

CSI7

LISP 語言

——人工智慧系列之一——

于厚澤編著



知識系統出版有限公司

CS17

LISP 語言

人工智慧系列之一

于厚澤 編著

知識系統出版有限公司

LISP 語言

人工智慧系列之一

版權所有・翻印必究

編著者：于 厚 澤

發行人：孫 玫 兒

出版者：知識系統出版有限公司

台北市廈門街 113 巷 17-1 號 2 樓

行政院新聞局版臺業字第 2663 號

排版者：禾年實業有限公司

台北市中山北路 2 段 112 號 8 樓之 3

印刷廠：欣佑彩色製版印刷公司

台北市大理街 114 號

總經銷：洪範書店有限公司

台北市廈門街 113 巷 17-1 號 2 樓

郵撥帳號：01074020

電 話：3927577

初 版：中華民國 77 年 3 月

定價 300 元

自序

人工智慧系列（一）LISP 語言和人工智慧系列（二）PROLOG 語言乃系配合張系國教授在美國創辦知識系統學院(KSI) 而出版之一系列專書，希望這些書的出版能夠對國內在人工智慧方面的推廣及教育上有所貢獻。

- 大專院校人工智慧教科書
- 人工智慧教師之參考良伴
- 人工智慧工程師參考指南
- 電腦從業人員進修必備
- 赴美攻讀電腦科學研究所之同學，尤應先讀此書

Aug 1987

于厚澤 於美國芝加哥市

伊利諾理工學院電腦科學博士班

給學生的話

LISP (1950 年代由 John Mc Carthy 發展的一種程式語言) 是至今仍在使用的最老的程式語言之一。LISP 主要用於人工智慧領域。它是非常有力但又很容易學習的語言——甚至可以作為第一個程式語言。LISP 的確曾經修改過以適用於人工智慧的應用，但是現在已經更廣泛地使用了，這歸功於發展了更有效與更靈活的版本，它們可以用於更多式樣的機器。

如何使用本書

這本書力圖教授我們稱作的 essential LISP ——也就是 LISP 中的所有基本函數與程式編寫技術。由於這樣，此書適用於第一門程式設計教程或作為更高級程式設計者所用 LISP 的導論。如果你能用一個 LISP 系統，此課文也便于自學。

此書是強烈地依照你怎樣學習編程式的原則而寫的，即透過實踐學習編程。這種通過做而學的學習方法是流行的，我們為方便這種學習過程而寫了此書。我們把每章組織成段落，每一段都敘述與 LISP 某一特徵有關的知識。每段之後，我們都有習題，稱為 LISP 練習，它們由專門的符號標明。

這些 LISP 練習使你能夠實習在閱讀每一段落中所得到的知識。你應該在繼續閱讀課文之前做這些練習或相似的練習。有時，我們提供可選擇的，更困難的練習，你可以試著作為對自己的一種挑戰。

實際上所有的 LISP 練習要求你寫 LISP 程式碼。這些問題應該在 LISP 環境中完成，換句話說，用你的 LISP 系統。在幾乎所有的主電腦，小型電腦以及個人電腦上都可得到 LISP 系統，在試圖使用這本書之前用一下 LISP 系統是絕對必要的。

爲了幫助你學習 LISP，除了 LISP 練習之外我們還提供其它幾個特徵：

- 米程式設計模式——LISP 函數的抽象描述。

- 米在每章末尾有主要術語的詞句表。

- 米每章末尾對 LISP 函數的總結是對本章涉及的函數的回歸。

LISP 智慧教學系統

這本書準備用於標準 LISP 環境。但是，我們增添了一個特殊的學習 LISP 的系統，稱之爲 LISP 智慧教學系統。這是一個人工智慧系統，它實際上觀察學生在學習 LISP 練習中的發展過程。如果有錯誤，LISP 教學系統立即返回訊息。如果是正確的則給於指導，如果你遇到很多編程式的困難，教學系統除了提供本書裏的材料外還會提供實際的問題。我們發覺利用我們這個系統的學生要優於沒有用此系統的學生。在寫本書時，LISP 教學系統剛開始作為 AI 系統推進商業市場。

關於 LISP 系統的幾句話

目前已有許多不同的 LISP。最近人們正努力把它們變爲標準的“Comman Lisp”。因爲此書祇考慮教授基本的 LISP，所敘述的大多數特徵對所有的 LISP 系統都是共用的。當那裏有區別時，我們遵循 Comman LISP，我們在注釋裏解釋與其它 LISP 的區別，這樣本書也適用於你自己的 LISP 系統。大多數 LISP 含有的功能超過本書介紹的範圍，儘管本書足夠用於許多方面，但你還應該得到一本介紹你的 LISP 系統的全部功

能的手冊。這樣的手冊不同於教科書，它們會告訴你 LISP 系統能夠做什麼，但不告訴怎樣去做，如果你學透了本書，你就足以掌握 LISP 的功能，也就能滿足你的 LISP 系統的高級方面的需要。

對教師的話

本書準備用於 LISP 編程式的課程，儘管學生可以在自學的基礎上掌握它。我們過去用這本書教 LISP，作為第一個語言或以後的語言，用 LISP 智慧教學系統或不用（果詳細的情況請參考教學系統的注譯）。我們覺得我們在這門課裏的主要作用是解釋 LISP 是怎樣使用的，繪出便於理解概念的模式。你會看到內容是很緊湊的，儘管仍然有空間進行刪除與重新安排章節。我們試圖使本書能夠讓教師集中於 LISP 的有趣部份。而把枯燥部份留在書中。

本書的基礎

本書是建築在對介紹 LISP 所需的知識進行仔細研究的基礎之上的。這些分析來自於我們對學生為何學習寫 LISP 程式的研究，分析了他們常犯的錯誤，模擬他們的行為並且在這些模擬的基礎上產生了 LISP 教學系統。這個 LISP 教學系統的核心是一個理想的學生編程式的生產系統模型。我們的課文主要解釋這些規則的含義，然後請學生實習這些知識。

就如我們前面向學生解釋的那樣，我們的一個重要前提是練習的力量。因此我們包括了專門的學習工具，稱為 LISP 練習，學生可以實習這些概念。雖然我們未強迫你只使用這些練習，但我們強烈建議你指定給學生與所有課文有關的練習。

關於課文組織的幾句話

我們對材料的順序，特別是怎樣教循環與遞回也十分認真地考慮過。

循環與（更特殊地）遞迴是學生特別難於學習的，我們的研究也主要着眼於這裏。我們發覺學生在學習了循環之後再學遞迴容易的多。因此，我們在有關這方面的內容第一章（第六章）就討論循環，接下來第七章討論遞迴。簡單的循環結構是學生易于理解的，這種結構中所熟悉的 LISP 陳述是順序計算的，所以第六章都是用這種方法。以這些資料為基礎，第七章討論基本的遞迴。接下來的三章進一步精化這兩種結構的知識。第八章與第九章對照兩種結構各自有用的場合。第十章介紹高級的結構 `dos` 與 `mapcars`，我們發覺學生們祇有完全掌握了循環結構以後才能很好地掌握這兩種構造。

如前面注釋中對學生所說的那樣，我們的 LISP 智慧教學系統會幫助學生做課文中的練習。這個教學系統目前已用 `FRANZ` 或 `Common LISP` 在許多機器上運轉。我們還在增加它的適用性。關於目前適用性的資訊請向作者詢問。

目 錄

序言.....	I
第一章 LISP 引言.....	1
LISP 程式設計.....	1
起步：函數.....	2
算術函數.....	3
LISP 練習.....	5
組合 LISP 函數.....	5
LISP 練習.....	6
原子和表列.....	6
平衡表列.....	8
LISP 練習.....	9
表列操作函數.....	10
從表列中提取資訊：cor 和 cdr.....	10
建立表列：cons 和 list	11
給引數打引號.....	13
LISP 練習.....	13
可變數.....	14
重新設定一個變數的值.....	16
LISP 練習.....	17

第二章 定義 LISP 函數	21
爲什麼要定義函數？	21
定義你自己的 LISP 函數	23
函數名	23
函數參數	24
函數體	24
LISP 練習	26
局部變數和全局變數	27
印出函數定義	28
LISP 練習	29
演譯法	29
附加的表列處理函數	30
LISP 練習	31
第三章 述詞和條件式	33
有條件的處理	33
述詞	34
條件式	39
LISP 練習	42
邏輯函數	43
LISP 練習	45
使用邏輯函數的簡單條件處理	47
LISP 練習	48
第四章 程式設計的風格	51

撰寫程式的風格	51
輔助函數	53
寫輔助函數的准則	55
局部變數	56
LISP 函數 abs,mod 和 sgrt	57
LISP 練習	57
縮寫 cars 和 cdrs	59
LISP 練習	61
診錯	62
除去語法錯誤	63
除去功能性的錯誤	65
LISP 練習	69
第五章 輸入、輸出和局部變數	73
輸入、輸出函數	73
印出	74
讀入	75
LISP 練習	76
函數中的多動作	77
LISP 練習	78
局部變數和 let	79
LISP 練習	81
用 let 初始化變數	82
一個新函數：Length	83
LISP 練習	84
局部和全局變數	84

有條件地退出一個函數：Prog 和 return	86
重新使用和修改變數	87
LISP 練習	88
文字串，Princ 和 terpri	89
LISP 練習	92
第六章 循環：數字的重複和輸入控制的重複	
重複：使程式重複動作部	95
循環的構造	96
數字的重複：持續計數	96
用作計數的函數	97
LISP 練習	99
數字重複函數的一般形式	99
LISP 練習	100
設計數字的重複	101
初始化控制變數	101
初始化結果變數	101
安排循環動作	102
LISP 練習	102
計算最終的結果	102
LISP 練習	103
計數的不同方式	103
執行的不同方式	104
LISP 練習	104
輸入控制的重複：在使用者控制下的重複	106
LISP 練習	109

第七章 遞迴的介紹	113
數值遞迴	113
了解遞迴函數是如何工作的	114
如何寫遞迴函數	117
LISP 練習	118
數值遞迴中的多終止和多終止和多遞迴情況	120
LISP 函數 oddp, evenp 和 round	122
LISP 練習	122
表列遞迴	124
了解 cdr 是如何遞迴工作的	125
如何寫 cdr 遞迴函數	126
LISP 練習	127
表列遞迴中的多終止和多遞迴情況	128
LISP 練習	129
第八章 表列重覆	133
遍及表列的重複	133
設計表列重覆	134
控制變數	134
初始化結果變數	134
退出測試	136
更新變數	136
LISP 練習	137
用表列重複搜尋一個表列	138
自我終止搜尋	138

無盡搜尋.....	139
LISP 練習.....	140
用表列重複把表列分類.....	142
選擇分類.....	143
插入分類.....	145
LISP 練習.....	146
另一個 LISP 函數：remove	146
LISP 練習.....	147
第九章 高級遞迴.....	149
高級的表列遞迴.....	149
LISP 練習.....	150
一種高級的遞迴技術.....	150
LISP 練習.....	150
使用遞迴.....	151
car - cdr 遞迴.....	152
LISP 練習.....	155
規範的結構遞迴.....	156
LISP 練習.....	159
二分法搜尋.....	160
二叉樹.....	160
LISP 練習.....	163
關聯表列.....	163
LISP 練習.....	164
第十章 高級的重覆結構：do 和 mapcar	167

一個更爲簡便的重複結構：do	167
用 do 進行數字的重複	172
使用獨立更新的數字重複	172
用非獨立更新的數字重複	172
LISP 練習	173
在 do 中的有條件的更新	174
LISP 練習	175
在 do 的循環體中的動作	176
LISP 練習	177
映射函數之一：mapcar	178
LISP 練習	180
在多個表列上的映射	180
LISP 練習	180
在多個表列上的映射	180
LISP 練習	181
lambda(λ) 練習	181
LISP 練習	184
 第十一章 更覆雜的資料結構：性質表列與行列	 185
性質表列：使性質值與一個原子相關	185
賦性質給一個原子	186
存取性質的值	187
修改性質的值	188
一個資料庫中的性質	189
LISP 練習	190
產生新的原子	191

LISP 練習	193
行列：存放易於存取的資料	194
存取一個行列的單元	195
把資料送入行列	195
寫處理行列的函數	197
LISP 練習	198
多維行列	199
LISP 練習	200
Setg：一個普通的結構修改器	200
第十二章 表列結構與有損函數	203
con 單元	203
用 cons 單元編排表列	204
con 單元與簡單的表列函數	206
LISP 練習	
引用表列：變數與文字表列	209
恒等與等價：equal 與 eql	210
LISP 練習	212
無損函數	213
LISP 練習	215
有損函數：nonc，rplaca，與rplacd	215
何時使用有損函數	218
LISP 練習	219
第十三章 求值與巨組合	221
LISP 求值過程	221

強迫求值：函數 eval	222
LISP 練習	223
把一個函數應用到引數上去	225
LISP 練習	226
LISP 練習	228
LISP 練習	230
把反引號用於表列構造	231
LISP 練習	232
巨組合	233
LISP 練習	235
產生巨組合	236
LISP 練習	237
第十四章 搜尋技術	239
搜尋	239
樹和網路	240
產生網路結構	241
把節點加進資料結構	243
LISP 練習	244
搜尋網路	244
擴展函數：存取一棵樹中的節點	245
LISP 函數	246
系統地搜尋	247
LISP 練習	250
窮盡搜尋	251
LISP 練習	251