

Spis treści

Streszczenie	9
Summary	10
1. Wprowadzenie	11
2. Cel i zakres pracy	14
3. Sterowanie rozmyte typu 2	16
3.1. Regulator rozmyty typu 2	19
3.1.1. Algorytm Karnika–Mendla	22
3.1.2. Ulepszony algorytm Karnika–Mendla	25
3.1.3. Algorytm Nie–Tana	28
3.2. Metoda przekrojów <i>Z</i> (<i>zSlices</i>)	28
4. Autorskie oprogramowanie służące do projektowania regulatorów rozmytych typu 2	31
4.1. Przybornik IT2FLS w środowisku Matlab/Simulink	32
4.1.1. Okno <i>Wejść/Wyjść</i>	33
4.1.2. Okno <i>Baza reguł</i>	34
4.1.3. Okno <i>Podgląd reguł</i>	35
4.1.4. Okno <i>Podgląd płaszczyzny sterowania</i>	37
4.1.5. Okno <i>Przekrój</i>	38
4.1.6. Dodawanie własnych metod defuzyfikacji	39
4.2. Automatyczne generowanie kodu programu regulatora rozmytego typu 2 do sterownika PLC B&R ze środowiska Matlab/Simulink	40
4.2.1. Szybkie prototypowanie i symulacja typu <i>Hardware-in-the-Loop</i>	40
4.2.2. Konwersja programu regulatora rozmytego typu 2 i modelu obiektu ze środowiska Matlab/Simulink do języka C	41
4.2.3. Uruchomienie wygenerowanego kodu regulatora rozmytego typu 2 w sterowniku PLC	45

4.3.	Inne możliwości wykorzystania przybornika IT2FLS	46
4.3.1.	Rozmyte algorytmy predykcyjne typu 2	47
4.3.2.	Analiza redukcji typu	52
4.3.3.	Adaptacyjny uproszczony system neurorozmyty ANFIS typu 2	58
4.3.4.	Współpraca przybornika IT2FLS z platformą Arduino	67
4.4.	Przybornik Fuzzy 2 w środowisku LabVIEW	70
4.4.1.	Budowa przybornika	71
4.4.2.	Konwersja regulatora rozmytego typu 1 do typu 2	74
4.5.	Generowanie kodu regulatora rozmytego dla platformy FPGA	75
4.5.1.	Implementacja algorytmu sterowania w FPGA	76
4.5.2.	Implementacja algorytmu sterowania w procesorze RT	77
5.	Sterowanie rozmyte typu 2 układami mechatronicznymi	81
5.1.	Sterowanie układami lewitacji magnetycznej	81
5.1.1.	Opis stanowiska lewitacji magnetycznej	83
5.1.2.	Regulator TSK i regulator Mamdaniego typu 1	86
5.1.3.	Regulator TSK i regulator Mamdaniego typu 2	90
5.1.4.	Redukcja typu	92
5.1.5.	Porównanie wyników	95
5.2.	Sterowanie układem lewitacji powietrznej	97
5.2.1.	Opis stanowiska lewitacji powietrznej	98
5.2.2.	Regulator TSK i regulator Mamdaniego typu 1	100
5.2.3.	Regulator TSK i regulator Mamdaniego typu 2	103
5.2.4.	Regulator Mamdaniego typu 2 z redukcją typu alfa-płaszczyzny ...	106
5.2.5.	Porównanie wyników	107
5.3.	Rozmyte sterowanie ślizgowe typu 2 wahadła odwróconego	110
5.3.1.	Model matematyczny wahadła odwróconego	112
5.3.2.	Zastosowanie przybornika IT2FLS w sterowaniu wahadłem	119
5.3.3.	Regulator <i>Swing Up</i>	124
5.3.4.	Regulator rozmyty typu 1	126
5.3.5.	Regulator ślizgowy	128
5.3.6.	Regulator ślizgowy z rozmytą funkcją przełączania	133
5.3.7.	Regulator rozmyty ślizgowy typu 1	135
5.3.8.	Regulator rozmyty ślizgowy typu 2	136
5.3.9.	Wpływ nachylenia płaszczyzny ślizgowej	137
5.3.10.	Podsumowanie	139
5.4.	Sterowanie położeniem siłownika SMA	140
5.4.1.	Przedziałowy regulator rozmyty typu 2	143
5.4.2.	Ogólny regulator rozmyty typu 2	149

5.4.3.	Ogólny regulator rozmyty typu 2 z niesymetryczną funkcją drugorzędnej przynależności	153
5.4.4.	Podsumowanie	154
5.5.	Sterowanie siłą siłownika SMA	157
5.5.1.	Opis stanowiska badawczego	158
5.5.2.	Implementacja regulatorów rozmytych typu 2: ogólnego i przedziałowego	160
5.5.3.	Porównanie wyników	170
5.5.4.	Konstrukcja i sterowanie chwytakiem medycznym	171
5.6.	Inteligentne sterowanie serwonapędem pneumatycznym	180
5.6.1.	Budowa stanowiska	182
5.6.2.	Implementacja regulatora rozmytego typu 1 i 2	182
5.6.3.	Porównanie algorytmów regulacji	187
5.6.4.	Podsumowanie	189
5.7.	Analogowy uproszczony regulator rozmyty typu 2	190
5.7.1.	Analogowy regulator rozmyty w sterowaniu siłownikiem NM70 ...	195
5.7.2.	Układ analogowy realizujący redukcję typu	197
5.7.3.	Wyniki badań	199
5.7.4.	Podsumowanie	202
6.	Wnioski	204
	Literatura	209