



La simulation comportementale dans les environnements virtuels

Jean-Pierre Jessel

Equipe REVA

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

Université Toulouse III Paul Sabatier

jean-pierre.jessel@irit.fr

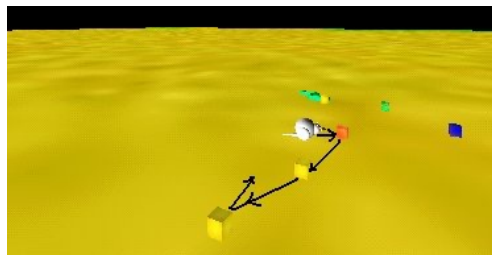
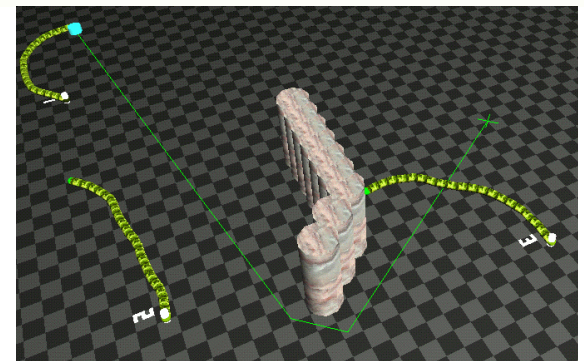
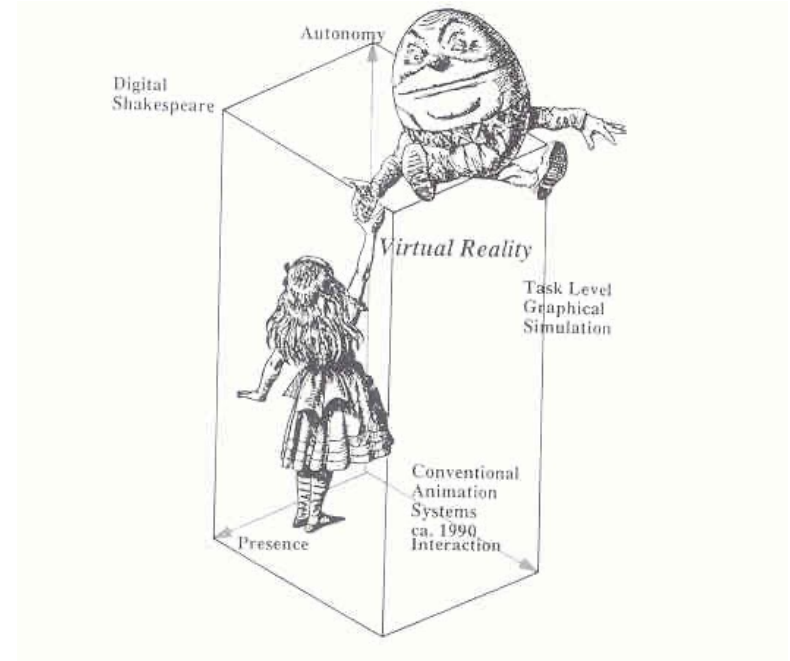
Réalité virtuelle, réalité augmentée, ...



- Réalité virtuelle : un oxymore
- Réalité augmentée : la réalité et l'ajout d'objets numériques
- Développement d'environnements / mondes virtuels
 - Immersion, stéréoscopie, interactions, haptique
 - Présence / télé présence
 - Environnements distribués multi utilisateurs
 - Objets réactifs
 - Personnages autonomes
 - Communautés virtuelles / communication

Environnements « peuplés »

- Quels type de comportements ?
 - Comportements intelligents
 - Individuels / collectifs
 - Cohérents
 - Dynamiques (évolutifs)
 - Comportements coopératifs
 - Travailler en groupe
 - Communiquer
 - Comportements en interaction avec des avatars (humains virtuels)
 - Comportements « intelligents »
 - Comportements coopératifs



Principe d'un système comportemental

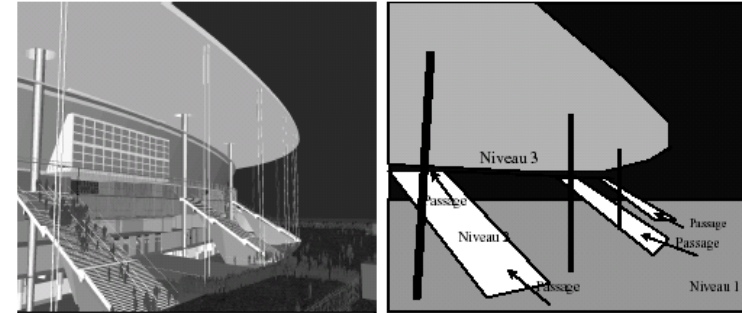
- Un modèle comportemental est un mécanisme de décision local placé
 - Dans chaque individu
 - Dans le groupe
- Chaque personnage de la simulation prend des décisions comportementales à un instant de la simulation :
 - Concernant son mouvement au pas de temps suivant (parfois par anticipation)
 - Selon son état
 - Selon l'état de l'environnement
 - De l'objectif à atteindre (local/global, individuel/collectif)

Contrôle local vs global

- Le contrôle local au niveau de l'individu
 - Un contrôle différencié de chaque individu
 - Spécialisation
 - Chaque individu contrôlera et décidera de ses actions
 - De manière autonome
 - Selon l'observation de son environnement local
- Le contrôle global au niveau de l'action du groupe
 - Les systèmes utilisant un contrôle global ne vont plus considérer l'action individuelle mais uniquement celle du groupe
 - La simulation est alors le plus souvent gérée par une entité unique
 - Cette entité, responsable de la simulation
 - Doit surveiller l'ensemble des individus
 - Doit intégrer les données les concernant de façon à leur fournir des ordres d'action
 - Ne fait pas partie de la simulation

Les personnages autonomes

- De l'individu aux foules
- Modèles
 - Macro / micro
 - Inspirés de la physique, biologie, ...
 - Informatiques
 - Basés sur l'observation
 - ...



"Stanley and Stella: Breaking the Ice" : une nuée d'oiseaux et un banc de poissons



- Nombreux acteurs : nouvelle définition des comportements
 - Pas d'attribution statique de trajectoires à chaque personnage mais :
 - un comportement connu (trajectoires) aux personnages principaux
 - des comportements individuels (obtenus lors de la simulation) aux autres acteurs.
 - Chaque individu définit ainsi son action de manière locale
 - en acquérant de l'information sur son environnement
 - en déduisant de cette information sa nouvelle position par application de lois simples :
 - éviter d'entrer en collision avec ses voisins et avec la scène,
 - réguler sa vitesse sur celle de ses voisins les plus proches,
 - rester à côté de ses voisins les plus proches.
 - Chaque règle génère la nouvelle trajectoire
 - L'intégration produit le comportement final.
 - Prémisses de l'approche de Terzopoulos et de nombreuses autres ...

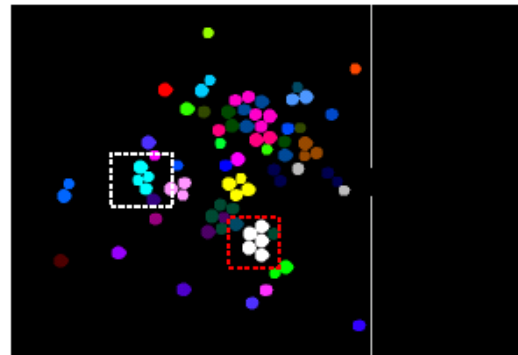
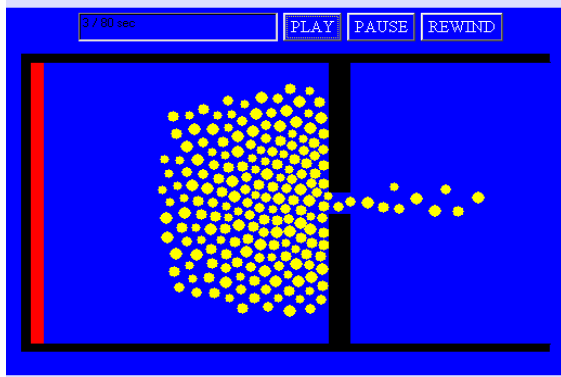
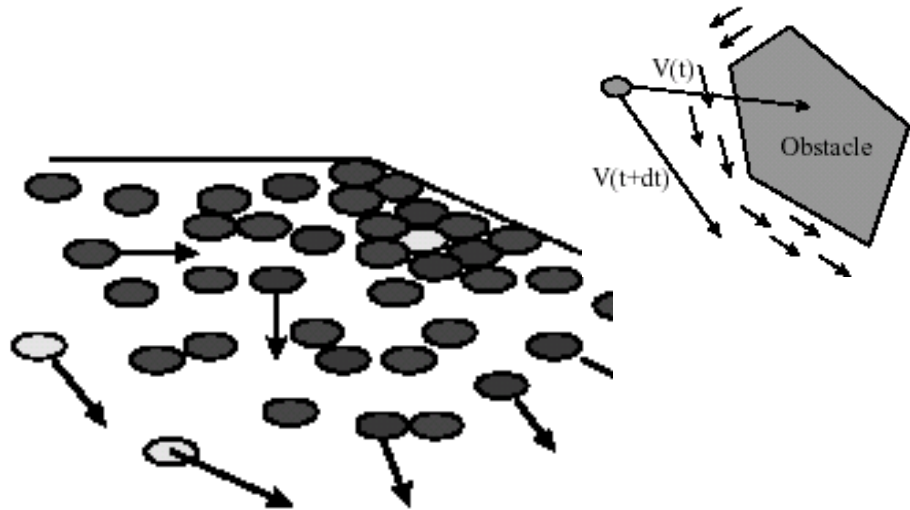


Les boids de Reynolds

- Applications dans les films
 - 1987: Stanley and Stella in: Breaking the Ice, (short)
 - 1988: Behave, (short)
 - 1989: The Little Death, (short)
 - 1992: Batman Returns, (feature)
 - 1993: Cliffhanger, (feature)
 - 1994: The Lion King, (feature)
 - 1996: From Dusk Till Dawn, (feature)
 - 1996: The Hunchback of Notre Dame, (feature)
 - 1997: Hercules, (feature)
 - 1997: Spawn, (feature)
 - 1997: Starship Troopers, (feature)
 - 1998: Mulan, (feature)
 - 1998: Antz, (feature)
 - 1998: A Bugs Life, (feature)
 - 1998: The Prince of Egypt, (feature)
 - 1999: Star Wars: Episode I--The Phantom Menace, (feature)
 - 2000: Lord of the Rings: the Fellowship of the Ring (feature)
- Et beaucoup d'autres ...

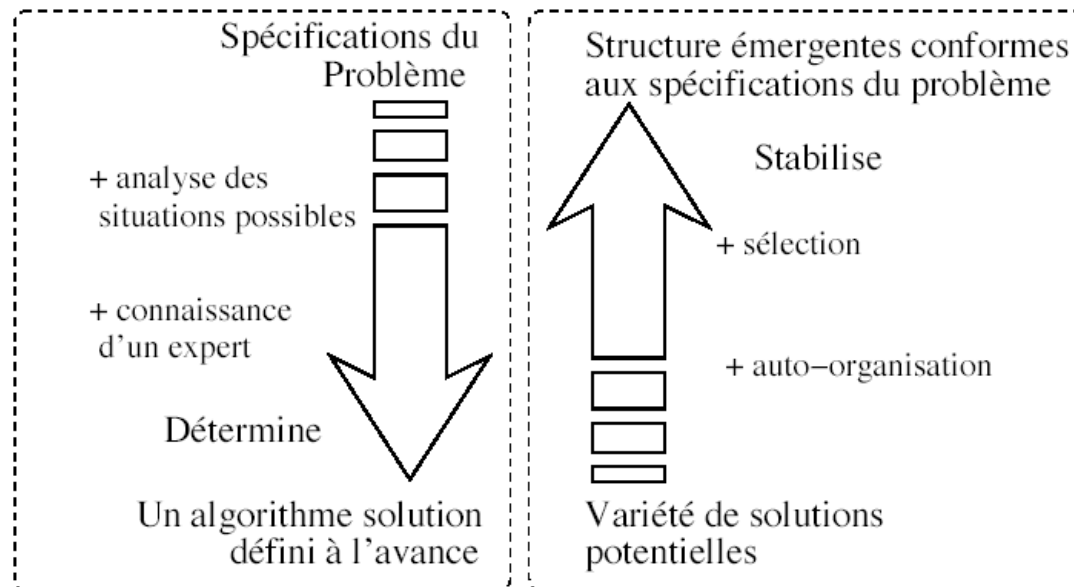
Modèles de particules

- Déplacements définis par des champs de forces
 - Force d'attraction
 - Force de contournement
 - Force de fuite
 - Force de cohésion
- Mécanique des fluides



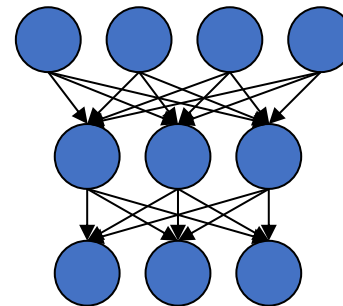
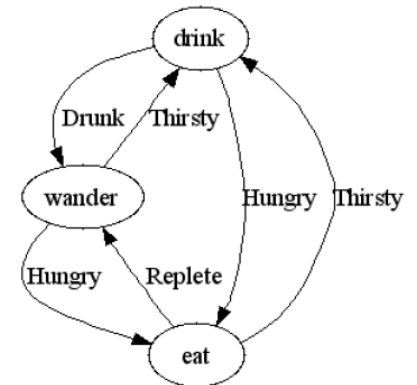
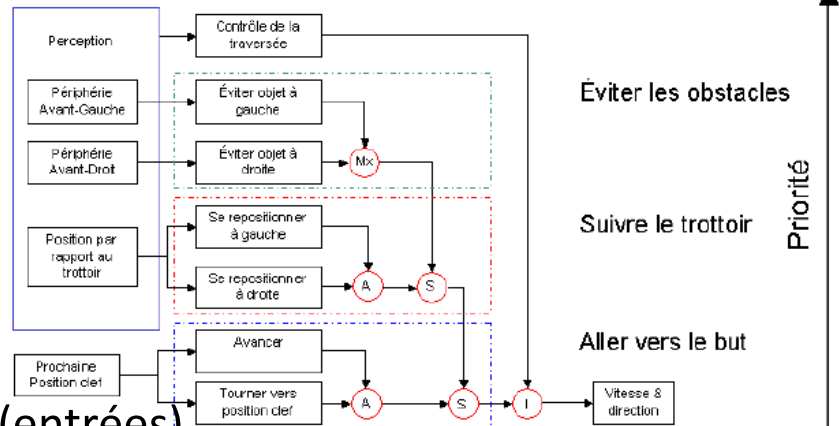
Simulation comportementale

- Modèles informatiques
 - Scripts, subsomption, arbres de décision
 - Automates à états finis (et parallèles)
 - Réseaux de neurones, systèmes experts
 - Algorithmes génétiques, programmation génétique
 - Systèmes de classeurs
 - Réseaux de régulation génétique



Approches descendantes

- Architecture de subsomption
- Automate à état fini
 - Etat, transitions, entrée, sortie
 - Hiérarchique, parallèle, flou
- Réseaux de neurones
 - Pour chaque neurone : sortie = $f(\text{entrées})$,
 - Paramètres : nombre de couches, topologie de connections, poids, ...
 - Apprentissage supervisé / non
- Systèmes expert
 - Bases connaissances, faits
 - Règles, moteurs d'inférence
- Arbres de décision
- ...



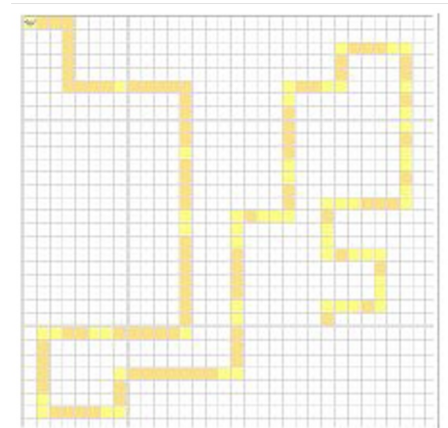
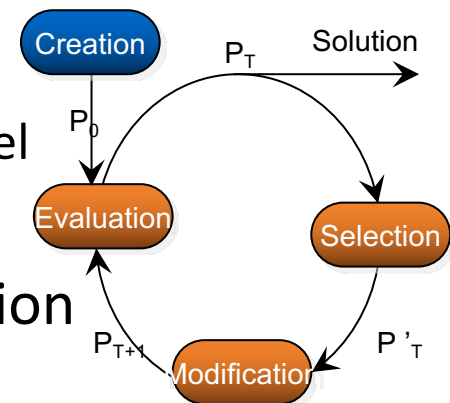
Approches ascendantes (évolutionnistes)

- Algorithmes Génétiques

- Chaque individu est constitué de chromosomes qui déterminent son comportement
- Individu évalué à l'aide d'une fonction de fitness
- Les chromosomes codent le comportement individuel
- Individus créés à partir de règles non déterministes

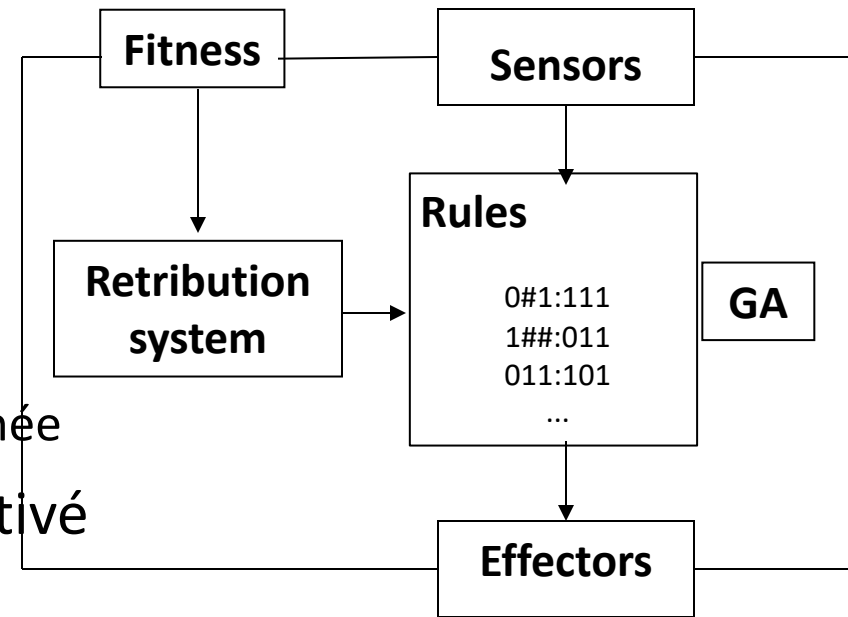
- La programmation génétique est une instantiation des algorithmes génétiques

- GA : population de solutions, PG : population des programmes
 - Génération automatique de programmes
 - Génération automatique de comportements (programmes exécutables)



Systemes de classeurs

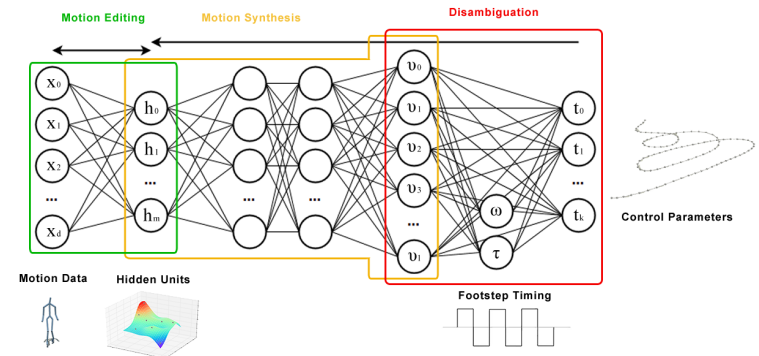
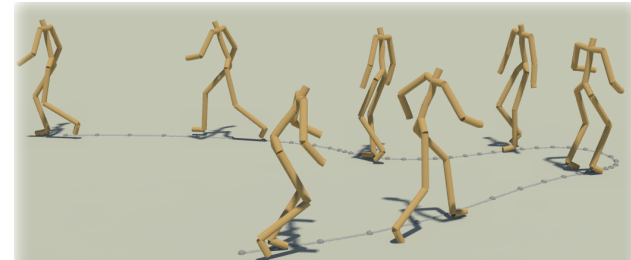
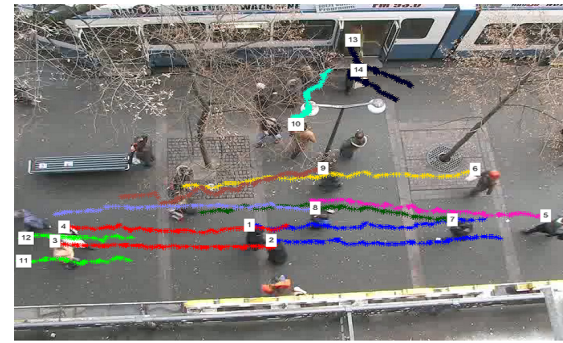
- Codage des informations de l'environnement
 - Messages entrants
- Sélection du classeur
 - Pré sélection
 - Liste des messages
 - Sélection
- Activation du comportement
 - Partie action de la règle sélectionnée
- Rétribution du classificateur activé
 - Forcer la mise à jour
- Créer de nouvelles règles grâce à un algorithme génétique
 - Croisement et mutation



Apprentissage machine



- Capture de mouvements
 - Individus, groupes, foules
- Analyses de trajectoires
 - Identification, suivi, continuité
 - Segmentation / regroupement
- Apprentissage
 - Entrainement
 - Liens mouvement/causes/buts
 - Produire des mouvements à partir :
de la scène, du contrôle / des buts



A suivre ...