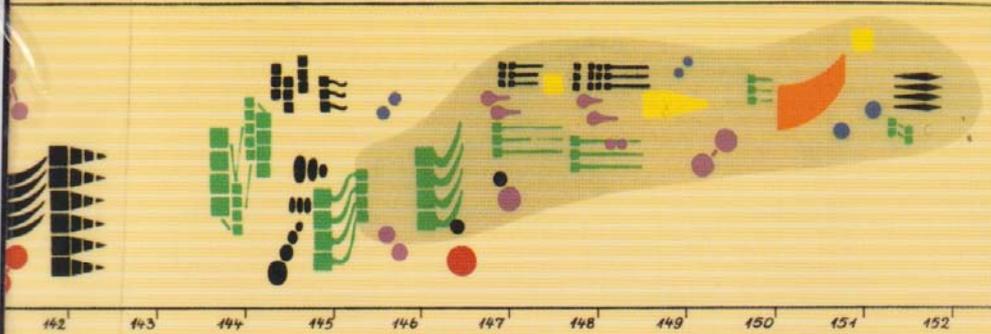


Gilles Dowek & Jean-Jacques Lévy

Introduction à la théorie des langages de programmation

11



142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152



2-005-815-1

2-005-815-1

Introduction à la théorie des langages de programmation

Gilles Dowek et Jean-Jacques Lévy



Table des matières

1	Les termes et les relations	7
1.1	Les définitions inductives	7
1.1.1	Le théorème du point fixe	7
1.1.2	Les définitions inductives	10
1.1.3	La récurrence structurelle	12
1.1.4	La fermeture réflexive-transitive d'une relation	12
1.2	Les langages	13
1.2.1	Les langages sans variables	13
1.2.2	Les variables	13
1.2.3	Les langages à plusieurs sortes d'objets	15
1.2.4	Les variables libres et liées	15
1.2.5	La substitution	16
1.3	Trois manières de définir la sémantique d'un langage	18
1.3.1	La sémantique dénotationnelle	18
1.3.2	La sémantique opérationnelle à grands pas	18
1.3.3	La sémantique opérationnelle à petits pas	18
1.3.4	La non-terminaison	19
2	Le langage PCF	21
2.1	Un langage fonctionnel : PCF	21
2.1.1	Les programmes sont des fonctions	21
2.1.2	Les fonctions sont des objets de première classe	21
2.1.3	Les fonctions de plusieurs arguments	22
2.1.4	L'absence d'affectations	22
2.1.5	Les définitions récursives	22
2.1.6	Les définitions	23
2.1.7	Le langage PCF	23
2.2	La sémantique opérationnelle à petits pas de PCF	24
2.2.1	Les règles	24
2.2.2	Les nombres	25
2.2.3	La congruence	26
2.2.4	Un exemple	27
2.2.5	Les termes irréductibles et clos	28
2.2.6	La non-terminaison	29

2.2.7	La confluence	29
2.3	Les stratégies de réduction	30
2.3.1	La notion de stratégie	30
2.3.2	La réduction faible	31
2.3.3	L'appel par nom	32
2.3.4	L'appel par valeur	33
2.3.5	Un peu de paresse est nécessaire	33
2.4	La sémantique opérationnelle à grands pas de PCF	33
2.4.1	En appel par nom	34
2.4.2	En appel par valeur	35
2.5	L'évaluation de PCF	36
3	De l'évaluation à l'interprétation	39
3.1	En appel par nom	39
3.2	En appel par valeur	41
3.3	Une optimisation : les indices de De Bruijn	42
3.4	La construction de fonctions par point fixe	44
3.4.1	Une première variante : les fermetures récursives	45
3.4.2	Une seconde variante : les valeurs rationnelles	46
4	La compilation	51
4.1	Un interpréteur écrit dans un langage sans fonctions	52
4.2	De l'interprétation à la compilation	52
4.3	Une machine abstraite pour PCF	53
4.3.1	L'environnement	53
4.3.2	Les fermetures	54
4.3.3	Les différentes constructions de PCF	54
4.3.4	L'utilisation des indices de De Bruijn	55
4.3.5	La sémantique opérationnelle à petits pas	56
4.4	La compilation de PCF	56
5	Le langage PCF avec des types	59
5.1	Les types	60
5.1.1	Le langage PCF avec des types	60
5.1.2	La relation de typage	61
5.2	L'absence d'erreurs à l'exécution	63
5.2.1	En sémantique opérationnelle à petits pas	63
5.2.2	En sémantique opérationnelle à grands pas	64
5.3	La sémantique dénotationnelle de PCF typé	65
5.3.1	Une sémantique triviale	65
5.3.2	La terminaison	65
5.3.3	La relation d'ordre de Scott	67
5.3.4	La sémantique du point fixe	68

6	L'inférence de types	71
6.1	L'inférence de types monomorphes	71
6.1.1	L'attribution d'un type aux termes sans types	71
6.1.2	L'algorithme de Hindley	72
6.1.3	L'algorithme de Hindley avec résolution immédiate	74
6.2	Le polymorphisme	76
6.2.1	Le langage PCF avec des types polymorphes	77
6.2.2	L'algorithme de Damas et Milner	78
7	Les références et les affectations	81
7.1	Une extension de PCF	82
7.2	La sémantique de PCF avec des références	83
8	Les enregistrements et les objets	89
8.1	Les enregistrements	89
8.1.1	Les champs nommés	89
8.1.2	Une extension de PCF avec des enregistrements	90
8.2	Les objets	93
8.2.1	Les méthodes et les champs fonctionnels	94
8.2.2	Qu'est-ce que « le moi » ?	95
8.2.3	Les objets et les références	96