

# IFT209 – Programmation système

## Université de Sherbrooke

### Devoir 4

Enseignant: Michael Blondin  
 Date de remise: mardi 4 avril 2023 à 23h59  
 À réaliser: en équipe de deux  
 Modalités: remettre en ligne sur **Turnin**  
 Pointage: sur 20 points + 1,5 point bonus

Ce devoir cherche à mettre en pratique la manipulation de chaînes de bits et de caractères, ainsi que la mise au point de sous-programmes.

**Problème.** Afin de mieux comprendre le fonctionnement interne des bibliothèques de chaînes de caractères, cherchons à implémenter diverses manipulations de chaînes de caractères. Lorsque votre programme est exécuté, il doit lire une chaîne de caractères  $s$  au clavier, puis un entier  $n$  compris entre 0 et 5 (inclusivement). L'opération  $n$  est ensuite effectuée sur  $s$ , puis le programme se termine. Vous devez implémenter ces six opérations:

| Taille d'une chaîne |                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Opération</b>    | 0                                                 |
| <b>Entrée</b>       | Chaîne de caractères $s$ sous codage UTF-8        |
| <b>Effet</b>        | Affiche le nombre de caractères (non nuls) de $s$ |
| <b>Tests</b>        | abcdef → 6                                        |
|                     | é → 1                                             |
|                     | aéケ▷ → 4                                          |

Remarquez que cette opération ne requiert des connaissances que sur les manipulations de bits. En effet, une chaîne de caractères UTF-8  $s$  est un tableau d'octets dont le dernier octet est nul. La taille peut être calculée à l'aide de cet algorithme:

```

taille = 0

faire:
  charger l'octet actuel c du tableau s

  si c = 00000000:      retourner taille
  sinon si c débute par 0:  k = 1
  sinon si c débute par 110: k = 2
  sinon si c débute par 1110: k = 3
  sinon si c débute par 11110: k = 4

  taille += 1
  avancer de k octets dans le tableau s
  
```

| Casses et substitutions |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opération</b>        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Entrée</b>           | Chaîne de caractères $s$ sous codage ASCII                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Effet</b>            | <p>Affiche la chaîne obtenue en appliquant ces opérations à <math>s</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les lettres aux positions paires sont mises en minuscule et les lettres aux positions impaires sont mises en majuscule (la première position est 0);</li> <li>Ces voyelles doivent être remplacées par ces chiffres: <div style="display: flex; justify-content: center; margin: 10px 0;"> <div style="margin-right: 20px;"> A <math>\mapsto</math> 4<br/> E <math>\mapsto</math> 3<br/> I <math>\mapsto</math> 1<br/> O <math>\mapsto</math> 0 </div> <div> a <math>\mapsto</math> 4<br/> e <math>\mapsto</math> 3<br/> i <math>\mapsto</math> 1<br/> o <math>\mapsto</math> 0 </div> </div> </li> <li>Les autres caractères sont inchangés.</li> </ul> |
| <b>Tests</b>            | brUN $\rightarrow$ bRuN<br>bonjour! $\rightarrow$ b0nJ0Ur!<br>Ceci est une phrase formidable $\rightarrow$ c3c1 3sT Un3 PhR4S3 f0rM1D4Bl3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| Hexadécimal vers décimal |                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opération</b>         | 2                                                                                                                                                                  |
| <b>Entrée</b>            | Chaîne de caractères $s$ sous codage ASCII représentant un nombre hexadécimal non signé préfixé par « 0x » (valeur comprise entre 0 et $2^{64} - 1$ inclusivement) |
| <b>Effet</b>             | Affiche la valeur décimale de $s$                                                                                                                                  |
| <b>Tests</b>             | 0x5 $\rightarrow$ 5<br>0x0A $\rightarrow$ 10<br>0xFF $\rightarrow$ 255<br>0xABCDEF98 $\rightarrow$ 2882400152                                                      |

| Binaire vers décimal |                                                                                                                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opération</b>     | 3                                                                                                                                                                  |
| <b>Entrée</b>        | Chaîne de caractères $s$ sous codage ASCII représentant un entier signé binaire préfixé par « 0b » (valeur comprise entre $-2^{63}$ et $2^{63} - 1$ inclusivement) |
| <b>Effet</b>         | Affiche la valeur décimale de $s$                                                                                                                                  |
| <b>Tests</b>         | 0b0101 $\rightarrow$ 5<br>0b00111 $\rightarrow$ 7<br>0b10100 $\rightarrow$ -12<br>0b111111 $\rightarrow$ -1                                                        |

| Chiffrement par décalage |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|---|-----|---|-----|-----------|---|-----------|---|---|---|---|---|---|
| Opération                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| Entrée                   | Chaîne de caractères $s$ sous codage ASCII dont les caractères sont parmi: A, B, C, D, E, F, H, I, J, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, U, V, X, Y, Z, [, \ et ]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| Effet                    | <p>La chaîne <math>s</math> a été chiffrée à partir d'une chaîne <math>t</math>. Vous devez afficher la chaîne <math>t</math>; autrement dit, vous devez <i>déchiffrer</i> <math>s</math>.</p> <p>La chaîne <math>t</math> est constituée exclusivement de lettres majuscules (A à Z). La chaîne <math>s</math> a été obtenue à partir de <math>t</math> en appliquant les deux transformations consécutives suivantes à chacune des lettres de <math>t</math>:</p> <p>(i) La lettre est décalée circulairement de 7 positions vers l'avant dans l'alphabet:</p> <table><tr><td>A</td><td>↦</td><td>H</td></tr><tr><td>B</td><td>↦</td><td>I</td></tr><tr><td>⋮</td><td>↦</td><td>⋮</td></tr><tr><td>Y</td><td>↦</td><td>F</td></tr><tr><td>Z</td><td>↦</td><td>G</td></tr></table> <p>(ii) Les 5 bits de poids faible du caractère obtenu à l'étape (i) sont décalés circulairement de 3 bits vers la gauche.</p> <p>Exemple de la transformation:</p> <p>(i) C ↦ J</p> <p>(ii) J = 01001010<sub>2</sub> ↦ 01010010<sub>2</sub> = R</p> <p><i>Attention:</i> vous devez effectuer la procédure <i>inverse</i> afin de retrouver <math>t</math></p> | A         | ↦ | H | B   | ↦ | I   | ⋮         | ↦ | ⋮         | Y | ↦ | F | Z | ↦ | G |
| A                        | ↦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | H         |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| B                        | ↦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | I         |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| ⋮                        | ↦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ⋮         |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| Y                        | ↦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | F         |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| Z                        | ↦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | G         |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| Tests                    | <table><tr><td>R</td><td>→</td><td>C</td></tr><tr><td>RRR</td><td>→</td><td>CCC</td></tr><tr><td>HU]VCRNCH</td><td>→</td><td>TOPSECRET</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | R         | → | C | RRR | → | CCC | HU]VCRNCH | → | TOPSECRET |   |   |   |   |   |   |
| R                        | →                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | C         |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| RRR                      | →                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CCC       |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
| HU]VCRNCH                | →                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | TOPSECRET |   |   |     |   |     |           |   |           |   |   |   |   |   |   |

| Permutations |                                                                                                                          |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opération    | 5                                                                                                                        |
| Entrée       | Chaîne de caractères $s$ sous codage ASCII sans répétition de caractères                                                 |
| Effet        | Affiche toutes les permutations de $s$ (dans l'ordre de votre choix)<br><i>Indice: pensez à une procédure récursive.</i> |
| Tests        | ab → ab ba<br>abc → abc acb bac bca cba cab                                                                              |

**Directives.**

- Votre programme doit être obtenu en complétant le code partiel ci-dessous;
- Votre programme doit être remis dans un seul fichier nommé `devoir4.s`;
- Ne modifiez pas le point d'entrée ainsi que le format de la chaîne en entrée;
- Supposez que la chaîne *s* respecte le format de l'opération choisie (aucune validation);
- N'utilisez *pas* `printf`, `scanf` ou d'autres fonctions d'une librairie afin d'implémenter les opérations.

**Pointage.** Vous pouvez obtenir jusqu'à 20 points répartis ainsi:

- 1 point pour la lecture d'une chaîne de caractères et d'un code d'opération, et l'affichage d'un résultat;
- 1 point pour chaque opération qui passe les tests donnés plus haut (donc 6 points au maximum);
- 1,5 points par opération bien implémentée (donc 9 points au maximum);
- 2 points pour l'indentation du code (codes d'opération, opérandes et commentaires alignés);
- 2 points pour la qualité et lisibilité du code (commentaires significatifs, usage des registres, organisation du code, pas de « code spaghetti », etc.)

**Bonus.** Vous obtenez 0,75 point bonus pour chacune de ces fonctionnalités additionnelles:

- l'opération 3 est implémentée sous forme de *sous-programme* avec *au plus dix* instructions (excluant étiquettes/commentaires), *aucune* instruction arithmétique, *au plus une* occurrence de **cbz**, *au plus une* occurrence de **b**, et *aucune* autre instruction de branchement (**b.cond**, **bl**, **blr**, **cbnz**, **tbz**, **tbnz**, etc.)
- l'opération 5 supporte les caractères UTF-8 (par exemple: `aéケ` → `aéケ aケé éaケ éケa ケéa ケaé`)

**Code partiel.**

```
.include "macros.s"
.global main

main:
    adr    x0, fmtLecture
    adr    x1, chaine
    bl     scanf

    mov    x0, 0
    bl     exit

.section ".data"
// Mémoire allouée pour une chaîne de caractères d'au plus 1024 octets
chaine:    .skip 1024

.section ".rodata"
// Format pour lire une chaîne de caractères d'une ligne (incluant des espaces)
fmtLecture: .asciz "[%^\n]s"
```