

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń.....	7
Wykaz skrótów	9
1. Wprowadzenie.....	11
1.1. Bezzałogowe jednostki pływające	11
1.2. Sterowanie bezzałogowymi jednostkami pływającymi	12
1.3. Cel i zakres pracy	12
2. Zorientowany na sterowanie model ruchu jednostki pływającej	15
2.1. Nieliniowy model ruchu jednostki pływającej.....	16
2.1.1. Oznaczenia wielkości fizycznych	16
2.1.2. Układy odniesienia	18
2.1.3. Reprezentacja modelu ruchu w postaci macierzowo-wektorowej	18
2.1.4. Macierze równań ruchu.....	20
2.1.5. Wektor sił i momentów sił generowanych przez system napędowy.....	26
2.1.6. Wektor sił i momentów sił pochodzący od zakłóceń środowiska	28
2.2. Uproszczenia i aproksymacje stosowane w nieliniowym modelu ruchu jednostki pływającej.....	32
2.2.1. Model pojazdu podwodnego o sześciu stopniach swobody	32
2.2.2. Model pojazdu nawodnego o trzech stopniach swobody.....	33
2.2.3. Zlinearyzowany model ruchu jednostki pływającej o jednym stopniu swobody.....	34
2.3. Sposób konstrukcji i działania modelu ruchu zorientowanego na sterowanie	35
2.3.1. Koncepcja konstrukcji modelu ruchu zorientowanego na sterowanie.....	35
2.3.2. Model zorientowany na sterowanie w formie macierzowej.....	37
2.3.3. Model zorientowany na sterowanie dla ruchu na płaszczyźnie poziomej.....	38
2.3.4. Model zorientowany na sterowanie dla ruchu w płaszczyźnie pionowej.....	39
2.4. Porównanie modeli ruchu jednostki pływającej nieliniowego i zorientowanego na sterowanie.....	40

2.4.1.	Założenia	40
2.4.2.	Wybrane wyniki testów.....	41
2.4.3.	Wnioski	44
3.	System rozmyty z neuronową agregacją reguł.....	47
3.1.	Analiza systemów wnioskowania rozmytego	47
3.2.	Macierzowa reprezentacja systemu rozmytego	52
3.3.	Klasyfikacja metod neurorozmytych	55
3.4.	Integracja zbiorów i reguł rozmytych	56
3.5.	Neuronowa agregacja reguł	59
3.5.1.	Sztuczne sieci neuronowe	59
3.5.2.	Połączenie sieci neuronowej z systemem rozmytym	60
4.	Metoda dostrajania systemu rozmytego – koewolucyjna z pośrednim kodowaniem za pomocą sieci neuronowych	63
4.1.	Analiza różnych metod dostrajania systemu rozmytego.....	63
4.1.1.	Metody ewolucyjnorozmyte.....	64
4.1.2.	Metody neurorozmyte	67
4.1.3.	Inne metody dostrajania systemu rozmytego	68
4.2.	Kodowanie pośrednie systemu rozmytego	70
4.3.	Algorytmy ewolucyjne.....	70
4.3.1.	Metoda koewolucyjna CCGA	72
4.4.	Dostrajanie ewolucyjne systemów TSK i FSNA za pomocą metody CCGA-INE	73
4.5.	Metodyka doboru parametrów systemów rozmytych	81
5.	Zastosowanie systemu FSNA do sterowania bezzałogowymi jednostkami pływającymi	85
5.1.	Problem antykolizji USV	86
5.2.	Scenariusze sytuacji kolizyjnych	88
5.2.1.	Sposób zapisu scenariuszy w plikach	89
5.3.	Założenia dla systemu antykolizyjnego USV	90
5.3.1.	Podział przestrzeni rozważań wejściowo-wyjściowej w systemie TSK	91
5.3.2.	Reguły wnioskowania rozmytego w systemie TSK.....	93
5.3.3.	Podział przestrzeni rozważań wejściowo-wyjściowej i reguły rozmyte w systemie FSNA	93
5.3.4.	Operacje rozmyte w systemie TSK i FSNA.....	93
5.3.5.	Ocena rozwiązania	95
5.4.	Dostrajanie systemu antykolizyjnego USV typu TSK za pomocą metody ewolucyjnej	96
5.4.1.	Dobór prawdopodobieństwa mutacji	96
5.4.2.	Dobór prawdopodobieństwa krzyżowania	97
5.4.3.	Testowanie różnych podziałów przestrzeni rozważań	98
5.4.4.	Badanie wpływu różnych operacji rozmytych	99

5.4.5.	Dobór maksymalnej liczby reguł wnioskowania rozmytego	100
5.4.6.	Dostrajanie dokładne systemu rozmytego TSK	102
5.5.	Testowanie walidacyjne systemu antykolizyjnego USV typu TSK	103
5.6.	Dostrajanie i walidacja systemu antykolizyjnego USV typu FSNA	104
5.7.	Porównanie systemów typu TSK i FSNA	109
5.8.	Problem <i>predator-prey</i>	109
5.9.	Scenariusze dla problemu <i>predator-prey</i>	110
5.9.1.	Ocena wykonania scenariuszy	112
5.10.	Założenia dla systemu sterowania zespołem pojazdów podwodnych	113
5.10.1.	Zmienne wejściowe i wyjściowe	114
5.11.	Dostrajanie systemu sterowania zespołem pojazdów podwodnych	115
5.11.1.	Dobór parametrów ewolucyjnych	116
5.11.2.	Dobór liczby neuronów w warstwie ukrytej	118
5.11.3.	Dobór liczby reguł rozmytych	120
5.12.	Wyniki badań numerycznych systemu sterowania zespołem pojazdów podwodnych	120
5.12.1.	Testy walidacyjne uzyskanych rozwiązań systemu FSNA	121
5.12.2.	Przykłady działania wybranego systemu sterowania zespołem pojazdów podwodnych	122
6.	Podsumowanie	127
	Literatura	129
Załącznik A.	Parametry nieliniowego modelu ruchu pojazdu podwodnego „Ukwiał”	139
Załącznik B.	Parametry regulatora kursu pojazdu podwodnego „Ukwiał”	141
Załącznik C.	Parametry zorientowanego na sterowanie modelu ruchu pojazdu podwodnego „Ukwiał”	142
Załącznik D.	Parametry zorientowanego na sterowanie modelu ruchu bezzałogowego pojazdu nawodnego „Edredon”	146
	Streszczenie	150
	Summary	151
	Zusammenfassung	152