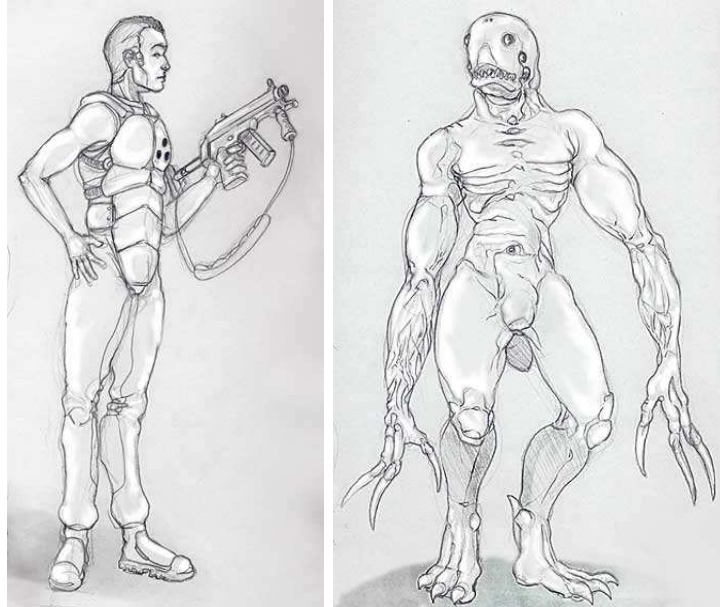




Concours National d'Informatique
Sujet de demi-finale Bordeaux/Toulon

Samedi 04 Mars 2006

“BRAVE NEW WORLD”



1 Préambule

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.
- 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.
- Si vous trouvez le sujet trop simple, relisez-le, réfléchissez bien, puis dites-le nous, nous pouvons ajouter des questions plus difficiles.
- Tous les langages sont autorisés. Néanmoins, veuillez préciser celui que vous utilisez.
- Le barème récompense les algorithmes les plus efficaces : écrivez des fonctions qui trouvent la solution le plus rapidement possible.
- 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.

2 Sujet

Introduction

En l'an 3984, le monde n'est pas à la fête. La civilisation se laisse aller depuis 2000 ans, ne se privant d'aucune pollution, ni d'aucune barbarie envers ses semblables. Ainsi depuis ce temps, l'espèce humaine a globalement mutée et plusieurs déviations généalogiques des Hominidés sont revenues à un état quasi animal. Cependant une portion minoritaire dirigeant le monde est restée relativement humaine.

Toutes ces personnes privilégiées ont alors décidé de revenir vers une espèce humaine telle qu'elle était 2000 ans auparavant, en accouplant les êtres ayant les meilleures dispositions génétiques.

En effet, les "plus humains" de ces individus ont encore le même système de description génétique que le nôtre : un brin d'ADN de longueur variable inférieur à la valeur maximale MAX_ADN composé de 4 bases G, C, A, T. Un individu est d'autant plus humain que la moyenne des écarts par rapport à 25% (en valeur absolue) pour chaque base est petite. On appellera cette grandeur le taux de déshumanisation. Ainsi, le taux de déshumanisation d'un être parfaitement humain sera nul.

Chuck a la configuration de gènes suivante : G 13%, C 28%, A 33%, T 26%.

$$\frac{\|25-13\|+\|25-28\|+\|25-33\|+\|25-26\|}{4} = \frac{12+3+8+1}{4} = \frac{24}{4} = 6$$

Norris : G 24%, C 27%, A 23%, T 26%.

$$\frac{\|25-24\|+\|25-27\|+\|25-23\|+\|25-26\|}{4} = \frac{1+2+2+1}{4} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} = 1.5$$

Norris sera considéré plus humain que Chuck.

Question 1 (2 points)

Proposez une structure de données permettant de représenter un individu caractérisé par un brin d'ADN de longueur l , son sexe masculin ou féminin et son identifiant. Justifiez votre choix. Proposez ensuite une structure de données représentant la population d'individus. Justifiez votre choix.

Attention, cette question est importante car vous utiliserez votre solution pour écrire les fonctions des questions suivantes. Relisez donc entièrement le sujet (et les questions qui suivent) avant de répondre.

Question 2 (2 points)

Écrivez une fonction qui calcule le taux de déshumanisation d'un individu. En déduire une fonction qui compare deux humains, renvoyant 1 si premier individu est plus humain que le deuxième, 0 s'ils sont égaux, -1 sinon.

Question 3 (2 points)

Nous savons maintenant classer des individus en fonction de leur code génétique. Les Puissants¹ ont alors décidé de convoquer le conseil des 100 plus grands savants du moment grâce à un concours sur toute la nation permettant de recruter les plus imaginatifs et efficaces.

Ces 100 génies de la nation ont au bout d'une longue réflexion de 15 minutes trouvé une idée lumineuse : accoupler entre eux les individus les plus proches du critère de perfection donné plus haut.

¹C'est ainsi que les grands de ce monde aiment à se nommer.

Écrivez une fonction qui détermine le meilleur individu d'une population. Ensuite, écrivez une fonction qui détermine le meilleur individu de sexe opposé au premier, qui sera alors le conjoint de ce dernier.

Question 4

Les 100 Sationnels² sont maintenant à la recherche d'une méthode d'accouplement, qui conservera au maximum le taux d'humanisation (100 - taux de déshumanisation). Ils ont alors pensé à la méthode suivante : on associe à chaque base une valeur comprise entre 0 et 3 (inclus) dans l'ordre suivant C, G, A, T. L'ADN du fils s'obtiendra en additionnant les deux ADN des parents modulo 4. Si un brin est plus court que l'autre, on remplira le brin de 0.

Exemple :

```
Père : CGAGATACGA --> 0121232012
Mère : GGATACCA   --> 1123200200

Fils : 1200032212 --> GACCCTAAGA
```

Partie 1 (3 points)

On décide de faire accoupler le meilleur père avec la meilleure mère, puis deuxième meilleur père avec la deuxième meilleure mère, et ainsi de suite. On garantit qu'il y aura autant d'individus masculins que de féminins.

Écrivez une fonction qui prend en entrée une population et qui renvoie le tableau des fils créés.

Partie 2 (3 points)

Écrivez une fonction qui détermine le meilleur fils possible que l'on puisse obtenir à partir d'une population donnée.

Question 5

Partie 1 (5 points)

Les 100 Sationnels se sont finalement aperçus qu'ils avaient pensé un peu trop vite. Les résultats attendus n'étaient pas au rendez-vous : deux individus parfaitement humains peuvent commettre un enfant d'une animalité sans nom³. Ils décident cette fois de ne plus penser, mais de réfléchir. Ils schtroumpfent alors le schtroumpfgorithme suivant :

Si la somme des tailles des brins d'ADN des parents est inférieure à MAX_ADN, alors le fils a pour ADN la concaténation des brins des parents (le père puis la mère). Sinon, on recherche la plus longue sous chaîne commune chez les parents, ce sera l'ADN du fils. En cas de sous chaîne de longueur nulle, le fils aura l'ADN de son père.

Les caractères d'une sous chaîne restent dans le même ordre, mais ils ne sont pas forcément adjacents.

Exemple de recherche de plus longue sous chaîne commune :

Les caractères en gras sont les caractères choisis pour la plus longue sous chaîne commune.

Père : **CGATTAGCG** (ou **CGATTAGCG**)

Mère : **GACTA**

Fils : GATA

²C'est ainsi que les 100 génies sélectionnés aiment à se nommer.

³Demander pendant la correction pour un exemple.

Écrivez le schtroumpfgorithme que les 100 Sationnels ont schtroumpfé prenant en entrée les deux chaînes des parents et renvoyant l'ADN du fils.

Partie 2 (2 points)

Donnez le temps processeur de l'application de votre algorithme de recherche de plus longue sous-chaîne prenant en entrée deux chaînes de longueur 1000, avec un processeur 1 GHz et un écran plat 19 pouces récent.

Questions bonus

Ces questions peuvent vous rapporter des points seulement si vous avez répondu juste à toutes les questions précédentes.

Question 5++

Écrivez une fonction déterminant le nombre de plus longues sous-chaînes communes. Avec l'exemple précédent, cette fonction retournera 2.

Question 42

Appliquez un algorithme révolutionnaire à la résolution de tout le problème.

(+1 point présentation)