o treści „Oblicz zadaną całkę nieoznaczoną”

student nie zawsze zastanawia się, jaką metodę całkowania należy zastosować, tylko stosuje operację odwrotną i liczy pochodną podanych rozwiązań, porównując ją z funkcją podcałkową. Warto więc zwrócić uwagę na możliwości wykorzystania systemów algebry komputerowej do tworzenia zadań otwartych, w których student musi samodzielnie rozwiązać problem i podać jego rozwiązanie. Weryfikacja efektów kształcenia przy zastosowaniu takich zadań wydaje się być bardziej rzetelna niż w przypadku zadań testowych [1].

2. SYSTEM STACK

STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) jest narzędziem do automatycznej oceny odpowiedzi wprowadzanych przez studentów w zadaniach otwartych opartym na systemie algebry komputerowej Maxima [2]. Został on utworzony przez Chrisa Sangwina (University of Edinburgh) i jest używany oraz rozwijany na uczelniach wyższych w wielu krajach, np. Aalto University (Finlandia), Open University (UK) [3]. Powstał nawet międzynarodowy projekt Abacus skupiający dużą grupę użytkowników platform edukacyjnych, którego celem jest ułatwienie stosowania oceny wspomaganą komputerowo w szkolnictwie wyższym. W ramach tego projektu powstaje baza pytań realizowanych głównie przy użyciu systemu STACK [4]. System ten zapewnia bowiem typ pytań otwartych stosowanych na platformach edukacyjnych Moodle i ILIAS. Podjęto już pierwsze próby zaimplementowanie go także na kursach typu MOOC [5]. Dzięki niemu studenci mogą wpisać własne rozwiązanie zadania w postaci wyrażenia matematycznego i nie są ograniczeni do zadań testowych wielokrotnego wyboru, co daje większe możliwości oceny formatywnej ich pracy własnej. Zaletą pytań typu STACK jest również wyeliminowanie możliwości plagiatu wśród studentów, ponieważ zadania tego typu są generowane losowo. Każdy student otrzymuje więc zadanie o podobnej treści, ale z innymi danymi. Odpowiedzi zwrotne i odpowiedź ogólna jest wówczas dostosowywana do danego wariantu zadania. Nie ma wobec tego konieczności tworzenia wielu podobnych zadań, co ułatwia i skraca czas tworzenia kursu przez wykładowcę. Istnieje także możliwość zaprojektowania zadania w różny sposób i wybrania odpowiedniego do danego zadania sposobu wprowadzania odpowiedzi. Niektórzy twierdzą jednak, że wprowadzanie wyrażen matematyczny w odpowiedziach do zadań jest

bardzo skomplikowane. Rzeczywiście, jak każdy system algebry komputerowej także Maxima ma swoje zadeklarowane składnie, które należy stosować. Jednak można napisać wskazówki w poszczególnych zadaniach, które przypomną studentom odpowiednią składnię wymaganą przy wpisywaniu danego rodzaju odpowiedzi. W dalszej części artykułu przedstawione zostaną przykładowe zadania systemu STACK utworzone przez autorki na platformie Moodle Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

2.1. Losowe generowanie wersji pytań

Dzięki zastosowaniu systemu STACK można utworzyć znaczną liczbę wersji jednego zadania. Wystarczy ustalić odpowiedni zakres parametrów używanych w danym zadaniu, przy czym parametrami nie muszą być wyłącznie liczby. Istnieje bowiem możliwość zadeklarowania losowania różnych obiektów, na podstawie których tworzona jest treść zadania. Na rysunku 1 przedstawione są przykładowe dwie wersje jednego zadania, w którym losowo dobierane są funkcje składowe. W treści zadania widoczne jest już ich złożenie stanowiące funkcję, której pochodną student ma obliczyć.

Obliczyć pochodną funkcji

$$y = -\text{ctg}(2 \cdot x^2 + x + 5)$$

W razie potrzeby użyj wyłącznie nawiasów okrągłych i odpowiednich symboli: * (mnożenie), / (dzielenie), ^ (potęga), sqrt(x) (√x), tan(x) (tg x), cot(x) (ctg x), atan(x) (arctg x), asin(x) (arcsin x), acos(x) (arccos x). Szczegóły w instrukcji użytkownika.

y' =

Obliczyć pochodną funkcji

$$y = \text{tg}(\sqrt{x})$$

W razie potrzeby użyj wyłącznie nawiasów okrągłych i odpowiednich symboli: * (mnożenie), / (dzielenie), ^ (potęga), sqrt(x) (√x), tan(x) (tg x), cot(x) (ctg x), atan(x) (arctg x), asin(x) (arcsin x), acos(x) (arccos x). Szczegóły w instrukcji użytkownika.

y' =

Rys. 1. Różne warianty jednego zadania

Stosując system STACK, autor zadania ma także możliwość przeglądu wszystkich wygenerowanych losowo wersji i ewentualnego ich ograniczenia do pożądaných przypadków. W ten sposób można również wykluczyć przypadki o zbyt skomplikowanych rachunkach. Pozwala to także na usunięcie zestawu parametrów, dla którego utworzone zadanie traci matematyczny sens lub prowadzi do sprzeczności.

2.2. Szczegółowa informacja zwrotna

Systemowa informacja zwrotna platformy Moodle „Odpowiedź nieprawidłowa” nie wskazuje studentowi, w którym miejscu popełnił błąd, rozwiązując dane zadanie. Aby przekazać studentowi bardziej szczegółowe informacje, autor zadania może zaprojektować całą ścieżkę sprawdzania odpowiedzi. Oczywiście nie jest on w stanie przewidzieć wszystkich błędów, ale z doświadczenia wykładowca wie, jakie błędy najczęściej popełniają studenci w danego typu zadaniach, i może je uwzględnić, tworząc szczegółowe informacje zwrotne. System STACK pozwala dodatkowo na dostosowanie takich informacji do wylosowanej przez studenta wersji zadania. Co więcej, informację taką autor pytania może zaprojektować przy użyciu odpowiedzi wpisanej przez studenta. Na rysunku 2 znajduje się właśnie taka forma informacji zwrotnej, w której oprócz systemowej informacji „Odpowiedź nieprawidłowa” mamy dodatkowe

informacje wygenerowane na podstawie wpisanej w okienko odpowiedzi studenta.

Podaj wartość parametru $p \in \mathbb{N}$, dla którego granica ciągu

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{8 \cdot n^{p+3} - 3 \cdot n^2 + 7}{-2 \cdot n^{2p} + 7 \cdot n^3 + 4}$$

będzie właściwa i różna od 0.

p =

Ostatnia odpowiedź została zinterpretowana jako:

2

✘ Odpowiedź nieprawidłowa.

Dla $p = 2$ granica jest właściwa, ale **nie** jest różna od 0, ponieważ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{8 \cdot n^4 - 3 \cdot n^2 + 7}{-2 \cdot n^5 + 7 \cdot n^3 + 4} \stackrel{\left[\frac{\infty}{-\infty} \right]}{=} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\cancel{n^4} \left(\frac{8}{n} - \frac{3}{n^3} + \frac{7}{n^4} \right)}{\cancel{n^5} \left(-2 + \frac{7}{n^2} + \frac{4}{n^3} \right)} = \left[\frac{0}{-2} \right] = 0$$

Pamiętaj, że granica ilorazu wielomianów jest właściwa i różna od zera tylko wtedy, gdy stopnie tych wielomianów są takie same.

Rys. 2. Szczegółowa informacja zwrotna wykorzystująca odpowiedź studenta

W ten sposób sformułowana informacja zwrotna pokazuje studentowi, dlaczego jego odpowiedź jest nieprawidłowa oraz podpowiada, z czego powinien skorzystać, aby poprawnie rozwiązać to zadanie.

2.3. Ogólna informacja zwrotna

Tekst umieszczony w polu przeznaczonym na ogólną informację zwrotną danego pytania na platformie Moodle jest dostępny dla studenta po zakończeniu całego testu. W przypadku zadań matematycznych może to być pełne rozwiązanie danego zadania, dzięki któremu student może prześledzić i porównać z własnym krok po kroku sposób rozwiązania danego zadania zaproponowany przez autora. W pytaniach typu STACK jest możliwość dostosowania tej informacji do wylosowanej wersji zadania. Dotyczy to zarówno wykorzystania odpowiednich parametrów, jak i związanych z nimi własności. Na rysunku 3 rozwiązanie zadania zawiera wygenerowane losowo równanie zespolone oraz zależny od jego postaci sposób rozwiązania.

W dziedzinie zespolonej rozwiąż równanie

$$z^2 + 10 \cdot i \cdot z - 24 = 0$$

W razie potrzeby użyj wyłącznie nawiasów okrągłych i odpowiednich symboli: * (mnożenie), / (dzielenie), ^ (potęga), sqrt(x) (pierwiastek kwadratowy z x). Kolejne rozwiązanie oddziel od siebie symbolem \vee, wpisując or. Jeżeli równanie jest sprzeczne, wpisz none. Jeżeli równanie jest tożsamościowe, wpisz *1. Szczegóły w instrukcji użytkownika.

z=? or z=?

Rozwiązanie

Ponieważ mamy do rozwiązania równanie kwadratowe postaci $az^2 + bz + c = 0$, to zaczynamy od obliczenia wyróżnika $\Delta = b^2 - 4ac$

$$\Delta = (10 \cdot i)^2 - 4 \cdot (-24) = -100 + 96 = -4$$

Pierwiastki zespolone stopnia 2 z liczby -4 wynoszą:

$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{-4} = \sqrt{-1} \cdot \sqrt{4} = \pm 2 \cdot i$$

Zatem korzystamy ze wzorów na pierwiastki trójmianu kwadratowego i otrzymujemy:

$$z_1 = \frac{-10 \cdot i + 2 \cdot i}{2}, \quad z_2 = \frac{-10 \cdot i - 2 \cdot i}{2}$$

$$z_1 = -4 \cdot i, \quad z_2 = -6 \cdot i$$

Rys. 3. Ogólna informacja zwrotna dostosowana do wylosowanej wersji zadania

2.4. Zadania wieloetapowe

Za pomocą systemu STACK można tworzyć pytania, w których student podaje rezultaty kolejnych etapów rozwiązania danego zadania. W procesie sprawdzania poprawności takiego zadania można powiązać ze sobą odpowiedzi studenta wpisywane w kolejnych etapach. Pozwala to na wykrycie miejsca, w którym student popełnił błąd, a także sprawdzenie, czy mimo drobnej pomyłki konsekwentnie rozwiązuje zadanie w poprawny sposób do końca. W takiej sytuacji nauczyciel może łatwiej ocenić, czy błędne rozwiązanie zadania jest wynikiem błędów rachunkowych, czy niepoprawnego toku rozumowania studenta i przydzielić stosowną punktację za dane zadanie. Na rysunku 4 pokazany jest przykład zadania, w którym student otrzymał punkty za etap trzeci rozwiązania mimo, że jest ono nieprawidłowe. Błąd w ostatnim kroku wynika bowiem wyłącznie z niepoprawnie rozwiązane poprzedniego etapu, co wskazuje na poprawny tok rozumowania.

Dany jest punkt $P(3, 6, 5)$ oraz płaszczyzna $\pi: 2 \cdot x - 3 \cdot y - 3 \cdot z + 5 = 0$.

Podaj:

- równania parametryczne prostej l przechodzącej przez punkt P oraz prostopadłej do płaszczyzny π

$x=3+2t$
 $y=6-3t$
 $z=5-3t$

✓ Odpowiedź prawidłowa.

Punkty dla tego podejścia: 0,33/0,33.

- punkt S przecięcia prostej l i płaszczyzny π

$S(1, 9, 8)$

✗ Odpowiedź nieprawidłowa.

Punkty dla tego podejścia: 0,00/0,33.

- punkt Q symetryczny do punktu P względem płaszczyzny π

$Q(-1, 12, 11)$

ⓘ Odpowiedź częściowo prawidłowa.

Punkt $Q(1, 9, 8)$ nie jest punktem symetrycznym do punktu P względem płaszczyzny π , ponieważ źle zostały wyznaczone współrzędne punktu S . Gdyby rzeczywiście punktem tym był punkt $S(1, 9, 8)$, to podana odpowiedź byłaby prawidłowa, dlatego za tę część zadania zostały przyznane punkty.

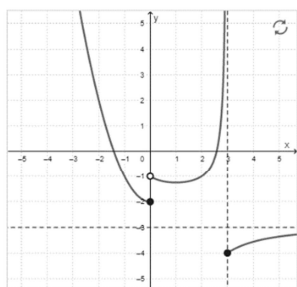
Punkty dla tego podejścia: 0,30/0,33.

Rys. 4. Zadanie wieloetapowe z częściowo poprawną odpowiedzią

2.5. Generowanie rysunków za pomocą GeoGebra

W pytaniach typu STACK można wykorzystać możliwości oprogramowania edukacyjnego GeoGebra [6], które pozwalają na wykorzystanie zmiennych wygenerowanych w danej wersji zadania i uzyskanie odpowiedniego wykresu. Przedstawiony poniżej przykład pokazuje takie zastosowanie GeoGebry do tworzenia samej treści zdania (rys. 5).

Odczytaj z wykresu funkcji f podane granice:



W razie potrzeby użyj odpowiednich symboli: $\ln f$ (∞), $-\ln f$ ($-\infty$). Szczegóły w instrukcji użytkownika.

1. $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) =$

Rys. 5. Wykorzystanie GeoGebry w treści zadania

Dynamiczne rysunki GeoGebry można także wykorzystać w ogólnej i szczegółowej informacji zwrotnej dla studenta, np. jako ilustrację rozwiązania nierówności będącej tylko jednym z etapów rozwiązania danego (rys. 6).

Rozwiązanie

Aby rozwiązać daną nierówność, musimy obliczyć wyznacznik stojący po jej lewej stronie.

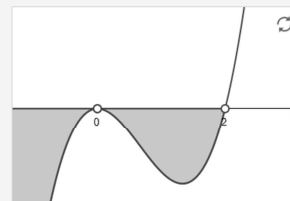
Możemy ułatwić sobie rachunki, mnożąc elementy pierwszego wiersza kolejno przez: -1 oraz -2 i dodając odpowiednio do elementów: drugiego i trzeciego wiersza

$$\begin{vmatrix} x-2 & 1 & 2 \\ x-2 & x+1 & -1 \\ 2 \cdot x-4 & 2 & x+4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x-2 & 1 & 2 \\ 0 & x & -3 \\ 0 & 0 & x \end{vmatrix} = (x-2) \cdot x^2$$

Mamy zatem do rozwiązania nierówność wielomianową

$$(x-2) \cdot x^2 < 0$$

Ponieważ lewa strona tej nierówności jest już rozłożona na czynniki, to wystarczy tylko narysować wykres wielomianu $(x-2) \cdot x^2$ i odczytać z rysunku rozwiązanie zadanej nierówności



Zatem rozwiązanie zadanej nierówności to

$$x \in (-\infty, 0) \cup (0, 2)$$

Rys. 6. Wykorzystanie GeoGebry w informacji zwrotnej

2.6. Wprowadzanie odpowiedzi

W pytaniach typu STACK największą trudność początkowo sprawia studentom samo wpisywanie odpowiedzi. Wynika to z konieczności stosowania odpowiedniej składni wyrażen matematycznych systemu algebry komputerowej Maxima. Przykładowo nazwy predefiniowanych funkcji należy wpisywać za pomocą odpowiednich skrótów, np. funkcję tangens jako \tan , pierwiastek stopnia drugiego jako \sqrt{x} . W wyrażeniach algebraicznych należy używać wyłącznie nawiasów okrągłych, nawet jeżeli są zagnieżdżone, ponieważ nawiasy kwadratowe i klamrowe mają inne znaczenie. Argumenty funkcji także muszą być umieszczane w nawiasach okrągłych. Dodatkowe wskazówki na ten temat można umieścić w treści zadania.

Odpowiedzi studenta są już na etapie wpisywania poddawane walidacji systemowej. Jeżeli wprowadzane wyrażenie ma niepoprawną składnię, to pojawia się odpowiedni komentarz (rys. 7).

Ostatnia odpowiedź została zinterpretowana jako: $\sin(x)/(\ln(x))$

Odpowiedź jest błędna. Brakuje prawego nawiasu) w wyrażeniu:

$\sin(x)/(\ln(x)$

Ostatnia odpowiedź została zinterpretowana jako: $\arcsin(x)$

Odpowiedź jest błędna. Funkcje odwrotne do funkcji trygonometrycznych zapisuje się w postaci \arcsin , a nie \arcsin .

Rys. 7. Wstępna walidacja odpowiedzi studenta

W przypadku prawidłowej składni odpowiedzi zostanie wyświetlona jej interpretacja systemowa. Student będzie wtedy mógł porównać ją, z tym co zamierzał wpisać, i dokonać ewentualnej korekty, zanim prześle swoją odpowiedź (rys. 8).

$$(x+y^2)/(\sqrt{x+4y}) + \arctan(x)$$

Ostatnia odpowiedź została zinterpretowana jako:

$$\frac{x+y^2}{\sqrt{x+4\cdot y}} + \arctg(x)$$

Zmienne znalezione w odpowiedzi to: $[x, y]$.

Rys. 8. Interpretacja systemowa wprowadzonej odpowiedzi

Przy wykorzystaniu systemu STACK możliwe jest zaprojektowanie wpisywania odpowiedzi w formie adekwatnej do danego rodzaju zadania. W niektórych pytaniach wystarczy zwykle pole tekstowe, w innych wygodnie jest użyć pola macierzowego, dzięki któremu system STACK dokona wstępnej walidacji odpowiedzi studenta (rys. 9).

Wyznacz macierz odwrotną do macierzy

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 4 & 1 \end{bmatrix}$$

Kolejne elementy w wierszu macierzy oddziel od siebie spacją. Naciśnij enter, aby przejść do następnego wiersza. Szczegóły w instrukcji użytkownika.

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 4 & ? \end{bmatrix}$$

Ostatnia odpowiedź została zinterpretowana jako:

$$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 4 & ? \end{bmatrix}$$

Odpowiedź jest błędna. Odpowiedź zawiera znaki zapytania ?, które nie są dozwolone w odpowiedzi. Należy zastąpić je odpowiednimi wartościami.

Rys. 9. Pole macierzowe do wpisywania odpowiedzi

Istnieje także możliwość udostępnienia studentowi pola, w którym może on rozwiązywać równania krok po kroku. Wówczas wszystkie następne wiersze odpowiedzi będą sprawdzane pod kątem równoważności z wierszem poprzednim, co pozwoli dokładnie wskazać miejsce, w którym przekształcenia nie zostały poprawnie wykonane (rys. 10).

$\begin{aligned} x^3+3x^2-x-3=0 \\ x^2(x+3)-(x+3)=0 \\ (x+3)(x^2-1)=0 \\ (x+3)(x-1)(x+1)=0 \\ x=-3 \text{ or } x=1 \text{ or } x=-1 \end{aligned}$	$\begin{aligned} x^3 + 3 \cdot x^2 - x - 3 &= 0 \\ \Leftrightarrow x^2 \cdot (x+3) - (x+3) &= 0 \\ \Leftrightarrow (x+3) \cdot (x^2-1) &= 0 \\ \Leftrightarrow (x+3) \cdot (x-1) \cdot (x+1) &= 0 \\ \Leftrightarrow x = -3 \vee x = 1 \vee x = -1 & \end{aligned}$
--	---

Rys. 10. Pole do przekształceń równoważnych

3. PODSUMOWANIE

Mimo, że tworzenie pytań typu STACK jest dość czasochłonne i wymaga znajomości komend systemu Maxima, warto z nich korzystać, ponieważ dostarczają one studentom dużą liczbę różnorodnych zadań wraz z podpowiedziami, ilustracjami i pełnymi rozwiązaniami. Na podstawie ankiety przeprowadzonej wśród studentów Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, którzy korzystali z zadań typu STACK na uczelnianej platformie Moodle, można wnioskować, że dzięki wskazówkom do wprowadzania odpowiedzi zawartym w treści zadania, wpisywanie rozwiązań nie sprawiło studentom większego problemu. Zdecydowana większość studentów wykorzystywała te zadania jako podstawowe narzędzie pracy własnej. Doceniali oni przy tym możliwość analizowania w dowolnym czasie pełnych rozwiązań każdego rodzaju zadań.

Korzyści wynikające z zastosowania takich pytań dla wykładowcy też nie są bez znaczenia. Przy ich pomocy można bowiem bez trudu układać różne zestawy zadań o takim samym poziomie trudności oraz przeprowadzać kolokwia i egzaminy zarówno w trybie zdalnym jak i tradycyjnym.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Sangwin C. J., Jones I.: Asymmetry in student achievement on multiple-choice and constructed-response items in reversible mathematics processes, *Educational Studies in Mathematics* vol. 94 (2017), s. 205–222.
2. Getting started with STACK, <https://docs.stack-assessment.org/content/2019-STACK-Guide.pdf> (dostęp: 02.11.2020).
3. Sangwin C. J.: Who uses STACK? A survey of users of the STACK CAA system, Loughborough University (2015).
4. Rasila A.: E-Assessment Material Bank Abacus, *EDULEARN16 Proceedings* (2016), s. 898-904.
5. Rasila A., Malinen J.: MOOCs in First Year Engineering Mathematics: Experiences and Future Aims, 44th SEFI Conference, Finland (2016).
6. <https://www.geogebra.org> (dostęp: 02.11.2020).

THE MOODLE PLATFORM SUPPORTED BY THE COMPUTER ALGEBRA SYSTEM

This article focuses on the possibilities of creating randomized mathematical problems provided by the STACK system, which is an open source automatic assessment tool, which is based on the Maxima Computer Algebra System. This publication contains examples of the tasks used by the authors to create ‘Mathematics’ course on the university’s Moodle platform. The above mentioned course was aimed at first-year students of the West Pomeranian University of Technology in Szczecin. During the SARS-CoV-2 pandemic it proved to be the invaluable replacement for the traditional set of tasks. The STACK system enables students to transmit a complete solution of a randomly selected version of the task along with dynamic drawings made with GeoGebra. It is also possible to download the solution introduced by the student and adapt the feedback. In addition, there is also an option of a gradual construction of the exercise where the mistakes made by the student in each stage do not disqualify the entire task and allow to check whether it is consistently solved till the end. Attention will also be paid to the possibility of using the STACK system to monitor the effects of learning, as well as to perform reliable remote final examinations, which cannot even be provided by multiple-choice test tasks.

Keywords: e-learning, Moodle platform, STACK, computer algebra system.

SYSTEM MONITORINGU ROZDZIELNIC KAMPUSU POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Krzysztof KWASIGROCH¹, Maciej ŁUKASZEWICZ², Ireneusz MOSON^{1,3}

1. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 782 017 500 e-mail: krzysztofkwasiagroch@gmail.com
2. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 791 202 095 e-mail: mjlukasz96@gmail.com
3. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 58 347 1485 e-mail: ireneusz.moson@pg.edu.pl

Streszczenie: W artykule opisano koncepcję, realizację programową oraz stanowisko testowe systemu monitoringu rozdzielnic kampusu Politechniki Gdańskiej. Zaproponowano realizację sprzętową oraz opracowano realizację programową systemu monitoringu rozdzielnic dla dwóch budynków: Gmachu Głównego i Centrum Obsługi Technicznej. Ważną cechą opracowanego rozwiązania jest jego skalowalność, gdyż docelowo system monitoringu będzie obejmował wszystkie rozdzielnice kampusu Politechniki Gdańskiej. Do akwizycji sygnałów z aparatów elektrycznych przewidziano sterowniki programowalne easyE4, które będą zainstalowane w rozdzielnicach poszczególnych budynków. Funkcję nadrzędną w systemie monitoringu będzie pełnił sterownik programowalny XC-303. Jego zadaniem będzie zbieranie sygnałów ze wszystkich sterowników easyE4. Sterownik XC-303 będzie znajdował się w budynku Centrum Obsługi Technicznej, oraz docelowo na serwerze w tym budynku zostanie zainstalowana opracowana wizualizacja. Wszystkie przewidziane w systemie monitoringu funkcje zostały uruchomione i przetestowane na zbudowanym w tym celu stanowisku testowym. Do programowania sterowników easyE4 wykorzystano środowisko programistyczne easySoft 7, a program na sterownik XC-303 opracowano w środowisku programistycznym CODESYS 3. Wizualizacja została opracowana w środowisku programistycznym Galileo 10. Do komunikacji pomiędzy urządzeniami systemu monitoringu wykorzystano protokół Modbus TCP. System monitoringu będzie wykorzystywał uczelnianą sieć komputerową Politechniki Gdańskiej.

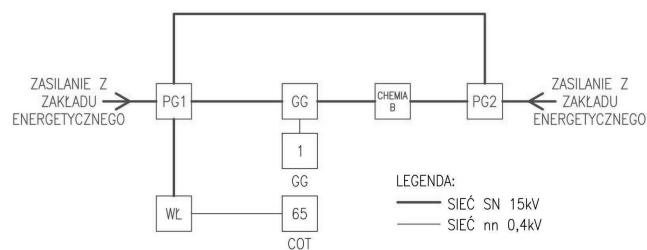
Słowa kluczowe: system monitoringu, sterownik programowalny, wizualizacja, Modbus TCP.

1. STRUKTURA ZASILANIA BUDYNKÓW W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Zasilanie Kampusu Politechniki Gdańskiej przez Zakład Energetyczny możliwe jest z dwóch źródeł średniego napięcia: stacji średniego napięcia PG1 i/lub stacji średniego napięcia PG2. Na terenie kampusu znajduje się sieć średniego napięcia oraz wewnętrzne stacje transformatorowe zasilane przez stacje PG1 oraz PG2. Na rysunku 1 zamieszczono uproszczony schemat zasilania w energię elektryczną dwóch wybranych budynków: Gmachu Głównego (budynek nr 1) oraz Centrum Obsługi Technicznej (budynek nr 65) [1].

Budynek Centrum Obsługi Technicznej jest zasilany z sieci niskiego napięcia ze stacji transformatorowej SN/nn (WŁ). Ta stacja jest zasilana średnim napięciem ze stacji PG1. Budynek nr 1 jest zasilany z sieci niskiego napięcia ze

stacji transformatorowej SN/nn (GG) zlokalizowanej wewnątrz tego budynku. Ta stacja jest zasilana średnim napięciem ze stacji PG1 lub/i PG2.



Rys. 1. Uproszczony schemat zasilania Gmachu Głównego oraz Centrum Obsługi Technicznej w energię elektryczną [1]

2. OPIS SYSTEMU MONITORINGU

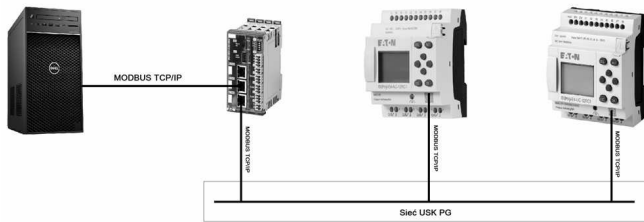
System monitoringu obejmuje kontrolę rozdzielni głównych Gmachu Głównego oraz Centrum Obsługi Technicznej zlokalizowanych na terenie Kampusu Politechniki Gdańskiej [2].

Monitoring rozdzielni głównej budynku nr 1 obejmuje: kontrolę stanu wyłącznika głównego rozdzielni głównej oraz stanu wyłącznika przeciwpożarowego, kontrolę temperatury komory transformatora, kontrolę zamknięcia drzwi zewnętrznych i wewnętrznych do rozdzielni.

Monitoring rozdzielni głównej budynku nr 65 obejmuje: kontrolę stanu dwóch wyłączników głównych rozdzielni głównej oraz stanu wyłącznika przeciwpożarowego, kontrolę zamknięcia drzwi wejściowych do rozdzielni, kontrolę stanu ogranicznika przepięć, sygnalizację awarii urządzenia UPS, sygnalizację awarii baterii centralnej.

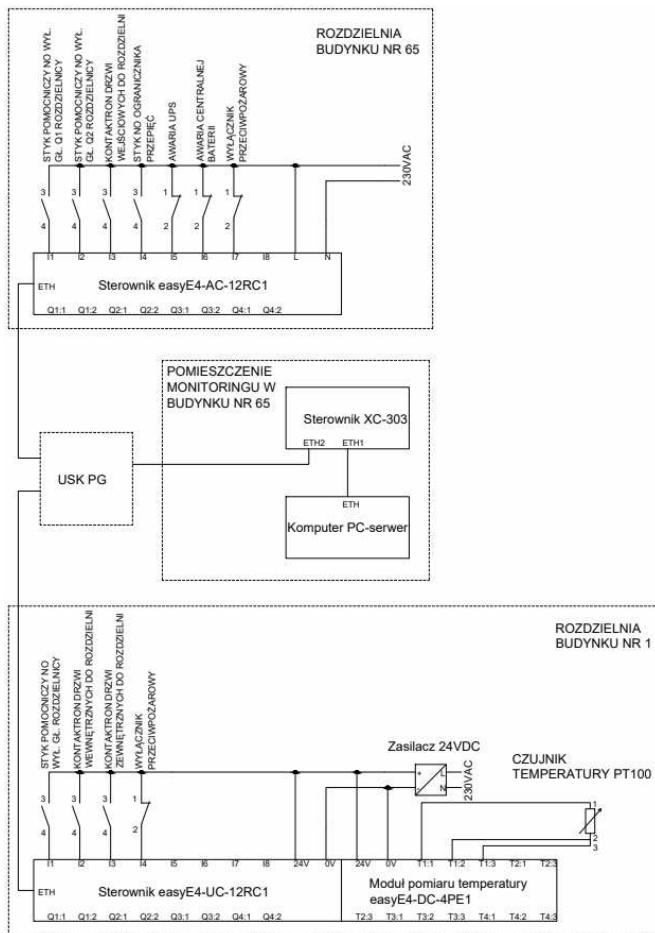
W każdej rozdzielni głównej opisywanych budynków będzie znajdował się jeden sterownik easyE4. Sterownik w rozdzielni budynku nr 1 wyposażony będzie dodatkowo w moduł do pomiaru temperatury. Sterownikiem nadrzędnym, który dokonuje akwizycji danych z peryferyjnych sterowników easyE4 [3], jest sterownik XC-303 [4]. Będzie on znajdował się w budynku nr 65. W tym samym budynku znajduje się monitor i komputer PC pełniący rolę serwera, na którym uruchomiona będzie wizualizacja systemu monitoringu.

System monitoringu będzie wykorzystywał uczelnianą sieć komputerową Politechniki Gdańskiej (USK PG). Przesyłanie danych pomiędzy sterownikami easyE4, XC-303 oraz komputerem PC (serwerem) jest realizowane za pomocą protokołu Modbus TCP. Na rysunku 2 przedstawiono topologię komunikacji sieciowej urządzeń systemu monitoringu.



Rys. 2. Topologia systemu monitoringu

Na rysunku 3 przedstawiono schemat połączeń wejść cyfrowych oraz analogowych sterowników easyE4 i XC-303 w budynkach nr 1 oraz 65.



Rys. 3. Schemat wielokreskowy połączeń

3. SKALOWALNOŚĆ SYSTEMU

Pierwszym budynkiem, dla którego opracowano monitoring to budynek nr 65. Tam będzie znajdował się sterownik XC-303 oraz monitor, na którym będzie wyświetlana wizualizacja. Budynek nr 65 jest przykładem budynku w którym jest jedna rozdzielnia. Jako przykład większego budynku wybrano Gmach Główny. W budynku tym znajduje się rozdzielnia główna zlokalizowana w rozdzielni w piwnicy budynku oraz mniejsze rozdzielnice

zlokalizowane na poszczególnych piętrach. Z tego względu system monitoringu w tym budynku jest bardziej rozbudowany.

W celu łatwego powiększenia i rozbudowy konieczne było wykonanie systemu monitoringu w taki sposób, aby był on skalowalny. W informatyce pojęcie „skalowalność” oznacza poprawne działanie oprogramowania bądź systemu informatycznego w przypadku zwiększającej się liczby użytkowników lub liczby przetwarzanych danych. Wiąże się to z większym zapotrzebowaniem na zasoby sprzętowe i programowe. System, nawet w przypadku rozbudowy, powinien pracować z akceptowalną wydajnością [5].

Rozbudowa systemu monitoringu na terenie kampusu Politechniki Gdańskiej możliwa jest poprzez dodanie do systemu kolejnych sterowników programowalnych easyE4. Jedną z cech skalowalności jest łatwość rozbudowy. Umożliwiają to sterowniki easyE4 oraz wybrany protokół komunikacyjny Modbus TCP. Aby możliwe było dodanie nowego sterownika programowalnego do systemu wystarczy jedynie doprowadzić przewód sieciowy do urządzenia oraz podłączyć sterownik do USK PG. Każdy nowo dodany sterownik easyE4 powinien być skonfigurowany jako urządzenie podrzędne dla sterownika XC-303 podczas komunikacji za pomocą protokołu Modbus TCP. Programy na sterowniki oraz wizualizacja były tworzone z myślą o dalszej rozbudowie.

Dodanie nowego monitorowanego budynku na wizualizacji systemu również jest bardzo intuicyjne. Ekran przedstawiający stany aparatów lub urządzeń elektrycznych jest analogiczny do jednego z już istniejących. Ekran budynku zawierającego tylko jedną rozdzielnicę będzie analogiczny do ekranu budynku nr 65. Po wybraniu odpowiedniego numeru budynku na mapie kampusu nastąpi przełączenie na ekran tego budynku. Na ekranie tym widoczna będzie nazwa budynku, nazwy kontrolowanych aparatów oraz ich stan. Dodatkowo, na tym ekranie będą znajdować się przyciski, dzięki którym możliwe będzie wyświetlenie listy zdarzeń lub wykresu temperatury, jeśli taki pomiar będzie realizowany. Natomiast dla budynków zawierających większą liczbę kondygnacji, takich jak budynek nr 1, przewidziano podział ekranów na poszczególne rozdzielnice. Po wybraniu odpowiedniego numeru budynku na mapie kampusu nastąpi przełączenie na ekran dla tego budynku. Na pierwszym ekranie będzie widoczna nazwa budynku, przyciski umożliwiające wyświetlenie listy zdarzeń oraz przyciski z nazwami poszczególnych pięter, po kliknięciu na które nastąpi przełączenie na ekran dla wybranego piętra. Na ekranie piętra widoczne będą nazwy kontrolowanych aparatów oraz ich stany. Jeżeli na danym piętrze będzie realizowany pomiar temperatury, to dostępny będzie również odpowiedni przycisk, którego naciśnięcie spowoduje przełączenie na ekran przedstawiający wykres temperatury.

4. STRUKTURA I EKRANY WIZUALIZACJI

Wizualizacja systemu monitorowania rozdzielnic kampusu Politechniki Gdańskiej będzie wyświetlana w sposób ciągły na monitorze podłączonym do serwera. Pierwszym ekranem po uruchomieniu wizualizacji jest ekran logowania do systemu. Po zalogowaniu następuje przejście do ekranu menu głównego przedstawionego na rysunku 4. W górnej części znajduje się logo Politechniki Gdańskiej wraz z datą i godziną. Dodatkowo w lewym górnym rogu znajduje się przycisk, którego naciśnięcie spowoduje

wylogowanie użytkownika oraz przejście do ekranu startowego. Na pozostałych ekranach wizualizacji przycisk po lewej stronie został zastąpiony przyciskiem, za pomocą którego można cofnąć się o jeden ekran. Natomiast po prawej stronie znajduje się przycisk, którego naciśnięcie spowoduje przejście do menu głównego.



Rys. 4. Ekran menu głównego

Na rysunku 5 przedstawiono fragment mapy kampusu. Na mapie kampusu znajdują się dwie kwadratowe ikony, na których umieszczono numery budynków: 1 oraz 65.

Ikony mogą mieć jedną z trzech barw: zieloną – oznaczającą poprawną pracę monitorowanych urządzeń, pomarańczową – oznaczającą ostrzeżenie, czerwoną (pulsująca grafika) – oznaczającą awarię systemu. Na rysunku 6 przedstawiono ekran monitoringu stanów aparatów w budynku nr 65.



Rys. 5. Fragment ekranu mapy kampusu



Rys. 6. Przykładowy ekran wizualizacji

Na rysunku 7 widoczny jest ekran listy zdarzeń: awarie, ostrzeżenia oraz wiadomości. Umożliwia to informowanie o

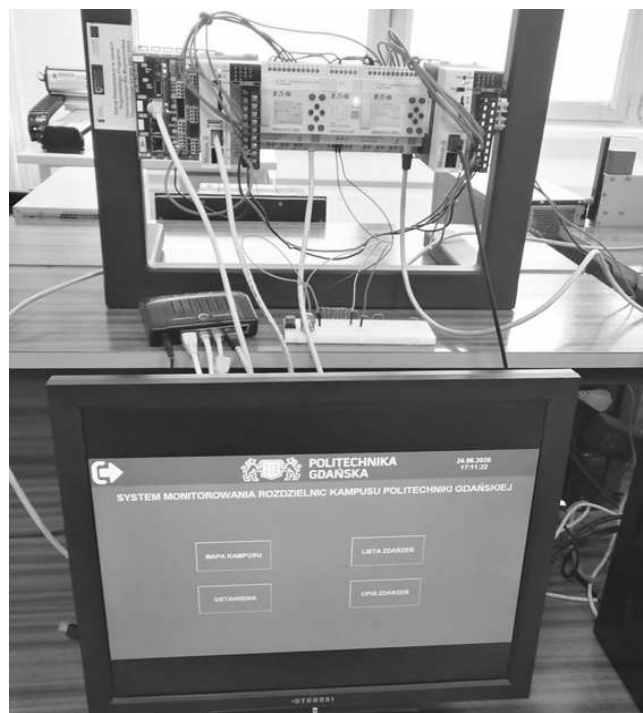
działaniu i awariach systemu. Dodatkowo istnieje możliwość archiwizacji tych zdarzeń. W pierwszej kolumnie pokazana jest data i godzina wystąpienia zdarzenia. W drugiej kolumnie pokazano, czy dany komunikat jest aktywny – co oznaczono cyfrą 1 – lub nieaktywny – co oznaczono cyfrą 0. W trzeciej kolumnie wyświetlony jest numer zdarzenia. Każde zdarzenie, które może wystąpić w systemie monitoringu, ma przypisany swój unikatowy numer. Ostatnia kolumna przedstawia opis zdarzenia w celu szybkiej identyfikacji.



Rys. 7. Ekran listy zdarzeń w Gmachu Głównym

5. TESTY POPRAWNOŚCI DZIAŁANIA SYSTEMU

W celu sprawdzenia poprawności działania systemu monitoringu zbudowano stanowisko testowe, które pokazano na rysunku 8. W skład stanowiska testowego wchodzi następujące elementy: sterownik programowalny XC-303, sterownik programowalny easyE4-UC-12RC1, sterownik programowalny easyE4-AC-12RC1 z modułem rozszerzeń EASY-E4-DC-4PE1 [2] do pomiaru temperatury, sterownik programowalny XC-CPU101, sterownik programowalny XC-CPU201, przełącznik sieciowy, potencjometr.



Rys. 8. Stanowisko testowe

Sterowniki programowalne wykorzystane do budowy systemu monitoringu na stanowisku testowym zostały

połączone z serwerem przy pomocy przełącznika sieciowego. Przełącznik sieciowy wykorzystano do połączenia sterowników w jednej sieci i symuluje on USK PG. Na ekranie monitora wyświetlana jest wizualizacja.

W celu symulowania stanów monitorowanych urządzeń podczas testów systemu monitoringu wykorzystano dodatkowe sterowniki programowalne. Wejścia cyfrowe sterownika easyE4, który przydzielony został do monitoringu budynku nr 1, zostały połączone z pierwszymi pięcioma wyjściami cyfrowymi sterownika XC-CPU201. Wejścia cyfrowe sterownika easyE4, który przydzielony został do monitoringu w budynku nr 65 zostały połączone z jednym wyjściem cyfrowym sterownika XC-CPU201 oraz z sześcioma wyjściami cyfrowymi sterownika XC-CPU101. Krótkie programy do sterowania wyjściami cyfrowymi sterowników programowalnych XC-CPU201 oraz XC-CPU101 zostały napisane w języku drabinkowym. W symulacji do zadawania wartości odpowiadającej mierzonej temperaturze wykorzystano potencjometr, który podłączono do modułu pomiaru temperatury.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Systemu monitoringu kampusu Politechniki Gdańskiej został poprawnie uruchomiony na stanowisku testowym, które wykonano w celu sprawdzenia działania systemu. Umożliwiło to – jeszcze bez konieczności instalowania na tym etapie systemu na obiekcie – na wykrycie oraz eliminację błędów. System monitoringu można będzie w łatwy sposób uruchomić na obiekcie. Wystarczy zamontować w rozdzielnicach sterowniki oraz doprowadzić do nich przewody sygnałowe z badanych urządzeń. Dodatkowo należy na serwerze PC zainstalować

oprogramowanie Galileo 10 oraz uruchomić przygotowaną wizualizację.

System monitoringu jest skalowalny i został opracowany z myślą o dalszej rozbudowie. Z tego względu dołożono wszelkich starań, aby rozbudowa była prosta i intuicyjna. W celu dodania do systemu monitoringu nowego budynku należy zamontować sterownik easyE4 w rozdzielnicę tego budynku oraz dodać to urządzenie do sieci. Nie jest konieczne opracowanie programu dla sterownika, ponieważ stany wejść mogą być odczytywane przez sterownik nadrzędny XC-303. Również to zadanie nie jest złożone, ponieważ należy wykonać to analogicznie jak ze sterownikami, które są już w systemie. Ostatnim zadaniem jest dodanie nowego budynku na wizualizacji. W tym celu należy utworzyć nowe ekrany oraz opracować nowy skrypt, w którym należy zawrzeć kod, dzięki któremu możliwe będzie sterowanie wyświetlaniem grafik i tekstów na ekranie.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Majkót B., Łyżwa P.: System monitoringu rozdzielnic SN Politechniki Gdańskiej. Praca dyplomowa magisterska. PG WEiA, Gdańsk 2018.
2. Kwasigroch K., Łukaszewicz M.: System monitoringu rozdzielnic kampusu Politechniki Gdańskiej. Praca dyplomowa magisterska. PG WEiA, Gdańsk 2020.
3. Electrical Sector, Business Unit MOC: Podręcznik easyE4. MN050009PL, Bonn 2019.
4. Hettwer T.: XC300 Modular control. MN050005EN, Bonn 2018.
5. Mazur D.: Skalowalność w systemach informatycznych zarządzania. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Politechnika Śląska, 1999.

MONITORING SYSTEM OF THE GDANSK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CAMPUS SWITCHGEARS

In the paper the concept, software realization and the test stand of a monitoring system of the Gdansk University of Technology campus switchgears are presented. For two buildings – the Main Building and the Technical Service Center – hardware realization has been proposed and software realization of the monitoring system has been developed. Important feature of the developed realization is its scalability, because finally the monitoring system will monitor all switchgears in the Gdansk University of Technology campus. EasyE4 programmable controllers are used for acquisition of signals from electrical devices and will be installed in switchgears in individual buildings. The XC-303 programmable controller is the master in the programmable controllers' network in the monitoring system. Its task is to collect signals from all easyE4 programmable controllers. The XC-303 controller will be installed in the Technical Service Center building, and also the visualization that has been created will be installed on a server in this building. All functions that have been assumed to be performed in the monitoring system have been started-up and tested on the test stand that has been built for this purposes. The easySoft 7 programming software was used to program the easyE4 programmable controllers. The XC-303 controller programs were developed in the CODESYS 3 programming software. The visualization was developed in the Galileo 10 programming software. The Modbus TCP protocol has been used for communication in the monitoring system. The monitoring system uses the Gdansk University of Technology computer network.

Keywords: monitoring system, programmable controller, visualization, Modbus TCP.

UWAGI O ZDALNYM NAUCZANIU

Wojciech MITKOWSKI

AGH-Kraków, Katedra Automatyki i Robotyki, Wydział EAIiB
Tel/fax.: +48126341569 e-mail: wojciech.mitkowski@agh.edu.pl

Streszczenie: W dniu 23 września 2020 r. uczestniczyłem w Webinarium Ogólnopolskiej Konferencji Nauczania Matematyki w Uczelniach Technicznych, które było zorganizowane przez Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość Politechniki Gdańskiej. W pracy sformułowałem kilka uwag na temat zdalnego nauczania.

Słowa kluczowe: zdalne nauczanie, zastosowanie narzędzi informatycznych, uczelnia wyższa.

1. WPROWADZENIE

W naszym życiu pojawiają się różne zagrożenia, obecnie np. pandemia koronawirusa SARS-CoV-2 i jego różnych mutacji. W odnalezieniu się w nowej sytuacji sprzyja dobra edukacja społeczeństwa. Od jakości edukacji zależy przyszłe środowisko naukowe, którego budowa jest procesem długotrwałym, wymagającym specyficznego klimatu [1]. Jednym z zadań szkolnictwa wyższego powinno być, między innymi, umożliwianie i sprzyjanie kształtowaniu utalentowanych nieprzeciętnych osobowości o samodzielnym i krytycznym spojrzeniu na otaczającą nas rzeczywistość [2]. Takie osoby poradzą sobie w trudnych sytuacjach i w przyszłości wygenerują nowe środowiska naukowe.

2. ŚRODOWISKO NAUKOWE I NAUCZANIE

Istotą szkolnictwa wyższego jest połączenie badań naukowych i kształcenia. Dodatkowo mogą pojawić się również pewne inne elementy, np. dobrze prowadzona popularyzacja wyzwalająca energię działania w młodych przyszłych badaczach.

By nauczać trzeba mieć odpowiednią wiedzę. Jakie osobowości tworzyły przez lata obecną Akademię Górniczo-Hutniczą (w skrócie AGH)? By odpowiedzieć na to pytanie należy zapoznać się z historią Akademii Górniczej [3, 4], która powstała w 1919 roku. W roku 1949 (na wniosek z roku 1947) moja Uczelnia przyjęła nazwę: Akademia Górniczo - Hutnicza w Krakowie.

W roku 1946 powstał Wydział Elektromechaniczny [3, 4], który po kilku transformacjach przekształcił się w Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej (EAIiB), skrótkowo nazywany Wydziałem Elektrycznym AGH. Umiejscowienie, w poprzednich latach, matematyki i fizyki na Wydziale dawało dobry fundament do budowy przyszłego środowiska naukowego Wydziału, zgodnie z filozofią jedności nauki.

W latach 60. XX wieku wykłady z matematyki dla studentów mojego Wydziału Elektrycznego prowadzili,

między innymi, profesorowie Czesław Olech oraz Jerzy Górski. W latach 70. XX wieku w ramach studiów doktoranckich zorganizowanych przez Prof. Henryka Góreckiego zajęcia prowadzili (między innymi) książd profesor Andrzej Turowicz [5] oraz przedstawiciele krakowskiej szkoły równań różniczkowych Andrzej Lasota, Andrzej Pelczar, Jacek Szarski, Zdzisław Opiał oraz profesorowie Zbigniew Kowalski, Jerzy Seidler, Stefan Paszkowski, Kazimierz Mańczak, Kazimierz Malanowski, Jacek Kudrewicz, Andrzej Wierzbicki i inni. Ważna i jest filozofia „Mistrz-Uczeń”, która sprzyja przekazywaniu doświadczeń z przeszłości i wykorzystywaniu ich teraz oraz w przyszłości. Dobrze jest, gdy uczeń prześciga mistrza.

3. CO WYMUSZA ZDALNE NAUCZANIE

Obecna sytuacja sprzyja przemyśleniom do zmian programowych i wyselekcjonowania istotnych problemów omawianych w ramach danego przedmiotu. Sposób przekazywania, podobnie jak w przypadkach popularyzacji wiedzy, powinien być precyzyjny i zrozumiały dla prawie każdego słuchacza, w szczególności nawet dla dziecka. Utrudnieniem zasadniczym w zdalnym nauczaniu jest brak możliwości natychmiastowej obserwacji reakcji słuchacza wykładu. Wykładowca mówi do ekranu i nie może natychmiast reagować na sygnały przekazywane w różny sposób przez słuchaczy wykładu. Jak się wydaje, z dotychczasowych obserwacji, na wykładach zdalnych jest większa frekwencja (to do końca nie jest weryfikowalne).

Do przygotowania wykładu techniką zdalną potrzebna jest gruntowna wiedza fachowa. Nie jest wystarczająca powierzchowna znajomość przedmiotu. Duża wiedza nauczyciela sprzyja improwizacji i może pomóc w rozwijaniu wyobraźni słuchaczy. Bardzo pomocne w przygotowaniu zdalnego wykładu są monografie i podręczniki, dotyczące wykładanego przedmiotu. Niestety przy obecnym systemie awansowym nie ceni się wysoko tego typu książek opracowanych samodzielnie przez badacza-wykładowcę. Zdalne zajęcia, nawet bez dydaktycznego sprzężenia zwrotnego, mogą pobudzać słuchacza do samodzielnego myślenia i zachęcać studentów do stawiania pytań, kojarzenia różnych faktów, krytycznego myślenia i wyciągania ostrożnych wniosków.

4. UWAGI DLA DECYDENTÓW

Zdalne nauczanie wymuszone pandemią zwiększyło znacznie nakład pracy związany z przygotowaniem zajęć dydaktycznych. Decydenci powinni odpowiednio

koordynować działania podwładnych uwzględniając w swoich decyzjach dodatkowe obowiązki. Należy dążyć do poprawy i zwiększenia liczby sal wykładowych, ćwiczeniowych i laboratoryjnych odpowiednio wyposażonych w sprzęt komputerowy, umożliwiających kształcenie różnym trybem. Trzeba dążyć do zmniejszania grup studenckich. Należy zadbać o stabilne łącza internetowe. Wersja oprogramowania winna być ujednolicona dla wszystkich słuchaczy. Studenci winni być wyposażeni w komputery osobiste spełniające odpowiednie wymagania. W przypadku indywidualnych komputerów niezbędne jest zainstalowanie tej samej wersji oprogramowania. Decydenci różnych szczebli powinni zwiększyć swoją aktywność, która doprowadzi do odpowiednich uregulowań prawnych.

Zasady organizacji zajęć dydaktycznych i sposoby ich realizacji regulują obecnie odpowiednie akty prawne, np. w AGH rozporządzenia i wytyczne Rektora aktualizowane na bieżąco.

5. NARZĘDZIA INFORMATYCZNE

Środowisko akademickie AGH dość dobrze radzi sobie z wykorzystaniem ciągle udoskonalanymi narzędziami informatycznymi. Pomagają w tym centralne jednostki uczelni takie, jak Centrum e-Learningu AGH (CeL), www.cel.agh.edu.pl, Uczelniane Centrum Informatyki (UCI), www.uci.agh.edu.pl oraz Centrum Rozwiązań Informatycznych AGH. W prowadzeniu zajęć dydaktycznych zalecane jest stosowanie platformy MS Teams. Wykorzystuje się również platformę do pracy zdalnej UPEL. Platformy te powinny gwarantować stabilność połączenia podczas zajęć, pobierania i wgrywania plików, rozmów i czatu. W małych grupach ćwiczeniowych można je również wykorzystywać przy sprawdzaniu wiadomości i przeprowadzaniu egzaminów. Systemy USOS (uczelniany system obsługi studentów) i Wirtualna uczelnia umożliwiają prowadzenie dokumentacji studiów.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Pandemia przyspieszyła proces przygotowywania materiałów dydaktycznych w wersji cyfrowo-elektronicznej. W moim przypadku było to jedynie przereklamowanie, uaktualnienie i przygotowanie w nowej formie planszowej już wcześniej przygotowanych wykładów (z teorii sterowania, z algebry liniowej i geometrii analitycznej, z równań różniczkowe oraz z systemów dynamicznych) i prezentowanych dotychczas klasycznie (tablica i kreda, co pozwala nadążać za myślą).

W podsumowaniu nasuwają się następujące uwagi i wnioski:

- Mocne uczelnie z dobrze przygotowaną kadrą poradzą sobie w każdej sytuacji, w szczególności w okresie pandemii nauczając różnymi technikami. Trzeba tworzyć i utrzymywać wydziałowe rady naukowe.
- Zdalne nauczanie zmusza do przemyśleń przekazywanych treści, by odpowiednie kwanty wiedzy docierały do słuchaczy pomimo braku kontaktu twarzą w twarz. Nauczycieli akademickich zachęcać i premiować pisanie monografii.
- Uczelnie stopniowo powinny powiększać liczbę sal umożliwiających hybrydowe nauczanie (praktycznie klasyczny wykład przy tablicy wspomagany wersją elektroniczną wykładu z ograniczoną liczbą słuchaczy i nagrywany i przekazywany w odpowiedni sposób za pomocą narzędzi telekomunikacyjnych. Takie sale są obecnie wykorzystywane przy egzaminach dyplomowych i obronach doktorskich. Mogą również ułatwiać kontakty zagraniczne.
- Poszukiwać ekwiwalentu spotkań twarzą w twarz, np. usprawniając i wzmacniając środkami informatycznymi metody hybrydowe.
- Obserwując zmiany w systemie kształcenia tworzyć oraz modyfikować odpowiednie akty prawne.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Mitkowski W.: Matematyka na Wydziale Elektrycznym AGH oraz uwagi o Szkolnictwie Wyższym. *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe* Nr 4/2018 (120), s. 155-162.
2. Mitkowski W.: *Czy zarządzanie nauką jest możliwe?* Materiały konferencyjne, Pierwsza Międzynarodowa Konferencja „Zarządzanie Nauką”, KUL i LSB, Lublin listopad 2009, t. 1, red. P. Kawalec i P. Lipski, Wyd. LSB, s. 85-93.
3. Mitkowski W.: *Kronika Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH.* Wydawnictwa Wydziału EAIiE, Kraków 2002, s. 1-96.
4. Mitkowski W.: 75 lat Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. *Rocznik Krakowski*, t. LXI, 1995, s. 117-124.
5. Pelczar A., Górecki H., Mitkowski W.: Stulecie urodzin Prof. Andrzeja Bernarda Turowicza OSB. *Wiadomości Matematyczne* XLI (2005), 151-164. Praca złożona z wypowiedzi: A. Pelczara, H. Góreckiego i W. Mitkowskiego.

NOTES ON REMOTE TEACHING

On September 23, 2020, I participated in the Webinar of the National Conference on Mathematics Teaching at Technical Universities, which was organized by the Center for Teaching Mathematics and Distance Learning of the Gdańsk University of Technology. In the paper, I formulated some remarks on distance learning. It seems that the most important thing is to ensure stable internet connections. On the basis of the classes conducted so far, it can be noticed that thanks to the pandemic, the process of digitization of the teaching process has been accelerated by preparing appropriate didactic materials in an electronic version. In my case, it was only an extension and redrafting of previously prepared lectures.

Keywords: remote learning, application of IT tools, university.

KLASYFIKACJA SYGNAŁU EKG PRZY UŻYCIU KONWOLUCYJNYCH SIECI NEURONOWYCH

Maria OGRYCZAK

Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 790 557 758 e-mail: maria.ogryczak@gmail.com

Streszczenie: Podniesienie jakości i zautomatyzowanie procesu diagnozy jest istotnym elementem rozwoju medycyny i samokontroli stanu zdrowia pacjentów. Od dłuższego czasu istnieją i są stosowane różne metody analizy i klasyfikacji sygnału EKG, jednak nie zawsze ich dokładność jest zadowalająca. Największym problemem jest trudność rozpoznania istniejącej nieprawidłowości, w przypadku gdy jej reprezentacja jest podobna do prawidłowej pracy serca np. przedwczesny skurcz komorowy. W ostatnich latach obserwujemy dynamiczny rozwój nowego narzędzia z rodziny metod sztucznej inteligencji - głębokich sieci neuronowych. Cechuje je duża selektywność klasyfikacji nawet najbardziej skomplikowanych sygnałów w postaci szeregów czasowych czy obrazów, często na podstawie cech niezauważalnych dla ludzkiego oka. W niniejszym artykule przedstawiono sposób analizy zarejestrowanego sygnału elektrycznej czynności mięśnia sercowego (EKG), na podstawie pojedynczego, wyodrębnionego cyklu pracy serca. Celem badania było zdiagnozowanie sześciu różnych typów ewolucji mogących świadczyć o występowaniu arytmii. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem ogólnodostępnej bazy danych MIT-BIH Arrhythmia Database. W celu podniesienia jakości ekstrakcji cech analizowanego sygnału, dokonano jego dekompozycji czasowo - przestrzennej przy wykorzystaniu transformacji falkowej. W rezultacie uzyskano zadowalające wyniki klasyfikacji: dokładność 92,4% i swoistość (zdolność do wykrycia braku cechy) 96,5%. Osiągnięte wyniki potwierdzają skuteczność systemu automatycznej klasyfikacji cykli pracy serca, mogącego wspomóc lekarzy w procesie żmudnej analizy dużej liczby zarejestrowanych danych.

Słowa kluczowe: EKG, arytmia, głębokie uczenie, konwolucyjne sieci neuronowe

1. WSTĘP

W ostatnich latach można zauważyć dynamiczny rozwój narzędzi sztucznej inteligencji. Wykorzystuje się je w wielu dziedzinach, przede wszystkim w celu automatyzacji i przyspieszenia procesów analizy danych. Sztuczne sieci neuronowe stanowią jedną z technik używaną w uczeniu maszynowym, natomiast konwolucyjne sieci neuronowe (CNN) to jeden z typów głębokich sieci neuronowych, w których podstawową operacją jest splot. W niniejszym artykule opisane zostały badania, w których konwolucyjne sieci neuronowe, bazujące na zdekomponowanych w dziedzinie czasu i częstotliwości sygnałach z elektrokardiografu (EKG), zastosowano do klasyfikacji nieprawidłowości w pracy serca.

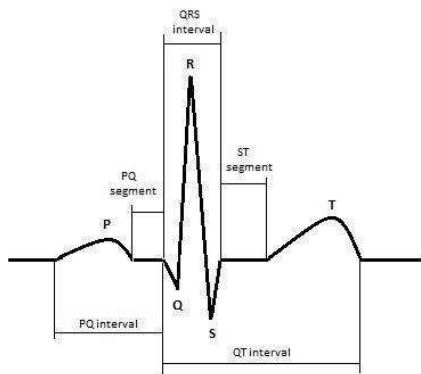
Choć istnieją już systemy do analizy sygnału EKG, problemem w ich dotychczasowym stosowaniu jest relatywnie niska swoistość, czyli stosunek wyników

prawdziwie ujemnych do sumy prawdziwie ujemnych i fałszywie dodatnich. W zagadnieniach medycznych, swoistość, oprócz dokładności jest niezwykle istotnym wskaźnikiem, ponieważ sytuacja, w której chory pacjent klasyfikowany jest jako zdrowy lub odwrotnie jest niedopuszczalna. Klasyfikacja sygnału EKG sprowadza się do wyznaczenia amplitudy i czasu trwania charakterystycznych załamek oraz relacji czasowych pomiędzy nimi. Klasyfikacja patologicznych stanów bazuje na porównywaniu segmentu sygnału EKG np. zespołu QRS z wzorcami różnych stanów patologicznych. Dynamiczny rozwój sieci neuronowych powoduje, że prowadzi się coraz więcej badań dotyczących automatycznej analizy i klasyfikacji sygnału EKG [1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12]. Splotowe sieci neuronowe pozwalają na wyodrębnienie cech automatycznie, dzięki temu mogą zostać wykryte właściwości nie brane pod uwagę podczas korzystania z dotychczas stosowanych metod. Testuje się efektywność różnych algorytmów takich jak drzewa decyzyjne [11], przy użyciu których udało się uzyskać dokładność aż 98,03% czy korzystając z sieci typu Echo State (ESN) [10], gdzie parametr ten wyniósł 93,4 %. Badano także konwolucyjne sieci neuronowe [2], lecz proces przetwarzania danych przebiegał inaczej niż w niniejszej pracy. Pod uwagę brano był cały interwał R-R (rysunek 1), ale sygnał nie był przetwarzany. Proponowane w artykule podejście ogranicza badany sygnał do zespołu QRS, jednak dzięki użyciu transformacji falkowej możliwe jest uzyskanie większej ilości istotnych informacji, co w efekcie może skutkować pewniejszymi wynikami diagnozy. Należy również zwrócić uwagę na całościowe podejście do problemu. W niektórych pracach, jak na przykład [7] rezygnuje się z klasyfikacji niektórych chorób lub podobne nieprawidłowości klasyfikuje się jako jedną klasę. Skutkuje to lepszymi parametrami wykrywania, ale nie zapewnia w pełni automatycznego i dokładnego rozwiązania problemu. Jednym z głównych celów przedstawianych badań było zapewnienie pełnej klasyfikacji nieprawidłowych cykli pracy serca z uwzględnieniem różnych rodzajów arytmii i typów ewolucji.

2. ANALIZA SYGNAŁU EKG – WPROWADZENIE

Sygnał EKG reprezentuje różnicę biopotencjałów w dwóch różnych punktach ciała człowieka, które są rejestrowane za pomocą elektrod. Tor pomiarowy w elektrokardiografie zapewnia odpowiednie kondycjonowanie

sygnału pomiarowego. Na rysunku 1 przedstawiono sygnał EKG reprezentujący prawidłowy cykl pracy serca. Arytmia jest powszechnie występującym schorzeniem, które powoduje różne zmiany w zapisie sygnału EKG. W ogólności można powiedzieć, że są to wszelkie nieprawidłowości w pracy serca, zarówno te epizodyczne jak i przewlekłe. Nie każda arytmia jest groźna dla życia bądź zdrowia pacjenta i nie każdy rodzaj arytmii należy leczyć. Niemniej jednak istotne jest wykrycie wszelkich nieprawidłowości, gdyż mogą one prowadzić w przyszłości do poważniejszych schorzeń.



Rys. 1. Sygnał EKG znamieny dla prawidłowego cyklu pracy serca: depolaryzacja przedsionków (załamek P), depolaryzacja komór (zespół QRS), repolaryzacja komór (załamek T) [1]

Ponadto nieprawidłowa praca serca może być sygnałem o złym stanie innych narządów. Dany rodzaj arytmii może reprezentować kilka różnych typów ewolucji, z kolei typ ewolucji nie świadczy jednoznacznie o rodzaju arytmii. Ich określenie jest jednak niezbędne przy postawieniu właściwej diagnozy. Typy ewolucji serca oraz analizowane rodzaje arytmii serca przedstawiają Tablice 1-2.

Tablica 1. Liczba danych użytych do badań, reprezentujących poszczególne typy ewolucji serca

Typ ewolucji serca	Liczba danych
Blok lewej odnogi pęczka Hisa (L)	7120
Blok prawej odnogi pęczka Hisa (R)	8059
Przedwczesny skurcz przedsionkowy (A)	7240
Przedwczesny skurcz komorowy (V)	2536
Fala migotania komór (I)	472
Komorowy rytm zastępczy (E)	106
Prawidłowy rytm (N)	15000

Do badań wykorzystano reprezentatywną bazę danych MIT-BIH Arrhythmia Database [6], należącą do grupy Physionet, w której zebrane zostały różne sygnały fizjologiczne. Baza ta została stworzona w 1997 roku przez Massachusetts Institute of Technology i Boston's Beth Israel Hospital. W jej skład wchodzi między innymi 48 zapisów EKG uzyskanych od 47 różnych pacjentów w wieku od 23 do 89 lat. Pliki zawierają sygnały EKG zarejestrowane w ciągu około 30 minut każdy i zostały poddane filtracji za pomocą filtru środkowoprzepustowego oraz próbkowaniu z częstotliwością 360 próbek na sekundę. W sumie zebrano

ponad 110 000 pojedynczych cykli pracy serca wraz z adnotacją o typie ewolucji i rodzaju arytmii (choroby), jaką reprezentują. Ze względu na to, że przeważającą liczbę danych stanowi prawidłowy rytm serca, co może mieć niekorzystny wpływ na proces uczenia, zdecydowano się na ograniczenie tego zbioru z 70000 do 15000 przykładów w każdym wypadku.

Tablica 2. Liczba danych użytych do badań, reprezentujących poszczególne rodzaje arytmii

Rodzaj arytmii	Liczba danych
Migotanie przedsionków (AFIB)	12104
Trzepotanie przedsionków (AFL)	708
Przedwczesne skurcze komorowe (B)	3536
Prawidłowy rytm zatokowy (N)	15000
Rytm serca pochodzący z rozrusznika (P)	8046
Zespół preekscytacji (PREX)	1018
Bradykardia zatokowa (SBR)	1810
Częstoskurcz nadkomorowy (SVTA)	491
Trigemina komorowa (T)	1451
Trzepotanie komór (VFL)	484
Częstoskurcz komorowy (VL)	463

3. ARCHITEKTURA PROPONOWANEGO SYSTEMU

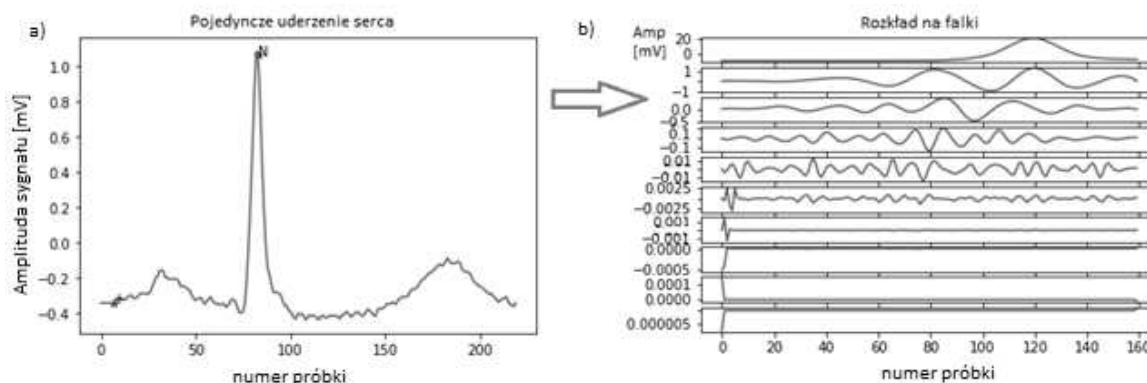
3.1. Dekompozycja sygnału EKG

Efektywna analiza sygnałów niestacjonarnych wymaga innych narzędzi niż spłot czy transformacja Fouriera. Do prawidłowej ekstrakcji istotnych, charakterystycznych cech analizowanego sygnału bardzo przydatna jest równoczesna analiza czasowych i częstotliwościowych jego własności. Skutecznym narzędziem do tego typu dekompozycji sygnałów jest analiza falkowa [1] [8, 9]. Analiza falkowa polega na przejściu do dziedzinie czas - częstotliwość (skala), w którym rozpatrywany jest sygnał. Pozwala ona analizować zmianę częstotliwości w czasie, w odróżnieniu od transformacji Fouriera, która takich informacji nie dostarcza. Zasadniczo składa się ona z funkcji falkowej pełniącej rolę filtru pasmowo - przepustowego i funkcji skalującej odpowiadającej za aproksymację. Są one ze sobą ściśle powiązane, ponieważ z falki podstawowej jest tworzona rodzina falek przez zmianę skali (Rys. 2).

$$\Psi_{j,k}(t) = 2^j \Psi(2^j t - k), \text{ gdzie} \quad (1)$$

Ψ - falka podstawowa, j - rozdzielczość, k - przesunięcie

Podczas badań z użyciem transformacji falkowej wykorzystano falkę Daubechies (db4), która jest przeważnie używana w przetwarzaniu sygnału EKG. Według [4] dostarcza ona najwięcej istotnych informacji, ponieważ jej kształt zbliżony jest do zespołu QRS. Użycie trybu 'symmetric' pozwoliło na podwojenie próbek przez odbicie lustrzane w przypadku potrzeby uzupełnienia sygnału.



Rys. 2. a) Sygnał EKG – jeden cykl pracy serca, b) Wynik dekompozycji za pomocą transformacji falkowej

Liczba falek otrzymanych z tej operacji wyniosła 10 i została wybrana automatycznie po uwzględnieniu długości sygnału (jednego cyklu pracy serca). Efektem operacji była macierz o 10 wierszach, gdzie w każdym był nowo powstały sygnał.

3.2. Konwolucyjna sieć neuronowa

Do klasyfikacji nieprawidłowości w zdekomponowanym w dziedzinie czasu i częstotliwości sygnale EKG wykorzystano konwolucyjną, głęboką sieć neuronową [5]. Sieci te znane są z dużej skuteczności klasyfikacji, poprzedzonej automatyczną ekstrakcją cech z danych wejściowych. Sieci konwolucyjne są naturalnie predysponowane do pracy z danymi w postaci dwuwymiarowej, co uzyskano również dzięki dekompozycji sygnału. Macierze 10x160, gdzie 10 to liczba uzyskanych sygnałów, a 160 to ich długość, zostały przekształcone przy użyciu funkcji `reshape()` oraz `resize()` tak, aby były kwadratowe i miały odpowiednio wymiary 20, 40, 70 i 100.

Tablica 3. Architektura sieci CNN

CNN
Warstwa wejściowa ($n \times n \times 3$)
Konwolucja ($2 \times 2, 32$)
Maxpooling (2×2)
Konwolucja ($2 \times 2, 64$)
Maxpooling (2×2)
Konwolucja ($2 \times 2, 64$)
Maxpooling (2×2)
MLP (64)
Wyjście (m neuronów sigmoidalnych)

Na podstawie wielu badań eksperymentalnych, zaproponowano strukturę sieci składającej się z dziewięciu warstw (Tablica 3). Pierwsza to warstwa wejściowa, kolejna to warstwa wspomnianej wcześniej konwolucji. Zdecydowano się na 32 filtry o wielkości 2x2 każdy. Spośród dostępnych funkcji aktywacji wybrano ReLU. Następną stanowiła warstwa głosująca, gdzie wykorzystany został max-pooling. Polega on na wyciągnięciu maksymalnej wartości z danego obszaru (w tym wypadku kwadrat o boku dwóch pixeli), co pozwala na zmniejszenie obrazu. Sekwencja tych dwóch warstw została powtórzona trzykrotnie. Ostatnie dwie to z kolei pełna sieć MLP i klasyfikator będący warstwą wyjściową. W tym wypadku funkcją aktywacji była funkcja softmax. Rozmiar warstwy wyjściowej był liczbą wyodrębnionych klas - dla klasyfikacji ze względu na chorobę jest ich 11, natomiast w przypadku typów ewolucji 7.

W trakcie uczenia sieci zastosowano funkcję kryterialną w postaci entropii krzyżowej (ang. sparse

categorical cross entropy loss), którą minimalizowano przy użyciu algorytmu optymalizacji Adam (ang. adaptive moment estimation), przez 20 epok. Zarówno do zbioru walidacyjnego, jak i testującego wybrano losowo po 20 cykli pracy serca reprezentujących daną klasę.

3.3. Wskaźniki jakości sieci

W badaniach dotyczących zagadnień medycznych z zastosowaniem sieci neuronowych niezwykle istotne jest nie tylko uzyskanie odpowiedniej dokładności, ale również swoistości. W przypadku analizy EKG, swoistość to wartość stosunku ewolucji serca zaklasyfikowanych jako prawidłowe do sumy takich właśnie przypadków i fałszywie uznanych za prawidłowe. Powinna ona znajdować się w przedziale od 0 do 1, im jej wartość jest mniejsza tym większe ryzyko pominięcia niektórych nieprawidłowości. Oprócz swoistości analizowano czułość (precyzję) będącą wartością stosunku wyników prawdziwie dodatnich do sumy prawdziwie dodatnich i fałszywie ujemnych oraz dokładność.

4. WYNIKI PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Ocenę przeprowadzonych eksperymentów oraz wyniki klasyfikacji ze względu na typ ewolucji serca oraz rodzaj choroby zamieszczono w Tablicy 4. Wyniki dla obu przypadków klasyfikacji są zadowalające, jednak klasyfikacja ze względu na typ ewolucji jest bardziej jednoznaczna. W obu przypadkach najlepsze wskaźniki otrzymano dla obrazów wejściowych o rozmiarze 40 i 100, przez co nie można zauważyć wyraźnej zależności między rozmiarem obrazu i skutecznością klasyfikacji sieci. Wpływa on jednak znacząco na liczbę parametrów sieci oraz na czas uczenia. Niecelowe wydaje się więc stosowanie rozmiarów większych niż 40.

W przypadku klasyfikacji pod względem typu ewolucji serca otrzymano największą dokładność równą 92,4% i swoistość wynoszącą 96,5%, podczas gdy dla rodzaju choroby dokładność wynosi 83,1%, a swoistość 91,1%. Wartość precyzji również jest znacząco większa - 82,9% dla sieci klasyfikującej pojedyncze cykle pracy serca ze względu na ich typ, podczas gdy w drugim przypadku wyniosła ona 55,6%. Rozbieżność tego właśnie parametru jest największa.

Dokonano również porównania otrzymanych wyników z podobnymi opublikowanymi badaniami dotyczącymi klasyfikacji nieprawidłowości w sygnale EKG. Autorzy w pracy [10] korzystając z sieci typu Echo State osiągnęli precyzję równą 86,1% oraz swoistość 92,7% przy odczycie wartości sygnału EKG z jednego kanału pomiarowego oraz 75,1% precyzji i 95,7% swoistości dla innego, podczas gdy w opisywanych w niniejszej pracy badaniach udało się uzyskać większą swoistość - 96,5% i precyzję wynoszącą

82,9%. Z kolei w pracy [2] autorzy uzyskali większą dokładność - równą 93,4%, jednak nie opublikowali oni wartości swoistości uzyskanej przez ich system. Na podkreślenie zasługuje fakt, że przedstawione podejście, w odróżnieniu od niektórych prac np. [7] jest wieloklasowe, czyli oprócz stwierdzenia anomalnego charakteru EKG, umożliwia wskazanie konkretnego schorzenia.

Tablica 4. Wyniki klasyfikacji ze względu na typ ewolucji serca oraz rodzaj choroby

Rozmiar macierzy	Dokładność	Precyzja	Swoistość
Rodzaj choroby			
20	0,7818	0,5143	0,9006
40	0,8318	0,5556	0,9106
70	0,7727	0,4474	0,8931
100	0,8091	0,5588	0,9138
Typ ewolucji serca			
20	0,9095	0,8286	0,9643
40	0,9238	0,8286	0,9649
70	0,9143	0,8235	0,9647
100	0,9238	0,8286	0,9649

5. PODSUMOWANIE

Zaproponowana metoda analizy sygnału EKG umożliwia klasyfikację różnych typów ewolucji serca i chorób z dużą dokładnością i dobrą swoistością, która jest bardzo ważnym parametrem w ocenie systemów wspomagających lekarzy.

Dekompozycja sygnału EKG przy pomocy transformacji falkowej umożliwiła pozyskanie z sygnału cennych informacji, co pozwoliło na wyłonienie właściwych cech w dalszym etapie klasyfikacji, przy pomocy głębokiej, konwolucyjnej sieci neuronowej.

Zaproponowane podejście może służyć jako cenny system wspomagania decyzji lekarzy, jako narzędzie do badań przesiewowych, w telemedycynie, czy też jako narzędzie do samokontroli pacjenta. Należy jednak mieć na uwadze fakt, że klasyfikacja dokonana tą metodą powinna być każdorazowo zweryfikowana przez lekarza.

ECG SIGNAL CLASSIFICATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Automation and improvement of diagnostic process is a vital element of medicine development and patient's condition self-control. For a long time different ECG signal classification methods exist and are successfully applied, nevertheless their accuracy is not always satisfying enough. The lack of identification of an existing abnormality, which is very similar to a normal heartbeat is the biggest issue - for example premature ventricular contraction. Over the past few years there was a rapid development of an artificial intelligence tool - deep neural networks. They characterise by a high classification ability even the most complicated patterns in the form of time series or images, often based on features unnoticeable for human eye. In this paper the approach to electrocardiography (ECG) analysis was presented, taking into consideration a single heartbeat. The aim of this research was diagnosis of six different types of beat that may indicate arrhythmia occurrence. The study were performed on the public database MIT-BIH Arrhythmia Database. In order to enhance feature extraction quality of the analysed signal the time-space decomposition was made using wavelet transform. The satisfying performance with 92.4% accuracy and 96.5% specificity were accomplished. The achieved results may be used to develop an automatic heartbeat classification system that would significantly contribute medicians in the arduous process of data analysis.

Keywords: ECG, arrhythmia, deep learning, convolutional neural networks.

6. BIBLIOGRAFIA

- Ogryczak M.: Klasyfikacja sygnału EKG przy użyciu głębokich sieci neuronowych, praca magisterska, Warszawa: Politechnika Warszawska, 2019.
- Kachuee M., Fazeli S., Sarrafzadeh M.: ECG Heartbeat Classification: A Deep Transferable Representation, 2018 IEEE international conference on healthcare informatics (ICHI), Nowy Jork, 2018.
- Jose da S., Luz E., Schwartz W., Camara-Chavez G., Menotti D.: ECG-based heartbeat classification for arrhythmia detection: a survey, Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol.127, 2016, pp. 144-164.
- Haddadi R., Abdelmounim E., El Hanine M.: Discrete Wavelet Transform Based Algorithm for Recognition of QRS Complexes, World of Computer Science and Information Technology Journal, vol. 4, nr 9, 2014, pp. 127-132.
- Goodfellow I., Bengio Y., Courville A.: Deep Learning, MIT Press, 2016.
- Goldberger A., Amaral L., Glass L., Hausdorff J., Ivanov P., Mark R., Mietus J., Moody G., Peng C.-K., Stanley H.: PhysioBank, [Online]. Available: Circulation Electronic Pages; <http://circ.ahajournals.org/content/101/23/e215.full> [Data uzyskania dostępu: 2019 06 25].
- Celesti F., Celesti A., Carnevale L., Galletta A., Campo S., Romano A., Bramanti P., Villari M.: Big data analytics in genomics: the point on deep learning solutions, New York, 2017.
- Białasiewicz J. T.: Falki i aproksymacje, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2000.
- Berkowski P., Transformata falkowa, [Online]. https://iel.pl/uploads/PL/PL_3_Nasza_Oferta/3_Działalnosc_Naukowa/5_Studia%20doktoranckie/wyklady/wyklad_falki.pdf [Data uzyskania dostępu: 21 05 2019].
- Alfaras M., Soriano M., Ortin S.: A Fast Machine Learning Model for ECG-Based Heartbeat Classification and Arrhythmia Detection, Front. Phys., 18 07 2019.
- Alarsan F., Younes M.: Analysis and classification of heart diseases using heartbeat features and machine learning algorithms, Journal of Big Data, 31 08 2019.
- Acharya U., Lih Oh S., Hagiwara Y., Hong Ten J., Adam M., Gertych A., San Tan R.: A deep convolutional neural network model to classify heartbeats, vol. 89, 2017, pp. 389-396.

R/EXAMS JAKO WSPARCIE W WERYFIKACJI WIEDZY STUDENTÓW

Agnieszka WAŁACHOWSKA

Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii
tel.: 58 347 13 21 e-mail: agnwalac@pg.edu.pl

Streszczenie: Przydatność zasobów e-learningowych, takich jak testy i quizy online, można dostrzec w wielu sytuacjach: duża liczba studentów uczęszczających na dane zajęcia, utrwalanie, podsumowanie i weryfikacja wiedzy czy nauczanie na odległość. Celem artykułu jest zaprezentowanie pakietu R/exams dostępnego w programie statystycznym R jako wsparcia do tworzenia losowych i dynamicznych pytań oraz ich wykorzystania na platformie Moodle. Omówione zostaną różne typy pytań na przykładzie zadań ze statystyki.

Słowa kluczowe: egzamin, test, pakiet „exams”, platforma Moodle.

1. WPROWADZENIE

1.1. Motywacja

W związku z pandemią COVID-19 uczelnie zostały zmuszone do nagłego przejścia z nauczania tradycyjnego na formę zdalną. Konieczne było opracowanie nowych metod przekazywania studentom wiedzy na odległość. Nastąpił wzrost zainteresowania oprogramowaniem do wideokonferencji, a gdy okazało się, że w formie zdalnej mają zostać przeprowadzone również egzaminy, dodatkowo wzrosło zainteresowanie narzędziami, które pozwolą na ograniczenie możliwości ściągania i sposobu na przeprowadzenie uczciwego zaliczenia przedmiotów. Jedną z takich możliwości daje platforma e-learningowa Moodle poprzez przeprowadzenie egzaminów w formie quizów. Nadal jednak pozostawał problem w stworzeniu odpowiedniej ilości pytań na podobnym poziomie trudności, ale zmodyfikowanych na tyle, aby uniemożliwić studentom wymianę swoich rozwiązań. W przypadku prowadzonych przez autorkę przedmiotów związanych z rachunkiem prawdopodobieństwa i statystyką rozwiązanie osiągnięto dzięki R/exams, który jest pakietem typu open-source dostępnym w darmowym programie statystycznym R. Z racji tego, że kształcenie na odległość odgrywa i będzie odgrywać ważną rolę, poniższy artykuł ma na celu przybliżenie i zachęcenie innych do wykorzystania R/exams w trakcie różnego typu zajęć z przedmiotów matematycznych, ale nie tylko.

1.2. Historia pakietu R/exams

Twórcami pierwszej wersji R/exams byli Grün and Zeileis [1], którzy w 2006 roku na Uniwersytecie Wirtshausuniversität we Wiedniu zaprojektowali pakiet, mający sprostać wyzwaniu jakim było przeprowadzenie kursu ze wstępu do statystyki dla ponad 1000 studentów. Przedmiot prowadzony był równoległe przez kilku wykładowców, a celem pakietu R/exams było stworzenie zbioru przykładowych zadań z rozwiązaniami do

samodzielnej nauki oraz generowanie dużej liczby egzaminów w celu zapewnienia indywidualnego testu każdemu studentowi. Materiały te były przygotowywane w formacie PDF.

Z chwilą wzrostu popularności kursów e-learningowych oraz rozwojem systemów zarządzania kształceniem na odległość, a wśród nich platformy Moodle [2], nastąpiła potrzeba stworzenia drugiej wersji pakietu R/exams, posiadającej inne formaty wyjściowe niż tylko PDF. Między innymi format Moodle XML, dzięki któremu stworzone zadania można importować i wykorzystać w quizach na platformie Moodle.

Każde utworzone w R/exams ćwiczenie jest pojedynczym plikiem Sweave (.Rnw) [3] będącym kombinacją kodu R do generowania danych i obliczania rozwiązań oraz języka LaTeX do opisu pytania i rozwiązania z wykorzystaniem zapisu matematycznego. Umożliwia to nie tylko generowanie zróżnicowanych materiałów do samodzielnej nauki i indywidualnych egzaminów, ale także możliwość współpracy nad pulą pytań większej liczby osób prowadzących ten sam przedmiot.

Do chwili obecnej pakiet R/exams został rozszerzony o nową opcję formatowania tekstu pytań i rozwiązań z wykorzystaniem języka Markdown (.Rmd) [4], który jest polecany autorom nieznającym języka LaTeX. Dodatkowo został wprowadzony interfejs `exams2nops()`, dzięki któremu egzaminy napisane w formie tradycyjnej mogą być automatycznie skanowane i oceniane [5].

2. INFORMACJE OGÓLNE O R/EXAMS

Pakiet R/exams oferuje trzy mechanizmy losowań:

- losowy wybór pytań z puli przygotowanych zadań,
- w pytaniach jednokrotnego i wielokrotnego wyboru losowe tasowanie alternatywnych odpowiedzi,
- losowe wybieranie liczby, tekstu, grafiki jako danych do zadania.

Pojedynczy plik z zadaniem składa się z czterech elementów:

- kodu generującego dane,
- tekstu pytania,
- rozwiązania,
- meta-informacji (m.in. etykieta, rodzaj pytania, prawidłowe rozwiązanie).

Generowanie danych oraz podawanie rozwiązania jest opcjonalne, nie musi zostać zawarte w pliku z ćwiczeniem, pozostałe są obowiązkowe.

Do wyboru mamy następujące rodzaje pytań:

- pojedynczy wybór (schoice),
- wielokrotny wybór (mchoice),
- numeryczne (num),
- łańcuch znaków (string),
- kombinacje powyższych (cloze).

Pierwsze dwa są standardowymi pytaniami testowymi umożliwiającymi wybór jednej bądź wielu odpowiedzi.

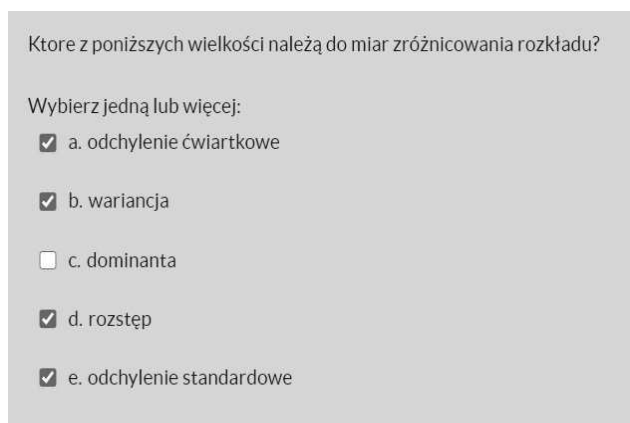
Celem zadań numerycznych jest policzenie i podanie wartości liczbowej. Dopuszcza się w nim podanie pewnego zakresu tolerancji. Z kolei oczekiwaną odpowiedzią do pytań typu łańcuch znaków jest ciąg wyrazów.

W pakiecie R/exams zostały wbudowane przykładowe zadania [6], którymi można się inspirować tworząc bazę swoich własnych pytań z danego przedmiotu. Możemy je wywołać w różnych formatach wyjściowych wykorzystując odpowiednie polecenia, np. `exams2pdf()`, `exams2html()` lub `exams2moodle()`. Plik wyeksportowany w ostatnim formacie następnie jest otwierany na platformie e-nauczania. Jest to sposób na szybkie i efektywne rozszerzenie bazy pytań w swoim kursie.

3. PRZYKŁADOWE MOŻLIWOŚCI R/EXAMS

3.1. Struktura zadania

Na podstawie prostego pod względem budowy pytania wielokrotnego wyboru zostanie zobrazowana struktura kodu napisanego w formacie `.Rnw` oraz `.Rmd`. Składa się ona z trzech elementów: treści pytania, rozwiązania oraz meta-informacji. Ćwiczenie pochodzi z zakresu statystyki opisowej i zawiera 8 odpowiedzi, ale do każdego wariantu pytania jest losowanych i tasowanych 5 z pośród nich, o czym informuje opcja `exshuffle`. Przykładowa wersja widoczna jest na rysunku 1, a wykorzystany kod umieszczony w tablicy 1.



Rys. 1. Pytanie wielokrotnego wyboru stworzone w R/exams i wykorzystane w quizie na platformie e-nauczanie

Drugie niezbyt złożone ćwiczenie, jednak zawierające w swojej budowie dodatkowo czwarty element, jakim jest kod generujący dane, zawiera tablica 2.

Należy zauważyć, że część kodu R odpowiedzialna za losowanie danych została zapisana w pliku `.Rnw` za pośrednictwem `<<>>=` oraz `@`, a w środowisku Markdown w otoczeniu ````{r data generation, echo=FALSE, results="hide"}``` oraz ```. Dodatkowo w obu środowiskach, wykorzystując odpowiednio \Sexpr{} oraz `r...`, umieszczane są dane lub funkcje pochodzące z programu R.`

Tablica 1. Kod pytania wielokrotnego wyboru napisany w języku LaTeX i Markdown

LaTeX (.Rnw)	Markdown (.Rmd)
<pre> \begin{question} Które z poniższych wielkości należą do miar zróżnicowania rozkładu? \begin{answerlist} \item odchylenie standardowe \item średnia arytmetyczna \item współczynnik zmienności \item mediana \item dominanta \item rozstęp \item wariancja \item odchylenie ćwiartkowe \end{answerlist} \end{question} \begin{solution} \begin{answerlist} \item prawda \item fałsz \item prawda \item fałsz \item fałsz \item prawda \item prawda \item prawda \item prawda \end{answerlist} \end{solution} \exname{zmiennosc} \extype{mchoice} \exsolution{10100111} \exshuffle{5} </pre>	<pre> Question ===== Które z poniższych wielkości należą do miar różnicowania rozkładu? Answerlist ----- * odchylenie standardowe * średnia arytmetyczna * współczynnik zmienności * mediana * dominanta * rozstęp * wariancja * odchylenie ćwiartkowe Solution ===== Answerlist ----- * prawda * fałsz * prawda * fałsz * fałsz * prawda * prawda * prawda * prawda Meta-information ===== exname: zmiennosc extype: mchoice exsolution: 10100111 exshuffle: 5 </pre>

Tablica 2. Kod pytania numerycznego napisany w języku LaTeX i Markdown zawierający fragment generujący dane

LaTeX (.Rnw)
<pre> <<echo=FALSE, results=hide>>= n <- sample(15:20, 1) w <- sample(c(0:25), n) srednia<-mean(w) @ \begin{question} W \$\Sexpr{n}\$ osobowej klasie został przeprowadzony sprawdzian z matematyki, z którego można było otrzymać maksymalnie 25 punktów. Uczniowie uzyskali następujące wyniki: \$\Sexpr{w}\$. Ile wynosi średnia arytmetyczna punktów uzyskanych przez klasę z tego sprawdzianu? \end{question} \begin{solution} Średnia arytmetyczna wyników ze sprawdzianu wynosi \$\Sexpr{round(srednia,2)}\$. \end{solution} \extype{num} </pre>

```

\exsolution{\Sexpr{round(srednia,2)}}
\exname{srednia}
\extol{0.01}

```

Markdown (.Rmd)

```

```{r data generation, echo = FALSE,
results = "hide"}
n <- sample(15:20, 1)
w <- sample(c(0:25), n)
srednia<-mean(w)
```

```

Question
=====

W `r` n` osobowej klasie został przeprowadzony sprawdzian z matematyki, z którego można było otrzymać maksymalnie 25 punktów. Uczniowie uzyskali następujące wyniki: `r` w`. Ile wynosi średnia arytmetyczna punktów uzyskanych przez klasę z tego sprawdzianu?

Solution
=====

Średnia arytmetyczna wyników ze sprawdzianu wynosi
`r` round(srednia,2)`.

Meta-information
=====

```

extype: num
exsolution: `r` round(srednia,2)`
exname: srednia
extol: 0.01

```

Tolerancja dla udzielonych odpowiedzi w przytoczonym ćwiczeniu wynosi 0.01 (extol). Przykładowe zadanie wygenerowane przy pomocy powyższego kodu znajduje się na rysunku 2.

W 18 osobowej klasie został przeprowadzony sprawdzian z matematyki, z którego można było otrzymać maksymalnie 25 punktów. Uczniowie uzyskali następujące wyniki: 21, 12, 19, 25, 4, 23, 14, 3, 6, 9, 2, 11, 7, 0, 20, 5, 18, 13. Ile wynosi średnia arytmetyczna punktów uzyskanych przez klasę z tego sprawdzianu?

Odpowiedź:

Rys. 2. Pytanie numeryczne stworzone w R/exams i wykorzystane w quizie na platformie e-nauczanie.

3.2. Zadania typu cloze

Zadania, będące kombinacjami pytań numerycznych, łańcuchowych, jedno- lub wielokrotnego wyboru, są typu cloze. Dają one możliwości stworzenia ciekawych ćwiczeń i pytań egzaminacyjnych. Ich kod jest o wiele bardziej rozbudowany niż zadań przytoczonych w poprzednim podrozdziale, dlatego poniżej ograniczymy się do zaprezentowania jedynie efektów końcowych, jakimi są zadania w formie pdf, html czy pytania w bazie Moodle oraz fragmentów wykorzystanych w ćwiczeniu poleceń.

Zadanie zaprezentowane na rysunku 3 zawiera w sobie dwa zadania numeryczne, co oznacza, że oczekiwaną odpowiedzią są dwie liczby, jakie w tym przypadku stanowią wartość górną i dolną przedziału ufności dla średniej.

Inny wariant tego samego zadania w formacie Moodle widoczne jest na rysunku 4. Liczba elementów próby (liczba klientów) oraz wartości elementów próby (czas obsługi każdego z klientów) generowane są w sposób losowy. Wielkość próby to liczba z przedziału od 50 do 150 ($n <$

$\text{sample}(50:150,1)$). Wartości próby zostały wzięte z rozkładu normalnego z losowymi, pochodzącymi z zadanego przedziału, parametrami średniej oraz odchyleniem standardowym ($y \leftarrow \text{rnorm}(n, \text{runif}(1, 100, 200), \text{runif}(1, 10, 15))$).

Problem

Chcemy oszacować średni czas obsługi przy kasie w pewnym gdańskim marketcie. W tym celu dokonano pomiaru czasu obsługi 132 losowo wybranych klientów i otrzymano w rezultacie średnią 134.5 sekund oraz wariancję s_{n-1}^2 równą 113.1.

Wyznacz 95% przedział ufności dla średniej czasu obsługi klientów w badanym sklepie. (Wynik zaokrąglij do trzech miejsc po przecinku, tolerancja dla odp. wynosi ± 0.01)

- Jaka jest dolna granica przedziału ufności?
- Jaka jest górna granica przedziału ufności?

Solution

95% przedział ufności dla średniej μ wynosi:

$$\begin{aligned} & \left[\bar{y} - 1.96 \sqrt{\frac{s_{n-1}^2}{n}}, \bar{y} + 1.96 \sqrt{\frac{s_{n-1}^2}{n}} \right] \\ & = \left[134.5 - 1.96 \sqrt{\frac{113.1}{132}}, 134.5 + 1.96 \sqrt{\frac{113.1}{132}} \right] \\ & = [132.686, 136.314]. \end{aligned}$$

- Dolna granica przedziału ufności to 132.686.
- Górna granica przedziału ufności to 136.314.

Rys. 3. Przykładowe pytanie wraz z rozwiązaniem w formacie wyjściowym pdf

Chcemy oszacować średni czas obsługi przy kasie w pewnym gdańskim marketcie. W tym celu dokonano pomiaru czasu obsługi 50 losowo wybranych klientów i otrzymano w rezultacie średnią 122.1 sekund oraz wariancję s_{n-1}^2 równą 137.2.

Wyznacz 95% przedział ufności dla średniej czasu obsługi klientów w badanym sklepie. (Wynik zaokrąglij do trzech miejsc po przecinku, tolerancja dla odp. wynosi ± 0.01)

- Jaka jest dolna granica przedziału ufności?
- Jaka jest górna granica przedziału ufności?

Rys. 4. Pytanie typu cloze (podwójne numeryczne) stworzone w R/exams i wykorzystane w quizie na platformie e-nauczanie

Wartość średnia oraz wariancja podane w zadaniu są uzależnione od wielkości i wartości wylosowanej próby i zostały wyliczone z wykorzystaniem funkcji R.

Inne ciekawe zadanie łączące w sobie pytania jednokrotnego wyboru oraz pytania numeryczne, jak również dające możliwość weryfikacji umiejętności studentów w obsłudze programu statystycznego wykorzystywanego na zajęciach laboratoryjnych, zostało zaproponowane na rysunku 5. Początkowo zostaje utworzony plik typu .csv z, podobnie jak poprzednio, losową ilością i wielkością danych. W poszczególnych wariantach zadania zmianie ulega również zakres tolerancji.

Plik pudełko.csv zawiera 42 obserwacji zmiennej x. Na ich podstawie narysuj wykres pudełkowy i odpowiedz na poniższe pytania (Tolerancja dla odpowiedzi, w których należy wpisać wartości wynosi ± 0.2):

Z wykresu pudełkowego można odczytać rozstęp danych:

Rozkład badanej zmiennej jest:

Wykres pudełkowy pokazuje wartości odstające:

Jedna czwarta obserwacji ma wartości nie większe niż:

Jedna czwarta obserwacji ma wartości nie mniejsze niż:

Półowa obserwacji ma wartości nie mniejsze niż:

Rys. 5. Pytanie typu cloze (jednokrotny wybór, numeryczne)

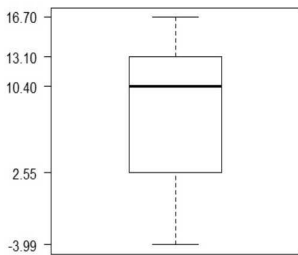
Student w pierwszym kroku otwiera wygenerowane dane i rysuje wykres na podstawie, którego następnie udziela odpowiedzi na zadane pytania. Rysunek 6 prezentuje inny wariant tego samego ćwiczenia w formacie html.

1. Question

Plik `pudelko.csv` zawiera 49 obserwacji zmiennej x . Na ich podstawie narysuj wykres pudełkowy i odpowiedz na poniższe pytania (*Tolerancja dla odpowiedzi, w których należy wpisać wartości wynosi ± 0.8*):

- Z wykresu pudełkowego można odczytać rozstęp danych: tak / nie
- Rozkład badanej zmiennej jest: symetryczny / prawostronnie asymetryczny / lewostronnie asymetryczny
- Wykres pudełkowy pokazuje wartości odstające: tak / nie
- Jedna czwarta obserwacji ma wartości nie większe niż:
- Jedna czwarta obserwacji ma wartości nie mniejsze niż:
- Półowa obserwacji ma wartości nie mniejsze niż:

Solution



- a. Fałsz. / Prawda.
- b. Prawda. / Fałsz. / Fałsz.
- c. Fałsz. / Prawda.
- d. 2.55.
- e. 13.1.
- f. 10.4.

Rys. 6. Przykładowe pytanie wraz z rozwiązaniem w formacie wyjściowym html

3.3. Ułożenie treści zaliczenia

Układając egzamin należy wskazać pliki z zadaniami, które mają zostać zawarte w treści: `zaliczenie<-c("zmiennosc.Rmd", "srednia.Rmd", "przedzial.Rmd", "pudelko.Rmd")`, a następnie wyeksportować w formacie Moodle XML, definiując dowolną liczbę ich replikacji `exams2moodle(zaliczenie, n = 10, name = "Egzamin")`. Utworzona w ten sposób duża ilość pytań, po zaimportowaniu w kursie na e-nauczanie, jest dzielona na katalogi według różnych wariantów tego samego zadania. Następnie, wykorzystując możliwości Moodle, dane pytanie

w quizie może być losowane z każdego katalogu, co zapewnia niepowtarzalność egzaminów.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Ręczne ułożenie i sprawdzenie wielu wariantów kolokwium czy egzaminów jest pracochłonne, a w ilości zapewniającej indywidualny test dla każdego studenta, wręcz niemożliwe. R/exams daje szerokie możliwości ułożenia nie tylko zadań na zaliczenie, ale również przygotowania ćwiczeń z rozwiązaniami do samodzielnej nauki. Dzięki pakietowi jest możliwe stworzenie różnego typu zadań, ale przede wszystkim kilkunastu wariantów tego samego typu, aby uniknąć uczenia się na pamięć oraz ściągania w trakcie egzaminów. Artykuł pokazuje jedynie kilka przykładowych zadań stworzonych w R/exams, aby przybliżyć możliwości jakie możemy dzięki niemu osiągnąć. Dodatkowo fakt, że pakiet pozwala na produkcję zadań w formacie Moodle XML, czyni go atrakcyjnym pod względem użytkowania dla każdego nauczyciela, szczególnie w momencie, gdy zdalne nauczanie i przeprowadzanie zaliczeń stało się codziennością.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Grün B., Zeileis A.: Automatic Generation of Exams in R, Journal of Statistical Software, Nr 29 (10), 2009, s. 1-14. <http://www.jstatsoft.org/v29/i10/>.
2. Dougiamas M, et al.: Moodle, Version 2.6. 2014. <http://moodle.org/>.
3. Leisch F.: Sweave: Dynamic Generation of Statistical Reports Using Literate Data Analysis, In: Härdle W., Rönz B. (eds) Compstat. Physica, Heidelberg, 2002, s.575-580 https://doi.org/10.1007/978-3-642-574894_89.
4. Fireball D.: Markdown Syntax Documentation, <https://daringfireball.net/projects/markdown/syntax>.
5. Zeileis A., Umlauf N., Leisch F.: Flexible Generation of E-Learning Exams in R: Moodle Quizzes, OLAT Assessments, and Beyond, 2020 <https://cran.r-project.org/web/packages/exams/vignettes/exams2.pdf>.
6. <http://www.r-exams.org/templates/>.

R/EXAMS AS SUPPORT IN VERIFICATION OF STUDENTS' KNOWLEDGE

The usefulness of e-learning resources, such as online tests and quizzes, can be seen in many situations: a large number of students attending a given course, consolidating, summarizing and verifying of knowledge or distance learning. The aim of the article is to present the R/exams package available in the R statistical program as a support for creating random and dynamic questions and their use on the Moodle platform. Thanks to the package, it is possible to create various types of tasks, but above all, a dozen variants of the same type in order to avoid rote learning and cheating during exams. Due to the fact that distance education plays and will play an important role, the article aims to introduce and encourage others to use R/exams during various types of mathematics courses, but not only. In addition, the varied output forms such as PDF, HTML or Moodle XML make it very attractive in terms of use. In this article various types of questions are discussed using the example of statistical tasks.

Keywords: exam, test, "exams" package, Moodle.

HISTORY OF INITIAL ENERGY AND WATER NETWORK DEVELOPMENT IN QATAR

Mohd. Jassim ZAMAN¹, Marek OLESZ²

1. Texas A&M University
tel.: +48 514844541 e-mail: mk1004089@qu.edu.qa
2. Gdańsk University of Technology
tel.: +48 3471820 e-mail: marek.olesz@pg.edu.pl

Abstract: Qatar: A country which had to be associated with neighboring countries like UAE or Saudi Arabia for people to know about it, stands proud today due to the ample production and exporting of Black Gold. A country with almost no vegetation or suitable weather to harvest crops, turned from being heavily dependent on trading Pearls to exporting natural oil and gas to all over the globe. The paper outlines in details the history of the development of Energy sector in the State of Qatar. Being under British protection around the Arabian sea and Ottoman Empire from Land, there was not much of interest in this region. However, the scenario changed drastically after the discovery of Oil in 1938. Being able to produce and export the oil in huge quantity, it took Qatar less than 40 years to transform its energy sector totally. The paper describes these post oil discovery developments in the energy sector of the State of Qatar and links History to the Present.

Keywords: Black Gold, Energy, Export, Pearl, Qatar.

1. INTRODUCTION

Energy is important in day to day life. In physics, energy is the quantitative property that must be transferred to an object in order to perform work on, or to heat, the object. Energy is a conserved quantity; the law of conservation of energy states that energy can be converted in form, but not created or destroyed. The paper illustrates the initial development of Energy in the State of Qatar and how it initially came over the scarcity of energy in the hot and arid Arabian Peninsula.

1.1. Geographical background

Qatar is a trivial peninsula in the Persian Gulf covering an area of roughly 11 000 km² as well as a number of small offshore islands. Its maximum length is about 180 km along the north-south axis, while the east-west width is 85 km at its broadest point. It is limited by the Persian Gulf on all sides except in the south where it touches the eastern province of Saudi Arabia [1].

2. HISTORY OF THE ENERGY SECTOR DEVELOPMENT OF QATAR

Being a peninsula, the means of energy in the Middle eastern region and Qatar was basically by depending on the coal energy that were traded from the eastern part of the world and ottoman empire. With little oasis and almost no access to fresh water, energy development was crucial for the sustenance of life in Qatar.



Fig. 1. Qatar's Map

Before the world war one, the economy of Qatar was based on earnings from trading Pearls which were abundant in the region. However, with the introduction of artificially cultured pearls by Japan, the market for trading collapsed and Qatar had to look for newer means to sustain its economy which would provide for its energy consumptions.

To understand the development of Energy sector in Qatar, it is necessary to look in to the history of Qatar's natural recourses as they contribute to the development of sectors not limited to only energy, but all other sectors.

The energy sector of Qatar is mainly focused on fossil fuel and can be categorized into two points. These are crude oil and natural gas.

2.1. Discovery of crude oil and development

Qatar's investigation of the oil market began around 1923, Qatar's first oil discovery was made in late 1930s with oil deposits found in Dukhan (North western) field. Interest was awakened in the oil potential of Qatar in 1931, when the Anglo-Persian Oil Co. (Now British Petroleum) began carrying out a detailed geological survey of the country.

In 1935, the company was granted a concession to explore for oil. The license was subsequently transferred to Petroleum Development (Qatar), associated with the Iraq Petroleum Co. in which Anglo-Persian Company was a shareholder. Petroleum Development, which was later renamed the Qatar Petroleum Company (QPC), struck oil near the village of Dukhan after the first exploration well. Dukhan No. 1 was under service in October 1938.

Two more wells were drilled in the same structure, but the second World war made it necessary to plug all three, when initial production operations had taken output to the 40,000 b/d level. Operations were not resumed until the end of 1947. The first shipment was made from the new terminal at Umm Said (south of Qatar) in December 1949. In the same year, further exploration licenses covering offshore areas were also granted [3].

In May 1960 and with a few months, an even more capable discovery was made 11 miles to the north-east, named Maydan Mahzam. A third offshore field, Bui Hanine, was discovered in 1970 and that came on stream in 1972. The Qatar General Petroleum Corporation (QGPC) was created in 1974 and, in accordance with Decree No. 72 of 1980, was subsequently merged with the Qatar Petroleum Producing Authority [3]. In December 1974, the government decided to acquire all the remaining shares in these two companies. The creation of QGPC (Qatar general Petroleum Company) stemmed from these developments and it took over all the state's shareholdings.

Qatar built up a theoretical production capacity of 650,000 b/d during the 1970s, but output never attained that level. The all-time high was recorded in 1973, when production averaged 570,300 b/d. The new structures and technologies helped raise onshore production capacity by 70,000 b/d and boost total capacity to 550,000 b/d by 1993.

Qatar was originally allocated a quota of 300,000 b/d in 1982, but that was cut to 280,000 b/d in late 1984, when output amounted to 290,000 b/d. The situation changed radically in 1986 when OPEC abandoned its official pricing structure and its production quota system. Qatar stepped up output to 340,000 b/d in the first seven months of the year, but brought it back down to 280,000 b/d from September 1 1986, when the quota system was reestablished and production averaged 313,600 b/d.

Qatar's production quota was raised in two stages in 1987 to 285,000 b/d for the first half of the year and 299,000 b/d for the second half. Qatar was assigned an increased quota of 312,000 b/d for the first half of the year, which was raised to 329,000 b/d for the third quarter and 346,000 b/d for the fourth quarter (an average of 324,750 b/d for the year).

For the first half of 1990, Qatar's production quota was raised to 371,000 b/d, approaching the country's actual extraction rate at the end of 1989.

Qatar's oil reserves have not been substantially re-evaluated since 1984, when a new official estimate of proven reserves was published, putting them at 4.5 billion barrels as against 3.33 billion barrels before. Assuming an average 500,000 barrels per day the reserves should have lasted approximately 25 years from 1990 i.e. say till 2015 [3].

However, again due to newer technologies, the oil and gas that was deemed to be unusable and un-extractable are being able to be used up. In addition, newer oil and gas fields have been discovered which promises another decade's worth of reserve for Qatar. Qatar's reserves are almost equally divided between onshore and offshore fields. The field has an estimated production capacity at present of 250,000 b/d, although its current rate of output is well below that. The bigger offshore field is Bui Hanine, the last of the three to be discovered, which has recoverable reserves of about 1.1 billion barrels. Idd Al-Shargi, discovered in 1960, has reserves estimated at around 350 million barrels, while Maydan Mahzam, discovered in 1965, contains an estimated 830 million barrels of recoverable reserves.

2.2. Discovery of natural gas and development

Qatar's recoverable reserves of natural gas are officially estimated at 156 trillion cu. ft., representing about 4.1% of the world total and 12% of total OPEC gas reserves. Almost all Qatar's reserves are concentrated in the colossal North Field which is probably the largest non-associated gas field in the world. It covers an area of some 6,000 sq.km, lies under relatively shallow water to the northeast of the Qatari peninsula, and its reserves in place are estimated at 156 trillion cu.ft. are considered recoverable. Recently this figure was raised to 250 trillion cu.ft [4]. Depending on the rate of extraction, the North Field could have a productive life of between 115 and 200 years, compared to a maximum of 30 years for Qatar's known oil resources. The development of the North Field is a gigantic project that will dwarf all other hydrocarbon developments in the Gulf region.

With the discovery of crude oil and Natural Gas, it was easier for Qatar to quickly adapt to changes and bring new technologies to develop its energy sector. From the early 1900's to the late 1940's, no information is available about the status of the supply of water and electricity in Qatar. Records as seen that Qatar's first Oil Well in Dukhan started production in 1940 and first oil shipment was exported in 1949. These are indicators that large permanent communities may have been established around that period needing sustained water and electricity for survival and industry.



Fig. 2. Ras Abu Aboud Power Station in early Years

The energy sector which deals with electricity in Qatar is named as KAHRAMAA, which is an Arabic word that translates to Electricity and Qatar.

The first diesel powered electricity station was built in Mushaireb (near the capital, Doha). The power station was named Ras Abu Aboud power Station. The station began operation in 1963 using steam turbines [5]. The steam for the operation of the turbines were found collected from the desalination plant which was also in Ras Abu Aboud as it is near to the sea. The salt water from the Arabian sea was heated up to 450 degrees Celsius and the steam from it was used to run the turbines for producing electricity. The desalinated water was stored in ground reservoirs and water towers situated along different parts of the country. For places where no towers were established water tankers were used to supply the consumers and all users of water.

The steam turbines having output of 30 MW, were initially designed and made in England, but within a year were replaced by Siemens, and today the turbines output is 200 MW. The output voltage of the turbine was 10.5 kV, which was sent to the substation where a transformer of rating 10.5/132 kV, stepped up and transmitted it to different areas. Until 1980 most of the grid was over head and were

132 kV cables. By 1986, it can be said that except the High voltage cables, the entire grid system was done underground.



Fig. 3. Water Storage Tank in Al Ghanem area

Few major in house companies supplied cables for this massive upgrade of infrastructures. One of the most prominent name in this sector is Elsewedy Cables, which is a joint venture between a Qatari and Egyptian businessman. Within 3 years, 1966, Ras Abu Aboud power station was upgraded to work on Gas instead of Steam, due to the abundance and discovery of Natural Gas. The power station on steam had a capacity of 30 MW, which later was upgraded to 200 MW with the installation of further steam turbines.

In early 1980's Power and Water were still separate businesses (now called KAHRAMAA). Works to lay down thousands of meters of water mains began in the year 1982. Between 1982 and 1996, about 1.17 million meters of water distribution network mains were in place. A growing demand for electricity saw the introduction of Satellite power stations, which are basically turbines that run on crude oil instead of steam, in Al Sailiyah, Doha Super South and Al Wajbah. German companies, Fischer and Eubanks begin construction of new power infrastructures and prior to these the British's established and dug wells as they were in a fight against ARAMCO to discover oil and win rights over the middle east. From the late 1980's to early 1990's, oil prices slumped on the world market leading to less oil revenue, decreasing the investments in the development of the country infrastructure projects, and resulted to instability in the electricity system.

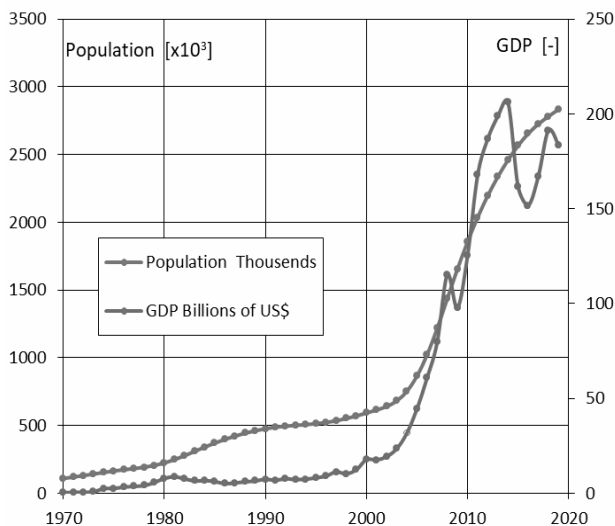


Fig. 4. The increase of population vs GDP in Qatar

As mentioned above, Qatar and surrounding areas have the least access to fresh ground water due to its geographical location. This imposed great pressure on the production and distribution of Electricity and Water around the country for the ever growing population (Fig.4). For instance, the population of Qatar in 1971 was only 120,000. This quickly increased when the oil and gas industry boomed. The population became 615,000 in 2001. However, with the massive developments carried within Qatar to host the Asian Games in 2006, a large number of skilled and unskilled labor force was brought to Qatar. The population just after 10 years stood at 2 million [6].

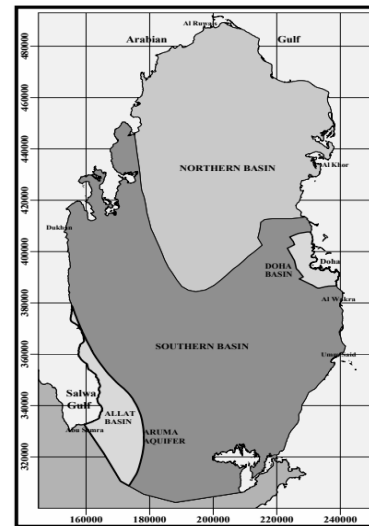


Fig. 5. Ground water Basin in the State of Qatar

The total ground water produced in Qatar is around 60 Mm³/year and the consumption is 250 Mm³/year [7]. To cater this quick increase in population, KAHRAMAA awarded projects in 2008 worth USD 30bn to develop the electricity and water sector.

The water made available for usage for agriculture, beautification, home and industrial usage mainly comes from these sources [8]: Abstraction of Fresh and Saline groundwater, Seawater Desalination, Re-use of treated sewage effluent.

Figure 5, shows the water basins in the State of Qatar, however, to conserve the natural resources and due to the fact that due to tectonic plate faults some basins have salinity which does not allow the water to be used normally. Therefore, most of the water consumed in various sectors in Qatar are supplied by KAHRAMAA. In 2000 the water production was around 0.44 million m³/day, which escalated to 1.48 million m³/day in 2011 [8].

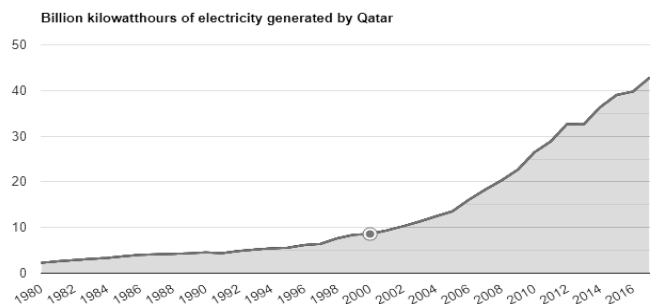


Fig. 6. Generation of Electricity from 1980 to 2016

In the year 1971, the production of electricity was approx. 9 billion kilowatts-hours., and this figure jumped quickly to around 25 billion kilowatts-hours. in 10 years, 2010. Figure 6, illustrates the electricity production in the State of Qatar, which came from fossil fuels [8]. As of 2020, the electricity production has reached 50 billion kilowatts-hours.

3. CONCLUSION

Crude oil is termed as Black Gold. Being successful in trading this Black Gold to all the other parts of the world, Qatar has grown stronger in terms of economy very quickly. With better economy is it possible to look for other sources to sustain the daily minimum energy required for life in Qatar. To mention, this was not possible in the past, since the climate is dry and temperatures soars up to 50 degrees Celsius during summer. Lack of mountainous regions or rivers, did not allow Qatar to look for hydroelectricity either. Recently, new deals and agreements have been signed by the concerning bodies to establish Solar Power Plants that will ease the load on the use of fossil fuels. With advancements to research and development done in house and around the globe, different solutions are being taken by Qatar to upgrade its energy system from the old ways of harvesting them. For instance, in 1963 there was only one power station in Qatar, that produced and serviced for the small amount of people in this Arabian Peninsula. Currently, there are 9 Power Plants in Qatar and it also shares its supply to neighboring countries. Among the other noteworthy improvements and upgrades in the energy sector, these are worth highlighting:

- The production of electricity and desalination of water are outsourced leaving KAHRAMAA to focus on transmission and distribution.
- Speed pumps are installed to by-pass small water towers so water is pumped directly from reservoir to homes.
- KAHRAMAA begins pumping water 24 hours continuously from June, 2008.
- KAHRAMAA enters into agreements with electricity and water supplies for increased volumes and capacity.
- KAHRAMAA signs deal with foreign companies to set up an 800MW Solar Power Plant worth QR 1.7bn.

- KAHRAMAA partners with Qatari Dior, responsible for the Urban development around the newly founded Islands Namely Pearl Qatar and Lusail for setting up 10 new electric vehicle charging stations around the area.
- KAHRAMAA wins two prestigious Global Sustainability awards on September, 2020.

ACKNOWLEDGMENT

This publication was made possible by NPRP grant [10-0101-170085] from the Qatar National Research Fund (a member of Qatar Foundation). The statements made herein are solely the responsibility of the authors.

4. RERERENCES

1. Crystal J., Anthony J.: Qatar, Retrieved September 16, 2020, from <https://www.britannica.com/place/Qatar>.
2. Achu U.: Qatar. The Energy Year, The Energy Year, 12 Dec. 2019, theenergyyear.com/market/qatar/.
3. Sorkhabi R., et al.: The Qatar Oil Discoveries, GEOExPro, Vol. 7, No. 1, 2010, from www.geoexpro.com/articles/2010/01/the-qatar-oil-discoveries.
4. Cochrane P.: Supertanker state: How Qatar Is Gambling Its Future on Global Gas Dominance, Middle East Eye French edition, 2 July 2020, from www.middleeasteye.net/news/qatar-gas-lng-market-oil-prices-dominance.
5. Qatar General Electricity & Water Corporation - المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء, Retrieved September 16, 2020, from <https://www.km.qa/AboutUs/Pages/History.aspx>.
6. Global Petrol Prices: Qatar, Energy mix for electricity generation, 2016, June/July, Retrieved October 07, 2020, https://www.globalpetrolprices.com/energy_mix.php?countryId=144.
7. Alhaj M., Mohammed S., Darwish M., Hassan A., Al-Ghamdi S. G.: A review of Qatar's water resources, consumption and virtual water trade, Desalination and Water Treatment, 90, 2017, pp. 70-85.
8. Ministry of Development Planning and Statistics, Water Statics in the State of Qatar in 2015, 2015, November/December, Retrieved October 08, 2020, from <https://www.psa.gov.qa/en/statistics/Statistical%20Releases/Environmental/Water/2015/Water-Statistics-2015-En.pdf>

POCZĄTKI ROZWOJU SYSTEMU ENERGETYCZNEGO I ZAOPATRZENIA W WODĘ W KATARZE

W sąsiedztwie Kataru znajdują się Zjednoczone Emiraty Arabskie i Arabia Saudyjska. Warunki pogodowe uniemożliwiają w tej części świata produkcję rolną, więc import produktów żywnościowych w przeszłości umożliwiał handel perłami, który obecnie zastąpiły ropa naftowa i gaz skroplony. Artykuł zawiera wiadomości dotyczące rozwoju sektora energetycznego oraz systemów zaopatrywania w wodę w Katarze po odkryciu ropy, które miało miejsce w 1938 roku. Wytwarzanie energii elektrycznej opiera się na wykorzystywaniu surowców naturalnych, do których należą złoża ropy i gazu (4,1% zasobów światowych, 12% OECD). Pierwsza elektrownia konwencjonalna powstała w Mushaireb w pobliżu Doha stolicy Kataru. Uruchomiona w 1963 zawierała generatory napędzane silnikami Diesla. Wytwarzaną energię wykorzystywano do produkcji wody pitnej w pobliskim przedsiębiorstwie odsalającym wodę morską. Napięcie z układu generacyjnego o wartości 10,3 kV transformowano na poziom 132 kV i przesyłano do dalszych miejsc, początkowo poprzez linię napowietrzną, a potem kablową. Elektrownię tę w kolejnych latach rozbudowywano, aż do osiągnięcia obecnej mocy około 210 MW.

Słowa kluczowe: czarne złoto, energia, eksport, perły, Katar.

WYRÓŻNIONE REFERATY W XXIX CYKLU SEMINARIJNYM
ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE'2019

PTETiS ODDZIAŁ GDAŃSK

*Polskie Towarzystwo Elektrotechniki
Teoretycznej i Stosowanej
Oddział Gdańsk*

DYPLOM

*Przyznania nagrody
za najlepszy referat w cyklu seminaryjnym
Zastosowanie Komputerów
w Nauce i Technice'2019*

pod tytułem:

*Analiza sceny przy użyciu głębokich
sieci neuronowych typu YOLO*

autorzy:

*Mateusz Mikołajczyk, Arkadiusz Kwasigroch
Michał Grochowski*

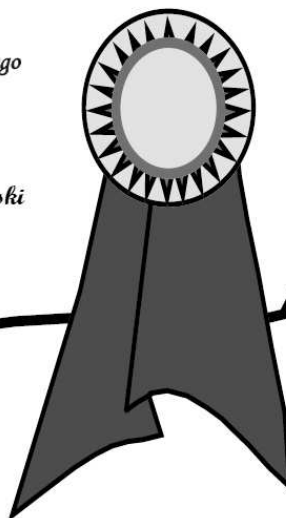
*Sekretarz
Oddziału Gdańskiego
PTETiS*

Kazimierz Jakubiuk

*Przewodniczący
Oddziału Gdańskiego
PTETiS*

Ludwik Referowski

Gdańsk 2020



WYRÓŻNIONE REFERATY W XXIX CYKLU SEMINARIJNYM
ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE'2019

PTETiS ODDZIAŁ GDAŃSK

*Polskie Towarzystwo Elektrotechniki
Teoretycznej i Stosowanej
Oddział Gdańsk*

DYPLOM

*Przyznania nagrody
za najlepszy referat w cyklu seminaryjnym
Zastosowanie Komputerów
w Nauce i Technice'2019*

pod tytułem:

*Analiza parametrów sygnału mowy
w kontekście ich przydatności
w automatycznej ocenie jakości ekspresji śpiewu*

autorzy:

Szymon Zaporowski, Bożena Kostek

*Sekretarz
Oddziału Gdańskiego
PTETiS*

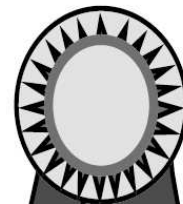
Kazimierz Jakubiuk

*Przewodniczący
Oddziału Gdańskiego
PTETiS*

Referent

Ludwik Referowski

Gdańsk 2020



INFORMACJA O XXXI CYKLU SEMINARIJNYM ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE 2021

Oddział Gdański Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej zaprasza do udziału w kolejnym XXXI cyklu seminaryjnym

ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE '2021

Celem seminarium jest wymiana doświadczeń i sposobów wykorzystania komputerów w nauce i technice. Seminarium różni się od typowych konferencji, ponieważ przy jednym spotkaniu wygłaszane są dwa lub trzy referaty. Dzięki temu słuchacze przychodzący na dany odczyt są zainteresowani tematyką prezentowaną w referatach, a czasu na spokojną dyskusję jest znacznie więcej.

Komitet Naukowy

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Jakubiuk – przewodniczący
dr inż. Anna Golijanek-Jędrzejczyk, dr inż. Lech Hasse, dr hab. inż. Jerzy Pluciński, prof. PG,
prof. dr hab. inż. Janusz Smulko, dr hab. inż. Dariusz Świsulski, prof. PG

Termin i lokalizacja seminarium

Seminarium będzie się odbywać we wtorki w okresie od marca do czerwca i od października do grudnia 2021 roku, dzięki czemu autorzy referatów mogą zaproponować najbardziej dogodny termin. Referaty będą wygłaszane w kolejne wtorki o godzinie 14:15, w zależności od sytuacji epidemicznej na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej lub w formie webinarium. Dokładny harmonogram odczytów będzie ogłoszony w marcu 2021 roku.

Publikacje materiałów seminaryjnych

Wygłoszone referaty po uzyskaniu pozytywnej opinii dwóch niezależnych recenzentów i akceptacji Komitetu Naukowego zostaną wydane w kolejnym Zeszytcie Naukowym Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, ISSN 2353-1290 w grudniu 2021 roku.

Konkurs na najlepszy referat w ramach cyklu seminaryjnego "Zastosowanie Komputerów Nauce i Technice'2021"

W oparciu o opinię Komitetu Naukowego Seminarium autorom najlepszych, opublikowanych referatów zostanie przyznany dyplom i nagroda pieniężna. Wyniki konkursu zostaną ogłoszone w marcu 2022 roku.

Zgłoszenie udziału w seminarium

Streszczenie referatu o objętości pół strony formatu A4 napisane czcionką Times New Roman 10 pkt z pojedynczym odstępem między wierszami należy przesłać e-mailem do organizatorów do 15 lutego 2021 na adres:

ptetis@pg.edu.pl

Streszczenie powinno zawierać:

TYTUŁ REFERATU

Imię i NAZWISKO autora (autorów)

Miejsce pracy, e-mail, Propozycję terminu wygłoszenia referatu.

Treść streszczenia

Koszty udziału w seminarium

Ewentualne koszty przejazdów do Gdańska, noclegu i wyżywienia uczestnicy seminariów pokrywają we własnym zakresie.

Autorzy referatów pokrywają koszty związane z wydaniem materiałów seminaryjnych, które wynoszą za każdy referat od długości 4 strony: dla członków PTETiS 170 PLN (opłata ulgowa), dla pozostałych osób 270 PLN. W przypadku, gdy objętość referatu przekracza 4 strony, autorzy referatu pokrywają także koszty wydania dodatkowych stron w wysokości 100 PLN za każdą dodatkową stronę nieparzystą.

Opłaty za udział w seminarium należy wpłacać na konto:

Bank BGŻ BNP Paribas S.A. Oddział w Gdyni
Konto Nr 56 2030 0045 1110 0000 0426 3120

Terminarz

do 15.02.2021 - nadsyłanie kart zgłoszeniowych oraz streszczeń referatów

do 20.03.2021 - informacje o akceptacji, wraz programem seminarium oraz wzorcem tekstu

do 30.09.2021 - nadsyłanie tekstu referatu w pliku doc lub docx za pośrednictwem poczty e-mail

Informacja w Internecie

Informacje o działalności Oddziału Gdańskiego Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej można znaleźć na stronie internetowej:

<https://eia.pg.edu.pl/ptetis>

Informacje o seminarium są dostępne za pośrednictwem poczty elektronicznej: ptetis@pg.edu.pl

INFORMATION FOR THE 31th SEMINAR APPLICATION OF COMPUTERS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY'2021

The Gdańsk Section of Polish Society Theoretical and Applied Electrical Engineering (PTETiS) invites you to participate in the 30th Seminar

APPLICATION OF COMPUTERS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY 2021

The aim of this Seminar is to bring together researchers, engineers and users in order to exchange experiences in using computers in the fields of Science and Technology. In this particular Seminar at every working meeting, only two or three papers will be presented, this will provide greater time for discussion at the end of the presentations.

Scientific Committee

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Jakubiuk – president
dr inż. Anna Golijanek-Jędrzejczyk, dr inż. Lech Hasse, dr hab. inż. Jerzy Pluciński, prof. PG,
prof. dr hab. inż. Janusz Smulko, dr hab. inż. Dariusz Świsulski, prof. PG

Dates and place of Seminar

The seminar meeting is to be held between March & June and between October & December 2021 on a Tuesday. For this reason the authors can set the most convenient date of their presentation. The oral presentation of the paper will take place, depending on the epidemic situation at the Electrical and Control Engineering Faculty, or in the form of a webinar. The detailed of which will be announced in March 2021.

Conference Proceedings

The submitted and evaluated papers, each by two independent reviewers, will be published in the following number of periodical journal „The Scientific Papers of Faculty of Electrical and Control Engineering, Gdańsk University of Technology”, ISSN 2353-1290.

Award for the Best Paper presented in the cycle of Seminars "Application of Computers in Science and Technology 2021"

Based on the judgement of the advisors and members of the Scientific Committee, the author(s) of the 'Best Paper presented in Seminar 2021' will be awarded a 'Certificate of Competition' and given a financial award for their efforts. The results of competition will be announced by jury panel at the beginning of 2021.

Additional Information on the format of the submitted papers

The abstract of the paper, half an A4 page size, written in Times New Roman 10-point font with single space between lines, should be sent by e-mail to the organizers by February 15, 2021 to the following address:

ptetis@pg.edu.pl

The summary should contain the following:

TITLE OF PAPER
Name and SURNAME of author(s)
Organisation, e-mail, Approximate date of presentation

Costs of participation in the Seminar

The costs of travel to Gdańsk and the cost of lodgings will be covered by the participant(s). The only expense to the author(s) will be the cost of publication in the following number of periodical journal The Scientific Papers of Faculty of Electrical and Control Engineering. For the 4 pages of A4 format paper: 170 PLN for the Members of PTETiS (Polish Society of Theoretical and Applied Electrical Engineering), 270 PLN for other participants. If the paper exceeds 4 pages additional cost of 100 PLN per odd page will be included.

The payment of fees will be via international bank transfer to:

BGŻ BNP PARIBAS S.A. O/Gdynia ul. Armii Krajowej 25, PL 81-395 Gdynia, Poland, Swift: PPABPLPK
Bank Account: PL 56 2030 0045 1110 0000 0426 3120

Important dates

February 15th, 2021 - participant(s) application with summary of paper

March 20th, 2021 - notification of acceptance with programme of seminar and template of paper for publication

September 30th, 2020 - submission of full papers (electronic copy as doc or docx file)

Information on the website

Further information on the Polish Society of Theoretical and Applied Electrical Engineering can be found on the website:

<https://eia.pg.edu.pl/ptetis>

Further information regarding the Seminar is also available by e-mail: ptetis@pg.edu.pl