

Simulations graphiques pour l'enseignement du parallélisme

Thèse

présentée pour l'obtention du

Doctorat de l'Université Paris 6
Spécialité : Informatique

par

Philippe Chataignier

soutenue le 17 juin 1994

devant le jury composé de :

René Alt	Président
Jacques Courtin	Rapporteur
Paul Feautrier	
Christian Lavault	Rapporteur
Françoise Madaule	Directeur
Marie-Martine Paget	

Résumé

Cette thèse présente quelques animations et simulations graphiques conçues et réalisées pour aider les étudiants à mieux comprendre les concepts du parallélisme par la visualisation des phénomènes. Le premier chapitre décrit des travaux effectués dans des domaines voisins : l'animation de programmes et d'algorithmes, le débogage et l'analyse des performances de programmes parallèles et la simulation. Le second chapitre est une présentation des projets FORCE et COLOS dans le cadre desquels le travail a été fait et une description des outils utilisés. Le troisième chapitre décrit deux animations qui visualisent les concepts de rendez-vous et de sémaphore. Dans les deux derniers chapitres, sont présentées des simulations qui permettent la visualisation d'algorithmes parallèles sur différents types d'architectures : d'abord, des simulations de machines parallèles (un multiprocesseur à mémoire globale et un réseau de processeurs) écrites en Smalltalk/V ; puis, un système d'animations d'algorithmes distribués sur un réseau en anneau et une simulation d'un multiprocesseur à mémoire globale, tous deux réalisés en utilisant X Window et Motif. Un exemple d'utilisation pédagogique de chacune de ces simulations est également présenté.

Abstract

This thesis presents some graphical animations and simulations designed and realized to help students to understand parallelism. The first chapter describes related works in different fields: program and algorithm animation, parallel debugging and performance analysis and simulation. The second chapter is a presentation of the two projects FORCE and COLOS inside which the work has been done and a description of the tools used. The third chapter describes two animations that visualize the concepts of rendezvous and semaphore. In the last chapters, simulations to visualize parallel algorithms on different kinds of architecture are presented: first, simulations of parallel machines (a global memory multiprocessor and a network of processors) written in Smalltalk/V; then, a visualization system of distributed algorithms on a ring network and a simulation of a global memory multiprocessor, both realized using X Window and Motif. An example of how each of these simulations can be used is also presented.

Sommaire

pages

11	Introduction
13	Chapitre 1 Domaines voisins
13	1.1 Animation de programmes et d'algorithmes
13	1.1.1 Visualisation des structures de données et du programme
16	1.1.2 Débogage séquentiel
17	1.1.3 Débogage parallèle et analyse expérimentale de performance
19	1.1.4 Animation d'algorithmes
22	1.2 Simulation
22	1.2.1 Présentation
22	1.2.2 Exemples
25	1.2.3 Simulations pédagogiques
26	1.2.4 Exemples
32	1.3 Conclusion
33	Chapitre 2 Cadres de travail et moyens utilisés
33	2.1 Le projet FORCE
33	2.2 Le projet COLOS
35	2.3 Les langages à objets et leurs qualités
37	2.4 Smalltalk/V
37	2.4.1 Classes prédéfinies et définition de nouvelles classes
38	2.4.2 Interface graphique et principe MVC
40	2.4.3 Qualités de Smalltalk/V
40	2.5 Objective-C et RMG
42	2.6 X Window et Motif
47	2.7 Lex et Yacc
49	Chapitre 3 Représentation imagée de concepts par des animations
49	3.1 Métaphore du mécanisme de rendez-vous
49	3.1.1 Description
52	3.1.2 Réalisation
53	3.2 Visualisation d'un sémaphore assurant l'exclusion mutuelle

53	3.2.1 Description
54	3.2.2 Réalisation
60	3.3 Comparaison entre Smalltalk/V et RMG
60	3.4 Bilan
63	Chapitre 4 Simulations de machines parallèles en Smalltalk/V
63	4.1 Objectifs
64	4.2 Le multiprocesseur à mémoire globale et sémaphores
64	4.2.1 Description et fonctionnement
66	4.2.2 Exemple de progression pédagogique utilisant le multiprocesseur
67	4.3 Le réseau de processeurs
67	4.3.1 Description et fonctionnement
70	4.3.2 Exemple de progression pédagogique utilisant le réseau
71	4.4 Réalisation des simulations
71	4.4.1 Les classes prédéfinies de gestion des processus
72	4.4.2 Les méthodes ajoutées
73	4.4.3 Les classes associées aux simulations (architecture logicielle)
75	4.5 Bilan
77	Chapitre 5 Visualisation d'algorithmes parallèles
77	5.1 Visualisation d'algorithmes distribués
77	5.1.1 Présentation de l'algorithme d'élection de Chang et Roberts
80	5.1.2 Présentation de deux algorithmes de producteur-consommateur
81	5.1.3 Description du système d'animations
86	5.1.4 Principes généraux de réalisation d'animations graphiques d'algorithmes distribués
88	5.1.5 Réalisation du système d'animations
89	5.1.6 Conclusion
89	5.2 Simulation d'un multiprocesseur pour la visualisation d'algorithmes centralisés
90	5.2.1 Description de la simulation
94	5.2.2 Réalisation de la simulation
97	5.2.3 Utilisation de la simulation
99	5.2.4 Conclusion

101	Conclusion
105	Références
121	Annexe 1 Smalltalk/V
125	Annexe 2 Codes utilisés avec la simulation du multiprocesseur à mémoire globale (Smalltalk/V)
129	Annexe 3 Codes utilisés avec la simulation du multiprocesseur à réseau (Smalltalk/V)
133	Annexe 4 Méthodes ajoutées aux classes de gestion des processus de Smalltalk/V
135	Annexe 5 Code de l'algorithme non équitable exécuté par un producteur (système d'animations d'algorithmes distribués)
137	Annexe 6 Grammaire du langage de la simulation du multiprocesseur à mémoire globale réalisée sous X Window et Motif
141	Annexe 7 Extraits du code de la simulation du multiprocesseur à mémoire globale
145	Annexe 8 Fichiers d'initialisations pour le multiprocesseur à mémoire globale