

Simulation de déplacements piétons dans les travaux d'ATN



Vladimir Koltchanov, ATN
v.koltchanov@atn-france.com

Séminaire INRETS - MSIS



Plan de la présentation



- Évolution historique des travaux de recherche et de développement d'ATN pour la simulation du comportement des piétons
- Éléments d'outil de simulation de déplacements piétons

1990 -1995



1. Simulation sur la base du concept de gestion des files d'attente
2. Utilisation d'une plateforme de modélisation/simulation de processus discrets par événements QUNAP-2
3. Applications pour dimensionnement de gares, stations métro, autres espaces public

1996 – 1997



- Appropriation des concepts d'Intelligence Collective (IC) et Système Multi – agents (SMA)
- Collaboration avec ULB (laboratoire du comportement des insectes collectifs, prof. J-L Denebourg)
- Simulation de déplacements des piétons sur les maillages hexagonales et carrés
- Développement du moteur de simulation SMA et Base de comportement de piétons. Logiciel Px4.
- Premières applications pour les grandes manifestations: Organisation Coupe du Monde 1998.

Logiciel de simulation piétons Px4

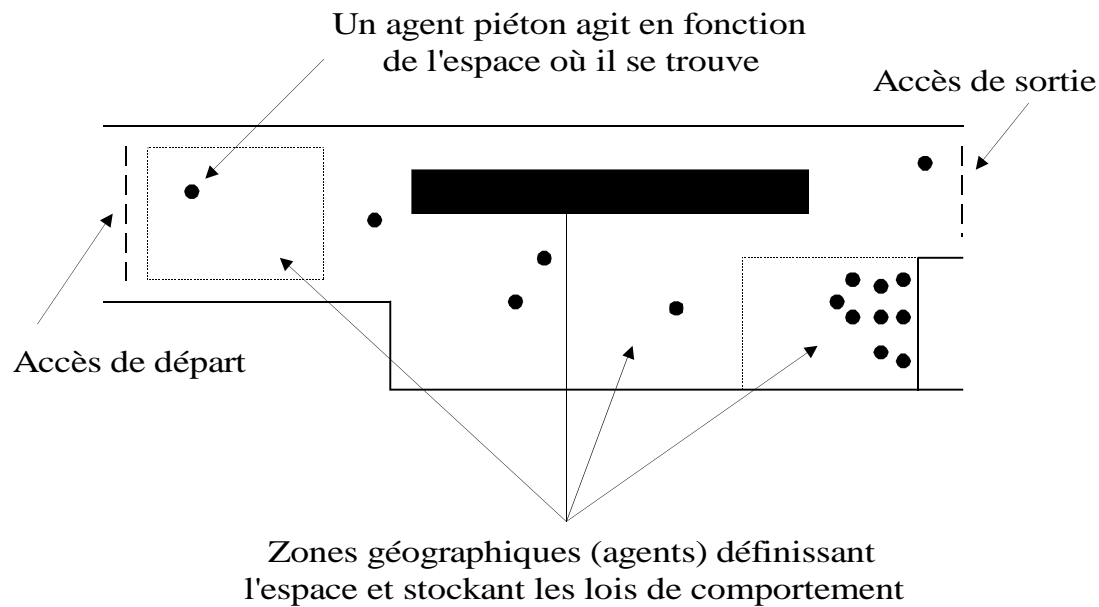
- Espace de déplacements en 2D
- Les obstacles et les murs comme les cases non-accessibles par piétons
- Comportement d'évitement des obstacles et « piéton – piétons »
- Création par chaque piéton de sa propre carte mentale de déplacement
- Éditeurs de l'environnement et de flux de déplacements dans les fichiers texte
- Animateur 2D
- Modules d'analyses statistique

1998 - 2003



- Composition d'espace de simulation en utilisant les objets fonctionnels
 - Accès,
 - Zones d'attente,
 - Zones de changement de vitesse,
 - Les contrôles,
 - Les services ...
- Simulation vectorielle de déplacements des piétons dans l'espace sur la base d'algorithmes géométriques
- Déplacements de piétons en groupes
- Choix de cheminement de piétons à partir de la liste de déplacements alternatifs
- Interactions avec autres mobiles: voitures, bus, tramways, trains, métro

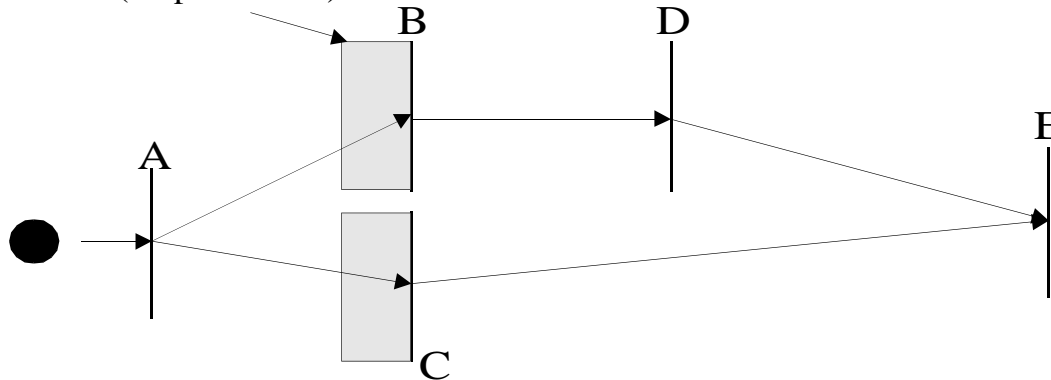
Comportement piétons dans un espace



- Les agents piétons sont générés par des flux qui sont eux-mêmes déterminés par des matrices origine/destination
- Entre l'accès d'entrée et l'accès de sortie, le piéton agit selon son propre comportement
- Les agents piétons réagissent par rapport à leur environnement

Comportement piétons pour s'orienter

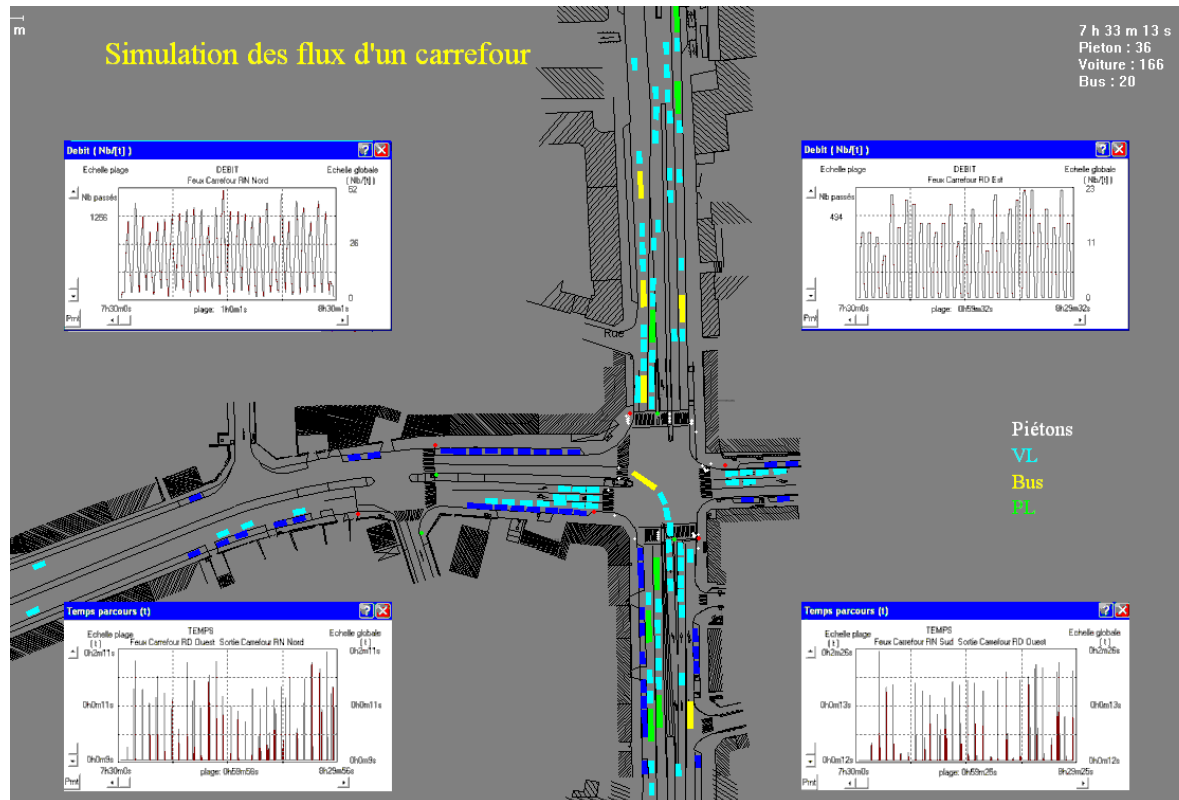
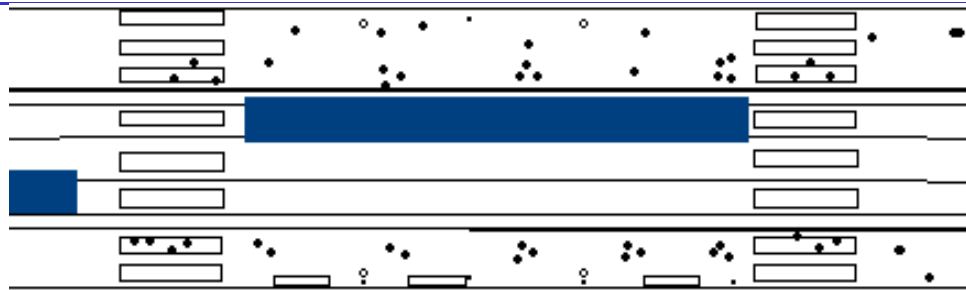
Choix en fonction de la densité
(en particulier)



Carte mentale : A puis ((B puis D) ou C) puis E

- Le piéton utilise un vecteur de déplacement vers un objectif intermédiaire qu'il aura choisit en fonction, principalement de la densité au niveau des objectifs possibles
- Une fois sa direction et son pas choisis (vecteur), le piéton vérifie qu'il ne traverse pas d'obstacle (piéton et autre)

Interactions « Piétons/Autres mobiles »



Logiciels de simulation piétons et voitures Px4/Px5

- Espace de déplacements en 2D
- Les obstacles et les murs sont les objets d'espace modifiant le comportement des piétons
- Comportement d'évitement des obstacles, « piéton – piétons », « piétons – autres mobiles »
- Éditeurs interactifs de l'environnement et de flux de déplacements des piétons et d'autres mobiles
- Animateur de déplacements des piétons et de voitures en 2D. Génération de fichiers d'échange pour l'animation en 3D
- Éditeur interactif de jauges de qualité de fonctionnement d'espace: densité, file d'attente, temps de déplacement ...

- Composition d'espace de simulation en utilisant les objets géométriques
 - Niveaux de déplacements,
 - Accès,
 - Zones d'attente,
 - Zones de changement de vitesse,
 - Les contrôles,
 - Les services ...
- Simulation vectorielle de déplacements des piétons dans l'espace sur la base d'algorithmes des forces sociales
- Choix libre de cheminements des piétons
- Modification dynamique de comportement des piétons

Concept de forces sociales ou comportementales

(1) $\frac{dx_i(t)}{dt} = v_i(t)$

(2) $m_i \frac{dv_i(t)}{dt} = f_i(t) + \xi_i(t)$

(3) $f_i(t) = m_i \frac{v_i^0(t)e_i^0(t) - v_i(t)}{\tau_i} + \sum_{(i \neq j)} f_{ij} + \sum_w f_{iw}$

Somme de forces sociales

Variation individuelle aléatoire

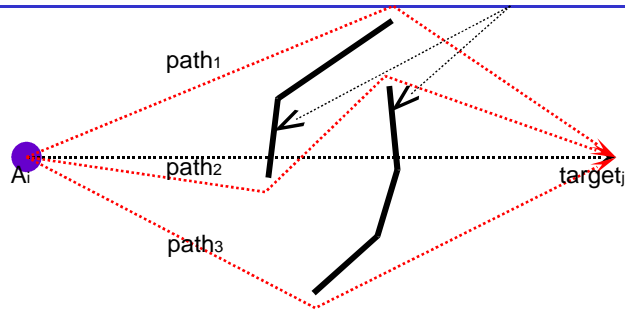
Forces de piétons

Forces de « murs »

Force individuelle

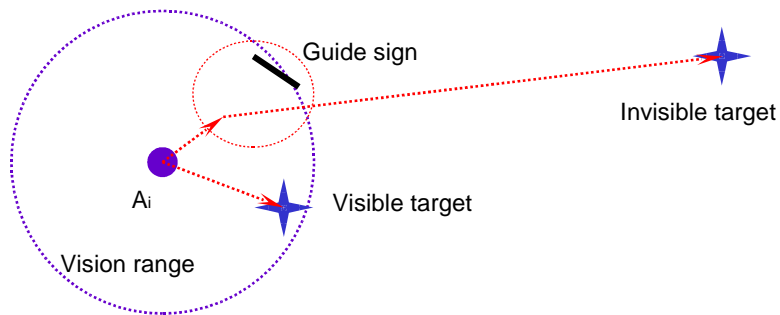
D.Helbing, I.J.Farcas, P.Molnar, T.Vicsek, Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Simulations. In: Pedestrian and Evacuation Dynamics, Springer, 2002

Comportement piétons dans un espace



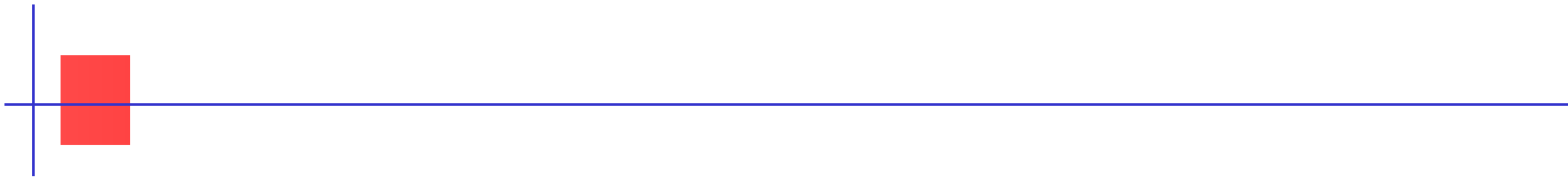
Recherche de chemin plus court

Utilisation de signes indicateurs pour les cibles pas encore connues ou invisibles



Bibliothèque de simulation piétons AnyLogic

- Composition d'espace de déplacements en 2D en utilisant les objets géométriques d'animateur AnyLogic
- Utilisation « Flowcharts » pour les commandes au niveau de description de flux
- Simulation de déplacements piétons sur plusieurs niveaux
- Différents mobiles peuvent utiliser ses propres algorithmes de déplacements
- La possibilité de combiner la bibliothèque de déplacement piétons avec la bibliothèque de simulation d'entreprises
- Gestion interactive des ressources pendant la simulation



Lancement des exemples-tests



Merci pour votre attention

Pour plus de détails sur les travaux ATN
se reporter à notre site :
www.atn-france.com