Théorie des graphes

—

Rapport

Élie Bouttier
Franklin Delehelle

18 janvier 2013

Résumé

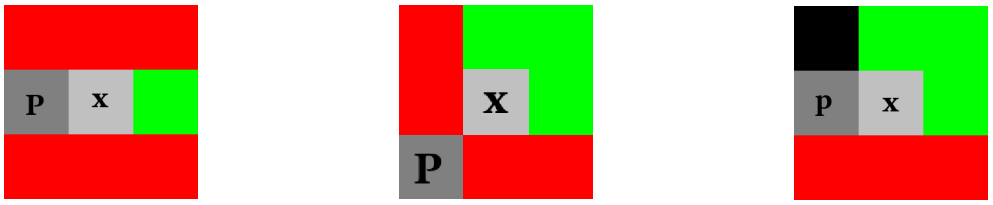
Nous avons décidé d'utiliser l'opportunité qui nous était offerte de travailler sur ce projet pour implémenter un algorithme de *pathfinding* pour un robot qui participera à la coupe de France de robotique 2013.

1 L'algorithme

Nous avons choisi d'utiliser JPS[1], un algorithme très récent, puisque publié en 2011[2], qui permet d'optimiser l'algorithme bien connu d'A* en ne le développant que là où nécessaire ; pour cela, il utilise deux règles :

règle d'élagage pour tout point x atteint depuis p, on supprime tout ses voisins n dont soit le chemin (p, y, n) ou (p, n) est plus court que (p, x, n), ou bien dont les chemins (p, y, n) et (p, x, n) ont la même longueur, mais dont le chemin (p, y, n) comporte un mouvement diagonal plus tôt que (p, x, n). Les voisins conservé après cet élagage sont appelés *voisins naturels* de x. Les voisin supplémentaires entre les cas où x est entouré de vide et le voisinage de x contient un obstacle sont appelés *voisins forcés*.

règle de saut les sauts consistent, plutôt que de considérer le voisin immédiat, à évoluer dans une direction donné jusqu'à trouvé un nœud possédant des *voisins forcés*. Un tel nœud est appelé *jump point*.



(a) Élagage horizontal (b) Élagage diagonal (c) Cas d'un obstacle

Fig. 1 : En rouge, les voisins éliminés, en vert, les voisins à explorer, en noir, les obstacles, en gris clair, le point courant et en gris foncé le point d'origine

Dans le cas où l'exploration dans la direction courante est arrêtée par un obstacle, le chemin y menant depuis le dernier changement de direction est purement oublié.

Toutefois, la direction courante est privilégiée, et les voisin induisant un changement de direction ne sont explorés que si la poursuite de l'exploration de la direction courante échoue.

[1] Jump Point Search
[2] `http://grastien.net/ban/articles/hg-aaai11.pdf`

Enfin, l'algorithme A* est appliqué à chacun des nœuds marqués par JPS jusqu'à trouver le point cible, qui est alors relié au nœud qui a permis de le trouver. Précisons que l'algorithme fonctionne en une seule étape : il ne s'agit pas de déterminer les *jump points* puis d'utiliser l'algorithme A*, les *jump points* sont déterminés au fur et à mesure de l'exploration par l'algorithme A*.

2 Performances

Le nombre de nœuds développé en utilisant l'algorithme JPS se trouve de toute évidence considérablement réduit. Ceci est encore plus vrai si la zone à explorer possède peu d'obstacle.

L'utilisation de l'algorithme A* est dans certain cas tellement lente qu'on procède à une première étape de squelettisation afin de lancer l'algorithme sur un graphe de moins grande envergure. Bien que l'utilisation de l'A* sur ce nouveau graphe se trouve être plus rapide que l'utilisation du JPS sur l'ancien, ce dernier se trouve dans la grande majorité des cas être globalement plus rapide car ne nécessitant pas de pré-traitement.

Bien que présentant globalement de meilleures performances, l'utilisation de l'algorithme JPS pose des contraintes sur le déplacement, puisqu'il requiert absolument la possibilité du déplacement en diagonal et l'utilisation de la distance quadratique comme heuristique. Soulignons tout de même que l'algorithme propose une solution optimale !

3 Implémentation

Nous avons décidé d'implémenter le cœur de l'algorithme sous la forme d'une bibliothèque partagée, codée en C afin de bénéficier au mieux de la rapidité du code natif.

Toutefois, dans le but de simplifier son utilisation et son interfaçage avec des programmes de test, nous avons écrit un *wrapper* python qui nous permet de profiter de la vitesse de l'algorithme implémenté en C avec la facilité de développement et de debuggage d'un langage haut niveau comme python.

C'est ainsi que nous avons pu développer rapidement et simplement les programmes de démonstration inclus dans notre projet.