

Spis treści

Wstęp	9
1. Wprowadzenie	11
1.1. Rozwój i prognozy robotyki	11
1.2. Światowy rynek robotyki	19
1.3. Prognoza na lata 2007-2009	25
1.4. Roboty usługowe do użytku profesjonalnego i prywatnego	26
1.5. Rentowność robotów przemysłowych	30
1.6. Obszary zastosowań robotów	32
1.7. Fazy przedsięwzięcia robotyzacyjnego	35
1.8. Podatność procesu na robotyzację	37
2. Podstawowe określenia i podział robotów	41
2.1. Elementy i zespoły robotów	43
2.2. Układy współrzędnych, ruchy i przestrzenie	46
2.3. Rodzaje robotów i manipulatorów przemysłowych	49
2.4. Charakterystyki funkcjonalne robotów przemysłowych	59
2.5. Interfejsy mechaniczne	62
3. Układy sensoryczne w robotyce	65
3.1. Wstęp	65
3.2. Sensory taktylne	71
3.2.1. Siłowe sensory taktylne	73
3.2.2. Sensory taktylne przemieszczeniowe	81
3.2.3. Sensor Hillisa	84
3.3. Zastosowania przemysłowe	86
3.4. Systemy wizyjne	90
3.4.1. Budowa systemów wizyjnych	93
3.4.2. Przykład zastosowania systemu wizyjnego	96

4. Chwytyki robotów przemysłowych	97
4.1. Wstęp	97
4.2. Metody doboru chwytaków robotów przemysłowych	103
4.3. Zasady projektowania chwytaków robotów przemysłowych.....	105
4.4. Chwytyki z napędem pneumatycznym	106
4.4.1. Budowa chwytaka	106
4.4.2. Dobór chwytaka pneumatycznego	107
4.4.3. Komputerowo wspomagane projektowanie chwytaka	110
4.4.3.1. Chwytnak do powierzchni zewnętrznych walcowych	112
4.4.3.2. Chwytnak do powierzchni zewnętrznych płaskich	115
4.4.3.3. Chwytnak do powierzchni wewnętrznych	116
4.5. Chwytyki magnetyczne	118
4.6. Typy chwytaków dostępne na rynku.....	120
4.7. Zmieniające chwytaków	126
4.8. Komputerowy dobór chwytaków	130
5. Programowanie robotów	136
5.1. Oprogramowanie wspomagające programowanie robotów do zadań specjalnych	136
5.1.1. Spawanie łukowe – Virtual ARC (ABB)	136
5.1.2. Paletyzacja – MotoPallet EG (Motoman)	137
5.1.3. Systemy pomiarowe – Silma XG (Metrologic Group).....	137
5.1.4. Cięcie – Act/Cut (Alma - Industrial Software Department).....	138
5.2. Systemy dedykowane markom robotów	139
5.2.1. ABB RobotStudio (ABB)	139
5.2.2. MotoSim EG (Motoman Simulator Enhanced Graphics).....	140
5.2.3. KUKA.Sim Pro (KUKA).....	140
5.2.4. Cosirop (Mitsubishi)	141
5.2.5. Wincaps II (Denso).....	142
5.2.6. PC-Roset (Kawasaki).....	142
5.3. Systemy uniwersalne	145
5.3.1. Cosimir (Mitsubishi).....	145
5.3.2. EM-workplace / Robcad (Tecnomatix).....	145
5.4. Opis programu Robcad	146

5.4.1. Wstęp	146
5.4.2. Możliwości programu Robcad	147
5.4.2.1. Modelowanie elementów	147
5.4.2.2. Dokładność odwzorowania	149
5.4.2.3. Kinematyka	150
5.4.2.4. Manipulacja robotem	150
5.4.2.5. Wykrywanie kolizji	151
5.4.2.6. Sekwencja operacji	152
6. Zastosowanie robotów w pracach spawalniczych	155
6.1. Robotyzacja zgrzewania	160
6.2. Robotyzacja spawania	162
6.3. Robotyzacja cięcia	170
6.4. Sterowanie stanowiskami zrobotyzowanymi	172
6.5. Synchronizacja pracy robotów w gnieździe spawalniczym	175
6.6. Zrobotyzowane zgrzewanie w fabrykach samochodów	180
6.7. Programowanie off-line procesów spawalniczych	192
6.8. Korzyści z robotyzacji procesów technologicznych	194
7. Robotyzacja montażu	198
7.1. Operacje montażowe	198
7.2. Własności konstrukcyjne produktu	201
7.3. Konfiguracja systemu montażowego	207
7.4. Wymagania stawiane montażowym stanowiskom zrobotyzowanym	209
7.5. Oprzyrządowanie robotów montażowych	214
7.6. Sterowanie systemem zrobotyzowanym	219
7.7. Sensory w montażu	221
7.7.1. Czujniki do pomiaru siły	222
7.7.2. Czujniki naciskowe	225
7.7.3. Czujnikowe urządzenia synchronizujące	226
7.7.4. Sensory optyczne	227
7.7.5. Systemy wizyjne	228
7.7.6. Łączenie sensorów, techniki sztucznej inteligencji	232
7.8. Oprogramowanie wspomagające DFA	234
7.9. Przemysłowe przykłady robotyzacji montażu	237

8. Robotyzacja obróbki skrawaniem	240
8.1. Wymagania stawiane zrobotyzowanym obrabiarkom.....	240
8.2. Obróbka wykonywana przez roboty wyposażone w narzędzia skrawające	242
8.3. Przykładowe zrobotyzowane gniazdo o strukturze elastycznej.....	245
8.3.1. Opis struktury gniazda	245
8.3.2. Oprzyrządowanie w gnieździe	250
8.3.3. Założenia konstrukcyjne oprzyrządowania	252
8.3.4. Wyznaczenie łącznej pracochłonności zbioru części	269
8.3.5. Dobór przedmiotów do produkcji w gnieździe	273
8.3.6. System nadzoru pracy gniazda obróbkowego	275
9. Robotyzacja innych procesów wytwarzania	281
9.1. Zastosowanie robotów w odlewnictwie	281
9.1.1. Odlewanie odlewów pod ciśnieniem.....	282
9.1.2. Odlewanie metodą traconego wosku	285
9.1.3. Odlewanie grawitacyjne.....	287
9.1.4. Czynności zakończeniowe procesu wytwarzania odlewów	288
9.2. Przenoszenie materiałów.....	290
9.2.1. Zasady i cele	291
9.2.2. Elementy systemu manipulacji	293
9.2.3. Robot w przenoszeniu materiałów	294
9.3. Robotyzacja stanowisk przeróbki plastycznej.....	295
9.3.1. Zastosowanie robotów do obsługi pras	296
9.3.2. Zastosowanie robotów w procesie kucia.....	299
9.4. Zastosowanie robotów w pracach malowania i lakierowania	301
9.5. Zastosowanie robotów w przemyśle szklarskim	309
9.6. Robotyzacja wymiany narzędzi	311
9.7. Robotyzacja gięcia.....	312
9.8. Regeneracja metodą napawania z wykorzystaniem robota IRp-6.....	314
9.8.1. Sposoby obróbki części o zmiennych wymiarach na stanowisku	
zrobotyzowanym	314
9.8.2. Konfiguracja stanowiska do napawania ogniw	315
9.8.3. Ogólny opis działania systemu.....	317
9.9. Zrobotyzowane stanowisko do ukosowania blach	319

10. Problematyka bezpieczeństwa pracy na stanowiskach zrobotyzowanych	321
10.1. Zabezpieczenia instrukcyjno-informacyjne	324
10.1.1. Szkolenia	324
10.1.2. Zasady bezpieczeństwa podczas pracy z robotem	324
10.1.3. Strefy bezpieczeństwa, oznakowania i alarmy	325
10.2. Zabezpieczenia hardware'owe	327
10.2.1. Wyłączniki bezpieczeństwa	327
10.2.2. Materialne środki uniemożliwiające wejście w przestrzeń roboczą robota	329
10.2.3. Bezdotykowe systemy bezpieczeństwa	331
10.2.4. Dotykowe (kontaktowe) systemy bezpieczeństwa	337
10.2.5. Normy związane z bezpieczeństwem na stanowiskach zrobotyzowanych	339
10.3. Zabezpieczenia software'owe	341
10.4. Tok postępowania przy ocenie bezpieczeństwa pracy stanowiska zrobotyzowanego	342
10.5. Metody oceny ryzyka	345
10.6. Zabezpieczenie operatora w typowym gnieździe z robotem	348
10.7. System SafetyEye	354
11. Zagadnienia ekonomiczno-socjalne związane z robotyzacją	356
11.1. Zmiany kosztów robocizny	357
11.2. Zmiana wydajności	359
11.3. Wpływ na koszty inwestycyjne	363
11.3.1. Zapasy i proces produkcji	363
11.3.2. Konsekwencje wzrostu zdolności wytwórczych	364
11.4. Wpływ robotyzacji na zatrudnienie	367
11.5. Określenie składników kosztów w produkcji konwencjonalnej	371
11.6. Składniki kosztów w produkcji zrobotyzowanej	372
11.7. Rachunek efektywności ekonomicznej	375
11.7.1. Oszczędność pracy żywej	376
11.7.2. Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych	377
11.7.3. Zdyskontowany okres zwrotu	378
11.7.4. Wartość bieżąca netto	378

11.7.5. Wskaźnik rentowności	380
11.7.6. Wewnętrzna stopa zwrotu	380
11.7.7. Aspekty efektywności ekonomicznej robotyzacji	382
11.7.8. Koszty inwestycji – roboty używane a roboty nowe	383
12. Modelowanie i symulacja systemów zrobotyzowanych	386
12.1. Oprogramowanie symulacyjne	388
12.2. Model zrobotyzowanego gniazda – program Enterprise Dynamics.....	392
12.2.1. Opis obiektów wykorzystywanych w modelu	394
12.2.2. Budowa modelu	398
12.3. Model zrobotyzowanego gniazda – program ROBCAD	400
12.3.1. Modelowanie elementów gniazda	402
12.3.2. Budowa modelu	408
Bibliografia	413
Skorowidz.....	425