

**M**  
**W**  
**K**

IX SZKOŁA-KONFERENCJA

"METROLOGIA WSPOMAGANA KOMPUTEROWO"

**MWK-2011**

*Waplewo, 24÷27 maja 2011*

**MONOGRAFIA  
Z IX SZKOŁY-KONFERENCJI MWK-2011**

**W dniach od 24 do 27 maja 2011 r., w Waplewie, odbyła się IX Szkoła-Konferencja Metrologia Wspomagana Komputerowo**

**METROLOGIA  
W MEDYCYNIE  
WYBRANE ZAGADNIENIA**

Praca zbiorowa  
pod redakcją naukową Andrzeja MICHAŁSKIEGO



Wojskowa Akademia Techniczna

**Praca zbiorowa**

**pod redakcją naukową Andrzeja MICHAŁSKIEGO**

**METROLOGIA W MEDYCYNIE**  
**WYBRANE ZAGADNIENIA**

**Warszawa 2011**

**dr hab. inż. Tadeusz DĄBROWSKI**  
**prof. nadzw. WAT**

## Opiniodawcy

prof. dr hab. inż. Jerzy BARZYKOWSKI  
prof. dr hab. inż. Zygmunt KUŚMIEREK

## Redakcja naukowa:

prof. dr hab. inż. Andrzej MICHALSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny  
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki

## Autorzy:

### Rozdział 1

prof. dr hab. inż. Roman Z. MORAWSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Elektroniki i Technik  
Informacyjnych

### Rozdział 2

prof. dr hab. inż. Zbigniew BIELECKI

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki

dr inż. Jacek WOJTAS

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki

dr inż. Janusz MIKOŁAJCZYK

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki

prof. dr hab. med. Jerzy R. ŁADNY

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku,

### Rozdział 3

dr hab. inż. Andrzej P. DOBROWOLSKI

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki

### Rozdział 4

prof. dr hab. inż. Stanisław OSOWSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny  
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki

dr hab. inż. Tomasz MARKIEWICZ

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

dr inż. Michał KRUK

Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa

prof. dr hab. med. Wojciech KOZŁOWSKI

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa

### Rozdział 5

dr inż. Ireneusz JABŁOŃSKI

Politechnika Wroclawska, Wydział Elektroniki

### Rozdział 6

dr hab. inż. Jacek STARZYŃSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

### Rozdział 7

dr inż. Zbigniew WATRAL

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

dr hab. med. Janusz PŁOMIŃSKI

Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa

### Rozdział 8

prof. dr hab. inż. Andrzej S. ZAJĄC

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki

dr Jan KASPRZAK

Warszawski Uniwersytet Medyczny,

mgr inż. Łukasz URBAŃSKI

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki

mgr inż. Łukasz GRYKO

Politechnika Białostocka

mgr Justyna SZYMAŃSKA

Uniwersytet Mikołaja Kopernika

mgr inż. Maria MACIEJEWSKA

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki

### Rozdział 9

prof. dr hab. inż. Remigiusz J. RAK

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

mgr inż. Marcin KOŁODZIEJ

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

dr inż. Andrzej MAJKOWSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

© Copyright by Instytut Systemów Elektronicznych Wydział Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej  
Warszawa 2011

ISBN 978-83-62954-00-1

Publikacja zakwalifikowana do druku bez poprawek edytorskich Redakcji Wydawnictw WAT.

Projekt okładki: Barbara Chruszczyk

Wydawca: Wojskowa Akademia Techniczna

Druk: BEL Studio Sp. z o.o., ul. Powstańców Śląskich 67b, 01-355 Warszawa  
Warszawa 2011

## SPIS TREŚCI

<b>METROLOGIA W OBLICZU WYZWAŃ WSPÓŁCZESNEGO ŚWIATA</b>	<b>3</b>
<b>1. POMIAR A ETYKA BADAŃ NAUKOWYCH</b>	<b>7</b>
1.1. Wprowadzenie	7
1.2. Metoda naukowa	8
1.3. Prawda w naukach empirycznych	11
1.4. Modelowanie matematyczne a pomiar	14
1.5. Etyczne aspekty eksperymentowania	19
1.6. Etyczne aspekty interpretacji wyników pomiarów	25
1.7. Kilka uwag praktycznych zamiast wniosków	30
<b>2. ZASTOSOWANIE TECHNIK SPEKTROSKOPOWYCH W MEDYCYNIE, OCHRONIE ŚRODOWISKA I BEZPIECZEŃSTWIE PAŃSTWA</b>	<b>35</b>
2.1. Wprowadzenie	35
2.2. Spektroskopia laserowa w diagnostyce wydychanego powietrza	38
2.3. Wyniki opracowań własnych	51
2.4. Podsumowanie	54
<b>3. CYFROWE PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW WE WSPÓŁCZESNEJ ELEKTRODIAGNOSTYCE MEDYCZNEJ</b>	<b>59</b>
3.1. Wprowadzenie	59
3.2. Elektrodiagnostyka mięśni	61
3.3. Wybór falkowych cech dystynktywnych	70
3.4. Konstrukcja klasyfikatora w oparciu o SVM	77
3.5. Porównanie metod diagnostyki schorzeń nerwowo-mięśniowych	80
3.6. Weryfikacja kliniczna	84
3.7. Zakończenie	86
<b>4. METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI DO WSPOMAGANIA DIAGNOSTYKI PATOLOGII TKANEK</b>	<b>91</b>
4.1. Wprowadzenie	91
4.2. Segmentacja obrazu	92
4.3. Generacja deskryptorów numerycznych obrazu	95
4.4. Selekcja cech diagnostycznych	96
4.5. Klasyfikatory neuronowe	102
4.6. Przykłady przetwarzania obrazów medycznych	105
4.7. Wnioski końcowe	125
<b>5. WSPIERANE KOMPUTEROWO PROJEKTOWANIE EKSPERYMENTU POMIAROWEGO DLA OBIEKTÓW BIOMEDYCZNYCH NA PRZYKŁADZIE OCENY PROCESU ODDYCHANIA</b>	<b>127</b>
5.1. Wstęp	127
5.2. Układ oddechowy, modelowanie oraz koncepcje jego analizy	128
5.3. COMPASS Toolbox do analizy zmienności i złożoności systemów oraz danych	131
5.4. Ocena mechaniki oddychania wzbogaconą techniką przerywanego przepływu powietrza	141
5.5. Zaplecze sprzętowe dla badań oddychania	161
5.6. Podsumowanie	162

<b>6. BADANIA NAD INTELIGENCJĄ – HISTORIA I WSPÓŁCZESNOŚĆ</b>	<b>167</b>
6.1. Wstęp	167
6.2. Miary inteligencji	168
6.3. Historia AI: od euforii do realizmu	173
6.4. Nowoczesność – inżynieria odwrotna mózgu	177
6.5. Podsumowanie	189
<b>7. METODYKA BADANIA ISTOTNYCH ELEMENTÓW PROCESU REWIZYJNEGO WSZCZEPIENIA SZTUCZNEJ PANEWKI STAWU BIODROWEGO</b>	<b>193</b>
7.1. Wprowadzenie do problematyki protezoplastyki stawu biodrowego	193
7.2. Badania przeszczepów kostnych	195
7.3. Badania na modelach sztucznego stawu	205
<b>8. ŚWIATŁO W DIAGNOSTYCE MEDYCZNEJ</b>	<b>219</b>
8.1. Wprowadzenie	219
8.2. Oddziaływanie promieniowania z zakresu UV-VIS-IR z tkankami	233
8.3. Wybrane procedury diagnostyczne z wykorzystaniem promieniowania źródeł termicznych – światło białe	244
8.4. Wybrane procedury diagnostyczne z wykorzystaniem promieniowania źródeł spójnych	266
8.5. Aplikacje optycznych sensorów światłowodowych	288
8.6. Wykorzystanie zjawisk nieliniowych w diagnostyce medycznej	289
8.7. Podsumowanie	291
<b>9. INTERFEJS MÓZG – KOMPUTER</b>	<b>299</b>
9.1. Wstęp	299
9.2. Metody wykrywania aktywności mózgu	302
9.3. Elektroencefalografia (EEG) w BCI	303
9.4. Algorytmy przetwarzania sygnału EEG na użytek BCI	309
9.5. Ocena i porównanie jakości systemów BCI	313
9.6. Wybrane aspekty realizacji BCI na przykładzie badań własnych	314
9.7. Podsumowanie	319

2011)

o 2011 (MWK-