

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE
U.F.R SCIENCES ET TECHNIQUES
ÉCOLE DOCTORALE E2S
LE2I - UMR CNRS 5158

Thèse

présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Bourgogne
Spécialité : INFORMATIQUE
par

Hakim Soussi

MODÈLE GLOBAL ET
PARAMÉTRABLE, POUR LA GESTION DES
FOULES D'AGENTS EN ANIMATION
COMPORTEMENTALE.

Soutenue le 06/12/2011 devant le jury composé de :

Rapporteurs :	Yves Duthen	Professeur à l'Université de Toulouse 1 Capitole
	Celine Loscos	Professeur à l'Université de Reims Champagne-Arden
Examineurs :	Behzad Shariat	Professeur à l'Université de Lyon 1
	Fabrice Lamarche	Maitre de conférences à l'Université de Rennes 1
Directeur de thèse :	Marc Neveu	Professeur à l'Université de Bourgogne, Dijon
Co-Directeur :	Joël Savelli	Maitre de conférences à l'Université de Bourgogne, Dijon

Table des matières

Résumé	v
Abstract	vii
Remerciements	ix
1 Introduction	1
2 Niveaux macroscopique et microscopique	5
2.1 Introduction	6
2.2 Réalisme	6
2.2.1 Réalisme microscopique	6
2.2.2 Réalisme macroscopique	7
2.2.3 Combinaison des deux niveaux de réalisme	8
2.3 Types de foules	8
2.3.1 Foules homogènes	9
2.3.2 Collection d'agents	9
2.3.3 Groupe	10
2.3.4 Combinaison des types de foules	11
2.4 Types de modèles	11
2.4.1 Modèles macroscopiques	12
2.4.2 Modèles microscopiques	12
2.4.3 Synthèse	17
2.5 Contrôle versus autonomie	17
2.5.1 Contrôle	18
2.5.2 Communication	20
2.5.3 Variabilité	21
2.5.4 L'adaptabilité	22
2.6 Synthèse	23
2.7 Conclusion	24

3	L'environnement virtuel	25
3.1	Introduction	25
3.2	Acquisition de l'information	26
3.2.1	La perception	28
3.2.2	La communication	30
3.3	Représentation de l'environnement	32
3.3.1	Représentation des environnements simples	32
3.3.2	Représentation des environnements complexes	33
3.3.3	Les algorithmes de navigation	36
3.4	Conclusion	38
4	Modèles comportementaux de foules	39
4.1	Introduction	40
4.2	Les smart objects	40
4.2.1	Propriétés physiques de l'objet	41
4.2.2	Modélisation des formes d'interaction	41
4.2.3	Exemples d'utilisation des smart objects	42
4.2.4	Discussion	46
4.3	Système MACES	48
4.4	Système HiDAC	52
4.5	Le système de classeurs (LCS)	54
4.6	Le modèle ViCrowd	56
4.6.1	Types de comportements dans ViCrowd	57
4.6.2	La structure des groupes dans ViCrowd	58
4.7	Modèle de comportements scalables	58
4.8	Le système MAGS	60
4.9	Synthèse	61
4.9.1	Smart objects	62
4.9.2	MACES	63
4.9.3	HiDAC	64
4.9.4	Le système de classeurs (LCS)	64
4.9.5	Le modèle ViCrowd	65
4.9.6	Modèle de comportements scalable	66
4.9.7	Système MAGS	67
4.10	Conclusion	68
5	Présentation du modèle	69
5.1	Introduction	69
5.2	Composants principaux du modèle	70
5.2.1	Agent et attributs de caractère	71
5.2.2	Contexte	72

5.2.3	Environnement	84
5.3	Fonctionnement du modèle	86
5.3.1	Calcul de l'ensemble des contextes	86
5.3.2	Calcul de la combinaison des contextes	86
5.3.3	Calcul des valeurs des attributs de caractère	88
5.3.4	Activation des comportements	88
5.3.5	Exécution des comportements	88
5.4	Expérimentations	90
5.4.1	Deuxième expérimentation : soumission à plusieurs contextes	94
5.4.2	Troisième expérimentation : contexte propageur . . .	99
5.5	Conclusion	102
6	Conclusion et perspectives	105

Résumé

Le réalisme d'une application traitant de l'animation comportementale de foules est fondé d'une part sur le rendu graphique des scènes produites par l'application, mais aussi sur le réalisme du comportement lui-même. C'est ce dernier point qui est notre objet d'étude. Le réalisme du comportement d'une foule est avant tout global (réalisme macroscopique) : elle doit avoir des propriétés statistiques (densité, dispersion, vitesse moyenne, ...) proches de celles d'une foule réelle. Il est aussi local (réalisme microscopique), c'est-à-dire que les agents ou groupes d'agents doivent idéalement avoir des comportements proches de ceux des humains ou groupes humains pris pour référence, tout au moins dans le domaine d'application restreint considéré.

L'objet de cette thèse est de proposer un modèle générique pour effectuer des simulations comportementales de foules, pour pouvoir satisfaire simultanément les deux types de réalisme macroscopique et microscopique et rendre compte de la plupart des types de foules (foules homogènes, groupes, collection d'agents). Pour ce faire, nous avons dégagé quelques principes simples et peu coûteux en ressources. Nous introduisons la notion de contexte (global, localisé, et propageur). Les contextes globaux et localisés appliqués à un groupe d'agents tendent à leur donner un même comportement et constituent ainsi un moyen de contrôle global de ces acteurs (réalisme macroscopique). Le contexte propageur donne un moyen de propagation d'informations entre les agents de la foule (communication). Les agents eux-mêmes sont dotés de tendances qui, en les différenciant dans un même contexte, leur donne une variété de comportements qui concourt au réalisme microscopique.

Mots-clés : simulation comportementale de foules, contextes, attributs de caractère, réalisme macroscopique et microscopique.

Abstract

The realism of crowd behavioral animation is based on one hand on a rendering of graphic scenes generated by the application, and on the other hand on the realism of the behavior. This is last point which is our object of study. The realism of crowds' behavior is essentially global (macroscopic realism). It must respect the required statistical characteristics of the crowd (density, dispersal, speed...) similar to those of a real crowd. The realism is also local (microscopic realism), i.e. agents should ideally behave like humans or human groups taken as reference, at least in the focus of the considered application.

The aim of our research is to propose a generic model to perform crowd behavior simulation in order to simultaneously satisfy the criterion of macroscopic and microscopic realism and that may be used to build various crowd behavioral simulations (homogeneous crowds, groups, collections of agents). To do this, we identified some simple principles and inexpensive resources ; we introduce the notion of context (global, localized, and propagator). Global contexts applied to a group of agents, it tends to give them the same behavior and thus constitutes a means for global control of those agents (macroscopic realism). Propagator contexts allow the propagation of information among agents (communication). Agents are themselves equipped with tendencies that differentiate them within the context, and give them a variety of behaviors that contributes to microscopic realism.

Keywords : crowd behavioral simulation, contexts, character attributes, macroscopic and microscopic realism.