

# INFO8006: Project 2 - Report

Arnaud Leduc - s194003

Romain Piron - s190793

December 1, 2021

## 1 Bayes filter

- a. L'evidence pour un ghost est le résultat de l'addition:

distance ( manhattan ) entre pacman et ce ghost + une valeur choisie aléatoirement à partir de la  $\text{bin}(n,p)$  - espérance E de cette binomiale.

Afin d'exprimer le sensor model,  $P(e_t = \text{evidence} | x_t)$  où  $x_t$  est la position du ghost, on va trouver la probabilité que la  $\text{bin}(n,p)$  ait retourné la valeur k pour l'evidence donnée. Pour ce faire, ayant l'evidence et la façon dont elle est calculée, on lui soustrait la manhattan distance entre pacman et la position  $x_t$ , on lui ajoute l'espérance de la binomiale. Cela nous laisse alors avec une valeur k provenant d'une  $\text{bin}(n,p)$  ( qui prend des valeurs de 0 à n ) de variable aléatoire X qui a pris la valeur k (  $k = 0,1,\dots,n$  ) avec une probabilité:

$$\binom{n}{k} * p^k * (1-p)^{n-k}$$

. Cette probabilité correspond alors à  $P(e_t | x_t)$ .

- b. Le modèle de transition est  $P(x_t + 1 | x_t)$  où  $x_t$  est la position du ghost. C'est donc la probabilité que le ghost se trouve en  $x_t + 1$  au temps t+1 sachant que il était en  $x_t$  en t. Le paramètre est le type de ghost. Les fonctions de `getDistribution` exprime ce paramètre. Le ghost confusé a autant de chance d'aller dans une case qui le rapproche de pacman que dans une case qui l'en éloigne et donc si il est possible pour lui d'aller dans une case sachant qu'il était en  $x_t$ , alors on met 1/4 dans cette case . Pour scared et afraid, le ghost va vouloir s'éloigner de pacman. On va donc mettre dans une case adjacente accessible depuis  $x_t$  respectivement, 8/9 et 2/3, si le fait d'aller dans cette case l'éloigne de pacman. Dans le cas où il s'approche, on met 1/9 et 1/3 respectivement. Afin d'avoir des probabilités sensées et un transition model logique, on normalise en chaque  $x_t$  en divisant par la somme des probabilités mises dans la matrice( 4 maximum ) chaque probabilité ajoutée.

## 2 Implementation

- a. *Leave empty.*

## 3 Experiment

- a. L'incertitude s'accroît si aucune nouvelle evidence ne nous est donnée au fil des steps t. A l'inverse, recevoir une nouvelle observation nous permet de faire décroître cette incertitude. Pour quantifier notre incertitude, on va tenir compte du fait que si les probabilités de grandes valeurs sont localisées proches l'une de l'autre, l'incertitude est plus faible que si celles-ci étaient éparpillées sur la maze. Pour ce faire, on va donc quantifier l'incertitude en faisant:

$$1 - \sum_i P(x_i) * \left( \frac{1}{\text{manh}(P(\text{max}) \rightarrow x_i) + 1} \right)$$

où  $P(\max)$  = case contenant la probabilité la plus élevée,  $\text{manh}(x \rightarrow y)$  la manhattan distance entre  $x$  et  $y$  et  $x_i$  une case de la maze.

- b. La qualité du belief state va être exprimée comme étant la probabilité contenue dans la case de la matrice correspondant à la position réelle du ghost. Ainsi, on exprime que si cette probabilité est grande, le belief state a bien estimé la position du ghost.
- c. Les graphiques sont situés sur les pages 3,4 et 5. Ceux-ci ont été obtenus en faisant cinq fois chaque configuration sur 100 pas de temps afin de garantir une convergence. Les barres d'erreurs quant à elle représentent les valeurs maximales et minimales obtenues au cours des 5 expériences pour un pas de temps donné. On constate sur ceux-ci que l'incertitude dans le cas d'un ghost scared ou afraid a tendance à diminuer au cours du temps tandis que celle du confused est approximativement constante. Cela est observé peu importe la layout. La qualité suit le schéma inverse puisqu'elle augmente au fil des steps dans le cas scared et afraid alors qu'elle reste faible de façon constante pour le confused. La layout avec les murs amène toutefois une qualité un peu plus élevée essentiellement dans les cas afraid et confused.
- d. Des fonctions `getDistribution`, on en retire que le ghost scared aura tendance à s'éloigner de Pacman 4\* plus que le ghost afraid. Confused lui n'a pas de réelle condition, il se déplace avec la même probabilité dans une case ou une autre. L'impact sur le transition model ( et donc le belief state ) est que le ghost scared permet de diminuer plus l'incertitude sur la position du ghost puisque il y a de grandes chances qu'il se soit déplacé vers la case l'éloignant de pacman. Confused lui fait qu'on doit envisager plus de chemins possibles puisque à chaque étape, il peut s'être rendu dans toutes les cases accessibles avec la même probabilité. Afraid se comporte comme scared mais lève moins d'incertitude que ce dernier. Les murs sont également influents sur le belief state puisque les ghost ne peuvent se rendre dans une case où il y a un mur. Du coup, cela limite à trois ( ou moins si + qu'un mur autour du ghost ), le nombre de possibilités de déplacement du ghost à partir d'une case. Cette notion de mur couplée aux probabilités de se rendre dans une case adjacente permet d'avoir une probabilité augmentée de la position du ghost. En définitive, le fait d'avoir un ghost scared dans la layout "walls" entraîne moins d'incertitude que un ghost confused dans la layout classique. Cela peut être facilement observé sur les graphiques où l'incertitude du ghost confused est pratiquement constante, celle de afraid diminue approximativement linéairement au fil du temps mais de façon moindre par rapport à scared. L'incertitude dans le cas de la layout avec les murs permet prendre des valeurs moins variables.
- e. La variance correspond à la dispersion des valeurs d'une probabilité. De ce fait, plus la variance va être élevée et plus la quantité de valeur que peut prendre la binomiale utilisée dans la création de l'évidence est grande. De ce fait, evidence aura tendance à être moins précise et entraîner une incertitude plus élevée. `Binom.rvs` choisit une valeur aléatoire comme résultat de la binomiale et le fait d'avoir la possibilité d'en obtenir une valeur dans un intervalle plus large entraîne une evidence d'avantage bruitée. Le belief state aura alors une incertitude diminuant moins vite.
- f. Nous sommes limités à trois informations : la position actuelle de Pacman, l'ensemble des actions légales et le belief state actuel. Tout d'abord, nous nous concentrons sur un fantôme et cherchons les coordonnées de la case contenant la plus haute probabilité de présence du fantôme dans le belief state actuel. Ensuite, nous calculons les distances réelles (en tenant compte des murs, ce que ne fait pas la Manhattan distance) entre chaque position de Pacman après avoir effectué une action possible dans le state où il était et la case contenant la probabilité la plus élevée de présence du ghost. Nous retournons alors l'action minimisant cette distance. Une fois le premier fantôme attrapé, on effectue la même chose pour les suivants. Il aurait également pu être possible d'utiliser l'algorithme A\* en calculant le chemin entre Pacman et la case de probabilité la plus élevée et on prendrait la première action pour réaliser ce chemin. Pour calculer les distances réelles d'une position de pacman, on crée une matrice contenant dans chaque case la distance de Pacman à cette case grâce à l'utilisation d'une file contenant les cellules de la matrice qu'on a visitées mais dont on a pas encore visité les voisins . On choisira alors la case appropriée quand on connaîtra la probabilité maximum. ( inspiré de bfs )
- g. Voir fichier `pacmanagent.py` .

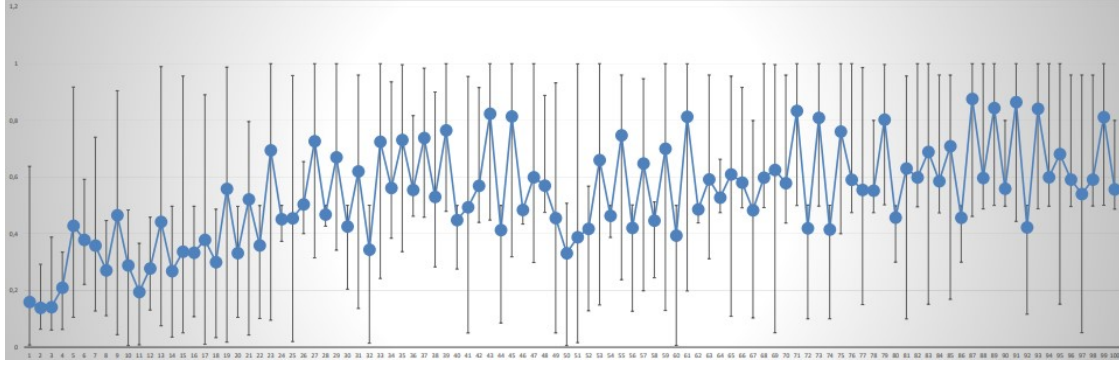


Figure 1: Qualité du ghost scared, layout normale

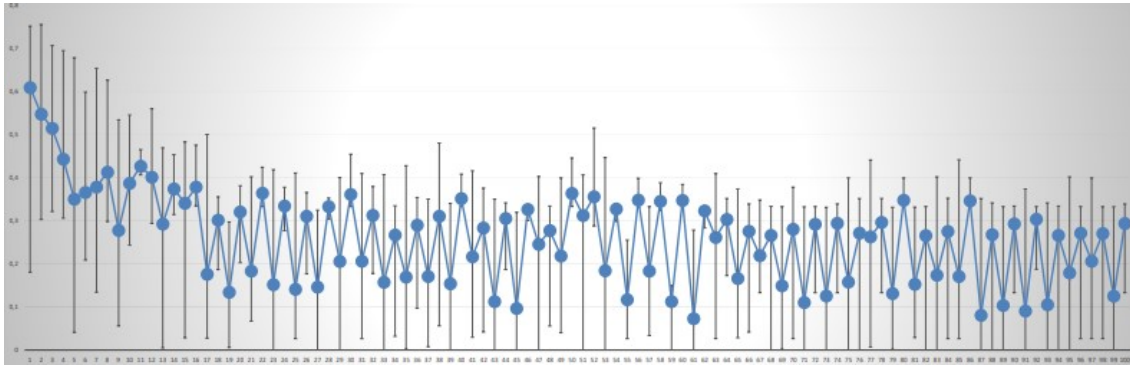


Figure 2: Incertitude du ghost scared, layout normal

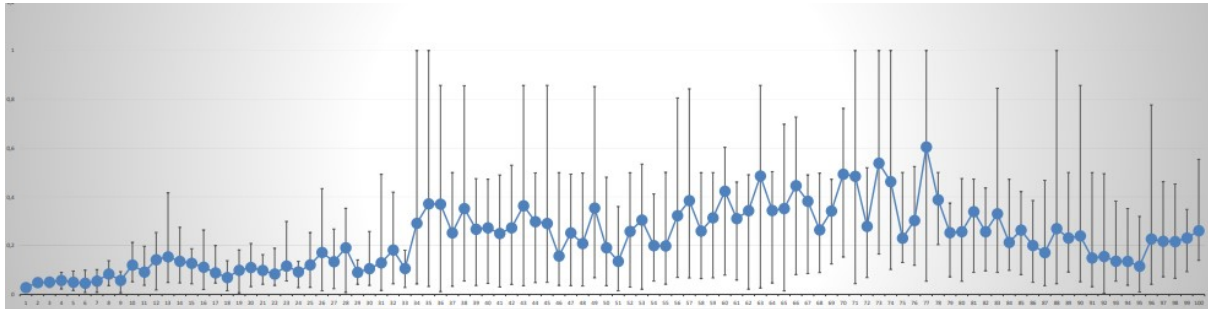


Figure 3: Qualité du ghost afraid, layout normale

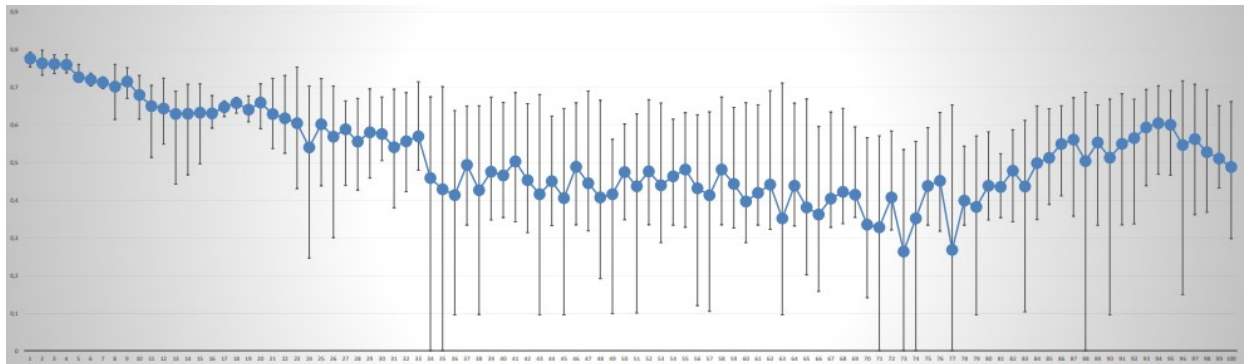


Figure 4: Incertitude du ghost afraid, layout normale

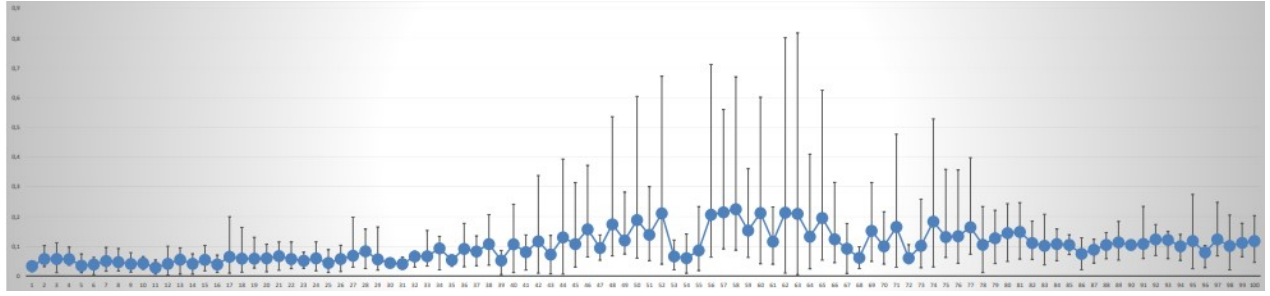


Figure 5: Qualité du ghost confused, layout normale

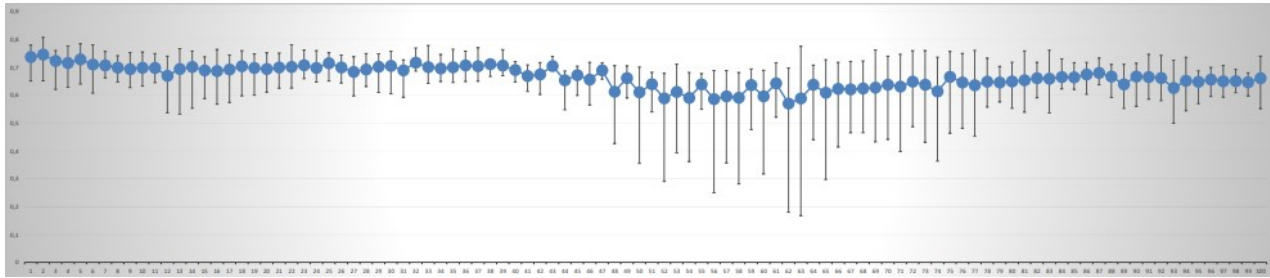


Figure 6: Incertitude du confused, layout normale

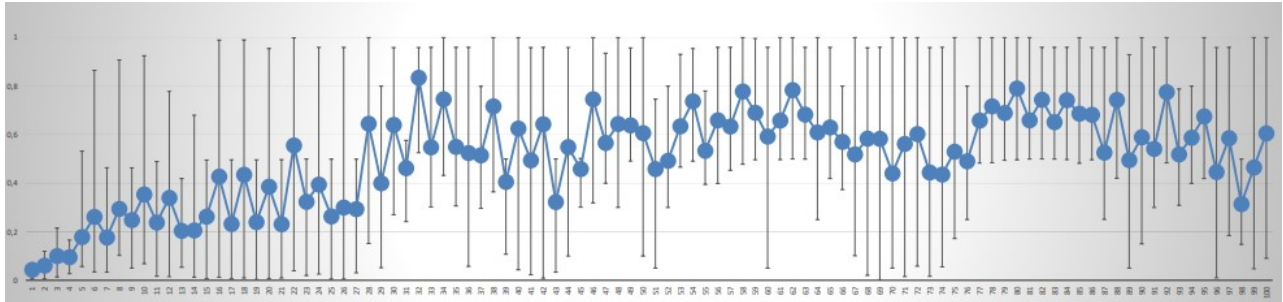


Figure 7: Qualité du ghost scared, layout avec murs

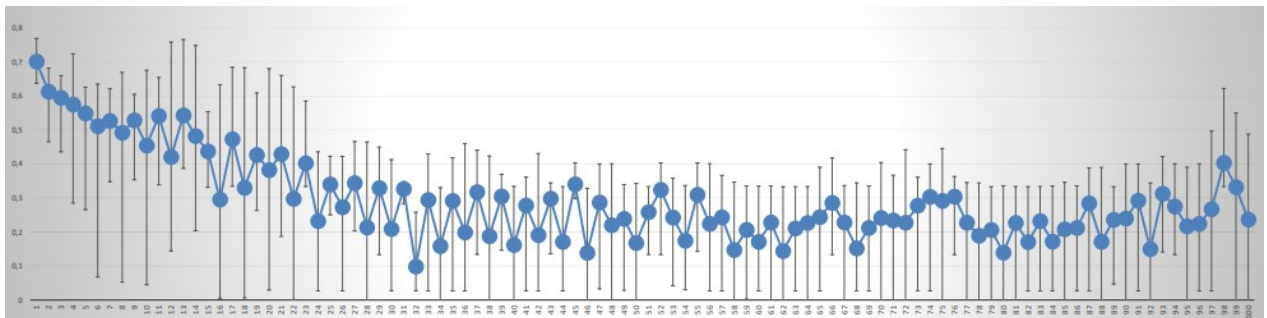


Figure 8: Incertitude du ghost scared, layout avec murs

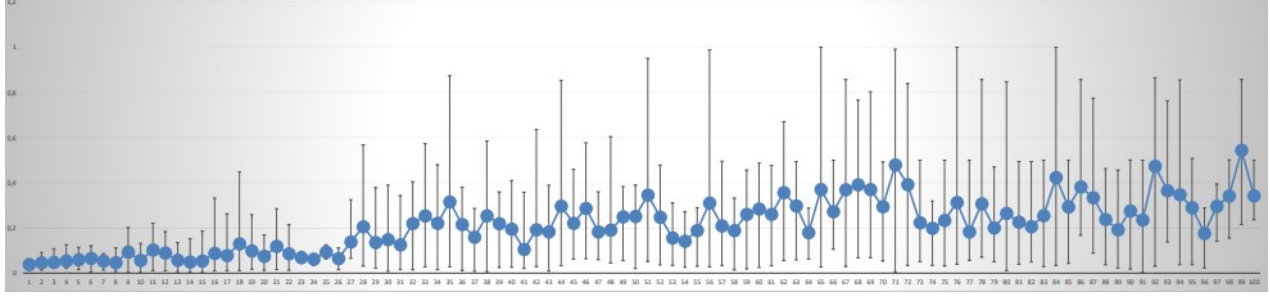


Figure 9: Qualité du ghost afraid, layout avec murs

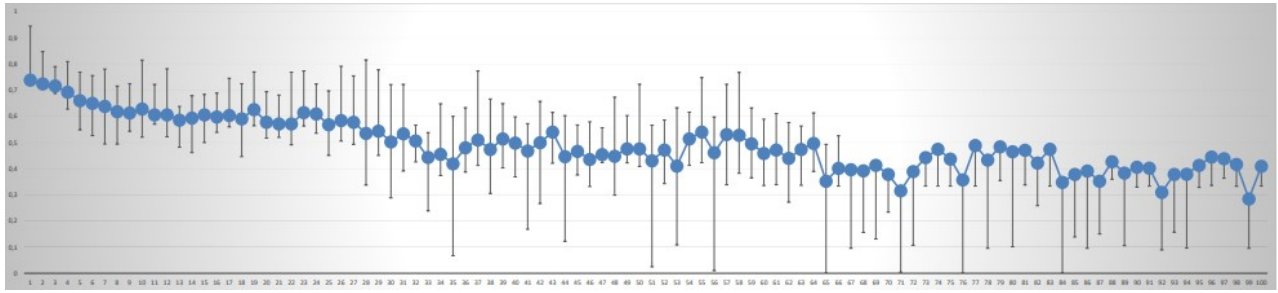


Figure 10: Incertitude du ghost afraid, layout avec murs

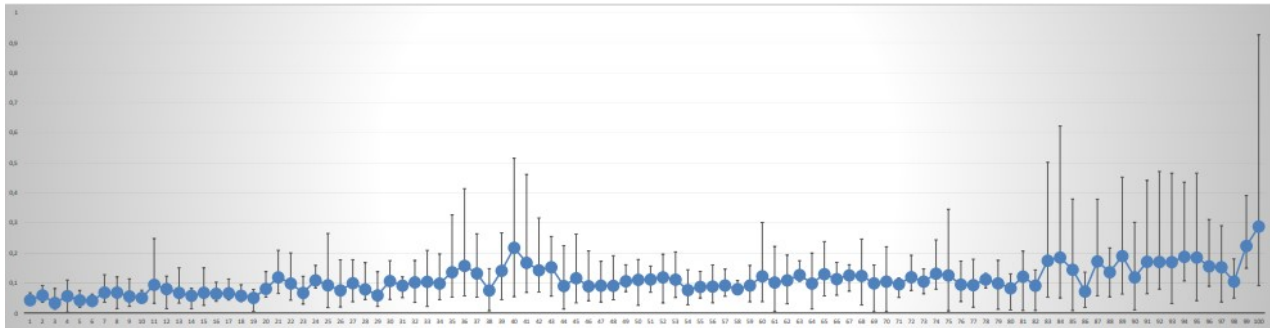


Figure 11: Qualité du ghost confusé, layout avec murs

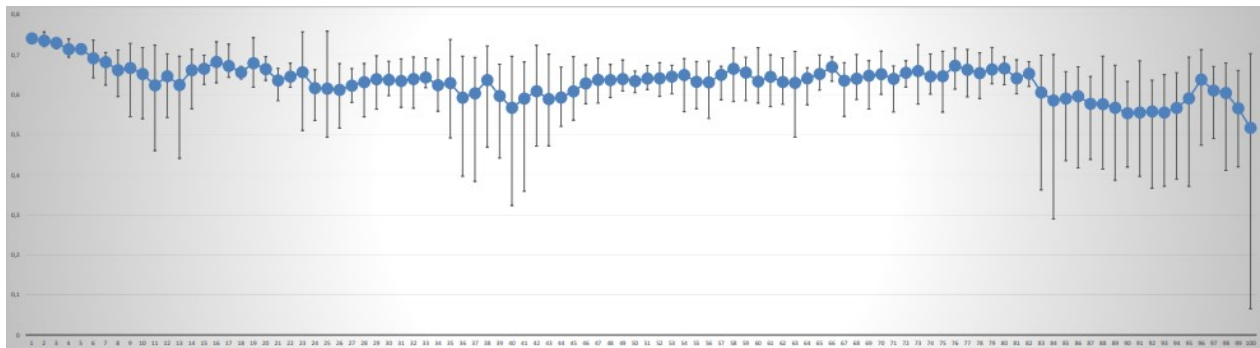


Figure 12: Incertitude du ghost confusé, layout avec murs