

Projet IA

Simulation de cohabitation d'agents autonomes

Présentation de l'univers

L'univers est une grille en 2 dimensions de 100x100 cellules. Dans cet univers, 3 espèces cohabitent : les Elfes, les Trolls et les Mages.

Ces espèces partagent un certain nombre de propriétés communes :

- ❖ La force : permet de définir la force de frappe d'un individu lors d'un combat.
- ❖ La résistance : permet de définir les points de vie d'un individu lors d'un combat.
- ❖ Le sexe
- ❖ L'agressivité : permet de déterminer si l'individu agressera son voisin s'il est d'une espèce étrangère
- ❖ Le charisme : permet de déterminer si l'individu se reproduira avec son voisin s'il est de la même espèce et de sexe opposé.
- ❖ La vie : permet de définir la longévité de l'individu. Il meurt lorsque cette propriété passe à 0.
- ❖ La mobilité : permet de définir le nombre de cases parcourues par un individu. Cette propriété est par défaut à 1 pour tout le monde.
- ❖ Le cerveau : centre décisionnel de l'individu qui sera détaillé plus loin.
- ❖ Le pattern : définit l'aspect visuel de l'individu.
- ❖ Le cri : définit le son émit par l'individu.
- ❖ La faculté : permet de définir si l'individu utilise l'ouïe ou la vue pour reconnaître les individus alentours.

Mais chaque espèce a chacune également une propriété unique :

- ❖ Les elfes ont la propriété Vol.
- ❖ Les trolls ont la propriété Couleur.
- ❖ Les mages ont la propriété Puissance.

Ces trois propriétés uniques permettent de définir le niveau d'évolution de chaque espèce.

Visuellement, les elfes apparaissent en bleu, et deviennent bleu très clair lorsqu'ils sont évolués. Les trolls apparaissent en vert, et deviennent marron lorsqu'ils sont évolués. Et les mages apparaissent en rouges, et deviennent roses lorsqu'ils sont évolués. Enfin, peu importe l'espèce et le degré d'évolution, les individus de sexe féminin apparaissent de la même couleur que les individus de sexe masculin mais en légèrement plus clair.

Règles de gestion

Déplacement

A chaque tour, la grille entière est parcourue, et chaque individu trouvé est déplacé dans une direction aléatoire du nombre de cases définit par sa propriété Mobilité. Une fois le déplacement effectué, un attribut particulier est modifié pour s'assurer que si on retombe sur cet individu le même tour, celui-ci ne soit pas déplacé à nouveau.

Si l'individu se trouve le bord de la grille et que la direction aléatoirement choisie lui dit de se déplacer hors de la grille, alors l'individu ne bougera pas. Par contre, si l'individu se trouve à côté d'un autre individu et que la direction aléatoirement choisie lui dit de se déplacer sur cet individu, alors la reconnaissance est appliquée, et en fonction du résultat, les règles de combat ou de reproduction entrent en jeu. La reconnaissance sera détaillée plus loin dans ce rapport.

Combat

L'algorithme de combat se déclenche lorsqu'un individu se déplace sur une case occupée par un individu reconnu comme étant d'une espèce différente.

Dans ce cas-là, le système regarde la propriété Aggressivité des deux individus, et si l'un des deux a une agressivité supérieure à un certain seuil, alors un combat se lance. Par défaut, ce seuil est défini à 10. Mais il peut être modifié via le slider associé.

Un combat se déroule comme suit. A chaque tour, la propriété Résistance des deux individus est diminuée de la valeur de la propriété Force de son adversaire. Le combat ne s'arrête que lorsque l'un des deux, ou les deux, voit sa résistance tomber à 0.

Ainsi, il peut y avoir 3 issues possibles à un combat :

- ❖ L'attaquant (individu qui a bougé) gagne le combat : le défenseur est supprimé, et l'attaquant prend sa place.
- ❖ Le défenseur gagne le combat : l'attaquant est supprimé, et le défenseur ne bouge pas de sa place.
- ❖ Les deux meurent : l'attaquant et le défenseur sont supprimés.

Reproduction

L'algorithme de reproduction se déclenche lorsqu'un individu se déplace sur une case occupée par un individu reconnu comme étant de la même espèce mais de sexe opposé.

Dans ce cas-là, le système regarde la propriété Charisme des deux individus. Si la somme de leur charisme dépasse un certain seuil, alors la reproduction se lance. Par défaut, ce seuil est défini à 20. Mais il peut être modifié via le slider associé.

La reproduction se déroule comme suit. Dans un premier temps, le système vérifie qu'il y a de la place autour du lieu de la reproduction, pour être sûr que l'enfant pourra apparaître. Sinon, la reproduction s'arrête, et rien ne se passe. Ensuite, le système vérifie que la reconnaissance ne s'est

pas trompée. C'est-à-dire que si en réalité les deux individus sont d'espèces différentes, alors la reproduction n'a pas lieu. Cependant, cela n'affecte pas la base de connaissance de l'individu qui s'est trompé. Si aucune erreur n'a été commise, un nouvel individu est créé. Ensuite, cet individu se voit recevoir, pour chacune de ses propriétés, aléatoirement la valeur de son père ou de sa mère, y compris pour les propriétés propres aux espèces. Enfin, chacune de ses propriétés se voit attribuer un malus ou un bonus de 10, ou rien du tout, aléatoirement. C'est une partie de la mutation. Pour ce qui est de l'héritage du cerveau, du cri et de l'aspect visuel, cela sera abordé dans la partie consacrée au perceptron.

Une fois le nouvel individu créé et ses propriétés affectées, il est ajouté dans une des cases adjacentes de l'endroit où s'est déroulée la reproduction.

Notion d'individu évolué

Lorsque la propriété propre à l'espèce d'un individu dépasse un certain seuil, cet individu est alors classé comme étant évolué. Cette évolution lui permet de recevoir un bonus en force, en résistance et en charisme, et donc de survivre plus facilement dans l'univers.

Le perceptron

Le cerveau de chaque individu est composé d'un réseau de neurone appelé perceptron. Ce réseau permet de reconnaître les propriétés Pattern ou Cri d'un autre individu grâce à une base de connaissance.

Un perceptron contient ainsi deux bases de connaissance : une pour la vue et une pour l'ouïe. Ces deux bases seront utilisées pour reconnaître respectivement le Pattern ou le Cri d'un individu, et pourront être alimentées par l'auto-apprentissage.

Initialisation du perceptron

A la création du perceptron, ses bases de connaissance sont alimentées. A l'origine, ces bases sont respectivement constituées de trois patterns et de trois cris, ceux de base pour chaque espèce. A chaque entrée des bases est associé une grille ou un tableau unidimensionnel (selon si c'est un pattern ou un cri) de booléens contenant les mêmes valeurs que le pattern ou le cri associé.

Principe des patterns

Les patterns, qui rappelons-le définissent l'aspect visuel d'un individu, sont représentés par une grille de 5x5 de booléens. Les patterns de base sont représentés comme suit :

❖ Elfe

X	X	X	X	X
X				
X	X	X		
X				
X	X	X	X	X

❖ Troll

X	X	X	X	X
		X		
		X		
		X		
		X		

❖ Mage

X				X
X	X		X	X
X		X		X
X				X
X				X

Chaque individu dispose d'un pattern en fonction de son espèce.

Principe des cris

Les cris servent à identifier chaque espèce auditivement. Un cri est composé d'une liste de phonèmes parmi 15 retenus (ou inventés) arbitrairement :

- ❖ A
- ❖ HA
- ❖ GR
- ❖ EU
- ❖ WOU
- ❖ CH
- ❖ O
- ❖ U
- ❖ I
- ❖ R
- ❖ OU
- ❖ HE
- ❖ M
- ❖ K
- ❖ L

De base, les cris ont été définis comme tel :

- ❖ Elfe : HA + A
- ❖ Troll : GR + EU
- ❖ Mage : WOU + CH

Chaque individu dispose d'un cri spécifique à son espèce.

Enfin, pour être lu par le perceptron, ces listes de phonèmes sont transformées en un tableau de booléen unidimensionnel, selon cette correspondance :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	CH	GR	EU	HA	WOU	O	U	I	R	OU	HE	M	L	K

Ainsi, par exemple, le cri de base d'un elfe sera codé : 1000100000000000.

Algorithme de reconnaissance

Pour effectuer la reconnaissance, un perceptron a besoin de 4 choses :

- ❖ Le pattern de l'individu à reconnaître
- ❖ Le cri de l'individu à reconnaître
- ❖ La faculté à utiliser pour effectuer la reconnaissance
- ❖ Un taux de perception

Le perceptron va ensuite regarder quelle faculté utiliser pour reconnaître l'individu, puis lancer l'algorithme de reconnaissance soit du pattern, soit du cri, en fonction. Cet algorithme, que ce soit pour un cri ou pour un pattern, est le même. Il consiste à modifier le potentiel d'action de chaque

entrée de la base de connaissance utilisée (cris ou patterns) avec les valeurs du cri ou du pattern à reconnaître. Le cri ou le pattern alors reconnu est celui qui a le plus haut potentiel d'action.

Calcul du potentiel d'action

Le calcul du potentiel d'action d'une entrée se fait en 2 étapes. Tout d'abord, on calcule la somme pondérée de cette entrée, en faisant la somme du produit de la valeur de l'entrée à reconnaître par le poids de l'entrée de la base de connaissance correspondant à un index donné.

Par exemple, prenons des patterns simplifiés :

❖ Base de connaissance :

Pattern 1 :

1	0
0	1

Matrice de poids associés (P1) :

1	0
0	1

Pattern 2 :

0	1
1	0

Matrice de poids associés (P2) :

0	1
1	0

❖ Entrée à reconnaître :

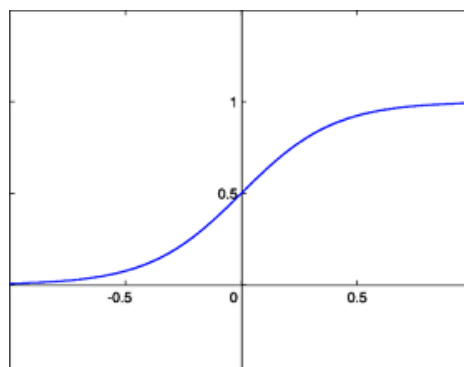
1	0
0	1

❖ Calcul des sommes pondérées

Pattern 1 : $SP1 = 1 \times 1 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 1 \times 1 = 2$

Pattern 2 : $SP2 = 1 \times 0 + 0 \times 1 + 0 \times 1 + 1 \times 0 = 0$

Une fois les sommes pondérées calculées, le potentiel d'action se calcule en faisant passer la somme pondérée dans une fonction dite de transfert. Dans notre cas, la fonction choisie est une fonction sigmoïde de la forme $A = 1 / (1 + e^{-X})$, où A est le potentiel d'action et X la somme pondérée. Cette fonction, comprise sur l'ensemble des réels, renvoie des valeurs comprises entre 0 et 1. Par ailleurs, pour une entrée nulle, elle renvoie 0,5. Dans notre cas, les sommes pondérées sont toujours positives, ce qui signifie que cette fonction nous renverra des valeurs comprises entre 0,5 et 1.



Ainsi dans notre exemple,

Pattern 1 : $PA1 = 1 / (1 + e^{(-2)}) = 0.88$

Pattern 2 : $PA2 = 1 / (1 + e^{(-0)}) = 0.5$

Le pattern reconnu est donc le pattern 1, puisqu'il a le potentiel d'action le plus élevé.

Rôle du taux de perception

Le taux de perception est là pour simuler la notion de distance. Il est compris entre 0 et 1, et plus l'individu à identifier est loin, plus le taux est faible.

La notion de distance est implémentée en effectuant un seuillage sur les potentiels d'action. Si le potentiel d'action ne dépasse pas un certain seuil, alors il n'est pas pris en compte, même si le pattern ou le cri a bien été identifié. Le problème se pose alors lors de l'identification d'un pattern ou d'un cri parfait. Le potentiel d'action sera dans ce cas toujours maximal, et passera donc à chaque fois le seuil. Le taux de perception est donc là pour diminuer les potentiels d'action, et ainsi donner la possibilité aux patterns et cris parfait de passer sous le seuil si le taux de perception est trop faible.

Le taux de perception est utilisé pour réduire l'influence des poids lors de la reconnaissance. Si on reprend l'exemple précédent avec un taux de perception à 0.3, pour le pattern 1 :

Pattern 1 : $SP1 = 1 \times 1 \times 0.3 + 0 \times 0 \times 0.3 + 0 \times 0 \times 0.3 + 1 \times 1 \times 0.3 = 0.6$

Ici, la somme pondérée est alors diminuée de moitié. Ceci aura pour conséquence de bien diminuer par la suite le potentiel d'action.

Pattern 1 : $PA1 = 1 / (1 + e^{(-0.6)}) = 0.64$

Si on fixe le seuil à 0.7 alors la reconnaissance ici ne fonctionnera pas, puisque le potentiel d'action du pattern 1 ne dépasse pas le seuil.

Auto-apprentissage

L'auto-apprentissage se déroule juste après la reconnaissance. Si un pattern ou un cri a été identifié correctement et qu'il passe le seuil, alors il a été reconnu, et le perceptron va pouvoir peut-être l'apprendre.

Il existe dans ce programme deux types d'apprentissage : non supervisé et supervisé.

❖ Apprentissage non supervisé

Dans ce cas-là, le perceptron ajoute à sa base de connaissance le pattern ou le cri identifié avec la signification qu'il a retenu, même si celle-ci est erronée.

❖ Apprentissage supervisé

Dans ce cas-là, le système vérifie que le perceptron a bien identifié correctement le pattern ou le cri demande. S'il s'est trompé, alors le système le corrige en ajoutant le pattern ou le cri à sa base de connaissance avec la signification réelle.

Transmission du cri et du pattern

A la création d'un nouvel individu par accouplement, ce dernier hérite aléatoirement du pattern et du cri de sa mère ou de son père.

En ce qui concerne les bases de connaissances des parents, l'enfant hérite d'un mélange des deux. Les bases de connaissance des cris des deux parents sont mélangées pour devenir celle de l'enfant, et de même pour les bases de connaissance des patterns. Cette logique se base sur la notion d'éducation de l'enfant par ses parents. Ils lui transmettent tout leur savoir.

La transmission ne s'achève cependant pas ici. Le cri et le pattern de l'enfant peut muter. Pour chacune de ces deux propriétés, une probabilité fixée à 5% mais modifiable par le slider associé existe pour qu'elle soit modifiée. Dans les deux cas, la mutation intervient en modifiant la valeur d'un booléen au hasard dans la matrice (pattern) ou le tableau unidimensionnel (cri).

Questions

- ❖ Une mutation peut-elle être un facteur déterminant pour atteindre le fitness d'une population si elle intervient massivement ?

Dans notre univers, la mutation permet l'évolution de la population. De plus, un individu évolué, comme expliqué, se voit octroyé un bonus en survie, se traduisant par un bonus en force, résistance et charisme. Il frappe donc plus fort, mais résiste aussi mieux aux coups, et en plus, sa capacité à se reproduire est améliorée. Ainsi, une population mutant massivement évolue plus rapidement, et survie alors plus facilement.

- ❖ Est-il indispensable de créer une fonction de vieillissement puis de disparition d'un individu ? Pourquoi ?

Le vieillissement de la population et la mort naturelle sont une nécessité. Sans elle, l'univers finirait par connaître un état dans lequel elle resterait figée, et aucune des populations n'évoluerait. Les seules zones actives seraient les zones de conflits inter espèces, laissant de grands espaces figés.

- ❖ Que constate-t-on sur le taux de reconnaissance des individus avec l'apprentissage supervisé ? Pourquoi ?

En utilisant l'apprentissage supervisé, les individus ne peuvent plus se tromper lors de la reconnaissance. Le taux de reconnaissance est donc fixé à 100%, et il ne peut plus y avoir de conflits intra espèce (un elfe n'en reconnaissant plus un autre à cause d'une mutation excessive du cri ou du pattern de ce dernier par exemple), ni de passivité inter espèces non souhaitées (un elfe prenant un troll pour un autre elfe par exemple).

- ❖ Si la différence de coefficient de bruitage est importante entre deux rangs sera-t-il toujours possible de reconnaître un individu d'un rang à l'autre ? (On imagine que nous sommes sur les rangs 1 et 2). Pourquoi ?

Nous allons répondre comme nous comprenons la question : si la fonction de bruitage modifie beaucoup les cris et patterns, sera-t-il possible de reconnaître un individu d'une génération à l'autre ? A cette question, nous ne pouvons répondre que tout dépend du perceptron. Cependant, la probabilité que le perceptron se trompe dans la reconnaissance sera beaucoup plus élevée, c'est évident. De base, la connaissance d'un perceptron étant limité à 3 patterns et à 3 cris, ce n'est pas suffisant pour pouvoir assurer une reconnaissance parfaite sur des patterns et cris fortement modifiés. Cependant, si le fort bruitage n'intervient qu'à un moment plus éloigné dans le temps, le perceptron aura eu le temps de remplir ses bases de connaissance de nouveaux patterns et cris. Et de ce fait, il pourra plus facilement garantir une bonne reconnaissance lors d'un bruitage important.

- ❖ Pour reconnaître une des particularités d'un individu doit-on avoir un seul perceptron pour tout l'univers ou non ? Pourquoi ? Expliquez les conséquences sur la simulation pour chacune des solutions.

Si un seul perceptron existait pour tout l'univers et que tous les individus l'utilisaient, cela voudrait dire que tout le monde partagerait la même base de connaissance. De ce fait, les individus ne seraient plus vraiment uniques. Ils auraient certes des propriétés différentes, mais ils réfléchiraient tous de la même façon, et deux individus distincts identifieraient un pattern donné de la même façon, alors que si chacun d'eux avait un perceptron propre, il se pourrait que les deux interprètent différemment ce pattern.