

THESE

présentée à

733

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE ET MEDICALE DE GRENOBLE
INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE

POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR DE 3^{ème} CYCLE
INFORMATIQUE

Alain GUYOT



**Un Compilateur
de Microprogrammes**

Soutenu le 25 octobre 1975 devant la Commission d'Examen :

Président : Monsieur L. BOLLIET
Examineurs : Monsieur F. ANCEAU
Monsieur J. MERMET
Monsieur J.C. SYRE

TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	1
Conception d'un compilateur de microprogramme	3
1- <u>Une définition de la microprogrammation</u>	4
2- <u>Nécessité de la microprogrammation</u>	6
2-1 Pour un constructeur de machine	6
2-1-1 Jeu d'instruction riche	7
2-1-2 Avec peu de matériel	7
2-1-3 Souplesse de la microprogrammation.	
2-2 Pour un utilisateur de machine	8
3- <u>Difficulté de la microprogrammation</u>	9
3-1 Cause de cette difficulté	10
3-1-1 Avantage du programme sur le microprogramme	10
3-1-2 Avantage du microprogramme sur le programme	11
4- <u>Besoin d'aides à l'écriture de microprogrammes</u>	12
5- <u>Exemple de réalisation</u>	12
5-1 Pour le Mitra 15	12
5-2 Pour le T 1600	13
5-3 Pour le Multi 8	13
5-4 Réalisations non spécifiques à une machine	13
5-5 Avantages de l'universalité	14
6- <u>Problèmes liés à la compilation</u>	14
6-1 Allocation des éléments de mémorisation	14
6-2 Allocation des opérateurs de la machine	15
6-3 Implantation des micro-instructions	15
7- <u>Diverses sorties d'un compilateur de microprogramme</u>	15

7-1	Les transferts dans les chemins de données	16
7-2	La séquence de contrôle	16
7-3	L'image de la mémoire de contrôle	16
8-	<u>Réalisation proposée</u>	17
8-1	Choix du langage d'entrée L1	17
8-2	Choix du langage d'entrée L2	18
8-3	Choix du langage de sortie L3	20
9-	<u>Utilisation du compilateur</u>	20
9-1	Pour adapter la machine	20
9-2	Pour adapter le programme	21
10-	<u>Méthode proposée</u>	21
10-1	Méthode naturelle	21
10-2	Méthode programmée	21
11-	<u>Limitation de cette méthode</u>	22
11-1	Implantation	22
11-2	Découpage des variables	22
11-3	Décomposition des opérations	23
11-4	Allocation des variables	23
11-5	Amélioration du programme	23
12-	<u>CONCLUSION</u>	24
	Modélisation	27
1-	<u>Description de la machine</u>	27
1-1	Partie contrôle	28
1-2	Partie opérative	28

1-3	Modèle de la machine microprogrammée	29
1-4	Modèle de la partie opérative	29
1-5	Exemple de hiérarchie de contrôle	30
1-6	Hiérarchie opérative	31
2-	<u>Présentation du programme à compiler</u>	31
2-1	Exemple de programme à compiler	32
2-1-1	Format	32
2-1-2	Organigramme	33
2-2	Analyse d'un programme à compiler	34
2-3	Séquence dans un incrément	34
2-4	Construction d'une hiérarchie	35
2-5	Fusion de feuille et noeuds	35
2-6	Lien entre schéma d'incrément et hiérarchie opérative	36
2-7	Reconnaissance des identificateurs d'opération	36
2-8	Couverture	37
2-8-1	Programme	37
2-8-2	Micromachine	37
2-8-3	Transformation du schéma	38
2-8-4	Incrément	40
2-8-5	Duplication	41
3-	<u>Insuffisance de recouvrement</u>	42
4-	<u>Format de sortie du compilateur</u>	42
	Construction de réseaux	47
1-	Mémorisation du réseau	48
2-	Hiérarchie	48
3-	Etoile du réseau	50
4-	Noeud du réseau	50

4-1	Bus ou multiplexeur	51
4-2	Eléments de mémorisation	51
4-3	Opérateurs simples	51
4-3	Opérateurs complexes	52
4-5	Constantes booléennes	52
4-6	Valeurs immédiates	53
4-7	Entrées et sorties	53
4-8	Confluence et deltas	53
4-9	Retards	53
5-	<u>Programme construisant le réseau</u>	54
5-1	Exemple	55
5-2	Table des codes internes	56
5-3	Tracé d'une des arborescences	57
6-	<u>Exemple de recouvrement</u>	58
	Contraintes dues aux éléments de mémorisation	61
1-	Eléments de mémorisation	62
2-	Etats	63
3-	Etats successeurs	64
4-	Etats adjacents	64
5-	Etats principaux et secondaires	65
6-	Etat initial	65
7-	Etat final pour un ensemble d'affectations	65
8-	Chemins d'états adjacents	66
8-1	Exemple de machine	66
8-2	Deux des chemins possibles	67
9-	Intersection de deux états	67
10-	Ensemble d'états compatibles	67
11-	Etat complètement indéterminé	68
12-	Chemins d'états compatibles	69
13-	Compatibilité et parallélisme	69

Contraintes dues au contrôle microprogrammé	73
1- Action élémentaire et polynôme condition	74
2- Monome condition	75
3- Actions élémentaires compatibles	76
4- Monomes toujours vrais et toujours faux	76
5- Définition de blocs	76
6- Signification intuitive des opérations présentées	77
7- Confusion et perte d'information	79
8- Elimination de mauvaises solutions	83
9- Comparaison entre la méthode polynomiale et les autres	84
10- Exemple de problème	85
11- Exemple de polynômes-condition	86
Génération de microprogramme pour couverture	89
1- Recouvrement des éléments	90
1-1 Confluences et deltas	91
1-1-1 Formalisation des pseudo-opérateurs	92
2- Parallélisme	95
2-1 Parallélisme opératif	96
2-1-1 Exemple	96
2-2 Parallélisme de structure	96
2-2-1 Exemple	97
2-3 Parallélisme synchrone	97
2-3-1 Exemple	97
2-4 Parallélisme d'examen des solutions	98
2-4-1 Exemple	99
3- Obtention du recouvrement	99
3-1 Pas de l'algorithme suiveur	100
3-2 Analyse syntaxique sous contexte	101
3-2-1 Analyse d'un axiome	101
3-2-2 Analyse d'un bus	102
3-2-3 Analyse d'un noeud opératif	103

3-2-4	Analyse d'un registre	104
3-2-5	Analyse d'une valeur immédiate	105
3-3	Contexte au début d'un pas	106
3-4	Retards	108
3-5	Enchaînement des pas de l'algorithme suiveur	109
3-6	Heuristique	110
3-7	Abandon	111
3-8	Présentation de la première sortie	111
4-	Deuxième sortie	111
4-1	Obtention de la deuxième sortie	111
4-2	Présentation de la deuxième sortie	112
	Transducteur du langage CASSANDRE	115
1-	Syntaxe du langage intermédiaire	116
2-	Equivalence d'instructions ou d'expression CASSANDRE	116
2-1	Instruction et expression conditionnelles	116
2-2	Connexion d'externe	117
2-3	Constantes	117
3-	Arithmétique entière en CASSANDRE	117
4-	Fonctionnement du transducteur	118
5-	Règles de transduction	120
5-1	Règles de désimbrication	120
5-1-1	Distribution d'horloges	120
5-1-2	Décomposition d'instructions conditionnelles	120
5-2	Règles de décomposition des expressions conditionnelles	121
5-3	Règles de décomposition des expressions non conditionnelles	121
5-3-1	Descripteur d'une expression	122
5-3-2	Opérateurs Tranche et Reste	123
5-4	Règles de complémentation	125
5-4-1	Règles de DEMORGAN	125
5-4-2	Double négation et constantes	126

5-5 Règles de simplification	126
6- Application des règles de transduction	126
7- Equivalence entre descriptions	127
8- Exemple	127