

**Studia i Materiały
Informatyki Stosowanej**

Studia i Materiały Informatyki Stosowanej

Czasopismo młodych pracowników
naukowych, doktorantów i studentów

Tom 10, Nr 1, 2018

Bydgoszcz 2018

Studia i Materiały Informatyki Stosowanej
Czasopismo młodych pracowników naukowych, doktorantów
i studentów

© Copyright 2018 by Fundacja Rozwoju Mechatroniki
© Copyright 2018 by Uniwersytet Kazimierza Wielkiego

Patronat naukowy:

Wydział Matematyki, Fizyki i Techniki
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
ul. Chodkiewicza 30
85-064 Bydgoszcz
tel. (052) 34-19-331
fax. (052) 34-01-978
e-mail: simis@ukw.edu.pl

ISSN 1689-6300

Projekt okładki: Łukasz Zawadzki (StudioStrzelec.pl)
DTP: Dawid Ewald

Wydawca:

Fundacja Rozwoju Mechatroniki
ul. Jeżynowa 19
85-343 Bydgoszcz, Poland
tel. +48 533-44-77-53
fax. +48 525-81-22-51
email: biuro@mechatronika.org.pl

Kontakt:

dr inż. Jacek Czerniak
dr hab. inż. Marek Macko, prof. nadzw.
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
ul. Chodkiewicza 30
85-064 Bydgoszcz
e-mail: jczerniak@ukw.edu.pl
mackomar@ukw.edu.pl

Druk (ze środków sponsora):
Oficina Wydawnicza MW

Nakład 250 egz.

Bydgoszcz 2018

**Studies and Materials
in
Applied Computer
Science**

Journal of young researchers,
PhD students and students

Vol. 10, No.1, 2018

Bydgoszcz 2018

Studies and Materials in Applied Computer Science
Journal of young researchers, PhD students and students

© Copyright 2018 by the Foundation for Development of Mechatronics
© Copyright 2018 by Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz

Scientific patronage:

Faculty of Mathematics, Physics and Technical Sciences
Kazimierz Wielki University
ul. Chodkiewicza 30
85-064 Bydgoszcz, Poland
tel. (052) 34-19-331
fax. (052) 34-01-978
e-mail: simis@ukw.edu.pl

ISSN 1689-6300

Cover designed by: Łukasz Zawadzki (StudioStrzelec.pl)
DTP by: Dawid Ewald

Publisher:

Foundation for Development of
Mechatronics
ul. Jeżynowa 19
85-343 Bydgoszcz, Poland
tel. +48 533-44-77-53
fax. +48 525-81-22-51
email: biuro@mechatronika.org.pl

Contact:

Jacek Czerniak, PhD. Eng.
Marek Macko, PhD. DSc. Eng.
Kazimierz Wielki University
ul. Chodkiewicza 30
85-064 Bydgoszcz, Poland
e-mail: jczerniak@ukw.edu.pl
mackomar@ukw.edu.pl

Printing (funded from non-profit programme):
Oficyna Wydawnicza MW

Edition of 250 copies

Bydgoszcz 2018

Studia i Materiały Informatyki Stosowanej

czasopismo młodych pracowników naukowych, doktorantów i studentów

patronat: Polskie Towarzystwo Informatyczne



Przewodniczący Rady Naukowej

prof. dr hab. inż. czł. rzec. PAN Janusz Aleksander Kacprzyk, IBS PAN

Redaktorzy Naczelni

dr inż. Jacek Czerniak, UKW
dr hab. inż. Marek Macko, UKW

Redaktor Zarządzający

dr inż. Łukasz Apiecionek, UKW

Redaktor Statystyczny

dr Iwona Filipowicz, UKW

Komitet Redakcyjny

dr inż. Mariusz Dramski, AM
dr inż. Hubert Zarzycki, WWSIS
dr inż. Marcin Łukasiewicz, UTP
dr inż. Piotr Dziurzański, ZUT
dr inż. Tomasz Kałaczyński, UTP
dr hab. inż. Grzegorz Domek, UKW
dr Piotr Prokopowicz, UKW

Redaktor Tematyczny (Informatyka)

prof. dr inż. Rafał A. Angryk, GSU

Redaktor Tematyczny (Mechatronika)

prof. dr.h.c.mult. Peter Kopacek, VUT

Redaktor Tematyczny (Metody numeryczne)

dr hab. Petro Filevych, LNUVB

Redaktor Językowy (j.polski)

dr Małgorzata Kempieńska, FRM

Redaktor Językowy (j.angielski)

Andrew Gill, Reed Elsevier, UK

Rada Naukowa

dr hab. Stanisław	Ambroszkiewicz	Instytut Podstaw Informatyki PAN
prof. dr inż. Rafał A.	Angryk	Georgia State University, USA
dr hab. Zenon	Biniek	Wyższa Szkoła Technologii Informatycznych
prof. dr hab. inż. Ryszard	Choraś	Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
dr hab. Petro	Filevych	Lviv National University of Veterinary and Biotechnologies, Ukraina
prof. dr hab. inż. Piotr	Gajewski	Wojskowa Akademia Techniczna
dr inż. Marek	Holyński	Prezes Polskiego Towarzystwa Informatycznego
prof. dr hab. inż. czł. rzec. PAN Janusz	Kacprzyk	Instytut Badań Systemowych PAN
dr hab. inż. Andrzej	Kobyliński	Szkoła Główna Handlowa
prof. dr.h.c.mult. Peter	Kopacek	Vienna University of Technology, Austria
prof. dr hab. inż. czł. koresp. PAN Józef	Korbicz	Uniwersytet Zielonogórski
prof. dr hab. inż. Jacek	Koronacki	Instytut Podstaw Informatyki PAN
prof. dr hab. inż. Marek	Kurzyński	Politechnika Wrocławska
prof. dr hab. inż. Halina	Kwaśnicka	Politechnika Wrocławska
prof. dr Mirosław	Majewski	New York Institute of Technology, United Arab Emirates
dr inż. Dariusz	Mikolajewski	Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
prof. dr hab. Andrzej	Marciniak	Politechnika Poznańska
dr hab. Marcin	Paprzycki	Instytut Badań Systemowych PAN
prof. dr hab. inż. czł. PAN Witold	Pedrycz	University of Alberta, Canada
prof. dr hab. inż. Andrzej	Piegat	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
prof. dr hab. inż. Andrzej	Polański	Politechnika Śląska
prof. dr hab. inż. Orest	Popov	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
prof. dr inż. George	Przybył Einstein	College of Medicine, USAT Montserrat
dr hab. inż. Izabela	Rojek	Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
prof. dr hab. inż. Danuta	Rutkowska	Politechnika Częstochowska
prof. dr hab. inż. czł. koresp. PAN Leszek	Rutkowski	Politechnika Częstochowska
prof. dr hab. inż. Milan	Sága	Žilinská Univerzita, Słowacja
prof. dr hab. inż. czł. rzec. PAN Roman	Słowiński	Instytut Badań Systemowych PAN, Politechnika Poznańska
prof. dr hab. inż. Włodzimierz	Sosnowski	Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, IPPT PAN
prof. dr hab. inż. Andrzej	Stateczny	Akademia Morska w Szczecinie
dr hab. inż. Jan	Studziński	Instytut Badań Systemowych PAN
prof. dr hab. Tomasz	Szapiro	Szkoła Główna Handlowa
prof. dr hab. Janusz	Szczepański	Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, IPPT PAN
prof. dr hab. inż. czł. rzec. PAN Ryszard	Tadeusiewicz	Akademia Górniczo-Hutnicza
prof. zw. dr hab. inż. czł. rzec. PAN Jan	Węglarz	Instytut Chemii Bioorganicznej PAN, Politechnika Poznańska
prof. dr hab. inż. Sławomir	Wierzchoń	Instytut Podstaw Informatyki PAN
prof. dr hab. inż. Antoni	Wiliński	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
dr hab. inż. Andrzej	Wiśniewski	Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
dr hab. inż. Ryszard	Wojtyła	Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
prof. dr hab. Sławomir	Zadrożny	Instytut Badań Systemowych PAN
prof. dr. inż. Milan	Žmindák	Žilinská Univerzita, Słowacja
prof. dr hab. Zenon	Zwierzewicz	Akademia Morska w Szczecinie

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	4
Wearable devices in clinical gait analysis Dariusz Mikołajewski, Emilia Mikołajewska, Piotr Prokopowicz, Mykola Nedashkovskyy	5
Interdyscyplinarność i nowoczesne technologie w fizjoterapii Dariusz Mikołajewski, Emilia Mikołajewska, Joanna Nowak, Mykola Nedashkovskyy	9
Analiza skuteczności klasycznych i innowacyjnych technik interakcji człowiek-komputer Część 1: Rozpoznawalność urządzeń wskazujących Piotr Ossowski, Dariusz Mikołajewski, Marek Macko	13
Analiza skuteczności klasycznych i innowacyjnych technik interakcji człowiek-komputer Część 2: Badanie użyteczności urządzeń wskazujących Piotr Ossowski, Dariusz Mikołajewski, Marek Macko	21

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

Na progu Nowego 2018 roku przedstawiamy Czytelnikom kolejny numer naszego czasopisma poświęcony dwóm obszarom: zastosowaniom nowoczesnych technologii w szeroko pojętej praktyce klinicznej oraz wykorzystaniu i kierunkom rozwoju urządzeń sterujących do komputera. Oba ww. obszary są ze sobą powiązane: wykorzystanie myszy i klawiatury nigdy nie było optymalnym rozwiązaniem do sterowania komputerem, a szybki rozwój rozwiązań z obszaru Internetu rzeczy niesie ze sobą nowe możliwości montażu oraz wykorzystania urządzeń sterujących, w tym przenośnymi systemami telemedycznymi.

Redaktorzy Naczelní SiMIS,
dr inż. Jacek Czerniak,
dr hab. inż. Marek Macko, prof. nadzw.

WEARABLE DEVICES IN CLINICAL GAIT ANALYSIS

Dariusz Mikołajewski¹, Emilia Mikołajewska², Piotr Prokopowicz^{*1}, Mykola Nedashkovskyy¹

¹ *Kazimierz Wielki University, Faculty of Math, Physics and Technology, Institute of Mechanics and Applied Computer Science, Kopernika 1, 85-064 Bydgoszcz, Poland*

³ *Nicolaus Copernicus University in Toruń, Ludwik Rydygier Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy, ul. Jagiellońska 13-15, 85-067 Bydgoszcz, Poland*
e-mail: piotrekp@ukw.edu.pl

Streszczenie: *Mobilna, efektywna, dokładna, szczegółowa, wczesna i tania kliniczna analiza chodu ma kluczowy wpływ na planowanie, postęp i ocenę strategii i modeli rehabilitacji, jak również przedmiotów zaopatrzenia ortopedycznego. Nowe rodziny mobilnych rozwiązań do klinicznej analizy chodu mogą zapewnić wcześniejsze wykrywanie, dokładniejszą diagnostykę oraz efektywniejszą terapię deficytów chodu. Zdalna integracja ww. rozwiązań ze szpitalnym systemem informacyjnym może zapewnić lepszą i aktualniejszą wiedzę na potrzeby klinicznego podejmowania decyzji. Niniejszy artykuł stanowi przegląd urządzeń do pomiaru wybranych parametrów chodu, w zależności od požądanej dokładności.*

Słowa kluczowe: *systemy mobilne, eZdrowie, urządzenia do noszenia, analiza chodu, kliniczna analiza chodu.*

Urządzenia do noszenia w klinicznej analizie chodu

Portable, efficient, exact, detailed, early and cost-effective clinical gait analysis (CGA) has key influence for planning, development and assessment rehabilitation strategies and models, as far as for prosthetics assessment. Novel families of mobile CGA solutions may provide earlier detection, more exact diagnosis, and more effective therapy of the gait disorders. Remote integration of aforementioned solutions to hospital information system may provide better and more actual knowledge for clinical decision-making purposes. This study aims at review of the alternative wearable devices to measure selected gait parameters, depending on the desired accuracy level.

Keywords: *mobile system, mHealth, wearable device, gait analysis, clinical gait analysis.*

1. Introduction

Many spatiotemporal parameters of gait such as velocity, cadence, stride length, step time may be associated with physical function in many patients. Despite many years of development they are still difficult, time consuming and obtrusive to measure.

Portable, efficient, exact, detailed, early and cost-effective clinical gait analysis (CGA) has key influence for planning, development and assessment rehabilitation strategies and models, as far as for prosthetics assessment. Thus CGA plays crucial role within clinical decision-making process. Traditional measurement of gait

parameters requires motion tracking systems combined with force plates. Environment of the gait laboratory is often regarded as “artificial” and has its own limitations: specialized locomotion laboratory, expensive equipment, limited area of walking and associated activities, and time-consuming set up and post-processing. Clinical gait analysis in natural environment of patients allows for recording and analysis of the natural real-life gait of the patients, expected during activities of daily living (ADLs). CGA is closer to every-day life conditions, allows for taking into consideration different aspects of gait, sometimes even in more precise form (e.g. characteristics of patient’s home environment). There is need to admit, that gait analysis

using typical walking aids and/or orthoses should be possible, with accepted exactness.

This study aims at review of the alternative wearable devices to measure selected gait parameters, depending on the desired accuracy level.

2. Solutions

Wearable sensors/devices (accelerometers, gyrosensors, force sensors, strain gauges, inclinometers, goniometers, etc.) may be attached to various parts of the patient's body (the most common are foot or waist). Recordings from selected combinations of aforementioned sensors can be used to perform the gait analysis. Review by Tao et al. divided wearable systems for CGA into several subgroups, i.e. systems based on::

- accelerometer, gyroscope, and magnetoresistive sensors,
- flexible goniometr,
- electromagnetic tracking system,
- sensing fabric,
- force sensors,
- electromyography (EMG) [1].

Increasing number of wearable sensors and systems exist or will be developed in the near future. Outwalk protocol is based on wearable sensors and framework guidelines, including amputees [2]. Use of simple markers allow for reasonable accuracy (influenced mainly by inaccuracy of marker placement), even for demonstration of the curvatures angles, and positional and structural deformities [3, 4]. Thus main CGA methods include:

- gait kinematics (analysis of gait phases, gait parameters, and movement of the major joints and components of the lower extremities during human gait),
- gait kinetics (analysis of forces and moments within the movement of body segments during human gait),
- EMG (analysis of muscles force/activity during human gait) [1].

CGA in patients with Parkinson's disease was described by many researchers [5-9], as far as CGA application in post-stroke patients [10, 11], patients after hip or knee arthroplasty [12, 13], and children with cerebral palsy [14-16].

Gait analysis based on wearable sensors may support sport training, improve and maintain performance, and prevent injuries [17-19]. Similar solutions may be applied in exercise-driven interactive entertainment, especially supporting healthy life style and happy aging.

Application of mobile CGA devices will grow due to increased need to monitor health care and early diagnose (screening) of many disorders, such as detection of gait abnormalities in children, observe progression of neurodegenerative diseases and prevention of fall risk in elderly people and stroke survivors [20, 21].

3. Directions for further research

Despite quick development of gait analysis using wearable sensors in the past two decades CGA using wearable devices is still at the beginning of its development. Many solutions are prototypes, and rare commercial versions can be normally applied in everyday clinical practice.

Low-cost and easy-to-use Kinect sensor is promised solution for gait analysis, providing improved exactness [22-25]. Value of aforementioned solution seem increase according to the evidence-based medicine (EBM) paradigm due to many publications and research concerning this topic [23].

We should put particular attention to solutions for children, e.g. sensors built in toys (even simple robots). Attractive form allow for CGA analysis of the child during the play, what makes it quicker and more objective [22, 24, 25].

Tablets, smartphones, smartwatches, smartbands, wireless networks and many other mHealth solutions open new possibilities, especially thanks to interactive games and virtual environments [26, 27].

Technical matters and clinical procedures should be improved to fully exploit current and future occupations. This may create novel families of mobile CGA solutions providing earlier detection, more exact diagnosis, and more effective therapy of the gait disorders. Remote integration to hospital information system may provide better and more actual knowledge for clinical decision-making purposes. Our research are conducted twofold:

- for early detection and screening purposes: toward semi-automated contact-free CGA methods based on motion capture and advanced analysis based on ordered fuzzy numbers, fractal dimension, and artificial neural networks,
- for therapy monitoring purposes (if aforementioned solutions are not sufficient): toward cheap and patient-friendly family of semi-intelligent solutions such as intelligent soles, mobile applications. cooperating with.

This way we aim at increased use of CGA by physicians, physiotherapists, and other medical specialists,

not always involved in gait laboratory procedures. Wide dissemination may improve early recognition of gait disorders, decrease number of severe cases, increase efficacy of interventions, and lower costs of the therapy and care.

Taking into consideration popular use of smartphones, smartwatches, smartbands, and similar accessories wise marketed technology of CGA may also constitute important solution for more advanced runners, nordic walkers, and other people improving their walk or run abilities. This way CGA solutions may be popularized and disseminated, allowing for easier prevention in a way similar to internet-based screening of sight disorders or hearing disorders.

4. Conclusions

We are still looking for more universal, cheaper and less time-consuming CGA methods and tools. Despite more than fifty years of development aforementioned task still seems challenge.

CGA protocols allow not only for comprehensive evaluation of the treatment effects, but also for deeper understanding of the biomechanical features of the healthy and pathological gait. Gait analysis using wearable sensors shows great prospects, not only in the diagnosis and rehabilitation of medical conditions and sport activities. We should be aware that some commonly reported variables cannot be accurately measured using wearable devices, thus assessment and modification of protocols is needed.

Acknowledgement

Aforementioned research is a part of study "Novel quantitative and qualitative markers of gait in healthy people and patients with neurological deficit in clinical practice" conducted in Department of Physiotherapy, Ludiwk Rydygier Collegium Medicum in Bydgoszcz, Nicolaus Copernicus University in Toruń (head: prof. Aleksander Goch).

References

1. Tao W., Liu T., Zheng R., Feng H. Gait analysis using wearable sensors. *Sensors (Basel)*. 2012; 12(2):2255-83.
2. Cutti A. G., Raggi M., Andreoni G., Sacchetti R. Clinical gait analysis for amputees: innovation wishlist and the perspectives offered by the outwalk protocol. *G Ital Med Lav Ergon*. 2015; 37 Suppl(3):45-8.
3. Schmid S., Studer D., Hasler C. C., Romkes J., Taylor W. R., Brunner R., Lorenzetti S. Using skin markers for spinal curvature quantification in main thoracic adolescent idiopathic scoliosis: an explorative radiographic study. *PLoS One*. 2015; 10(8):e0135689.
4. Barré A., Jolles B. M., Theumann N., Aminian K. Soft tissue artifact distribution on lower limbs during treadmill gait: Influence of skin markers' location on cluster design. *J Biomech*. 2015; 48(10):1965-71.
5. Bachlin M., Plotnik M., Roggen D., Maidan I., Hausdorff J. M., Giladi N., Troster G. Potentials of enhanced context awareness in wearable assistants for Parkinson's disease patients with the freezing of gait syndrome. *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed*. 2010; 14:436-46.
6. Han J., Jeon H. S., Yi W. J., Jeon B. S., Park K. S. Adaptive windowing for gait phase discrimination in Parkinsonian gait using 3-axis acceleration signals. *Med. Biol. Eng. Comput*. 2009; 47:1155-64.
7. Grandez K., Bustamante P., Solas G., Gurutzeaga I., Garcia-Alonso A. Wearable wireless sensor for the gait monitorization of parkinsonian patients. *Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Electronics, Circuits, and Systems; Yasmine Hammamet, 2009; pp. 215-218*.
8. Jovanov E., Wang E., Verhagen L., Fredrickson M., Fratangelo R. deFOG—A real time system for detection and unfreezing of gait of Parkinson's patients. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; Minneapolis, 2009; pp. 5151-4*.
9. Salarian A., Russmann H., Vingerhoets F. J., Dehollain C., Blanc Y., Burkhard P. R., Aminian K. Gait assessment in Parkinson's disease: Toward an ambulatory system for long-term monitoring. *IEEE Trans. Biomed. Eng*. 2004; 51:1434-43.
10. Lopez-Meyer P., Fulk G. D., Sazonov E. S. Automatic detection of temporal gait parameters in poststroke individuals. *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed*. 2011; 15:594-600.
11. Stokic D. S., Horn T. S., Ramshur J. M., Chow J. W. Agreement between temporospatial gait parameters of an electronic walkway and a motion capture system in healthy and chronic stroke populations. *Am. J. Phys. Med. Rehabil*. 2009; 88:437-444.

12. Aminian K., Najafi B. Capturing human motion using body-fixed sensors: Outdoor measurement and clinical applications. *Comput. Animat. Virtual Worlds*. 2004; 15:79–94.
13. Atallah L., Jones G. G., Ali R., Leong J. J. H., Lo B., Yang G. Z. Observing recovery from knee-replacement surgery by using wearable sensors. Proceedings of the 2011 International Conference on Body Sensor Networks; Dallas 2011; pp. 29–34.
14. Filho M. C., Yoshida R., Carvalho Wda S., Stein H. E., Novo N. F. Are the recommendations from three-dimensional gait analysis associated with better postoperative outcomes in patients with cerebral palsy? *Gait Posture*. 2008; 28:316–322.
15. Cook R. E., Schneider I., Hazlewood M. E., Hillman S. J., Robb J. E. Gait analysis alters decision-making in cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.* 2003; 23:292–295.
16. Gage J. R., Novacheck T. F. An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop. Part B*. 2001;10:265–274.
17. Wahab Y., Bakar N. A. Gait analysis measurement for sport application based on ultrasonic system. Proceedings of the 2011 IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics; Singapore 2011; pp. 20–24.
18. Ghasemzadeh H., Jafari R. Coordination analysis of human movements with body sensor networks: A signal processing model to evaluate baseball swings. *IEEE Sens. J.* 2011; 11:603–610.
19. Ghasemzadeh H., Jafari R. Sport training using body sensor networks: A statistical approach to measure wrist rotation for golf swing. Proceedings of the Fourth International Conference on Body Area Networks (BodyNets 09); Los Angeles 2009.
20. Nyberg L., Gustafson Y. Fall prediction index for patients in stroke rehabilitation. *Stroke*. 1997; 8:716–21.
21. Jensen J., Lundin-Olsson L., Nyberg L., Gustafson Y. Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities: A cluster randomized trial. *Ann. Intern. Med.* 2002;136:733–41.
22. Auvinet E., Multon F., Aubin C. E., Meunier J., Raison M. Detection of gait cycles in treadmill walking using a Kinect. *Gait Posture*. 2015; 41(2):722-5.
23. Springer S., Yogev Seligmann G. Validity of the Kinect for Gait Assessment: A Focused Review. *Sensors (Basel)*. 2016; 16(2):194.
24. Xu X., McGorry R. W., Chou L. S., Lin J. H., Chang C. C. Accuracy of the Microsoft Kinect for measuring gait parameters during treadmill walking. *Gait Posture*. 2015; 42(2):145-51.
25. Clark R. A., Bower K. J., Mentiplay B. F., Paterson K., Pua Y. H. Concurrent validity of the Microsoft Kinect for assessment of spatiotemporal gait variables. *J Biomech.* 2013; 46(15):2722-5.
26. Mikołajewska E., Komendziński T., Dreszer J., Bałaj B., Mikołajewski D. Role of toys in the development of healthy infants. *J. Educ. Health Sport* 2015; 5(4):219-23.
27. Mikołajewska E., Komendziński T., Dreszer J., Bałaj B., Mikołajewski D. Role of toys in the development and rehabilitation of children with developmental disorders. *J. Educ. Health Sport* 2015; 5(4):224-8.

INTERDYSCYPLINARNOŚĆ I NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W FIZJOTERAPII

Dariusz Mikołajewski¹, Emilia Mikołajewska², Joanna Nowak^{*1}, Mykola Nedashkovskyy¹

¹ *Kazimierz Wielki University, Faculty of Math, Physics and Technology, Institute of Mechanics and Applied Computer Science, Kopernika 1, 85-064 Bydgoszcz, Poland*

³ *Nicolaus Copernicus University in Toruń, Ludwik Rydygier Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy, ul. Jagiellońska 13-15, 85-067 Bydgoszcz, Poland
e-mail: joanna_n@ukw.edu.pl*

Streszczenie: *Nowoczesna fizjoterapia coraz częściej korzysta z nowoczesnych technologii i staje się coraz bardziej interdyscyplinarna. Może to być reakcją zarówno na rozwój nauk medycznych i innych nauk wspierających współczesną praktykę kliniczną, jak również nowe sposoby terapii ukierunkowane na współpracę w ramach zespołu interdyscyplinarnego, zorientowaną na pacjenta i spełniająca wymagania Medycyny Opartej na Faktach. Artykuł stanowi próbę oceny, w jakim stopniu wykorzystuje się możliwości w tym obszarze i wskazania czynników dających szansę na przełom.*

Słowa kluczowe: *nowoczesne technologie, interdyscyplinarność, rehabilitacja, fizjoterapia, specjalizacja.*

Interdisciplinary physical therapy and novel technologies

Abstract: *Novel physical therapy becomes more interdisciplinary and more often applies novel technologies. It can be answer both to development of medical science and other sciences supporting contemporary clinical practice and novel ways of therapy aimed at co-operation within the interdisciplinary team, patient-oriented and EBM-based. This article aims at investigating the extent to which the available opportunities are being exploited and assess factors which may offer hope for breakthroughs.*

Keywords: *rehabilitation, physical therapy, interdisciplinarity, specialization, novel technologies.*

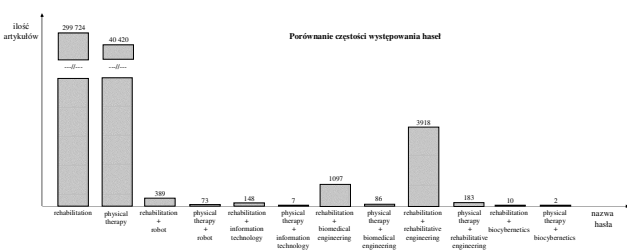
1. Wprowadzenie

Nowoczesna fizjoterapia, coraz bardziej interdyscyplinarna, ukierunkowana na pacjenta (ang. patient-oriented) i zgodna z zasadami Medycyny Opartej na Faktach (ang. Evidence Based Medicine – EBM) [1, 2, 3, 4, 5] stawia przed swoimi adeptami ciągle nowe wyzwania. Nie ulega bowiem wątpliwości, że fizjoterapia staje się coraz bardziej interdyscyplinarna, a fizjoterapeuci muszą spełniać coraz to nowe wymagania, związane zarówno

z nabyciem nowej wiedzy teoretycznej, jak i doświadczenia praktycznego. Opracowuje się wciąż nowe rozwiązania, takie jak magnetoledoterapia, hiperbaria czy terapia falą uderzeniową [6]. Z tej perspektywy uzasadniony wydaje się powracający się co jakiś czas postulat utworzenia w ramach edukacji podyplomowej w dziedzinie fizjoterapii specjalizacji szczegółowych, ze szczególnym uwzględnieniem fizjoterapii neurologicznej, kardiologicznej, pediatrycznej czy geriatrycznej. Szeroki wachlarz schorzeń podatnych na oddziaływanie

fizjoterapeutyczne spowodował szersze wprowadzenie fizjoterapii w laryngologii, pulmonologii, onkologii. Nic zatem dziwnego, że fizjoterapeuci, chcąc utrzymać wysoki poziom wiedzy teoretycznej i doświadczenia zawodowego, coraz częściej koncentrują się na terapię tylko dzieci lub tylko pacjentów dorosłych, niekiedy w wąskim wycinku, np. fizjoterapii neurologicznej dzieci lub fizjoterapii kardiologicznej dorosłych. Jest to konsekwencją coraz większej specjalizacji w odpowiednich dziedzinach medycyny oraz powstawaniu wąsko specjalizowanych placówek (zakładów, klinik, oddziałów) służby zdrowia. Stanowi to również odpowiedź na zapotrzebowanie rynku medycznego na takie wąsko specjalizowane usługi fizjoterapeutyczne, stanowi też gwarancję dużego doświadczenia terapeuty zajmującego się jednym rodzajem pacjentów.

Przeprowadzony przegląd literatury (rys. 1) pokazuje, że coraz częściej pojawiają się publikacje z zakresu wykorzystania najnowszych rozwiązań technicznych w fizjoterapii i rehabilitacji, przy czym najwięcej dotyczy wykorzystania rozwiązań inżynierii biomedycznej i rehabilitacyjnej, a najmniej – biocybernetyki. Wartości te mogą ulec zmianie w miarę wdrażania nowo opracowanych rozwiązań do codziennej praktyki klinicznej. Co ciekawe, słowa kluczowe „interdisciplinary” i „physical therapy” przyniosły aż 362 prace z tego zakresu.

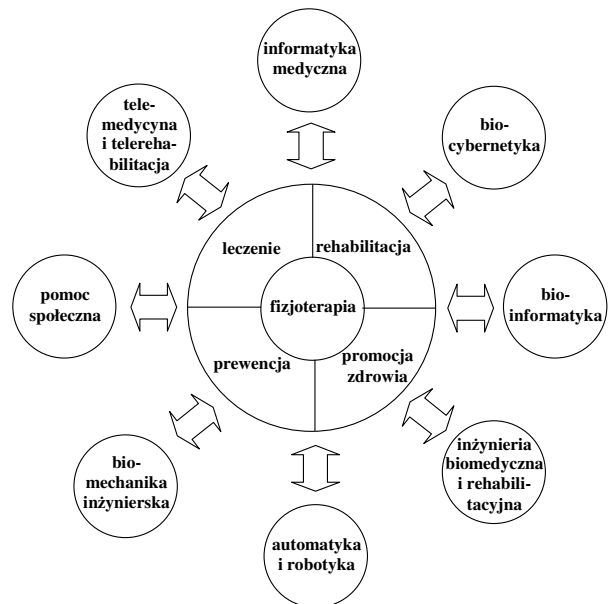


Rysunek 1. Wyniki wyszukiwania w bazie pubmed (U.S. National Library of Medicine) [7].

2. Złożoność procesu terapeutycznego

Interdyscyplinarność fizjoterapii jest wymuszona głównie czynnikami zewnętrznymi. Wraz z rozwojem medycyny oraz nauk zapewniających wsparcie techniczne interwencjom medycznym rośnie też sama ich złożoność. Pacjenci szpitalni coraz częściej są leczeni nie tylko pod kątem bezpośredniej przyczyny przyjęcia do szpitala, ewentualnych zmian stowarzyszonych i wtórnych, ale również schorzeń, z którymi zmagali się już przed przyjęciem do szpitala. Dodatkowo postęp medyczny

zwiększa szanse przeżycia ofiar ciężkich schorzeń i urazów traumatycznych, ale niestety nie zawsze gwarantuje im powrót do pełnej poprzedniej sprawności i jakości życia (ang. quality of life – QoL). Coraz częściej zatem pacjentami szpitali są osoby hospitalizowane po raz kolejny, ale jednocześnie w coraz późniejszym wieku, który też dokłada swoje do obrazu klinicznego. Rosnąca liczba osób w podeszłym wieku (nawet 10 mln Polaków według raportu „Polska 2030”) dodatkowo pogłębi ten problem i wymusi wypracowanie nowych rozwiązań, również technicznych, dedykowanych pacjentom geriatrycznym. Chodzi tu nie tylko o zapewnienie właściwej terapii, w tym domowej, ale również szeroko pojętej prewencji i promocji zdrowia, zgodnie z definicją fizjoterapii przyjętą przez Światową Konfederację Fizjoterapii (ang. World Confederation of Physical Therapy - WCPT).



Rysunek 2. Miejsce fizjoterapii w ramach nauk medycznych i nauk wspierających /wariant zgodnie z definicją fizjoterapii wg WCPT/

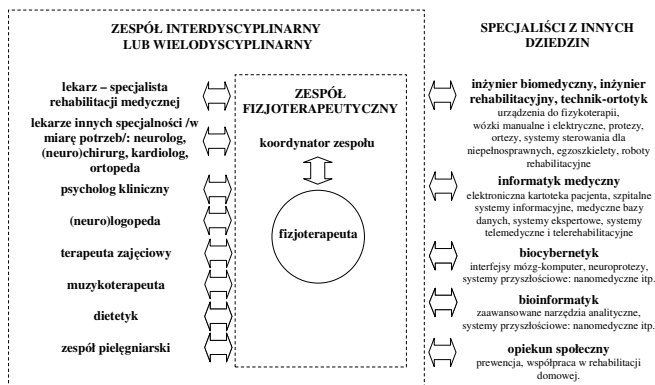
Na ww. kwestie nakłada się sposób organizacji terapii i opieki nad pacjentem (grupą pacjentów) w ramach systemu opieki zdrowotnej:

- terapia wielodyscyplinarna zakłada rozgraniczenie kompetencji i wiedzy, tj. podejmowanie decyzji jednoosobowo przez kierownika zespołu

terapeutycznego oraz ścisły podział ról pomiędzy specjalistami w zespole,

- terapia interdyscyplinarna zakłada wspólne ustalanie planu terapii i jej równorzędnych celów pomiędzy poszczególnymi członkami zespołu jako równorzędnymi samodzielnymi specjalistami medycznymi w zespole oraz wzajemne wspieranie ich realizacji podczas terapii [8].

Terapia interdyscyplinarna wymaga więcej wysiłku zarówno od specjalistów medycznych, jak i pacjenta, zarówno pod kątem częstej komunikacji i dyskusji, integracji wszystkich działań, jak i uzgodnienia celów terapii traktowanych jako wspólne cele interdyscyplinarne. Jednak terapia ta często wpisuje się lepiej w zasady terapii holistycznej (w tym podejścia biopsychospołecznego), ukierunkowanej na cele i preferencje pacjenta, a także często lepiej ukierunkowana na wyniki terapii i jej koszty. Jest to terapia uznawana za efektywną w szeregu schorzeń, w tym w terapii bólu [9, 10]. Szczególnie ważne jest wykorzystanie terapii interdyscyplinarnej w schorzeniach wpływających jednocześnie na wiele aspektów życia (nie tylko fizjologicznych, ale również psychologicznych i społecznych), a więc związanych z przewlekłą terapią, bólem, niepełnosprawnością, zagrożeniem utraty pracy i koniecznością korzystania ze wsparcia innych osób.



Rysunek 3. Miejsce fizjoterapeuty w ramach rehabilitacyjnego zespołu interdyscyplinarnego /wariant/

3. Techniczne wsparcie fizjoterapii

Wykorzystanie urządzeń technicznych wspierających proces fizjoterapii jest powszechne niemal od samego jej początku i rozwoju fizykoterapii, jednak dopiero obecnie

ma szansę rozwinąć się do niespotykanych dotąd rozmiarów. Dzieje się tak przede wszystkim dzięki dynamicznemu rozwojowi informatyki medycznej, biocybernetyki i inżynierii biomedycznej oraz automatyki i robotyki. Już obecnie znaczące zmiany w fizjoterapii mają szansę przynieść:

- nowe rozwiązania w fizykoterapii [6],
- roboty rehabilitacyjne, zastępujące lub uzupełniające pracę terapeutów oraz roboty opiekuńcze i pielęgnacyjne [11, 12],
- automatyzacja i robotyzacja wózków dla niepełnosprawnych [13, 14] oraz pojawienie się rozwiązań dla nich alternatywnych: egzoszkieleatów [13, 15, 16],
- nowe rozwiązania w nauce i pracy osób niepełnosprawnych, przewlekle chorych i w podeszłym wieku [17, 18], a także zwiększające ich aktywność na innych polach (rozrywki, sportu),
- rozwój telemedycyny i telerehabilitacji [19, 20],
- rozwój technologii przyszłościowych, mogących nadać nowe znaczenie sformułowaniu „osoba niepełnosprawna” [21, 22, 23].

Przezwrot technologiczny w opiece na osobami niepełnosprawnymi, przewlekle chorymi i w podeszłym wieku oraz postęp medycyny w dziedzinie leczenia i terapii lżejszych schorzeń i urazów mogą spowodować zwiększony nacisk na podwyższanie jakości życia pacjentów oraz stymulować wprowadzenie całych zintegrowanych środowisk im dedykowanych [15, 17, 24].

Wdrożenie ich nie tylko podwyższy wymagania w stosunku do personelu medycznego, ale również uczyni koniecznym zacieśnienie współpracy z przedstawicielami nauk technicznych wspierających terapię, a w niektórych przypadkach (dobór i dopasowanie robotów opiekuńczych czy egzoszkieleatów w ramach terapii) – być może wręcz włącznie ich do zespołu terapeutycznego.

4. Podsumowanie

Postęp naukowo-techniczny czyni koniecznym szersze przyjęcie zasad interdyscyplinarności w ramach całego procesu terapeutycznego, ze szczególnym uwzględnieniem fizjoterapii. Właściwe przygotowanie tego procesu może stanowić duże wyzwanie zarówno dla doświadczonych fizjoterapeutów, jak i dla systemu edukacji w dziedzinie fizjoterapii. Mnogość schorzeń oraz złożoność ich obrazu klinicznego i sposobów terapii (interwencje chirurgiczne, leczenie zachowawcze, farmakoterapia, fizjoterapia, profilaktyka zmian wtórnych, możliwa terapia schorzeń stowarzyszonych i skutków ubocznych) oraz rosnące wymagania wobec fizjoterapeutów, którzy muszą **znać nie**

tylko sposób postępowania, wskazania i przeciwwskazania we wszystkich zespołach klinicznych, aby prawidłowo zaplanować terapię w kierunku zgodnym z działaniem zespołu terapeutycznego i celami pacjenta czynią ten zawód medyczny jednym z najtrudniejszych na rynku. Przy utrzymaniu dotychczasowego dynamicznego rozwoju nauki i praktyki klinicznej nieuchronna jest zatem nie tylko interdyscyplinarność fizjoterapii, ale również wprowadzenia jej ścisłej specjalizacji. Te dwie tendencje nie wykluczają się wzajemnie, gdy otwierają fizjoterapię na nowe technologie i nowe możliwości terapii.

Literatura

1. Mikołajewska E. Dominujące trendy we współczesnej rehabilitacji. *Niepełnosprawność i Rehabilitacja*, 2010; 1:87-102.
2. Mikołajewska E., Mikołajewski D. EBM w fizjoterapii – wykorzystanie zasobów internetowych. *Rehab Prakt.*, 2008; 4:50-52.
3. Mikołajewska E.: *Medycyna oparta na faktach fizjoterapii*. Valetudinaria, 2007; 2:88-91.
4. Oostendorp R. A. B., Nijhuis – van der Sanden M. W. G., Heerkens Y. F. i wsp. Rehabilitacja medyczna i fizjoterapia oparte na wiarygodnych i aktualnych publikacjach – ocena krytyczna. *Reh Med.*, 2008; 1:9-15.
5. Płaszewski M. Praktyka oparta na dowodach – zasady i kierunki rozwoju Evidence Based Medicine w fizjoterapii. *Reh Med.*, 2006; 10(1):1-8.
6. Mikołajewska E. *Elementy fizjoterapii*. Fizykoterapia dla praktyków. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2011.
7. MEDLINE/PubMed (U.S. National Library of Medicine) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> - data pobrania 04.07.2018r.
8. Mikołajewska E. Niepełnosprawność i rehabilitacja - wczoraj, dziś, jutro. *Niepełnosprawność i Rehabilitacja*, 2010; 4:102-131.
9. Okifuji A. Interdisciplinary pain management with pain patients: evidence for its effectiveness. *Semin Pain Med*, 2003; 1: 110–119.
10. Robbins H., Gatchel R. J., Noe C. i wsp. A prospective one-year outcome study of interdisciplinary chronic pain management: compromising its efficacy by managed care policies. *Anesth Analg*, 2003; 97:156–62.
11. Mikołajewska E. Lokomat jako element nowoczesnej reedukacji chodu. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja*, 2010; 10:15-18.
12. Mikołajewski D., Mikołajewska E. Roboty rehabilitacyjne. *Rehabilitacja w Praktyce*, 2010; 4: 49-53.
13. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Zastosowania automatyki i robotyki w wózkach dla niepełnosprawnych i egzoszkieletach medycznych. *Pomiary Automatyka Robotyka*, 2011; 5:58-64.
14. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Automatyzacja wózków dla niepełnosprawnych. *Acta Bio-Opt Inform Med*, 2010; 1:13-14.
15. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Exoskeletons in neurological diseases - current and potential future applications. *Adv Clin Exp Med*, 2011; 20,(2):227–233.
16. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Egzoszkielec jako szczególna forma robota – zastosowania cywilne i wojskowe. *Kwartalnik Bellona*, 2011; 1: 160-169.
17. Mikołajewska E., Mikołajewski D. E-learning in the education of people with disabilities. *Adv Clin Exp Med*, 2011; 20(1):103-109.
18. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Od komputera do niezależności życiowej. *Niepełnosprawność i Rehabilitacja*, 2009; 1:115-120.
19. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Telerehabilitacja*. *Rehabilitacja w Praktyce*, 2011; 1:64-67.
20. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Telemedycyna*. *Mag Pielęg Położ*, 2007; 7-8:32.
21. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Interfejsy mózg-komputer – zastosowania cywilne i wojskowe*. *Kwartalnik Bellona*, 2011; 2:123-133.
22. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Inteligentny dom*. *Mag Pielęg Położ*, 2009; 6:42.
23. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Przyszłość w nanomedycynie*. *Mag Pielęg Położ*, 2008, 4: 42.
24. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Wheelchair development from the perspective of physical therapists and biomedical engineers*. *Adv Clin Exp Med*, 2010; 19(6):771-776.

ANALIZA SKUTECZNOŚCI KLASYCZNYCH I INNOWACYJNYCH TECHNIK INTERAKCJI CZŁOWIEK-KOMPUTER CZĘŚĆ 1: ROZPOZNAWALNOŚĆ URZĄDZEŃ WSKAZUJĄCYCH

Piotr Ossowski ¹, Dariusz Mikołajewski ², Marek Macko ^{*2}

¹ magistrant kierunku mechatronika

² Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Wydział Matematyki, Fizyki i Techniki, Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej, ul. Kopernika 1,
85-074, Bydgoszcz, Polska
e-mail: mackomar@ukw.edu.pl

Streszczenie: Na określenie „urządzenia sterujące” składają się urządzenia wskazujące a także inne urządzenia do sterowania komputerem. Głównym celem pracy jest próba określenia dalszego rozwoju urządzeń sterujących komputerami na podstawie uzyskanego w pracy obrazu sposobów interakcji człowieka z komputerem oraz umożliwić odpowiedź na pytania: w jaką stronę zmierza i w jaką stronę powinien zmierzać dalszy rozwój technik sterowania. W pierwszej części pracy autorzy skupili się na opracowaniu bazy wiedzy istniejących rozwiązań urządzeń sterujących oraz badaniu rozpoznawalności urządzeń sterujących.

Słowa kluczowe: informatyka, interakcja człowiek-komputer, urządzenia sterujące.

Analysis of effectiveness of the traditional and innovative techniques of human-computer interaction Part 1: Recognition of pointing devices

Abstract: Term "control device" covers pointing devices and other devices designed to control the computer. This article aims at description of the directions for further development of the computer control devices, mainly based on researched picture of ways of human-computer interaction. We discuss direction of the further development and its similarity to needed ways of the further development of computer control devices. First part of the article focuses on gathering data base concerning existing computer control devices and its recognition among users.

Keywords: computer science, human-computer interaction, control devices.

1. Wprowadzenie

Urządzenia sterujące, w przeciwieństwie do urządzeń wskazujących posiadają także możliwość wprowadzania danych w sposób inny niż kursorem. Jednocześnie pozwalają na sterowanie komputerem, a nie tylko wprowadzanie do niego danych, co odróżnia je od

urządzeń wejścia. Są także oparte o fizycznie istniejące urządzenia, co czyni je terminem węższym niż metody sterowania. Najbliżej im do samych kontrolerów gier, jednak z powodu możliwości ich użycia także poza grami nie jest to termin im odpowiadający. Wszystkie urządzenia, o których mowa w niniejszej pracy, wpisują się w najbardziej popularny obecnie schemat interfejsu WIMP

Piotr Ossowski, Dariusz Mikołajewski, Marek Macko Analiza skuteczności klasycznych i innowacyjnych technik interakcji człowiek-komputer, Część 1: Rozpoznawalność urządzeń wskazujących (ang. *windows, icons, menu, pointer*), który opiera się na okienkowej obsłudze systemów i aplikacji. Podstawowymi alternatywami są interfejsy tekstowe (raczej przestarzałe) i 3D (będący dopiero w fazie rozwoju), jednak z racji ich niewielkiej popularności nie zostały one poddane bezpośrednim badaniom w pracy [1-6].

Tabela 1. Klasyfikacja różnych metod sterowania.

Metoda	Urządzenie wskazujące	Urządzenie wejścia	Kontroler gier	Metoda sterowania	Urządzenie sterujące
Klawiatura	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK
Mysz	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Panel obrabiarki CRC	NIE	TAK	NIE	TAK	TAK
Sterowanie zdalne przez LAN	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE
Skaner	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE

W ramach pracy przeanalizowano klawiatury, myszki komputerowe i ich substytuty, podstawowy sprzęt do gier komputerowych oraz kilka innowacyjnych metod sterowania. Celem niniejszej pracy jest

- stworzenie bazy wiedzy istniejących rozwiązań urządzeń sterujących,
- badanie rozpoznawalności urządzeń sterujących,
- badanie użyteczności wybranych istniejących urządzeń sterujących.

W niniejszym artykule autorzy skupili się na celach 1 i2. Realizacje celu 3 zostanie poświęcony odrębny artykuł.

2. Metodologia

W celu zbadania wiedzy użytkowników komputerów dotyczącej urządzeń sterujących została przeprowadzona prosta ankieta. Ankietowani mieli możliwość zobaczyć grafikę prezentującą dane urządzenie i dowiedzieć się jak ono się nazywa. Sami mieli natomiast ocenić czy zetknęli się z nim, czy z niego korzystali, czy jest to według nich urządzenie historyczne, czy jest to urządzenie przyszłościowe i czy jest używane do pracy bądź do gier. Zbadanych zostało 100 osób mających codzienną styczność z komputerami. Dominowały osoby w przedziale wiekowym 21-30 lat, jednak w ankiecie wzięło też udział kilka osób starszych i kilka młodszych.

Ankieta nie była głównym elementem pracy, a jedynie fragmentem pomocniczym, dlatego posiada pewne ograniczenia, o których należy pamiętać:

- grafiki obrazowały konkretny model sprzętu, który mógł być bardziej lub mniej nowoczesny, co z pewnością wpłynęło na całościową ocenę danego typu urządzeń sterujących,
- niemal wszystkie osoby ankietowane znały osobiście autora pracy, co umożliwiło im wcześniejszy kontakt z niektórymi urządzeniami sterującymi (np. LEAP Motion), co z pewnością wypaczyło ogólny wynik znajomości danych urządzeń,

	Nigdy nie slyszalem/am	Slyszalem/am o tym	Widzialem/am na zywio	Mialem/am okazje korzystac	Korzystam na codzien	Urzadzenie do pracy	Urzadzenie do gier	Urzadzenie historyczne	Urzadzenie przyszlosciowe	UWAGI
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										

ROLA NA UCZELNI:
STUDENT/PROWADZACY
KONTAKT NA CO DZIEŃ
Z NOWOCZESNĄ TECHNOLOGIĄ:
TAK/NIE
CZYTELNIK ARTYKUŁÓW
Z BRANŻY TECHNOLOGICZNEJ:
TAK/NIE

Rysunek 1. Ankieta.

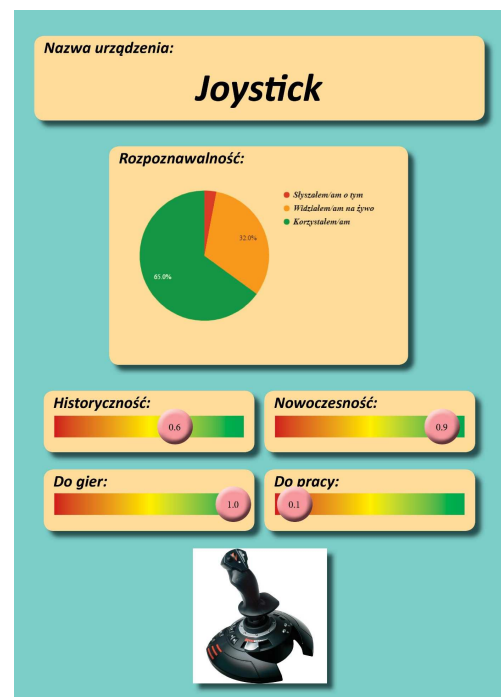
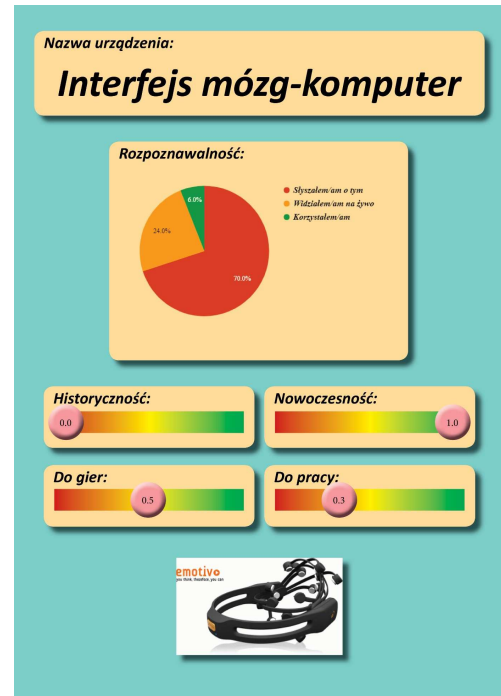
- wśród osób ankietowanych niewspółmiernie dużo osób miało styczność z Dice+ i rękawicami do sterowania komputerem, co również było spowodowane ankietowaniem osób mających ze sobą wzajemny kontakt,
- część metod sterowania okazała się dość kłopotliwa pod względem interpretacji – dotyczyło to głównie metod dość popularnych w użyciu, jednak nie w przypadku sterowania komputerem – np. piloty i smartphony – część osób potraktowała to jako pytanie o używanie smartphona a nie o sterowanie z niego komputerem, do czego przyznały się już po ankiecie,
- dość niefortunny okazał się termin urządzenie historyczne i został on zinterpretowany w zależności od osoby ankietowanej albo jako przestarzałe albo jako mający istotny wpływ na historię.

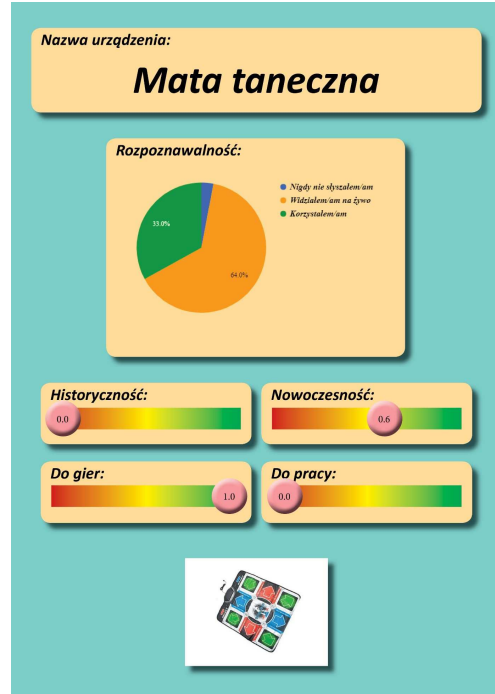
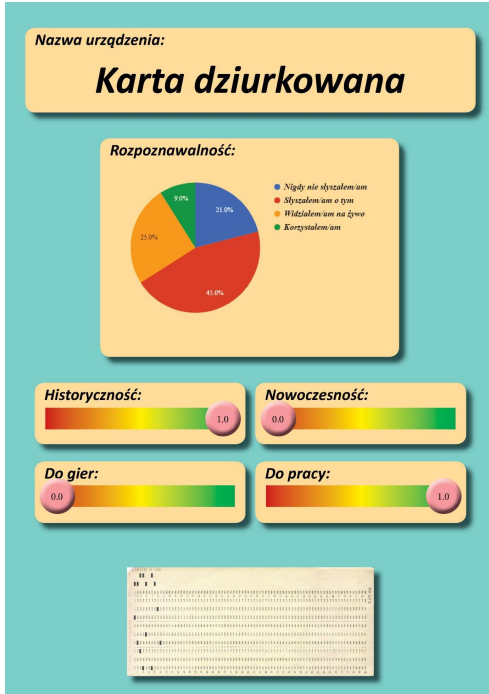
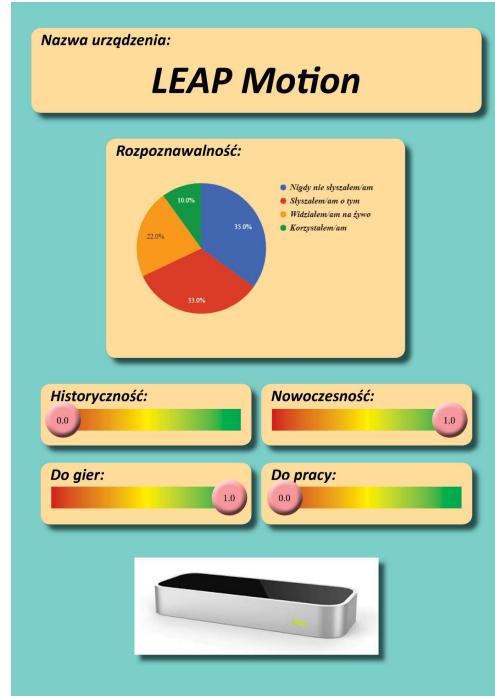
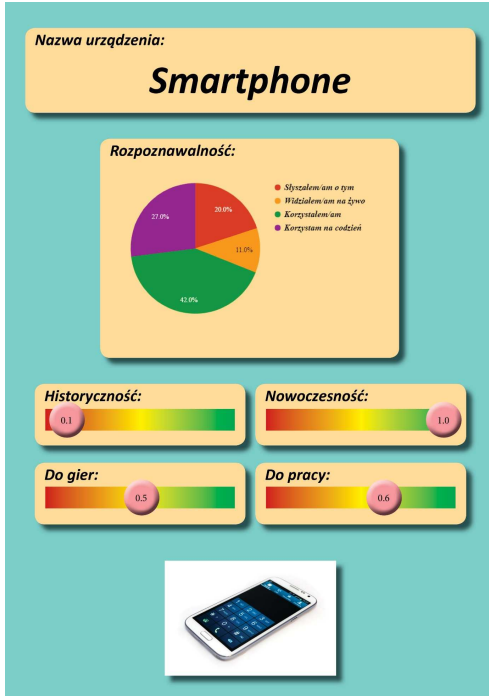
Pomimo wymienionych wad ankietę można uznać za miarodajną, gdyż poza niewielkimi odstępstwami dobrze obrazuje stan wiedzy przeciętnych użytkowników na temat urządzeń sterujących.

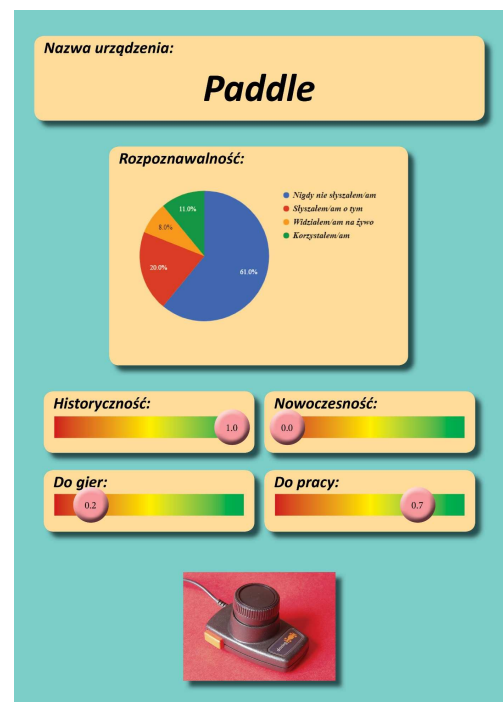
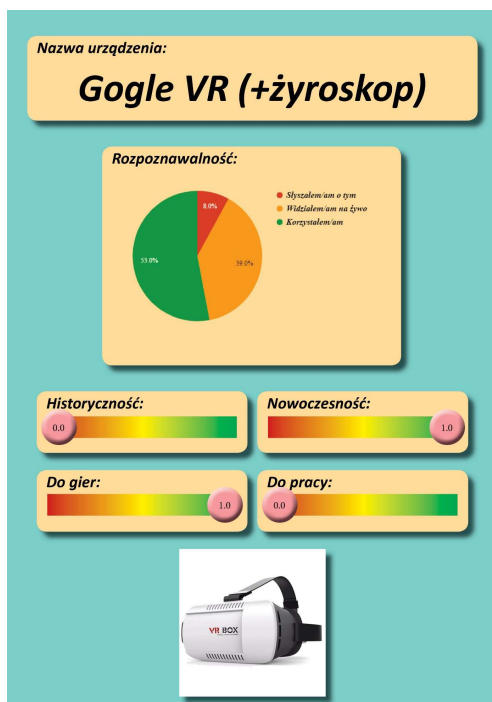
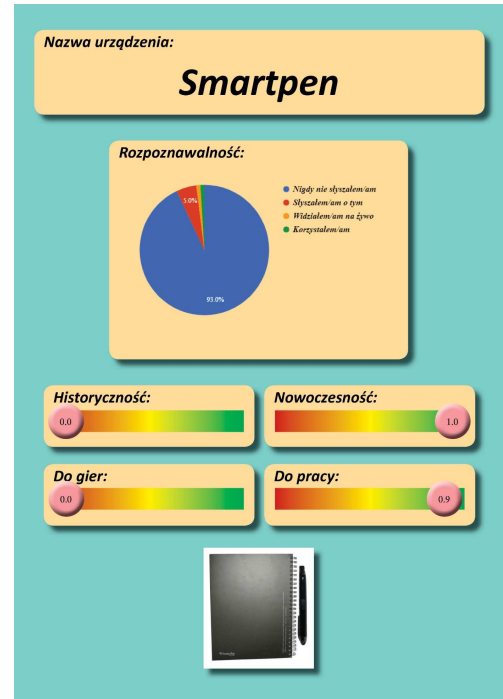
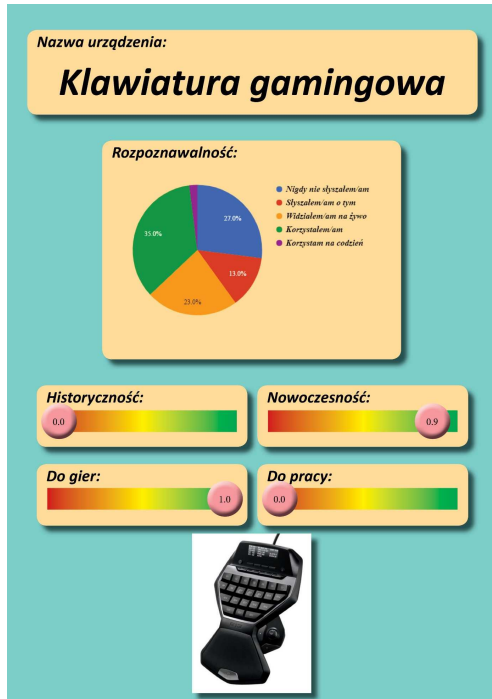
By wyniki ankiety były intuicyjne i łatwe do zrozumienia zostaną one przedstawione w formie eleganckich grafik na kolejnych stronach. Na każdej z grafik u góry znajduje się nazwa prezentowanego urządzenia, poniżej wykres kołowy prezentujący styczność osób ankietowanych z urządzeniami. Następnie w skali od 0 do 1 zaprezentowano to jak każde z urządzeń zostało odebrane w kategoriach urządzenia do gier, urządzenia do pracy, urządzenia historycznego i urządzenia przyszłościowego. W związku z tym, że każdy mógł wstrzymać się od oceny urządzeń pod względem owych kryteriów wyniki zostały pozaokrąglane do 1 miejsca po przecinku.

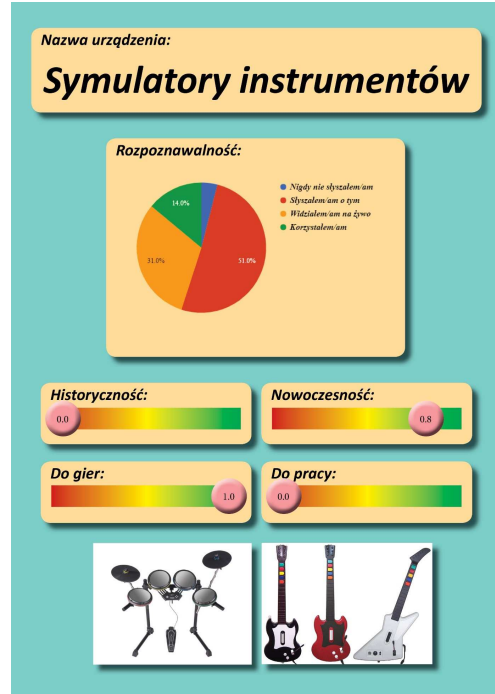
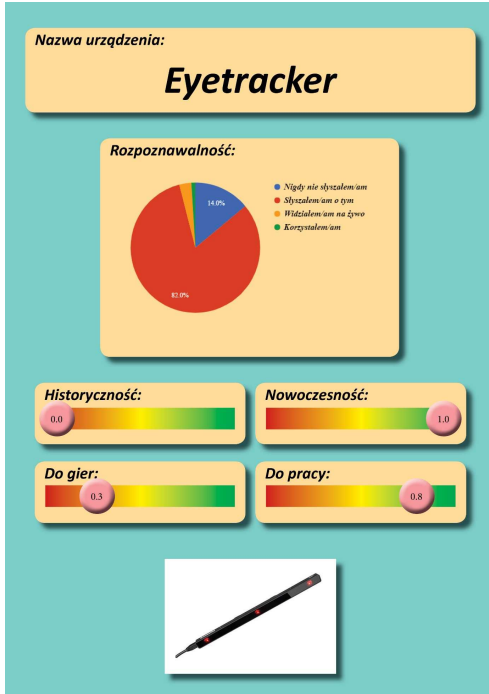
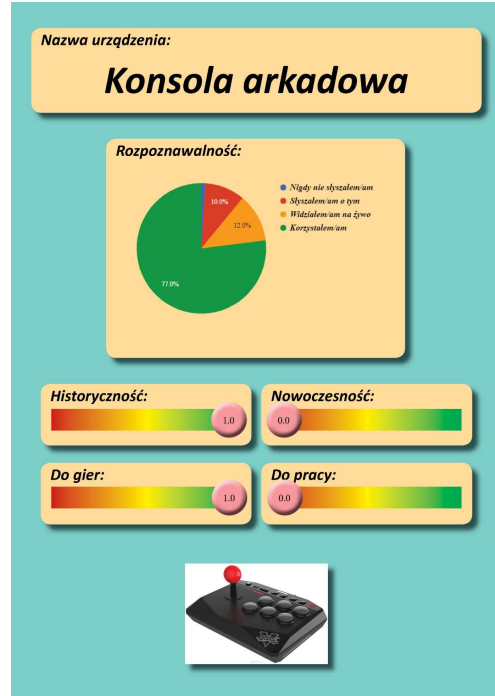
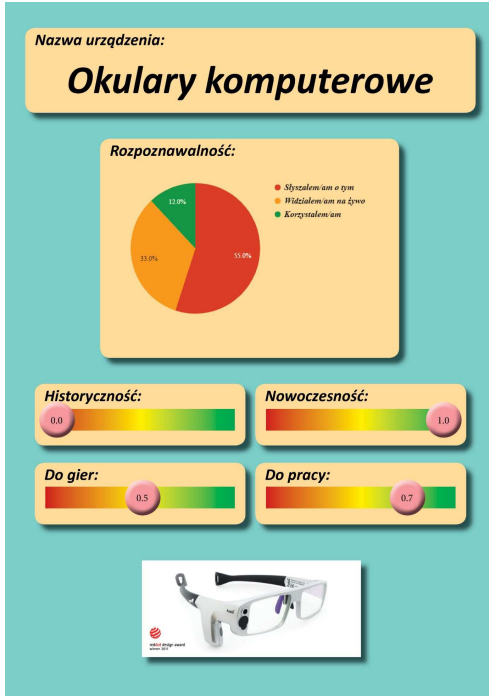
3. Wyniki ankiety

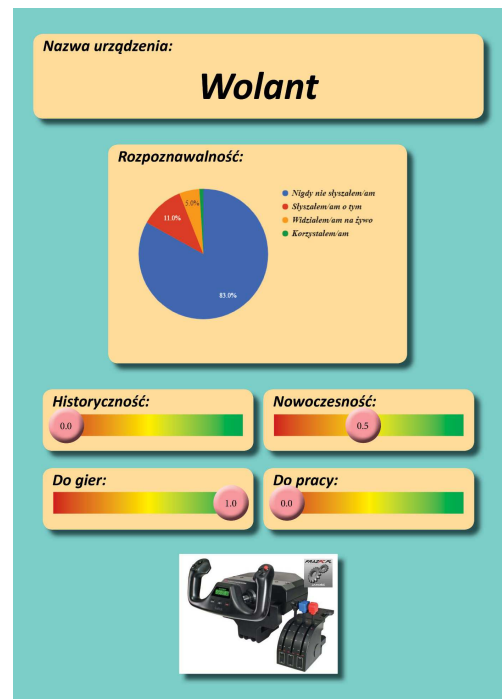
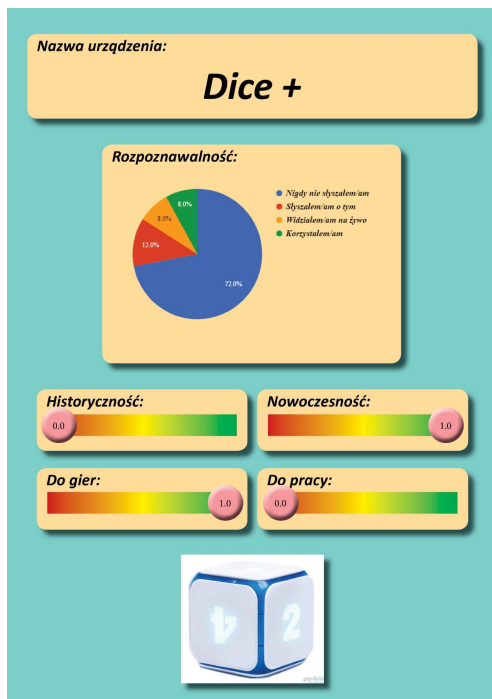
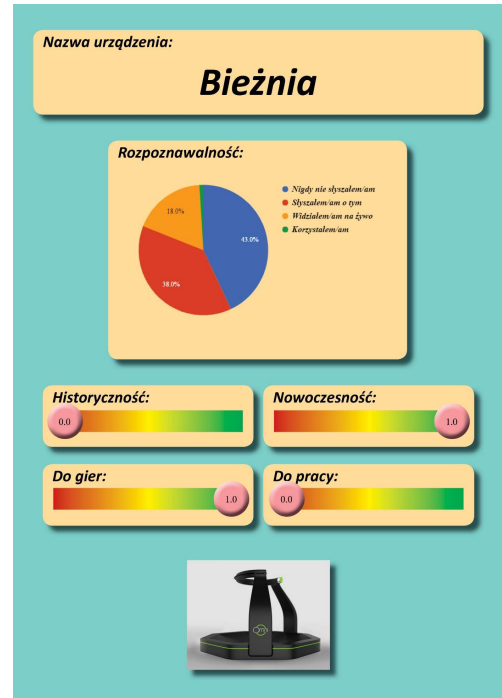
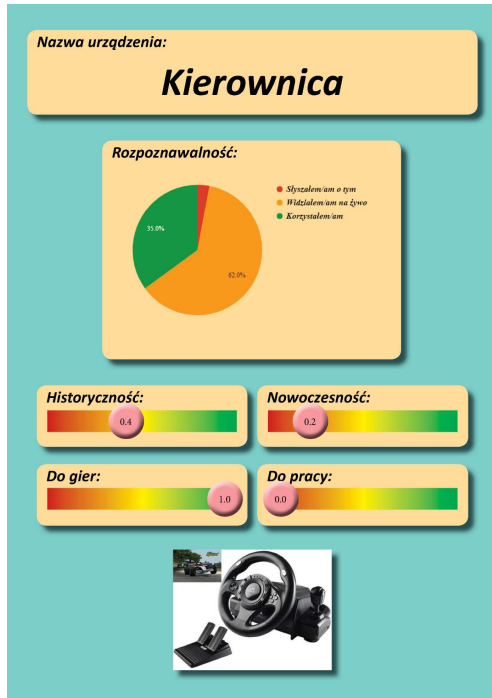
Wyniki ankiety przedstawione są na kolejnych grafikach.











4. Wnioski

Wyniki badań wskazują na to, że podziału pomiędzy urządzeniami wprowadzającymi tekst a urządzeniami wskazującymi nie da się w żaden sposób uzupełnić i nawet przyszłe metody przypominające język naturalny tego nie zmienią. WIMP jeszcze długi czas będzie dominującym schematem interfejsu, jednak można się spodziewać, że w przyszłości ustąpi miejsca jakimś być może na dzień dzisiejszym nieznanym nowym typom interfejsów. Co okazało się najciekawsze w odkrywaniu kierunków rozwoju urządzeń sterujących to to, że jest on często przypadkowy i nie wynika z ergonomii i skuteczności pewnych rozwiązań (co miało swoje odzwierciedlenie także w różnicach pomiędzy wynikami testów szybkości obsługi a wynikami oceny urządzeń). Ludzie unikają co prawda mało ergonomicznych rozwiązań, ale jednocześnie nie skupiają się na rozwiązaniach najefektywniejszych. Czasy, w których sterowanie zmieniało się w sposób rewolucyjny paradoksalnie minęły, a w trakcie obecnego rozwoju technologii w dużo szybszym tempie zmiany postępują ewolucyjnie i polegają na ulepszaniu istniejących rozwiązań oraz wprowadzaniu nowych poprzez ich dostosowywanie i upodabnianie do tych, które obecnie są najpopularniejsze – czy to klawiatury w ekranach dotykowych czy to myszy w wersji 3D nie powodują drastycznych zmian w funkcjonowaniu obecnych rozwiązań. Czy to jednak tylko tymczasowy trend czy też nowoczesne odpowiedniki dzisiejszych rozwiązań będą tym co będzie służyć nam

przez kolejne dziesięciolecia – to pytanie pozostanie nierealne do stwierdzenia, co pokazały dotychczasowe kierunki rozwoju sprzętu komputerowego.

Literatura

1. Lopes D. S., Parreira P. D. F., Paulo S. F., Nunes V., Rego P. A., Neves M. C., Rodrigues P. S., Jorge J. A. On the utility of 3D hand cursors to explore medical volume datasets with a touchless interface. *J Biomed Inform.* 2017; 72:140-149.
2. Walny J., Lee B., Johns P., Riche N. H., Carpendale S. Understanding Pen and Touch Interaction for Data Exploration on Interactive Whiteboards. *IEEE Trans Vis Comput Graph.* 2012; 18(12):2779-88.
3. Alcañiz M., Lozano J. A., Rey B. Technological background of VR. *Stud Health Technol Inform.* 2004; 99:199-214.
4. Serolli Pinho M., Dias L. L., Antunes Moreira C. G., González Khodjaoghlanian E., Pizzini Becker G., Duarte L. M. A user interface model for navigation in virtual environments. *Cyberpsychol Behav.* 2002; 5(5):443-9.
5. Baber C., Baumann K. Embedded human computer interaction. *Appl Ergon.* 2002; 33(3):273-87.
6. Staden R. An improved sequence handling package that runs on the Apple Macintosh. *Comput Appl Biosci.* 1990; 6(4):387-93.

ANALIZA SKUTECZNOŚCI KLASYCZNYCH I INNOWACYJNYCH TECHNIK INTERAKCJI CZŁOWIEK-KOMPUTER CZĘŚĆ 2: BADANIE UŻYTECZNOŚCI URZĄDZEŃ WSKAZUJĄCYCH

Piotr Ossowski¹, Dariusz Mikołajewski², Marek Macko^{*2}

¹ magistrant kierunku mechatronika

² Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Wydział Matematyki, Fizyki i Techniki, Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej, ul. Kopernika 1,
85-074, Bydgoszcz, Polska
email: mackomar@ukw.edu.pl

Streszczenie: *Na określenie „urządzenia sterujące” składają się urządzenia wskazujące a także inne urządzenia do sterowania komputerem. Głównym celem pracy jest próba określenia dalszego rozwoju urządzeń sterujących komputerami na podstawie uzyskanego w pracy obrazu sposobów interakcji człowieka z komputerem oraz umożliwić odpowiedź na pytania: w jaką stronę zmierza i w jaką stronę powinien zmierzać dalszy rozwój technik sterowania. W drugiej części badania autorzy skupili się na badaniu użyteczności wybranych urządzeń sterujących.*

Słowa kluczowe: *informatyka, interakcja człowiek-komputer, urządzenia sterujące.*

Analysis of effectiveness of the traditional and innovative techniques of human-computer interaction Part 2: Research on usability of pointing devices

Abstract: *Term "control device" covers pointing devices and other devices designed to control the computer. This article aims at description of the directions for further development of the computer control devices, mainly based on researched picture of ways of human-computer interaction. We discuss direction of the further development and its similarity to needed ways of the further development of computer control devices. First part of the article focuses on gathering data base concerning existing computer control devices and its recognition among users.*

Keywords: *computer science, human-computer interaction, control devices.*

1. Wprowadzenie

Urządzenia sterujące, w przeciwieństwie do urządzeń wskazujących posiadają także możliwość wprowadzania danych w sposób inny niż kursorem. Jednocześnie pozwalają na sterowanie komputerem, a nie tylko wprowadzanie do niego danych, co odróżnia je od urządzeń wejścia. Są także oparte o fizycznie istniejące urządzenia, co czyni je terminem węższym niż metody sterowania [1-6].

W ramach pracy przeanalizowano klawiatury, myszki komputerowe i ich substytuty, podstawowy sprzęt do gier komputerowych oraz kilka innowacyjnych metod sterowania. W części pierwszej badania opracowano bazę wiedzy istniejących rozwiązań urządzeń sterujących oraz zbadano rozpoznawalność urządzeń sterujących. W niniejszym artykule autorzy skupili się na badaniu użyteczności wybranych urządzeń sterujących.

2. Metodologia

2.1. Stanowiska testowe

Stanowiska testowe umożliwiały korzystanie z testowanego urządzenia sterującego, tj. posiadały komputer oraz urządzenie podłączone do niego. Test nie ma sprawdzać umiejętności instalacji sprzętu, dlatego wszystkie sterowniki i ustawienia były już przygotowane. W związku z tym, że urządzenia sterujące wymagają pewnej wprawy, miejsce, w którym będą przeprowadzane testy musiało dać możliwość dłuższego pobytu (nawet do godziny). W związku z tymi wymogami miejsce badań zostało zaprojektowane w taki sposób by składało się z trzech stanowisk pozwalających przetestować urządzenia w trzy różne sposoby.

Pierwsze stanowisko zostało zaprojektowane zgodnie z zasadami BHP – jako typowe stanowisko pracy osoby wykonującej prace biurowe przed ekranem komputera. Stanowisko składało się z ekranu panoramicznego LED o przekątnej 24", dużej powierzchni biurka i komputera stacjonarnego zapewniającego działanie wszystkich testowanych urządzeń sterujących. Osoba poddana badaniom siedziała na ruchomym krześle obrotowym z regulowaną wysokością. W związku z różnymi preferencjami osób testujących każdy biorący udział w badaniu mógł sam dobrać odległość od monitora, wysokość krzesła czy kąt siedzenia względem blatu biurka oraz pozycję na krześle. Umożliwiło to osiągnięcie porównywalnego komfortu wśród wszystkich testujących. Warunki na stanowisku I miały odpowiadać warunkom optymalnej pracy.

Drugie stanowisko to stanowisko, które miało określić możliwość korzystania z urządzeń sterujących w trakcie odpoczynku. Na miejsce testu została wyznaczona kanapa rozkładana z wąskimi oparciami przytwierdzonymi do boków. Z powodu chropowatego materiału obicia skutecznie oddawała ona problematyczność niejednorodnej powierzchni. Tym razem komputer zastosowany do testów był przenośny (test używania komputera stacjonarnego na kanapie byłby bezcelowy, gdyż praktycznie nie jest on używany w takiej formie). Oczywiście wszystkie urządzenia sterujące biorące udział w testach bez problemów działały we współpracy z przygotowanym laptopem. Testujący mogli trzymać komputer na kanapie bądź na kolanach.

Ostatnim stanowiskiem do testów było stanowisko testujące użytkowanie elementów sterujących w niekorzystnych warunkach, na stojąco. Użytkownicy w trakcie testów urządzeń na komputerze przenośnym

mogli skorzystać jedynie z krawędzi parapetu nie pozwalającego na stabilne ułożenie komputera. Z powodu ryzyka związanego z testami w skład stanowiska weszły materiały amortyzujące upadek ułożone pod stanowiskiem (jak się potem okazało znalazły one zastosowanie aż siedmiokrotnie). Testujący zamiast parapetu mogli również trzymać komputer w ręce, natomiast przez cały czas testu musieli znajdować się w pozycji stojącej.

2.2. Aplikacje testowe

Do projektu aplikacji została użyta technologia Windows Presentation Foundation, wykorzystująca język C#. Środowiskiem, w którym aplikacja została napisana było Microsoft Visual Studio. Aplikacja składa się z 2 modułów, które posiadają wzajemne odnośniki i wspólne, menu i korzystają z tej samej architektury – MVP (ang. *Model – View – Presenter*), w którym elementy modelu są przekazywane do prezentera, który odpowiada za logikę i wykonywanie elementów niezbędnych do obsługi widoku. Wszystkie części będące w części widokowej odpowiadają tylko i wyłącznie za obsługę widoku.

Moduł testujący odpowiada za przeprowadzenie czterech testów, które określą sprawność użytkownika w sterowaniu komputerem poprzez dane typy urządzeń. Testy będą oceniać możliwości użytkownika przy wpisywaniu tekstu (poprzez klawiaturę ekranową bądź połączone z nią przyciski) i liczeniu (również przez klawiaturę ekranową) oraz szybkość obsługi kursora i dokładność jego obsługi. Pomiarom głównym będzie pomiar czasu.

Moduł oceny pozwala użytkownikom na ocenę ergonomii danych urządzeń po wykonaniu na nich testów. Wszystkie wyniki będą zapisywane do plików z danymi w formie ręcznej bądź zautomatyzowanej.

Testy do aplikacji zostały dobrane mając na celu szczególnie:

- sprawdzenie szybkości,
- sprawdzenie dokładności,
- przeprowadzenie licznych testów w krótkim czasie,
- sprawdzenie podstawowych funkcjonalności wszystkich urządzeń w dowolnych warunkach,
- sprawdzenie zaawansowanych funkcjonalności.

By wszystkie wymienione elementy zostały spełnione moduł testowy został podzielony na 2 części – pierwszą ze wskazaniem na urządzenia do wpisywania tekstu i drugą przygotowaną pod urządzenia wskazujące. Żaden z testów nie wspierał technologii 3D z racji jej niewielkiej (obecnie) obecności na rynku i wysokich cen urządzeń sterujących ją obsługujących.

Każdy testujący przechodził 3 razy przez testy – kolejno na stanowisku I, II i III. Na testy składały się 4 ekrany. Pierwszy ekran służy do wpisania trzech 15-literowych wyrazów wybranych losowo z puli. Drugi ekran to wpisywanie losowego ciągu znaków (np. haseł). Trzeci ekran to test na dokładność kursora – należy w nim kliknąć w odpowiedniej kolejności 10 ponumerowanych przycisków, a ostatni ekran polega na pokonaniu kursorem prostego labiryntu bez dotykania ścian w możliwie najkrótszym czasie. Dotknięcie ściany resetuje cały proces.

Wszystkie testy zostały przeprowadzone na grupie 15 osób w wieku od 15 do 59 lat. W ramach analizy wyników uzyskano sumę wszystkich czasów, średnią, amplitudę, odchylenie standardowe bezwzględne i względne. Wyniki także znormalizowano, dla par testów (o czym mowa w dalszej części pracy) z osobna - wszystkie normalizacje zostały wykonane standaryzacją Z.

Test I polegał na poprawnym wprowadzeniu 3 wyrazów o długości 15 liter przy pomocy urządzeń sterujących. W zapisanej w testach wprowadzanie głosowe oznacza wprowadzanie danych przez mikrofon, który dla porównania został testowany na telefonie Samsung S7 (rozpoznawanie mowy w systemie Windows nie jest obecnie dostępne dla języka polskiego, a programy wprowadzające tekst głosowo są dosyć niedokładne). Test II polegał na wpisaniu losowej kombinacji znaków zawierającej znaki specjalne, liczby, wielkie i małe litery. Wyniki obu testów okazały się podobne za wyjątkiem wprowadzania głosowego, które nie było w stanie wprowadzić znaków specjalnych, czym pokazało, że wciąż jest jeszcze pełne ograniczeń i nienadające się np. do pisania programów. Z tego powodu jego wyniki zostały wliczone tylko z testu pierwszego.

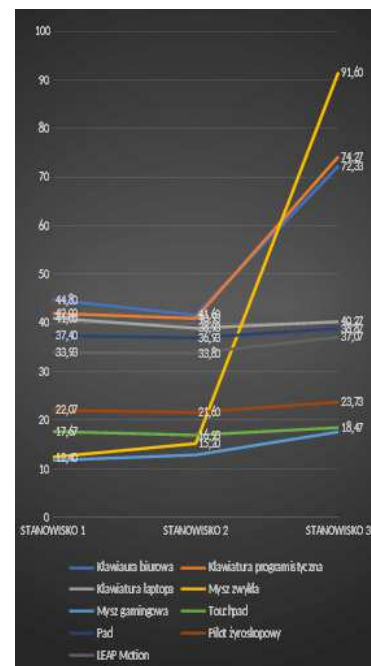
Testy III i IV polegały na sprawdzeniu wszystkich urządzeń sterujących przy obsłudze kursora. Testy, z których pierwszy, poza szybkością poruszania kursorem, sprawdzał także koordynację z klikaniem, a drugi dokładność przy określaniu pozycji kursora mimo pozornej różnicy pokazały podobne wyniki (średnie wyniki dla wszystkich użytkowników ułożyły się w tej samej kolejności na każdym ze stanowisk). Z tego powodu oba testy zostały przy omawianiu wyników potraktowane wspólnie, by nie powielać wniosków. Wyniki testów III i IV zostały podsumowane w tabelach (5.11.-5.20.). Wszystkie normalizacje zostały wykonane standaryzacją Z.

3. Wyniki

Wyniki badania przedstawione są na kolejnych grafikach.



Rysunek 1. Średni czas testów I i II.



Rysunek 2. Średni czas testów III i IV.

4. Wnioski

Wyniki testów zobrazowały wiele zarówno dość przewidywalnych, jak i niespodziewanych wyników. Po pierwsze – urządzenia są dość jasno podzielone pomiędzy te, które są używane jako urządzenia wskazujące, a te, które służą do wprowadzania tekstu. Nie są skuteczne metody, które pozwalają na użycie jednych w celu zastąpienia drugich. Jak widać w tabelach myszy i touchpad nie są wydajne w roli wprowadzania tekstu (testy I i II), a klawiatury nie są odpowiednie do sterowania kursorem (testy III i IV). Również inne metody sterowania nie sprawdzają się w roli zastępników, gdy chodzi o kwestie regularnej pracy. Należy na to spojrzeć jednak także w drugą stronę – niemal wszystkie testy zakończyły się sukcesem i udowodniły, że większość urządzeń sterujących nadaje się na tymczasowe zamienniki do dowolnych innych urządzeń. Wraz z odpowiednim oprogramowaniem możliwe jest także dostosowywanie aplikacji do konkretnych urządzeń sterujących – bez Klawiatury Ekranowej nie byłoby możliwe przeprowadzenie wielu testów, a w sieci istnieje duża liczba programów, które pozwalają nie tylko na symulowanie działania innych urządzeń, ale także na podpinanie konkretnych działań, jak np. uruchamianie programów czy też kombinacji klawiszy, do pojedynczych przycisków. Poza klawiaturą ekranową takie ułatwienia nie zostały wzięte pod uwagę w testach – stosowanie takich rozwiązań usprawniłoby zapewne korzystanie z części urządzeń, jednak jednocześnie utrudniłoby szybkie opanowanie ich obsługi i sprawiłoby, że przestałyby być intuicyjne.

Kolejną częścią testów wartą omówienia są różnice uzyskane pomiędzy stanowiskami. Pierwszym oczywistym wnioskiem jest to, że dużo prościej pracować w pozycji siedzącej czy to na kanapie czy przy biurku niż w pozycji stojącej na ograniczonej przestrzeni. Należy jednak zauważyć, że różnice między pierwszymi dwoma stanowiskami nie są już takie oczywiste. Można nawet stwierdzić, że przy krótkim użytkowaniu nie istnieją widoczne różnice czasowe w szybkości obsługi komputera pomiędzy stanowiskami, przy których można w sposób wygodny korzystać z komputera. Trzeba jednak pamiętać, że korzystanie w sposób niezgodny z zasadami BHP ma negatywny wpływ na postawę ciała, zmęczenie oczu i choroby zawodowe. Dlatego korzystanie w taki sposób z komputera należałoby ograniczyć. Warto również zwrócić uwagę, że testy na kolejnych stanowiskach były wykonywane przez osoby, które nabyły już pewnie wprawy po poprzednich testach, co prawdopodobnie poprawiło wyniki kolejnych stanowisk. Warty wspomnienia ewenementem jest mysz gamingowa, która

dzięki skutecznemu laserowi bez problemu działała na powierzchni parapetu, a dzięki wysokiej rozdzielczości bez problemu radziła sobie na małej powierzchni co sprawiło, że okazała się wyjątkowo uniwersalnym urządzeniem.

Warto również wspomnieć o wynikach konkretnych urządzeń. Podłączanie klawiatur do laptopa okazało się korzystne jedynie przy stanowisku biurowym, a przy stanowisku stojącym sprawiło, że komputer stał się niemal nieużywalny. Klawiatura od laptopa w przypadku normalnej pracy bez konieczności pisania dużo większej ilości tekstu wydaje się najodpowiedniejszym wyborem. Warto natomiast zwrócić uwagę na wyniki myszy. W przypadku zwykłej myszy wiąże się to wciąż z licznymi ograniczeniami – wyniki na stanowiskach drugim i trzecim pokazały, że taki typ urządzenia nie nadaje się do użycia go w nietypowych warunkach, w przeciwieństwie do myszy gamingowej. Sprawdza się ona w dowolnym momencie i wymaga niewiele miejsca. Można stwierdzić, że najpewniej pozostanie ona głównym urządzeniem sterującym komputerami aż do końca interfejsów typu WIMP, a prawdopodobnie nawet do końca korzystania z komputera przy użyciu dwóch wymiarów. Pad, czyli urządzenie do sterowania konsolami wymaga przystosowania zarówno sprzętu komputerowego, jak i konkretnych aplikacji (co jest zauważalne szczególnie przy problemach ze sterowaniem w grach, które zostały przeniesione z konsoli na komputer), w pozostałych przypadkach korzystanie staje się problematyczne. Również nowoczesna forma sterowania, jak LEAP Motion, okazała się mało użyteczna przy obsłudze programów pracujących w dwóch wymiarach i powinna być potraktowana jedynie jako ciekawostka. Najciekawszą z nietypowych form okazał się pilot żyroskopowy – znajdując zastosowanie jako zastępnik myszy i nie wymagający żadnej powierzchni, w pewnym stopniu przypominający myszy trójwymiarowe. Trudno natomiast ocenić wprowadzanie głosowe, które z jednej strony jest niezwykle skuteczne, a z drugiej bardzo ograniczone.

Ostatnim elementem analizowanym jest ocena ankiet wypełnionych po testach. I tutaj wyniki okazały się dość niespodziewane – dość mocno odbiegające od wyników w testach. I tak dość dobrze została oceniona podświetlona klawiatura laptopa, nowoczesnie wyglądająca klawiatura programistyczna i nowoczesna mysz gamingowa. Dość wysoki wynik LEAP Motion i wprowadzania głosowego wykazał, że przy krótkotrwałych testach na wynik oceny ma wpływ raczej ciekawy (choć nie irtujący) sposób obsługi niż jego właściwa skuteczność. Prawdopodobnie ważnym elementem był też wygląd. Pokazało to jasno, jak ważnym elementem w urządzeniach sterujących jest marketing i wygląd.