

jacek kuraś jacek lembas marek skomorowski

wstęp do symulacji komputerowej systemów ciągłych



uniwersytet jagielloński

U N I W E R S Y T E T J A G I E L L O Ń S K I
INSTYTUT INFORMATYKI

SKRYPTY UCZELNIANE

NR 732

TRZASKALSKI

Spis treści

Wydanie 1984

TRZASKALSKI

JACEK KURAŚ, JACEK LEMBAS
MAREK SKOMOROWSKI

WSTĘP DO SYMULACJI
KOMPUTEROWEJ
SYSTEMÓW CIĄGLYCH

1. Wstęp	1
1.1. Pojęcie	1
1.2. Cel i zakres stosowania symulacji komputerowej	11
2. Wprowadzenie do modelowania i symulacji komputerowej	13
2.1. Wstęp	13
2.1.1. Pojęcie i rodzaje systemów ciągłych	13
2.1.2. Modele matematyczne dynamicznych systemów ciągłych w postaci transformacji operatora	17
2.2. Elektrostatyka	21
2.3. Język symulujący działanie maszyn analogowych na komputerach	24
2.4. Język do symulacji komputerowej systemów ciągłych	24
2.5. Całkowanie numeryczne	26
3. Przykłady symulacji komputerowej systemów o działaniu ciągłym	27
4. Język symulacyjny GO	27
4.1. Informacje podstawowe	27
4.2. Struktura języka	28
4.3. Struktura programu	32
4.3.1. Struktura języka	32
4.3.2. Struktura programu	37
4.4. Wykazanie dyrektyw	37
4.5. Wykazanie dyrektyw	37
4.6. Zintegrowane środowisko języka	37



NAKŁADEM UNIwersytetu Jagiellońskiego

Spis treści

Przedmowa	5
1. Wprowadzenie do symulacji komputerowej	7
1.1. Pojęcia podstawowe	7
1.2. Cel i zakres stosowania symulacji komputerowej . .	12
2. Wprowadzenie do modelowania i symulacji komputerowej systemów ciągłych	13
2.1. Modele matematyczne dynamicznych systemów ciągłych	13
2.1.1. Modele matematyczne dynamicznych systemów ciągłych w postaci równań różniczkowych	13
2.1.2. Modele matematyczne dynamicznych systemów ciągłych w postaci równań stanu	17
2.1.3. Modele matematyczne dynamicznych systemów ciągłych w postaci transmitancji operatorowych	17
2.2. Elektroniczne maszyny analogowe	21
2.3. Języki symulujące działanie maszyn analogowych na komputerach	24
2.4. Języki do symulacji komputerowej systemów ciągłych	24
2.5. Całkowanie numeryczne	25
3. Przykłady symulacji komputerowej systemów o działaniu ciągłym	27
4. Język symulacyjny GODYS-PC	77
4.1. Informacje podstawowe	77
4.2. Struktura leksykalna języka Godys-PC	78
4.3. Struktura programu w języku Godys-PC	82
4.3.1. Semantyka języka opisu modelu	83
4.3.2. Semantyka dyrektyw systemu wykonawczego	87
4.4. Wykonanie dyrektyw EXECUTE/CONTINUE . .	90
4.5. Dyrektywy wydawnictw	93
4.6. Zintegrowane środowisko języka Godys-PC	94

4.6.1. Menu główne	94
4.6.2. Konfigurowanie systemu	96
4.6.3. Zmiana nazw plików	98
4.6.4. System odpowiedzi	99
4.7. Preprocesor pod modeli	100
4.8. Uwagi końcowe	102
Bibliografia	105
A. Diagramy składni języka GODYS-PC	107
A.1. Diagramy wspólne	108
A.2. Diagramy języka opisu modelu	108
A.3. Diagramy języka dyrektyw symulacji	112
B. Funkcje standardowe języka GODYS-PC	117
C. Diagramy składni preprocesora pod modeli	127
Skorowidz	129

B. FUNKCJE STANDARDOWE JĘZYKA GODYS-PC

Lp.	Operacja	Opis
1	$y = \text{INTEG}(x; y_0)$ Całkowanie	$y(t) = y(t_{min}) + \int_{t_{min}}^t x(\tau) d\tau$ $y(t_{min}) = y_0$
2	$y = \text{MODINT}(x, x_1, x_2; y_0)$ Całkowanie z modyfikacją	$y(t) = \begin{cases} y(t_{min}) + \int_{t_{min}}^t x(\tau) d\tau & x_1 > 0 \\ y(t_{min}) & \begin{matrix} x_1 \leq 0, \\ x_2 > 0 \end{matrix} \\ y(t - \Delta t) & \begin{matrix} x_1 \leq 0, \\ x_2 \leq 0 \end{matrix} \end{cases}$ $y(t_{min}) = y_0$
3	$y = \text{LMINT}(x; a, b, y_0)$ Całkowanie z ograniczeniem	$y(t) = \max\{\alpha, \min\{y^*(t), \beta\}\}$ <p>gdzie $\alpha = \min\{a, b\}$, $\beta = \max\{a, b\}$</p> $y^*(t) = y(t^*) + \int_{t^*}^t x(\tau) d\tau$ $y(t_{min}) = y_0$ <p>t^* – ostatni moment czasowy, w którym nastąpiła zmiana znaku funkcji $x(\tau)$; początkowo $t^* = t_{min}$</p>
4	$y = \text{SPINT}(x_1, x_2, x_3; y_0)$ Całkowanie z ustawieniem warunku początkowego	$y(t) = \begin{cases} y(t^*) + \int_{t^*}^t x_1(\tau) d\tau & x_2 > 0 \\ x_3(t) & x_2 \leq 0 \end{cases}$ <p>t^* – ostatni moment czasowy, dla którego $x_2(t^* - \Delta t) \leq 0 \wedge x_2(t^*) > 0$; początkowo $t^* = t_{min}$, $y(t_{min}) = y_0$</p>

W podręczniku wprowadzono i objaśniono na konkretnych przykładach podstawowe pojęcia i metody symulacji komputerowej systemów ciągłych.

Do programowania modeli symulacyjnych wykorzystano język Godys w wersji dla komputerów klasy IBM PC.

Podręcznik opracowano dla studentów uniwersyteckich studiów informatycznych. Może być przydatny dla studentów uczelni technicznych.

**ISBN 83-233-0878-0
ISSN 0239-6017**