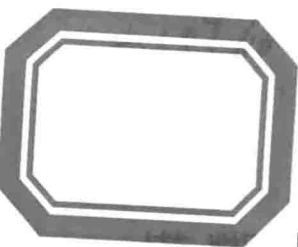


模糊理論 及其應用

李允中 王小璠 蘇木春 編著

修訂版



里論及其應用（修訂版）

李允中、王小璠、蘇木春 編著



全華圖書股份有限公司 印行

模糊理論及其應用(修訂版)

編 著 李允中、王小璠、蘇木春
執行編輯 陳盈君
發行人 陳本源
出版者 全華圖書股份有限公司
地 址 236 台北縣土城市忠義路 21 號
電 話 (02) 2262-5666 (總機)
傳 真 (02) 2262-8333
郵政帳號 0100836-1 號
印 刷 者 宏懋打字印刷股份有限公司
圖書編號 0523971
二版一刷 2008 年 10 月
定 價 新台幣 520 元
I S B N 978-957-21-6856-1

全華圖書

<http://www.chwa.com.tw>
book@chwa.com.tw

全華科技網 OpenTech

<http://www.opentech.com.tw>

版權所有 · 翻印必究

序 言

如何設計出一個智慧型系統(intelligent system)一直是科學界的夢想。在 1950 年代中期所興起的人工智慧(artificial intelligence, 簡稱 AI)研究一度帶來一線曙光。傳統人工智慧技術十分依賴符號處理(symbol manipulation)和一階邏輯(first-order logic), 不可否認的, 這個傳統的人工智慧技術在許多應用領域上, 譬如說專家系統(expert system), 電腦下棋, 自然語言處理(natural language processing)等, 有著令人激賞的表現。然而, 這些成功的實証卻並不代表了原先建立智慧型系統的夢想就此實現了; 因為傳統的人工智慧技術在語音辨識、電腦視覺、機器人等領域上卻顯得力有未逮; 而惟有這些問題能夠得到有效的解決, 才能讓我們向這一個長久以來的夢想實現又跨進一步。

如何向這個夢想邁進呢? 模糊邏輯(fuzzy logic)的創始者 Zadeh 教授提出以下的一種想法: 由於現實世界的許多問題中充滿了許多不確定性(uncertainty)及不準確性(imprecision), 要想靠傳統的二元邏輯的思維模式來解決這類的問題, 是一項極大的挑戰, 甚至是一項不可能的任務。至於該如何突破這種瓶頸呢? 他認為若能將模糊邏輯引入來處理不可能性及不準確性這類型的問題, 或許智慧型系統的實現不再是遙不可及的夢想而已, 可能可以變成指日可待的目標。

自從 Zadeh 教授的“Fuzzy Sets”論文在 1965 年所發表後, 帶動了這方面的研究風氣, 其中歷經了許多不同學派的撰文評述, 但是我們逐漸地在各種不同的領域都可以看到模糊理論的蹤跡。可見得模糊理論的確為我們開了一道新視窗, 讓我們得以用一種更為開闊的視野來處理真實世界中的許多複雜問題。

有鑑於此，我們決定集合國內在模糊理論研究領域上有所專精之教授們一同貢獻心力，以我們自己的語言，深入淺出地介紹有關模糊理論之重要觀念及應用，希望藉此書幫助讀者很快地進入模糊理論之研究殿堂，讓我們一同攜手為國內學術之提昇及產業之升級努力。

事實上，這本專書只是我們計畫出版的第一本，因為國內在此領域有豐碩研究成果的教授極多，一時無法將他們的獨特見解都收入於此書中，我們將陸續把他們介紹給所有讀者。

本書能順利完成，得感謝我們家人的支持以及全華科技圖書公司的協助，其中也要感謝中央大學資訊工程研究所蘇軾詠、黃得原等研究生的參與編排。如有疏漏謬誤之處，尚祈海內外先進專家們，不吝賜教。

李允中 國立中央大學資訊工程系

王小璠 國立清華大學工業工程及工業管理系

蘇木春 國立中央大學資訊工程系

部 序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

本書集合國內十多位在模糊理論研究領域上有所專精的學者共同撰述，每種理論皆有適切的範例或圖表加以說明及示範，而且所探討之實務應用涵蓋面甚廣。內容包含有模糊集合及運算、模糊邏輯與推論、數學規劃、模糊控制器設計之應用及模糊決策系統等，適合技術學院電子、電機系高年級『模糊理論及應用』課程使用。

同時，爲了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠爲您服務。

相關叢書介紹

書號：05818
書名：人工智慧-現代方法(第二版)
英譯：高超群
16K/1168 頁/850 元

書號：05990
書名：人工智慧-智慧型系統導論
(第二版)
英譯：陳彥升、吳文濱
20K/496 頁/520 元

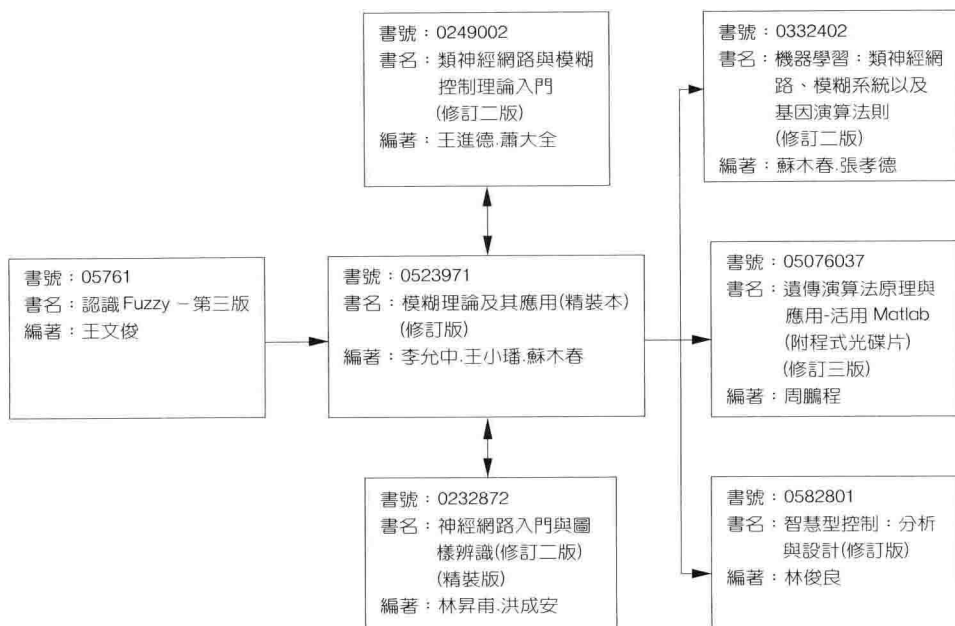
書號：0260801
書名：Fuzzy 控制：理論、實作
與應用(修訂版)
編著：孫宗瀛、楊英魁
16K/464 頁/450 元

書號：0249001
書名：類神經網路與模糊控制
理論入門(修訂版)
編著：王進德、蕭大全
20K/320 頁/300 元

書號：0332402
書名：機器學習：類神經網路、模糊
系統以及基因演算法則
(修訂二版)
編著：蘇木春、張孝德
20K/368 頁/350 元

◎上列書價若有變動，請
以最新定價為準。

流程圖



目 錄

CONTENTS

第 1 章	概 論	1-1
1.1	前 言	1-2
1.2	模糊建模	1-2
1.3	模糊邏輯與模糊集合	1-3
1.4	內容安排	1-5
第 2 章	模糊集合與運算	2-1
2.1	模糊集合的基本定義	2-2
2.1.1	明確集合與模糊集合	2-2
2.1.2	模糊集合的基本定義	2-2
2.1.3	模糊集合的術語	2-4
2.2	模糊集合基本運算	2-6
2.3	分解定理(resolution principle)	2-12
2.3.1	α 截集(α -cut)	2-12
2.3.2	分解定理(resolution principle)	2-13
2.4	擴張定理及其應用(Extension Principle and Its Applications)	2-16
2.4.1	擴張定理(Extension Principle)	2-16
2.4.2	模糊數及代數運算(Algebraic Operations with Fuzzy Numbers)	2-16

2.4.3	特別的擴充運算	2-18
2.4.4	模糊集合 LR-表示法的擴充運算(Algebraic Operations for LR-Representation of Fuzzy Sets)	2-20
2.5	選擇歸屬函數(Membership Function Determination)	2-23
第 3 章	模糊集理論與機率	3-1
3.1	簡 介	3-2
3.2	模糊集理論中的模糊集	3-3
3.3	機率論基礎	3-6
3.4	採用機率結構的模糊集	3-11
3.4.1	擴大論域(The Enlarged Universe)	3-12
3.4.2	模糊集為擴大論域中的明確集合(Fuzzy Set as Crisp Set in the Enlarged Universe)	3-13
3.4.3	模糊歸屬函數為條件機率(Fuzzy Membership Function as Conditional Probability)	3-15
3.5	結 論	3-18
第 4 章	模糊邏輯與推論	4-1
4.1	古典邏輯(Classical Logics)	4-2
4.2	多值邏輯(Multivalued Logics)	4-7
4.3	模糊邏輯(Vague Logics)	4-10
4.4	模糊命題(Fuzzy Propositions)	4-15
4.5	模糊蘊涵(Fuzzy Implications)	4-21
4.6	近似推理(Approximate Reasoning)	4-25

第 5 章	模糊數學規劃	5-1
5.1	對稱式模型	5-4
5.1.1	模糊單目標線性規劃模型	5-4
5.1.2	可能性模型(1IC)	5-10
5.2	非對稱式模型	5-13
5.2.1	模糊目標函數(2O)	5-14
5.2.2	模糊限制函數(2K)	5-15
5.2.3	模糊係數問題(2FC)	5-19
5.2.4	不明確性係數問題(2IC)	5-21
5.2.5	模糊關係方程	5-22
5.3	模糊非線性規劃問題	5-29
5.4	模糊整數規劃問題	5-30
第 6 章	模糊系統	6-1
6.1	前 言	6-2
6.2	模糊法則庫建構方法	6-2
6.3	推論模式	6-10
6.4	查表推論法	6-12
6.5	梯度調整方法	6-18
6.6	類聚調整方法(fuzzy c-means)	6-23
第 7 章	模糊化類神經網路	7-1
7.1	前 言	7-2
7.2	類神經網路	7-2
7.2.1	多層感知機網路	7-3
7.2.2	放射狀基底函數網路	7-10

7.3	模糊系統	7-12
7.4	模糊化類神經網路	7-14
7.4.1	模糊化多維矩形複合式類神經網路	7-17
7.4.2	以自我組織特徵映射圖為基礎之模糊系統	7-27
7.4	結 論	7-36
第 8 章	模糊邏輯與基因演算法	8-1
8.1	前 言	8-2
8.2	基因演算法	8-2
8.3	演化式模糊系統	8-7
8.4	基因演算法中的模糊參數	8-10
8.5	模糊多倍體	8-14
8.5.1	單倍體、雙倍體與多倍體	8-14
8.5.2	模糊理論與多倍體	8-16
8.5.3	演化合適的多倍體結構	8-17
8.6	模糊規則庫結構及其演化適應	8-20
8.6.1	模糊規則庫結構識別	8-20
8.6.2	基因演算法用於模糊規則庫建立之演化適應	8-22
8.7	模糊分類者系統	8-24
8.8	瞭解基因演算法之演化過程	8-29
8.8.1	為何要瞭解演化過程	8-29
8.8.2	如何分析瞭解演化過程	8-30
8.8.3	演化過程視覺化所遇到的瓶頸	8-32
8.9	後 記	8-33

第 9 章	模糊控制器設計之應用	9-1
9.1	模糊控制的基本原理	9-2
9.2	模糊控制器設計之應用	9-4
9.2.1	模糊控制洗衣機	9-4
9.2.2	六軸運動平台(Stewart Platform)之模糊控制	9-8
9.3	古典控制器與模糊控制器之等值關係	9-17
9.3.1	PD 型控制器與 FLC 間的等值關係	9-17
9.3.2	PI 型控制器與 FLC 間的等值關係	9-26
9.3.3	PID 型控制器與 FLC 間的等值關係	9-29
第 10 章	模糊派屈網路	10-1
10.1	前 言	10-2
10.2	派屈網路	10-2
10.2.1	派屈網路的圖形結構	10-2
10.2.2	派屈網路的數學表示法	10-5
10.2.3	派屈網路的動態行為	10-6
10.2.4	派屈網路的特殊名詞	10-9
10.2.5	派屈網路的性質	10-11
10.2.6	派屈網路的分類	10-13
10.2.7	改良式的派屈網路	10-16
10.3	模糊派屈網路	10-18
10.3.1	模糊派屈網路型態(一) – C. G. Looney 的 架構[C. G. Looney, 1988]	10-19
10.3.2	模糊派屈網路型態(二) – S. M. Chen 等人 的架構[S. M. Chen 等人, 1990]	10-23
10.3.3	模糊派屈網路型態(三) – H. Scarpelli 等人的	

架構[H. Scarpelli 等人,1996]	10-31
10.3.4 模糊派屈網路型態(四) – J. Lee 等人的架構	
[J. Lee 等人,1999]	10-36
10.4 結論-各種模糊派屈網路之比較	10-50
第 11 章 模糊決策系統	11-1
11.1 前言	11-2
11.2 模糊環境下的決策行為	11-3
11.3 模糊多屬性決策	11-4
11.3.1 模糊層級分析程序(Fuzzy Hierarchical Analysis Process)	11-9
11.3.2 模糊簡單加權法(Fuzzy Simple Additive Weighting Method)	11-13
11.3.3 模糊積分技術	11-16
11.3.4 ELECTRE 方法	11-20
11.3.5 PROMETHEE 方法	11-33
11.3.6 灰關聯模型	11-39
11.3.7 TOPSIS 方法	11-42
11.4 模糊多目標決策	11-47
11.4.1 模糊多目標線性規劃模式	11-50
11.4.2 目標模糊的規劃問題	11-51
11.4.3 目標模糊且限制式模糊的規劃問題	11-52
11.4.4 二階段方法求解模糊多目標線性規劃問題	11-53
11.5 模糊群體決策	11-55
11.5.1 社會選擇理論	11-56
11.5.2 專家判斷／群體參與	11-57

11.5.3	競局理論	11-59
第 12 章	模糊數學在土木工程上的應用	12-1
12.1	結構工程	12-2
12.1.1	模糊控制	12-2
12.1.2	橋梁損傷評估	12-2
12.1.3	結構可靠度上的應用	12-3
12.1.4	鋼筋混凝土橋梁之目視檢測評估研究	12-3
12.1.5	結構安全性評估	12-4
12.1.6	動態系統識別理論之建立	12-4
12.2	大地工程	12-5
12.2.1	評估土層分類與現地應力	12-5
12.2.2	在邊坡穩定分析之應用	12-5
12.2.3	土壤剪力參數之研究	12-6
12.2.4	推估單樁承载力	12-6
12.2.5	評估砂土之液化潛能	12-7
12.2.6	應力路徑三軸之控制系統	12-7
12.3	材料工程	12-8
12.3.1	敲擊回音檢測訊號之模糊識別	12-8
12.3.2	鋪面表面狀況評估之應用	12-9
12.3.3	評估鋪面裂縫破壞之應用	12-9
12.3.4	高性能混凝土抗壓強度預測	12-9
12.4	營建工程與管理	12-10
12.4.1	探討選址之研究	12-10
12.4.2	探討 BOT 計劃之投標評選	12-11
12.4.3	大型工程之不保風險評估	12-11

12.5	運輸工程	12-12
12.5.1	高速公路事件自動偵測之研究	12-12
12.5.2	模糊全觸動號誌控制模式之研究	12-12
12.5.3	用路人最佳化單限旅次分佈 /出發時間 /路徑選擇模型	12-13
12.5.4	交通量指派模式之模糊演算法探討	12-14
12.6	水資源及海洋工程	12-14
12.6.1	模糊自迴歸模式於洪流量預測	12-14
12.6.2	旬入流量預測之研究	12-15
12.6.3	模糊動態規劃於水庫即時操作研究	12-15
12.6.4	集水區出流量之預測	12-16
12.6.5	模糊推論模式應用於洪水預測	12-16
12.7	測繪工程	12-17
12.7.1	遙測影像分類及變遷偵測之研究	12-17
12.7.2	GIS 影響圈及疊圈之分析	12-17

第 13 章 模糊資料庫系統 13-1

13.1	前 言	13-2
13.2	模糊關聯式資料庫	13-3
13.2.1	模糊關聯為主之模式	13-5
13.2.2	類似關係為主之模式	13-5
13.2.3	可能性分佈為主之模式	13-6
13.2.4	延伸可能性分佈為主之模式	13-7
13.3	模糊物件導向式資料庫	13-8
13.3.1	OCR 模式	13-9
13.3.2	UFO 模式	13-11

13.3.3	FOOD 模式	13-13
13.3.4	類似關係為主的模式	13-14
13.4	模糊查詢系統	13-15
13.4.1	次要條件為主之查詢系統	13-16
13.4.2	距離為主之查詢系統	13-17
13.4.3	模糊集合為主之查詢系統	13-19
13.5	模糊資料庫之商業應用	13-20
13.5.1	模糊查詢前端系統	13-21
13.5.2	專屬系統	13-26
13.5.3	商業系統	13-30
第 14 章	模糊理論於機器學習和資料挖掘之應用	14-1
14.1	前 言	14-2
14.2	模糊決策樹學習方法	14-5
14.2.1	ID3 學習方法	14-6
14.2.2	模糊決策樹學習方法	14-9
14.3	模糊決策表學習方法	14-15
14.3.1	模糊決策表學習演算法流程	14-16
14.3.2	模糊群聚	14-17
14.3.3	模糊決策表學習	14-20
14.4	模糊資料挖掘方法	14-25
14.4.1	關聯性規則之資料挖掘	14-25
14.4.2	模糊資料挖掘方法	14-28
14.5	結 語	14-31
附錄	網路資源	附-1

Chapter

1

概 論

- 李允中
國立中央大學 資訊工程系
- 王小璠
國立清華大學 工業工程及工業管理系
- 蘇木春
國立中央大學 資訊工程系