

Partiel n°1

Aucun document autorisé - durée : 1h30

Exercice 1 *Algorithme génétique*

Vous disposez de 10 cartes numérotées de 1 à 10. Vous devez choisir une façon de diviser celles-ci en 2 piles de telle sorte que la **somme** des numéros de carte de la première pile soit aussi proche que possible de 36 et que le **produit** des numéros des cartes restantes soit aussi proche que possible de 360. Chaque carte pouvant être soit dans P_1 , soit dans P_2 , il y a 1024 façons de les trier.

1. Quelle est la meilleure solution ?
2. Trouvez un encodage pour l'ensemble de ces solutions.
3. Quelles sont les qualités et les défauts de ce codage ?
4. Trouvez une fonction de fitness permettant d'évaluer la qualité d'une solution.

Exercice 2 *Routing*

Le processus de production de l'entreprise X est distribué sur 6 différents sites géographiques. La survenue d'un dysfonctionnement sur l'un des sites engendre le déclenchement d'une alarme et l'envoi d'un message d'erreur. Ce message est transmis du site où se produit l'erreur au superviseur S via les liens de communications qui lient les différents sites du système. Lorsque un message d'erreur arrive sur S, un plan de réparation est sélectionné puis transmis au site où le dysfonctionnement est apparu. Le message contenant le plan de réparation remonte alors le chemin effectué par le message d'erreur avant d'être exécuté sur le site concerné.

Le mécanisme de routage des erreurs installé par défaut sur chaque machine du réseau (1 site = 1 machine) fonctionne par inondation (broadcast). Cette méthode permet de garantir la transmission du message quelle que soit la structure du réseau mais engendre une surcharge des liens de communications particulièrement importante lorsque plusieurs pannes surviennent simultanément, ce qui engendre alors une augmentation des temps de transmission.

Pour réduire le volume de données transmises sur le réseau, l'entreprise envisage de remplacer le mécanisme de diffusion par inondation par un autre algorithme de routage plus économique en bande passante. Ce mécanisme devra cependant rester suffisamment simple pour pouvoir s'adapter dynamiquement aux évolutions du processus de production de l'entreprise (suppression/ajout de liens et/ou de sites). Afin de pouvoir évaluer l'impact de différents algorithmes sur le fonctionnement du système, l'administrateur a développé un simulateur du réseau de l'entreprise. Cette simulation représente de manière simplifiée le fonctionnement du réseau. Les liens de communications sont fiables (pas de pannes, vitesses de communications optimales) et bidirectionnels. De plus, à un instant donné, il existe au plus une faute dans le système. Le graphe de communication et les temps de transmissions associés (en ms) sont :

$$\begin{aligned} tt(s_1, s_1) &= 10; tt(s_1, s_2) = 40; tt(s_1, s_3) = 20; tt(s_2, s_3) = 10; tt(s_2, s_4) = 40; tt(s_2, s_6) = 10; \\ tt(s_2, s_5) &= 20; tt(s_3, s_4) = 20; tt(s_3, s_5) = 50; tt(s_3, s_6) = 20; tt(s_5, s_4) = 20; tt(s_5, s_6) = 20; \\ tt(s_4, s_6) &= 30; \end{aligned}$$

Proposition 1 : A*

L'entreprise embauche alors un stagiaire pour améliorer le fonctionnement du mécanisme de routage des messages d'erreur. Disposant des temps de transmission entre les différents sites, celui-ci propose d'utiliser l'algorithme A* pour trouver le meilleur chemin de transfert de l'information depuis chaque noeud du graphe vers le site où se situe le superviseur.

A partir du graphe de transmission, le stagiaire a proposé l'heuristique suivante :

e	s ₁	s ₂	s ₃	s ₄	s ₅	s ₆
h(e)	10	30	20	50	60	50

1. Lorsque le stagiaire présente son idée à son encadrant, ce dernier croit se rappeler que cet algorithme ne garantit l'optimalité du chemin obtenu que sous certaines conditions et s'interroge donc sur l'applicabilité de la solution proposée au problème. Donnez, si elles existent, les conditions à même de garantir l'optimalité de A* dans le contexte du simulateur.
2. Représentez le graphe des communications et appliquez A* avec cette heuristique pour les sites s₃, s₅ et s₆. Les solutions obtenues sont-elles optimales ? L'heuristique du stagiaire est-elle satisfaisante ?
3. L'encadrant pose au stagiaire la question de l'intérêt de l'utilisation d'A* comparativement à une recherche uniforme. Rappelez cette méthode. Qu'en pensez-vous ?
4. Peu convaincu par l'approche proposée par le stagiaire, l'encadrant pose la question de l'efficacité d'A* pour l'amélioration des temps de transmission sur l'infrastructure réelle. Quels problèmes supplémentaires apparaissent ?
5. Quelles modifications faudrait-il apporter à l'algorithme A* pour espérer pouvoir l'utiliser de manière satisfaisante en environnement réel (dynamique) ?
6. Donnez le pseudo-code de votre algorithme.

Proposition 2 : Agents réactifs et phénomène émergent

L'encadrant a entendu parlé des algorithmes type "colonies de fourmis" comme une solution possible pour l'optimisation en-ligne et de manière heuristique du trafic dans les réseaux de communication. Il demande alors au stagiaire de laisser de côté A* et de considérer chaque message d'erreur comme un agent réactif (*Erreur*) dont le but est d'atteindre le superviseur. Les agents ne disposent pas des temps de transmission associés aux différents liens de communication. Par contre, un agent peut voir le nombre de messages d'erreurs et de plans de réparations qui ont transité lors des k-derniers pas de temps par les liens de communication partant du noeud sur lequel il se trouve (ces informations sont supposées stockées en entrée/sortie des liens de communication).

1. Expliquez en quoi cette approche permet de s'adapter dynamiquement à l'état du réseau
2. Un agent *Erreur* doit-il être doté d'une mémoire ?
3. Donnez l'ensemble des actions d'un agent *Erreur* et proposez un ensemble de règles permettant à celui-ci de se déplacer sur le réseau et d'atteindre sa destination en exploitant au mieux les informations dont il dispose.