

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohammed Khider-BISKRA.

**Faculté des sciences et des
sciences de l'ingénieur**



Département d'informatique

Thèse de Doctorat d'état en Informatique

Titre de la thèse :
Animation comportementale

Par Cherif Foudil

Soutenue devant le jury composé de :

Djedi Noureddine	Professeur	Rapporteur	Université de Biskra
Ben Mohamed Mohamed	Professeur	Président	Université de Constantine
Laskri Mohamed Tayeb	Professeur	Examineur	Université d'Annaba
Kholladi Mohamed Khireddine	Maître de Conférence	Examineur	Université de Constantine
Chaoui Allaoua	Maître de Conférence	Examineur	Université de Constantine

Tables des matières

Introduction générale	1
1 Les modèles d'animations	3
1.1 Histoire des systèmes d'animation	3
1.2 Modèles de mouvement en animation	3
1.2.1 Introduction	3
1.2.2 Modèles descriptifs	4
1.2.3 Modèles générateurs	4
1.2.4 Modèles comportementaux	5
1.3 Domaines d'applications de l'animation comportementale	21
1.4 Conclusion	22
2 Simulation comportementale	23
2.1 Agents intelligents	23
2.1.1 Définition	23
2.1.2 Les différents types d'agents	24
2.2 Simulation comportementale	27
2.2.1 Introduction	27
2.2.2 Modélisation des propriétés des humains virtuels	27
2.3 Comportement de direction	30
2.3.1 Comportement d'individu	31
2.3.2 Comportement de groupe	39
2.3.3 Combinaison de comportements	42
2.4 Conclusion	43
3 Animation de foule	44
3.1 Etat de l'art	44
3.2 Classification des méthodes de foule	49
3.3 Simulation d'humains virtuels dans un contexte urbain	51
3.4 Conclusion	55
4 Le pathfinding	56
4.1 Introduction	56
4.2 Les divers algorithmes de pathfinding	58
4.2.1 La solution du fainéant	58
4.2.2 L'algorithme de Dijkstra (premier mieux)	58
4.2.3 La recherche du premier mieux	59
4.2.4 L'algorithme A*	61
4.3 Recherche de chemin	69
4.3.1 Calcul sur les graphes	69
4.3.2 Méthodes à champs de potentiel	71

4.4	Conclusion	72
5	Modèles de simulation de comportement de navigation	73
5.1	Résultats d'observation sur le comportement piétonnier	73
5.2	Modélisation à base de particules	74
5.3	Modélisation comportementale	76
5.3.1	Modèles à base de grilles régulières	76
5.3.2	Modèles généraux	78
5.3.3	Environnements urbains informés	79
5.4	Conclusion	80
6	Simulation de l'évacuation d'une foule en cas de panique	81
6.1	Introduction	81
6.2	Travaux relatifs	82
6.2.1	Animation comportementale	82
6.2.2	Animation et simulation de foule	82
6.3	Recherche en panique	84
6.3.1	Situations normales	84
6.3.2	Situations de panique	84
6.4	Notre modèle de foule	85
6.4.1	Les informations de la foule	85
6.4.2	Mouvement de la foule	86
6.5	Structure de notre système	87
6.5.1	Modélisation de la scène	89
6.5.2	Initialisation de la scène	89
6.5.3	L'animation	90
6.6	Simulation de l'évacuation	96
6.6.1	La sortie moins encombrée	96
6.6.2	La sortie la plus proche	97
6.6.3	La sortie guidée	98
6.7	Analyse des résultats	98
6.8	Conclusion	101
7	Evitement de collision avec règles de priorités	102
7.1	Introduction	102
7.2	Travaux relatifs	102
7.3	Le problème de la recherche de chemin	104
7.4	L'algorithme A*	105
7.5	Structure générale du système	106
7.5.1	Modélisation de la scène	106
7.5.2	Discrétisation	106
7.5.3	Recherche de chemin	107
7.5.4	Prévision de collision	108
7.5.5	Evitement de collision	108
7.6	Comportements d'évitement	110

7.6.1	Croisement de groupes	113
7.6.2	Goulots d'étranglements	113
7.6.3	S'aligner dans les deux sens	113
7.6.4	Cas des passages étroits	114
7.7	Résultats et discussions	114
7.8	Conclusion	117
	Conclusion générale	118
	Bibliographie	120

الخلاصة

تسعى الصورة السلوكية إلى تقديم نماذج وأدوات تسمح بخلق كيانات افتراضية شبه مستقلة. تتفاعل هذه الكيانات مع بيئتها وتعمل على فهمها قصد استغلالها في سبيل اصطناع تصرفات تتلاءم مع مكونات هذه البيئة من جماد وكائنات بصفة طبيعية يجب أن تكون أقرب إلى الحقيقة. والغرض من محاكاة الإنسان لهذا الميدان هو حديث جدا في مجالات البحث المعلوماتية. ويسعى هذا المجال إلى توليد الحركات والسلوكيات بصفة أقرب للحقيقة تسمح لعدد كبير من الأفراد التفاعل فيما بينها إضافة إلى التفاعل مع محيطها. تهتم هذه الأطروحة بتحديد وتنفيذ نموذج جديد يسمح بتوفير بيئة افتراضية متكاملة تستمد عملها انطلاقا من عوامل إنسانية حقيقية، يمكن استغلاله في عدة أنواع من التطبيقات. تتمثل هذه التطبيقات في الدراسات الاجتماعية، التهيئة العمرانية، تهيئة مشاريع النقل الجماعي، أو تهيئة الأماكن العمومية...

يهدف هذا المجال البحثي ضمن ما يهدف إليه إلى دراسة التدفقات البشرية في التجمعات العمومية إضافة إلى تسيير حالات الذعر والهلع في التجمعات العمومية أو وسائل النقل، قصد السيطرة و التحكم في هذه الوضعية. و تسمح هذه الدراسة فهم الأنظمة التفاعلية ضمن هذه الحالات قصد تنظيم التجمعات العمومية إضافة إلى تنظيم عمليات إجلاء الجماهير في مثل هذه البيئة.

من المنظور التقني البحث، يترتب عن هذا البحث عن أفضل سبيل للمضي بين نقطتين و هذا باستغلال عدد من خوارزميات البحث عن السبل. و تناقش في إطار هذا العمل بالتفصيل طرق إيجاد وسائل تفادي الاصطدامات بين عناصر التي تكون التجمعات العمومية و ذلك ضمن استغلال لبعض العناصر الاجتماعية المتعلقة بالسلوكيات .

Résumé

L'animation comportementale cherche à offrir des modèles et des outils permettant la création d'entités virtuelles autonomes. Ces entités perçoivent leur environnement, agissent sur ce dernier et surtout prennent d'elles-mêmes des décisions en rapport avec la situation perçue dans le but d'exhiber un comportement cohérent proche de l'organisme vivant simulé.

La simulation de foules humaines virtuelles est un sujet très récent dans la recherche en infographie, il a pour but de générer facilement les mouvements, les actions ainsi que les comportements d'un grand nombre d'individus. Cette thèse se propose à spécifier et implémenter un modèle pour la gestion des foules d'agents humains virtuels pouvant trouver utilité dans plusieurs types d'applications. Différentes disciplines se sont intéressées à l'étude et à la simulation de foule (études sociologique des situations de panique à l'occasion de catastrophes, peuplement d'environnement virtuel dans des applications de conception architecturale ou d'aménagement urbain. Ceci en offrant à l'animateur un moyen facile de programmer des foules et d'agir sur celles-ci interactivement (visite d'un musée par exemple), de décrire les mouvements de foule pour étudier les flux de personnes durant une simulation (situation de panique dans un bâtiment, par exemple), et donner de l'intelligence et de l'autonomie aux foules pour obtenir des agents de la vie artificielle.

Dans ce travail, nous avons présenté un modèle permettant d'étudier la simulation des foules avec différents types de commande: autonome (comportements basés règles), guidé (commande interactive) tout en essayant de proposer un mécanisme permettant de tirer profit des avantages des deux approches en les combinant. Ceci dans le but de simuler l'évacuation d'une foule de personnes dans un environnement complexe, tel qu'un supermarché par exemple.

Durant le mouvement d'une foule, les agents suivent des chemins différents, ceci implique une recherche de chemin optimum pour se déplacer entre deux points. Pour cela les algorithmes de recherche de chemin (path-finding) et les méthodes d'évitement de collisions seront discutés plus en détail dans ce travail.

Afin de résoudre le problème d'évitement de collision dans un environnement dynamique, des règles de priorités sont également intégrées au comportement des agents.

Mots clefs : Animation comportementale, navigation, planification de chemin, évitement de collision, simulation de panique

Abstract

Behavioural animation seeks to offer models and tools allowing the creation of autonomous virtual entities. These entities perceive their environment, act on this last and especially take themselves of the decisions in connection with the situation perceived with an aim of exhibition a coherent behaviour near to the simulated living organism. The simulation of virtual human crowd is a very recent subject in research in computer graphics, and the purpose is to generate easily the movements; action is behaviours of a great number of individuals. This thesis relates to the specification and the implementation of a model necessary for the management of crowd of virtual human agents in several types of applications. There are several types of applications of simulation of crowd such as populating a virtual environment, by ensuring the organizer a means easy to program crowd (for example visit a museum), to describe the ways in the crowd to study flows of people during a simulation (for example, situation of panic in a building), and to give intelligence and autonomy to crowd to obtain automatically animated agents. We will present a model to study the simulation of crowd with various types of order: autonomous (behaviours based rules), guided (interactive order) and we try to combine these two types in order to simulate the evacuation of a crowd of people in a complex environment, in a building such as a supermarket for example. During the movement of a crowd, the agents follow different ways; this implies an optimum search for way to move between two points. The algorithms of search for path (path finding) and the methods of collision avoidance will be discussed more in detail in this work. In order to solve the problem of collision avoidance in a dynamic environment, priority rules are given to the agents and to the behaviours.

Key words: Behavioural animation, navigation, path planning, collision avoidance, panic simulation