



Concours National d'Informatique

Algorithmique
Demi-finale Lyon / Nantes

Samedi 24 Janvier 2004

SAUVER TTY



1 Preambule

Bienvenue à **Prologin**. Ce sujet est l'épreuve écrite d'algorithmique et constitue la première des trois parties de votre demi-finale. Sa durée est de 3 heures. Par la suite, vous passerez un entretien (20 minutes) et une épreuve de programmation sur machine (4 heures).

Conseils

- Lisez bien tout le sujet avant de commencer.
- **Soignez la présentation** de votre copie.
- N'hésitez pas à poser des questions.
- Si vous avez fini en avance, relisez bien, ou préparez votre présentation pour l'entretien.
- N'oubliez pas de passer une bonne journée.

Remarques

- Le barème est donné à titre indicatif uniquement.
- Indiquez lisiblement vos nom et prénom, la ville où vous passez la demi-finale et la date en haut de votre copie.
- Tous les langages sont autorisés, veuillez néanmoins préciser celui que vous utilisez.
- Ce sont des humains qui lisent vos copies : laissez une marge, aérez votre code, ajoutez des commentaires (**seulement** lorsqu'ils sont nécessaires) et évitez au maximum les fautes d'orthographe.
- Le barème récompense les algorithmes les plus efficaces : écrivez des fonctions qui trouvent la solution le plus rapidement possible.

- Si vous trouvez le sujet trop simple, relisez-le, réfléchissez bien, puis dites-le nous, nous pouvons ajouter des questions plus difficiles.
- Écoutez bien ce que disent les organisateurs, mais ne les croyez pas !

2 Sujet

Introduction

TTY, vous connaissez ? Petit indice : c'est un chat... eh oui, il s'agit de la mascotte de Prologin, vous savez le chat qui code en java. (Il s'agit en fait d'une femelle).

Eh bien voilà, elle en a eu marre de coder en java et de rester devant son écran toute la journée. Pour se dégourdir les pattes, elle a décidé de tenter l'aventure, et de partir à la découverte du monde extérieur. Affolé de ne plus l'entendre miauler, vous partez à sa recherche. Vous interrogez les gens dans la rue et vous apprenez qu'elle se trouve dans un parc, non loin de là.

Tout va bien : elle est saine et sauve. Quoique, elle vous semble bien affolée. Elle n'a pas l'habitude de se trouver dehors, et elle est complètement perturbée par les bruits de la ville : elle court partout dans tous les sens, dans le parc. Vous essayez de l'appeler, puis de l'attraper, mais en vain. Malheureusement, vous n'avez pas pensé à emmener de croquettes. Vous n'avez donc aucun moyen de l'attirer.

Elle est vraiment paniquée, et ne semble pas vouloir s'arrêter. Après quelques minutes d'observation, vous remarquez qu'elle effectue le même circuit sans arrêt. Vous étudiez donc son parcours, et notez tous les pas qu'elle effectue afin de préparer votre stratégie pour la capturer.

-
TTY se déplace toujours parallèlement aux côtés du rectangle qui forme le parc. Elle se déplace à une vitesse constante de quatre pas par seconde, et peut changer de direction entre chaque pas. A chaque fin de quart de seconde, elle se trouve donc toujours à une distance entière (en nombre de pas) des limites du parc.

Heureusement, vous ne manquez pas d'imagination, et en regardant dans le parc, vous apercevez une bonne quantité de petits panneaux en bois autour du terrain de jeu pour enfants. Avec votre esprit Mac Gyver, vous trouvez le moyen de mettre bout à bout ces panneaux infranchissables pour le chat. Seulement, vous ne pouvez disposer ces panneaux qu'en ligne droite et parallèlement aux côtés du parc qui est en fait un grand rectangle.

Vous avez décidé de vous servir de votre ordinateur portable, pour élaborer votre stratégie infallible de capture. Reste encore une chose, c'est de vous mettre à la place du chat et pour cela, vous faites tous vos calculs en pas de chat.

Question 1 (2 points)

Définissez les structures de données permettant de décrire le parc, les panneaux de bois, les déplacements successifs de TTY, et sa position de départ. On définit les constantes `PARC_MAX_SIZE`, `PANNEAUX_MAX_SIZE`, `TTY_MAX_DEPLACEMENT` qui correspondent respectivement à la taille maximale des côtés du parc, la taille maximale des panneaux et enfin la longueur du circuit en pas de chat.

Question 2 (3 points)

Vous avez entré toutes les données dans vos structures, et souhaitez maintenant vérifier que vous ne vous êtes pas trompé lors de la saisie.

Ecrivez donc une fonction qui teste la validité du trajet, c'est à dire s'il est cyclique et si TTY ne fait pas plus de 4 pas par seconde.

Question 3 (3 points)

Vous avez décidé de réduire la surface du parc dans laquelle TTY se déplace, en créant une barrière, à l'aide des panneaux de bois mis bout à bout. Pour tenir, les panneaux doivent être placés de telle sorte qu'ils forment une barrière rectiligne, allant d'un bord du parc à l'autre, perpendiculairement à ses bords. Votre idée est donc de couper en deux le parc, puis à nouveau en deux, jusqu'à ce que l'espace laissé à TTY soit trop petit pour qu'elle ne puisse vous échapper.

Cette stratégie ne peut fonctionner que si vous êtes assez rapide pour terminer de placer votre barrière avant que TTY ne la trouve sur son chemin. En effet, si elle fonce la tête la première sur votre barrière avant que vous n'ayez terminé de la placer, les panneaux vont tomber, et tout sera à recommencer.

Après quelques essais, vous avez une bonne technique en création de barrière, et arrivez à placer les panneaux à une vitesse de deux pas de chat par seconde.

Vous vous trouvez sur le côté Ouest du rectangle formant le parc. Ecrivez une fonction qui prend en argument la position à laquelle vous vous trouvez sur ce côté, et la position de TTY, et qui détermine s'il vous est possible, en commençant tout de suite, d'atteindre l'autre côté en plaçant des panneaux, sans que TTY ne passe derrière vous et ne détruise votre barrière en construction.

Question 4 (4 points)

Vous avez trouvé le moment le plus propice pour commencer à placer votre barrière, et vous avez décidé de commencer en partant du côté Ouest du parc, mais il vous reste à choisir d'où vous devez partir.

Ecrivez une fonction qui prend en argument la position de TTY au moment où vous avez décidé de commencer, et qui retourne la position, sur le côté Ouest du parc, d'où il est préférable de partir afin de réduire au maximum la surface de la zone où se trouvera le chat au moment où vous terminez votre barrière. Bien sûr, TTY ne doit pas foncer dans votre barrière avant que vous n'ayez terminé de la placer.

Question 5

Maintenant que vous savez où et quand placer votre barrière, il reste à trouver quels panneaux utiliser. Vous avez remarqué qu'il existe 10 types de panneaux différents. Il y a largement assez de panneaux de chaque sorte pour atteindre l'autre côté uniquement avec des panneaux de ce type. Cependant, pour que votre barrière tienne, votre technique de pose vous impose que la somme des longueurs des panneaux que vous utilisez soit exactement égale à la longueur de la barrière que vous souhaitez créer, c'est-à-dire la largeur du parc.

- **Partie 1** (5 points)

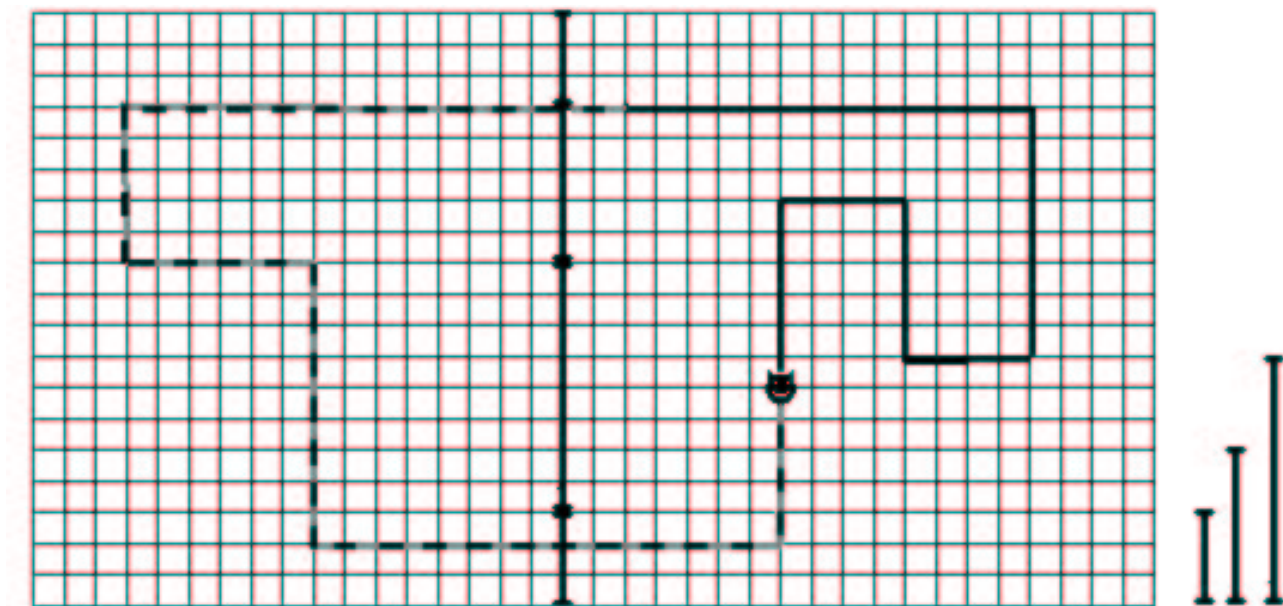
Ecrivez une fonction qui prend en paramètre la largeur du parc, et les dimensions des 10 types de panneaux, et qui affiche combien de panneaux de chaque type on peut utiliser, pour former une barrière dont la longueur soit exactement égale à la largeur du parc. Par exemple, si le parc a une largeur de 14, et que vous disposez de panneaux de taille 5, et de panneaux de taille 2, vous pouvez prendre deux panneaux de chaque type pour former votre barrière. Il peut y avoir plusieurs solutions, mais votre fonction peut choisir n'importe laquelle d'entre-elles.

- **Partie 2** (1 points)

Donnez un ordre de grandeur du nombre d'opérations que votre fonction va effectuer sachant que les dimensions du parc sont de 1000x1000 pas de chat et que le plus grand type de panneaux a une longueur de 15 pas de chat.

- **Partie 3** (1 points)

Votre ordinateur est un Pentium 4 à 1 GHz. Donnez un ordre de grandeur du temps qu'il faudra à votre fonction pour fournir le résultat.



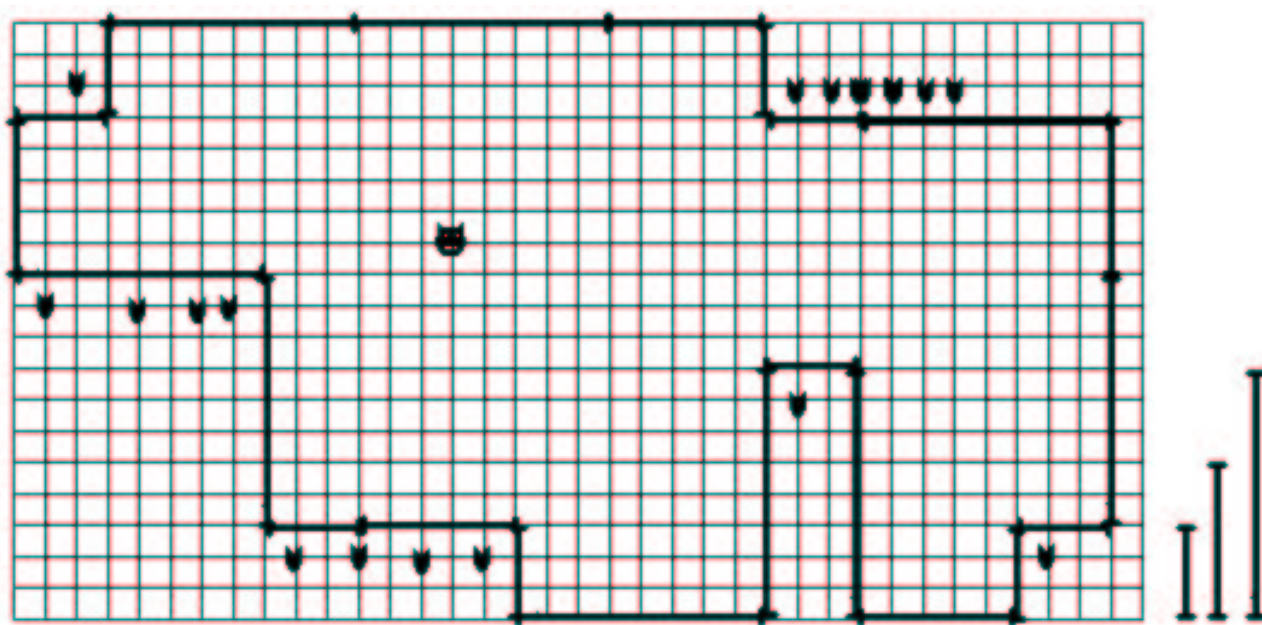
Question 6 (Bonus)

Maintenant que vous avez attrapé TTY, vous décidez de l'habituer petit à petit au monde extérieur, en lui faisant faire régulièrement de petits séjours dans le parc. Vous ne souhaitez cependant pas que le chat, dans son excitation, détruise les fleurs réparties un peu partout dans le parc, et avez donc décidé de placer des panneaux pour restreindre ses déplacements.

Cette fois, vous prévoyez votre coup à l'avance, et placez votre barrière en l'absence de TTY. Vous avez également trouvé une technique pour attacher des panneaux perpendiculairement les uns aux autres, en plus de pouvoir les attacher dans le prolongement l'un de l'autre.

Vous allez donc essayer de placer une barrière de panneaux, qui va du bord Ouest au bord est du parc, et qui permette de protéger une zone entre votre barrière et les bords de celui-ci. La zone ne doit pas contenir de fleurs, mais être la plus grande possible. Vous pouvez avancer dans trois directions : l'Est, le Nord, et le Sud. Vous ne devez jamais revenir vers l'ouest.

On vous donne les coordonnées des fleurs situées dans le parc, et les dimensions de 10 types de panneaux (chacun en quantité plus que suffisante pour vos besoins). Ecrivez une fonction qui détermine la surface de la zone la plus grande ne contenant pas de fleurs, que vous pouvez former avec votre barrière.



Si vous avez répondu à toutes les questions, relisez bien. Si vous êtes sûr que tout est bon, et qu'il vous reste encore du temps, demandez à un organisateur de vous donner une question supplémentaire.

(+1 point présentation)