

MONOGRAPHIES D'INFORMATIQUE

Collection dirigée par le Professeur J. ARSAC,
avec la collaboration de
P. BROISE et J.-L. GROBOILLOT

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR
LA CYBERNÉTIQUE ÉCONOMIQUE ET TECHNIQUE

5

PROGRAMMATION NON NUMÉRIQUE LISP 1.5

PAR

D. RIBBENS

Docteur en Sciences appliquées



DUNOD
PARIS
1969

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

MONOGRAPHIES D'INFORMATIQUE

1. — J. BÉRIJN, M. RITOUT et J. C. ROUGIER. — *L'exploitation partagée des calculateurs.*
2. — L. BOLLIET. — *Utilisation des ordinateurs à distance en temps réel et en temps partagé.*
3. — J. STENGEI. — *Les systèmes informatiques de programmation économique.*
4. — Y. CHERRUAULT. — *Approximation d'opérateurs linéaires et applications.*
5. — D. RIBBENS. — *Programmation non numérique. LISP 1.5.*

MONOGRAPHIES DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

1. — R. FORJET, J. ABADIE, J. BERNADAT, M. COURTILLOT, J. M. GAUTHIER, F. GENUYS, P. HUARD et G. MATTHIYS. — *Mathématiques des programmes économiques.*
2. — D. CARRÉ, P. DARNAUT, PH. GUITART, PH. TUAN NGHIEM, P. PACAUD, J. DE ROSINSKI, B. ROY et G. SANDIER. — *Les problèmes d'ordonnement (Applications et méthodes).*
3. — B. ROY. — *Aléas numériques et distributions de probabilités usuelles.* Fascicule I : Généralités sur les aléas numériques.
4. — P. BROISE. — *Le langage Algol (Applications à des problèmes de recherche opérationnelle).*
5. — G. DEBREU. — *Théorie de la valeur.*
6. — P. BROISE, P. HUARD, J. SENTENAC. — *Décomposition des programmes mathématiques.*
7. — J. AGARD, J. ALTABER, R. FORTET, A. KAUFMANN, P. LE GALL, M. PRÉCIGOUT, J. STENGEI et G. THOMAS. — *Les méthodes de simulation.*
8. — G. TH. GUILBAUD. — *Statistique des chroniques.*
9. — G. TH. GUILBAUD. — *Éléments de la théorie mathématique des jeux.*

PROGRAMMATION
NON NUMÉRIQUE
LISP 1.5

AVANT-PROPOS

De tous les langages permettant de traiter l'information non numérique, il en est un remarquable, le LISP dont la mise au point, basée sur l'article « Recursive Functions of Symbolic Expressions and their Computation by Machine » [1], publié dans les Communications of ACM en 1960, fut primitivement réalisée au M.I.T. [2].

Il n'existe malheureusement aucun traité de langue française décrivant ce langage. C'est pourquoi nous avons essayé de donner un exposé du langage LISP aussi accessible que possible sans toutefois faire de concessions à la rigueur. Ce propos occupe d'ailleurs le chapitre 2, le premier étant une introduction au langage LISP. Ainsi dans le chapitre 2, nous présentons une description du langage LISP tout en insistant sur la différence entre une forme et une fonction. Ensuite après avoir défini quelques fonctions élémentaires, nous passons à l'étude de l'interpréteur puis nous insistons quelque peu sur le cas des fonctions définies dans un ensemble de fonctions.

Les représentations internes des listes sont exposées dans le chapitre 3, ce qui nous permet de définir les pseudo-fonctions qui modifient les structures de liste. Ensuite nous donnons quelques types d'organisation générale de systèmes interprétatifs. Notons que nous avons, dans cet ouvrage, complètement ignoré l'existence du compilateur LISP ; nous pensons en effet que le système interprétatif est pédagogiquement mieux adapté à une compréhension rigoureuse du langage. Le lecteur intéressé par la compilation, ainsi que par les définitions MACRO, pourra trouver les renseignements dans la littérature en [5], [6], [7], [8], [9].

Les chapitres 4, 5 et 6 traitent respectivement de la pseudo-fonction DEFINE et des fonctions définies en LISP par son intermédiaire, des procédures d'entrée-sortie et des fonctions arithmétiques.

Le dernier chapitre illustre par deux exemples l'utilisation du langage LISP.

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre I. — Représentation et traitement de l'information non numérique	1
1. Le langage externe. Les S-expressions	2
2. Représentations internes. Structures de liste	3
3. Les fonctions de base	4
4. Algorithme de dérivation des fonctions polynomiales et trigonométriques	6
Chapitre II. — Description du langage LISP	8
§ 1. Syntaxe et sémantique d'un langage	8
§ 2. Le langage externe. Les S-expressions	10
1. La syntaxe du langage externe	10
2. La sémantique du langage externe	11
3. La table de propriétés d'un symbole atomique	12
§ 3. Fonctions et formes élémentaires	14
1. Les fonctions <u>car</u> et <u>cdr</u>	14
2. La fonction <u>cons</u>	15
3. Les fonctions <u>numberp</u> et <u>atom</u>	15
4. La fonction <u>null</u>	16
5. La fonction <u>eq</u>	16
6. Quelques fonctions arithmétiques	16
7. Identificateurs, variables, formes élémentaires	16
8. Les formes conditionnelles	18
9. Fonction définie par une forme. Notation de Church	18
10. Fonctions définies récursivement	20
§ 4. La syntaxe des fonctions et des formes	22
1. La syntaxe du M-langage. Les M-expressions	22
2. Transformation des M-expressions en S-expressions	24
§ 5. L'interpréteur	26
1. Table de propriétés ou <i>p</i> -liste d'un symbole atomique	26
2. Rôle de l'interpréteur. La <i>a</i> -liste	29
La liste d'association	31
3. L'interpréteur. Les fonctions APPLY et EVAL	33
Les sous-programmes APPLY et EVAL	34
Les fonctions APPLY et EVAL	40
4. La fonction EVALQUOTE	42
5. Arguments fonctionnels	43
Fonctions définies dans un ensemble de fonctions	44
La fonction MAPLIST	45
Rôle des symboles atomiques FUNCTION et FUNARG	46
6. Les opérateurs logiques	48

§ 6.	Le LISP comme langage de communication	49
	M-expression de l'interpréteur	52
§ 7.	La forme spéciale PROG	53
	1. Structure générale des formes du type PROG	57
	2. Valeur des formes du type PROG	58
	3. Utilisation de PROG	60
Chapitre III. — Représentations internes. Organisation générale		61
§ 1.	Représentation interne des S-expressions	62
	1. Représentation interne des paires pointées et des listes	62
	2. Représentation interne des symboles atomiques. Les <i>p</i> -listes	65
	3. Représentation interne des nombres	68
§ 2.	La liste libre	69
	1. Extraction d'une cellule de liste libre	70
	2. Retour d'une cellule dans la liste libre	71
§ 3.	Fonctions LISP élémentaires	71
	1. Les fonctions CAR et CDR	73
	2. La fonction CONS	73
	3. Le prédicat EQ	74
	4. Le prédicat NULL	74
	5. Les prédicats ATOM et NUMBERP	74
	6. La fonction GET	75
	7. La fonction COPY	76
§ 4.	Modifications des structures de liste. Pseudo-fonctions	77
	1. Les pseudo-fonctions RPLACA et RPLACD	77
	2. La pseudo-fonction NCONC	78
	3. La pseudo-fonction MAPCON	79
§ 5.	Organisation générale	80
	1. Préservation par piles-liste	80
	2. Autres méthodes d'implantation	83
§ 6.	Le récupérateur	87
Chapitre IV. — Les fonctions EXPR et FEXPR		89
	1. La pseudo-fonction DEFLIST	89
	2. La pseudo-fonction DEFINE	91
	3. La pseudo-fonction CSET	94
	4. La pseudo-fonction PRINTPROP	95
	5. Les pseudo-fonctions FLAG et REMFLAG	96
	6. Les fonctions FEXPR	96
Chapitre V. — Procédures d'entrée et de sortie		99
§ 1.	Rangements des symboles atomiques et des caractères	99
	1. La liste objet	99
	2. Disposition des caractères	100
§ 2.	Procédure d'entrée. La fonction READ	102
	1. Définition générale des symboles atomiques	103
	2. La pseudo-fonction READ	105

§ 3. Procédures de sortie	105
1. La pseudo-fonction TFRPRI	106
2. La pseudo-fonction PRINI	106
3. La pseudo-fonction PRINT	106
4. Enchaînement du programme LISP	107
Chapitre VI. — L'arithmétique. Traitement des caractères	110
§ 1. L'arithmétique en LISP	110
1. Définition des nombres	110
2. Fonctions arithmétiques	111
3. Prédicats arithmétiques	112
4. Fonctions arithmétiques logiques	112
§ 2. Traitement des caractères	112
1. La pseudo-fonction PACK	113
2. La pseudo-fonction UNPACK	113
3. La pseudo-fonction CLEARBUFF	114
4. La pseudo-fonction MKNAM	114
5. La pseudo-fonction INTERN	114
6. La fonction CPI	114
Chapitre VII. — Applications	116
§ 1. Algorithme de dérivation	116
§ 2. Matrice d'admittances réduite aux nœuds d'un réseau	117
1. Position du problème	118
2. Représentation en structure de liste	120
3. Construction de la matrice d'admittances	121
4. Construction de la matrice d'admittances réduite	128
Bibliographie	132
Index général	135
Index des définitions de fonctions	139