

Modélisation d'une foule d'utilisateurs du métro parisien

La modélisation informatique de phénomènes du réel est un sujet qui m'intéresse particulièrement et que je souhaite approfondir. Je m'interroge également sur l'importance et l'efficacité des choix architecturaux faits lors de la construction des stations du métro parisien que j'emprunte quotidiennement.

L'étude des foules en mouvement trouve aujourd'hui son utilité dans de nombreux domaines, notamment dans l'optimisation et la sécurisation d'infrastructures très fréquentées. Les transports en commun font aujourd'hui partie intégrante des grandes villes et la croissance démographique à laquelle celles-ci font face soulève de nombreuses questions d'affluence et de sécurité.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- ZABIÉGO Hugo

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- INFORMATIQUE (*Informatique pratique*)

- MATHÉMATIQUES (*Mathématiques Appliquées*)

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

Modélisation de Foule *Crowd Simulation*

Anticipation *Anticipation*

Interactions de groupe *Group interactions*

Comportement collectif *Collective behaviour*

Évitement d'obstacles *Obstacle avoidance*

Bibliographie commentée

L'étude des foules intéresse les scientifiques depuis de nombreuses années. Un des premiers modèles informatique, publié par Craig Reynolds [1] en 1987, modélise une volée d'oiseaux, dans laquelle chaque agent adapte sa vitesse et sa trajectoire en fonction de ses voisins proches. Cependant, ce modèle simple ne permet pas de représenter de manière réaliste une foule d'humains dans certaines situations, notamment l'évacuation d'un bâtiment, c'est ainsi que de nouveaux modèles ont été établis, comme celui de Bertrand Maury [2]. Celui-ci représente un groupe d'humains à l'aide de disques, en leur attribuant une vitesse propre à chacun. Le déplacement de chaque agent est calculé individuellement selon des lois précises. Le premier modèle spécifiquement créé pour l'évitement d'obstacle nous vient de Helbing and Molnár en 1995 [3]. Dans ce document [4], Wouter van Toll présente le modèle de force sociale de Helbing

et ses lois fondamentales : Chaque agent a une destination propre et souhaite s'y rendre de manière confortable (sans détour, vitesse stable, pas de collision). Sa trajectoire est influencée par sa proximité avec les autres agents et aux murs. Ce qui se traduit par des forces de répulsion influant sur le mouvement. Il détaille également le principe de vitesse d'évitement : il s'agit de donner aux agents la possibilité d'adapter leur vitesse en fonction de la densité de foule à laquelle ils sont confrontés. Cette technique de fluidification, présente chez Craig Reynolds [1] permet d'améliorer la fluidité de l'évacuation en limitant les blocages entre agents. Enfin, Wouter van Toll [4] décrit un modèle d'évitement d'obstacles, les agents ont ainsi tendance à changer leur trajectoire en fonction des obstacles qu'ils rencontrent. Cette stratégie est également adoptée par Bertrand Maury [2] dans son modèle dont nous nous inspirerons dans notre travail.

Problématique retenue

Quelles sont les lois essentielles qui permettent de décrire le mouvement d'une foule à l'échelle de l'individu ? Comment implémenter une telle modélisation afin de vérifier la cohérence architecturale de lieux très fréquentés ?

Objectifs du TIPE du candidat

- Modélisation : créer un modèle simple de mouvement de foule permettant d'observer son comportement notamment lors de l'évacuation d'un lieu clos.
- Amélioration : améliorer le modèle en y ajoutant des contraintes réalistes.
- Applications : tester l'algorithme obtenu pour juger de l'efficacité des choix d'agencement de certains lieux très fréquentés.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

[1] CRAIG REYNOLDS : Flocks, herds, and schools : A distributed behavioral model :

<https://team.inria.fr/imagine/files/2014/10/flocks-hers-and-schools.pdf>

[2] BERTRAND MAURY : A discrete contact model for crowd motion : <https://arxiv.org/pdf/0901.0984.pdf>

[3] DIRK HELBIN : Social force model for pedestrian dynamics : <https://arxiv.org/pdf/cond-mat/9805244.pdf>

[4] WOUTER VAN TOLL : Algorithms for microscopic crowd simulation : Advancements in the 2010s : <https://hal.inria.fr/hal-03197198/document>