

Spis treści

Przedmowa	13
Wykaz ważniejszych oznaczeń	15
I. Wprowadzenie	19
1. Fuzja danych strumieniowych	21
1.1. Wstęp	21
1.2. Osobiste sieci czujnikowe	23
1.3. Big data – dane masowe, zmienne i różnorodne	27
1.3.1. Big data w sporcie i medycynie	30
1.3.2. Big data – wyzwania	31
1.4. Fuzja danych	33
1.5. Fuzja danych strumieniowych	35
1.6. Analiza ruchu człowieka	35
1.6.1. Śledzenie aktywności fizycznej	36
1.6.2. Rozpoznawanie aktywności fizycznej	38
1.6.3. Kinematyczna analiza układu ruchu człowieka	39
1.7. Przykłady wykorzystania fuzji danych w analizie ruchu człowieka	41
II. Fuzja danych strumieniowych	47
2. Elementy fuzji danych	49
2.1. Wstęp	49
2.2. Poziom abstrakcji w systemach fuzji danych	52
2.3. Typy konfiguracji źródeł danych	59
2.4. Przegląd architektur dla systemów fuzji danych	61
2.5. Architektura systemu fuzji danych	63
2.6. Modele fuzji danych	64
2.6.1. Model JDL	64
2.6.2. Model Dasarathy	66
2.6.3. Model Boyda	67

2.6.4. Model typu wodospad	69
2.6.5. Model typu Omnibus	70
3. Sygnały, pomiary, szумы	73
3.1. Wstęp	73
3.2. Sygnał	74
3.3. Metody reprezentacji sygnałów	77
3.3.1. Reprezentacja czasowa sygnałów	77
3.3.2. Reprezentacja częstotliwościowa sygnałów	80
3.3.3. Reprezentacja czasowo-częstotliwościowa sygnałów	83
3.4. Pomiary	87
3.5. Szумы	90
3.5.1. Szum biały	93
3.5.2. Szum kolorowy	94
3.5.3. Szum impulsowy	99
3.6. Miary jakości sygnałów pomiarowych	99
4. Czujniki pomiarowe	101
4.1. Wstęp	101
4.2. Czujnik przyspieszenia	105
4.2.1. Zakłócenia w czujnikach przyspieszenia	107
4.2.2. Model pomiarowy czujnika przyspieszenia	108
4.2.3. Charakterystyka czujnika przyspieszenia	109
4.2.4. Przykładowe pomiary z wykorzystaniem czujnika przyspieszenia	109
4.3. Żyroskop	111
4.3.1. Zakłócenia w czujnikach żyroskopowych	113
4.3.2. Model pomiarowy czujnika żyroskopowego	114
4.3.3. Charakterystyka	115
4.3.4. Przykładowe pomiary z wykorzystaniem czujnika żyroskopowego	115
4.4. Czujnik pola magnetycznego (magnetometr)	116
4.4.1. Zakłócenia w czujnikach pola magnetycznego	119
4.4.2. Model pomiarowy czujnika pola magnetycznego	119
4.4.3. Charakterystyka	119
4.4.4. Przykładowe pomiary z wykorzystaniem czujnika magnetometrycznego	120
4.5. Metody analizy zakłóceń w czujnikach pomiarowych	120
4.5.1. Reprezentacja szumu z wykorzystaniem wariancji Allana	123

4.5.2.	Podsumowanie metod modelowania zakłóceń w czujnikach pomiarowych	127
4.5.3.	Zastosowanie wariancji Allana oraz gęstości widmowej mocy do analizy pomiarów z czujników inercyjnych i pola magnetycznego	129
5.	Przetwarzanie wstępne	133
5.1.	Wstęp	133
5.2.	Normalizacja i standaryzacja sygnałów pomiarowych	134
5.3.	Usuwanie szumów o niskich częstotliwościach	135
5.4.	Usuwanie szumów o wysokich częstotliwościach	136
5.5.	Filtr Wienera	138
5.6.	Metody przetwarzania wstępnego	145
5.7.	Podstawy przetwarzania wstępnego z modelem	147
5.7.1.	Modele liniowe	149
5.7.2.	Modele odcinkowo-liniowe	151
5.7.3.	Szereg Volterra	152
5.7.4.	Modele blokowo zorientowane	153
5.7.5.	Modele NARMAX	156
5.7.6.	Model TVARMAX	159
5.7.7.	Modele z rzadką reprezentacją sygnału	161
5.7.8.	Modele w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej	164
5.7.9.	Modele w przestrzeni stanów	175
5.8.	Modelowanie szumów pomiarowych	176
5.8.1.	Modelowanie z wykorzystaniem transformacji falkowej ...	176
5.8.2.	Modelowanie z wykorzystaniem empirycznej dekompozycji mod (EMD)	178
5.8.3.	Modelowanie z wykorzystaniem rzadkiej reprezentacji ...	180
5.8.4.	Modelowanie z wykorzystaniem uczenia głębokiego	182
5.9.	Usuwanie składowych o wysokich częstotliwościach	184
6.	Poziom podstawowy: fuzja danych	189
6.1.	Wstęp	189
6.2.	Estymacja stanu	190
6.2.1.	Model w przestrzeni stanu	192
6.2.2.	Zadanie estymacji stanu	194
6.2.3.	Filtr Bayesa	197
6.3.	Filtracja optymalna – stan ciągle	198
6.3.1.	Filtr Kalmana	199
6.3.2.	Rozszerzony filtr Kalmana	204

6.3.3.	Bezsładowy filtr Kalmana	207
6.3.4.	Filtr Cząsteczkowy	214
6.4.	Filtracja optymalna – stan dyskretny	216
6.4.1.	Ukryte Modele Markowa	217
6.5.	Fuzja danych z wykorzystaniem filtra Kalmana	219
7.	Poziom średni: fuzja właściwości	223
7.1.	Wstęp	223
7.2.	Ekstrakcja cech	224
7.3.	Segmentacja	226
7.3.1.	Metody segmentacji	231
7.4.	Generowanie cech	235
7.4.1.	Metody generowania cech w dziedzinie czasu	236
7.4.2.	Metody generowania cech w dziedzinie częstotliwości	243
7.4.3.	Metody generowania cech w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej	259
7.5.	Metody generowania cech nieliniowych	262
7.6.	Redukcja wymiaru	278
7.6.1.	Sformułowanie problemu	279
7.6.2.	Selekcja cech	280
7.6.3.	Redukcja cech	283
7.7.	Klasyfikacja	298
7.7.1.	Okno czasowe	299
7.7.2.	Metody przetwarzania danych	300
7.7.3.	Zbiory danych	301
7.7.4.	Metody uczenia	303
7.8.	Algorytmy klasyfikacji	305
7.8.1.	Algorytm k -Najbliższych Sąsiadów	306
7.8.2.	Regresja logistyczna	309
7.8.3.	Maszyna wektorów nośnych	309
7.8.4.	Głębokie sieci neuronowe	310
7.9.	Metody oceny jakości algorytmów fuzji właściwości	311
7.10.	Rozpoznawanie aktywności ruchowej człowieka – fuzja właściwości	314
7.10.1.	Algorytm fuzji właściwości	315
8.	Poziom wysoki: fuzja decyzji	323
8.1.	Wstęp	323
8.2.	Podstawy fuzji decyzji	323
8.3.	Metody fuzji decyzji	328

8.3.1. Fuzja decyzji na podstawie wielkości dyskretnych	329
8.3.2. Fuzja decyzji na podstawie wielkości ciągłych	334
III. Modelowanie układu ruchu człowieka	339
9. Ruch ciała sztywnego	341
9.1. Wstęp	341
9.2. Ciało sztywne w przestrzeni trójwymiarowej	341
9.3. Inne reprezentacje orientacji ciała sztywnego w $\mathbb{R}^3$	344
9.3.1. Reprezentacja oś-kąt	344
9.3.2. Kąty Eulera	345
9.3.3. Kwaternion	350
9.3.4. Współrzędne wykładnicze	353
9.4. Ruch ciała sztywnego w przestrzeni trójwymiarowej	355
9.4.1. Przekształcenia jednorodne	356
9.4.2. Reprezentacja wykładnicza w ruchu ciała sztywnego	357
9.5. Prędkość ruchu ciała sztywnego	360
10. Kinematyka systemu ciał sztywnych	363
10.1. Wstęp	363
10.2. Łańcuch kinematyczny dla systemu ciał sztywnych	363
10.3. Reprezentacja łańcucha kinematycznego dla systemu ciał sztywnych	365
10.3.1. Reprezentacja Denavita-Hartenberga	365
10.3.2. Reprezentacja wykładnicza	366
10.4. Metody reprezentacji łańcucha kinematycznego: podsumowanie	369
10.5. Zadanie proste kinematyki	369
11. Kinematyka układu ruchu człowieka	371
11.1. Wstęp	371
11.2. Mechanika układu ruchu człowieka	371
11.3. Kinematyczna analiza układu ruchu człowieka	372
11.4. Zadanie proste kinematyki w analizie układu ruchu człowieka ...	375
11.4.1. Model kinematyki prostej kończyny górnej	377
11.4.2. Model kinematyki prostej kończyny dolnej	381
11.5. Antropometria	384
12. Orientacja ciała sztywnego w przestrzeni trójwymiarowej	387
12.1. Wstęp	387
12.2. Estymacja orientacji ciała sztywnego	388
12.2.1. Zadanie estymacji orientacji ciała sztywnego	389

12.3. Algorytmy estymacji orientacji ciała sztywnego	389
12.4. Wykorzystanie filtrów Kalmana do szacowania orientacji obiektu w przestrzeni	402
12.4.1. Rozwiązanie z wykorzystaniem filtra Kalmana	404
12.4.2. Rozwiązanie z wykorzystaniem rozszerzonego filtra Kalmana	406
13. Ilościowa analiza układu ruchu człowieka	409
13.1. Wstęp	409
13.2. Główne zadania w ilościowej analizie układu ruchu człowieka ...	409
13.2.1. Kalibracja	410
13.2.2. Dryft	413
13.2.3. Zakłócenia magnetyczne	414
13.2.4. Kinematyka i ograniczenia biomechaniczne	415
13.2.5. Ocena wyników ilościowej analizy układu ruchu	415
13.3. Śledzenie ruchu w przestrzeni stawu łokciowego	416
13.3.1. Estymacja położenia segmentów bez uwzględniania ogra- niczeń anatomicznych	419
13.3.2. Estymacja położenia segmentów z uwzględnieniem ogra- niczeń anatomicznych	422
13.3.3. Estymacja położenia segmentów bazująca na modelu ki- nematyki	423
13.4. Estymacja położenia kończyny górnej i dolnej w przestrzeni	425
13.4.1. Kończyna górna	425
13.4.2. Kończyna dolna	427
13.5. Przykład ilościowej analizy układu ruchu człowieka	428
13.5.1. Dane pomiarowe	428
13.5.2. Algorytm estymacji parametrów łańcucha kinematyczne- go kończyny górnej	429
IV. Zastosowania	431
14. Odszumianie bazujące na modelowaniu odcinkowo-liniowym	433
14.1. Wstęp	433
14.2. Algorytm estymacji prędkości chodu	435
14.2.1. Estymacja orientacji	435
14.2.2. Estymacja prędkości	436
14.2.3. Usuwanie dryftu	436
14.3. Dane pomiarowe	441

14.4. Badania eksperymentalne	442
14.4.1. Kryteria oceny	442
14.4.2. Porównanie z metodą ZUPT	442
14.4.3. Porównanie z systemem <i>motion capture</i>	442
14.5. Uwagi końcowe	444
15. Odszumianie bazujące na reprezentacji rzadkiej	447
15.1. Wstęp	447
15.2. Algorytm estymacji prędkości chodu oraz pozycji	448
15.3. Estymacja dryftu	449
15.3.1. Dobór parametrów algorytmu TARA	451
15.4. Analiza algorytmu	452
15.5. Badania eksperymentalne	454
15.6. Wyniki	455
15.7. Uwagi końcowe	458
16. Odszumianie bazujące na reprezentacji czasowo-częstotliwościowej	461
16.1. Wstęp	461
16.2. Metodyka	462
16.2.1. Algorytm EMD	462
16.2.2. Usuwanie zakłóceń z wykorzystaniem metody EMD	462
16.3. Algorytm usuwania zakłóceń z wykorzystaniem metody EMD ...	463
16.3.1. Sformułowanie problemu	463
16.3.2. Algorytm TVD	463
16.3.3. Algorytm FLSA	464
16.4. Badania eksperymentalne	465
Bibliografia	469
Skorowidz	499
Streszczenie w języku angielskim	505

