

Кветний Р., Богач І., Бойко О., Софіна О., Шушура О.

Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень.

Частина 2 : навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2013

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Вінницький національний технічний університет

Комп'ютерне моделювання систем та процесів
Методи обчислень
Частина 2

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2013

УДК 519.876.5(075)
ББК 32.97в6я73
К32

Автори:

Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О. М.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Системна інженерія». Лист № 1/11-1254 від 01.02.2012 р.

Рецензенти:

Б. П. Русин, доктор технічних наук, професор

Г. С. Фінін, доктор фізико-математичних наук, ст.н.сп.

А. М. Петух, доктор технічних наук, професор

К32 Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2 : навчальний посібник / [Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р. та інші]; за заг. ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 235 с.

ISBN

Друга частина навчального посібника, в якому розглянуто найпоширеніші чисельні методи, що зустрічаються в типових інженерних та наукових задачах, методи оптимізації та основи математичного моделювання, а також методи цифрової обробки сигналів та зображень, фрактальний та інтервальний аналіз. Призначено для студентів напряму підготовки «Системна інженерія» при вивченні дисципліни «Комп'ютерне моделювання систем та процесів», але може бути використано при вивченні широкого спектру дисциплін цього та інших напрямів, які пов'язані з комп'ютерними обчисленнями та обробкою даних, сигналів, зображень, а також для наукової роботи студентів, аспірантів, інженерів та вчених. Наведено широкий спектр прикладів та задач.

УДК 519.876.5(075)

ББК 32.97в6я73

ISBN

© Р. Кветний, І. Богач, О. Бойко, О. Софіна, О. Шушура, 2013

ЗМІСТ

Вступ	6
РОЗДІЛ 1 ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ	8
1.1 Загальні відомості та поняття	8
1.2 Загальна структура системи цифрової обробки аналогових сигналів	11
1.3 Дискретні та неперервні сигнали	13
1.4 Теорема Котельникова.....	16
1.5 Дискретні перетворення сигналів	18
1.5.1 Спектр Фур'є неперервних та дискретних сигналів	19
1.5.2 Дискретне перетворення Фур'є	21
1.5.3 Застосування ДПФ	26
1.5.4 Ортогональні перетворення в діадних базисах	28
1.6 Згортка. Кореляція.....	29
1.7 Цифрова фільтрація сигналів	32
Контрольні завдання та запитання	37
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ	39
2.1 Класичні методи обробки зображень	39
2.1.1 Математичні моделі зображень	39
2.1.2 Статистичні методи аналізу зображень	42
2.1.3 Фільтрація зображень	44
2.1.3.1 Оптимальна лінійна фільтрація	46
2.1.3.2 Нелінійна фільтрація	48
2.1.3.3 Інверсні фільтри в задачах обробки зображень ...	51
2.1.4 Методи на основі динамічних моделей	54
2.1.5 Методи на основі декомпозиції на власні вектори	57
2.1.6 Методи класифікації елементів зображень	58
2.1.7 Методи визначення контурів елементів зображень та сегментації	62
2.2 Фрактальні методи	63
2.3 Вейвлет-перетворення	76
2.4 Нейронні мережі в задачах обробки зображень	84
Контрольні завдання та запитання	87

РОЗДІЛ 3 ІНТЕРВАЛЬНИЙ АНАЛІЗ	89
3.1 Класична інтервальна арифметика	89
3.2 Інтервальне розширення та звуження	91
3.3 Диференціювання та інтегрування в інтервальному аналізі	93
3.4 Інтервальні методи розв'язання диференціальних рівнянь.....	96
3.4.1 Інтервальний метод другого порядку для розв'язання звичайних диференціальних рівнянь	97
3.4.2 Інтервальні методи типу Рунге-Кутта	98
3.4.3 Метод Крукеберга	99
3.5 Подання інтервальної функції через граничні дійсні функції	100
3.6 Розширення інтервальної арифметики	103
Контрольні завдання та запитання	105
РОЗДІЛ 4 МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ	107
4.1 Класична постановка задачі оптимізації	107
4.2 Класифікація задач оптимізації	108
4.3 Багатокритеріальна оптимізація	109
4.4 Гладка оптимізація	110
4.4.1 Умови Куна-Таккера	111
4.4.2 Чисельні методи гладкої оптимізації	111
4.4.3 Методи зведення загальної задачі оптимізації до задачі без обмежень.....	115
4.5 Опукла оптимізація	117
4.5.1 Простий субградієнтний метод опуклої оптимізації.....	118
4.5.2 Методи розтягу простору.....	119
4.6 Негладка оптимізація за методом координатного спуску	119
4.7 Стохастична оптимізація	120
4.8 Лінійне програмування	120
4.8.1 Симплекс-метод	121
4.8.2 Транспортна задача.....	121
4.8.3 Цілочислове лінійне програмування.....	122
4.8.4 Загальна задача лінійної оптимізації.....	123
4.9 Теорія ігор	124
4.10 Динамічне програмування	125
4.11 Варіаційні задачі	126
4.12 Системна оптимізація	127

4.13 Застосування теорії графів до розв'язання оптимізаційних задач	129
4.14 Застосування активних експериментів при ідентифікації моделей	131
Контрольні запитання та завдання	141
ДОДАТОК А	
Чисельний розрахунок деяких задач	144
ДОДАТОК Б	
Приклади використання пакета MathCad для розв'язання чисельних задач	164
ДОДАТОК В	
Приклади використання пакета MATLAB для розв'язання чисельних задач	197
ДОДАТОК Г	
Стислий англійсько-російсько-українсько-польський словник технічних термінів (Concise English-Russian-Ukrainian-Polish Dictionary of Terms).....	225
Література.....	232