UNIVERSITÉ DE GENÈVE — Département d'Informatique
Faculté des Sciences — Jeudi 20 juin 2019

Examen
Programmation des Systèmes

Exercice 1: Ecrivez en assembleur une routine **récursive** qui calcule $n!$. Le pseudo-code se trouve sur la Figure 1, les paramètres de la routine sont passés selon les conventions ARM (AAPCS).

```
unsigned fact(unsigned n){
        if (n==0)
                return 1;
        else
                return n*fact(n-1);
}
```

Figure 1: Algorithme récursif pour calculer $n!$

Exercice 2: Un algorithme efficace pour multiplier deux nombres non signés x et y est:

```
r=0
while(x !=0)
        if (x mod 2 == 1)
                r=r+y
        x=x/2
        y=y*2
```

Ecrivez le programme assembleur. Supposez que x est dans $r0$, y dans $r1$ et retournez le résultat r dans $r0$, ne vous souciez pas d'éventuels dépassements de capacité.

Exercice 3: On considère le schéma simplifié d'un ordinateur présenté sur la Figure 2.
i) Décrire les fonctions des différents bus qui composent le système.
ii) Proposez une logique de sélection des circuits, i.e. une fonction logique qui génère les signaux S1, S2 et S3, et décrivez le plan d'adressage. Le bus d'adresse à 11 bits et le circuit de sélection utilise les lignes $A8 - A9 - A10$.

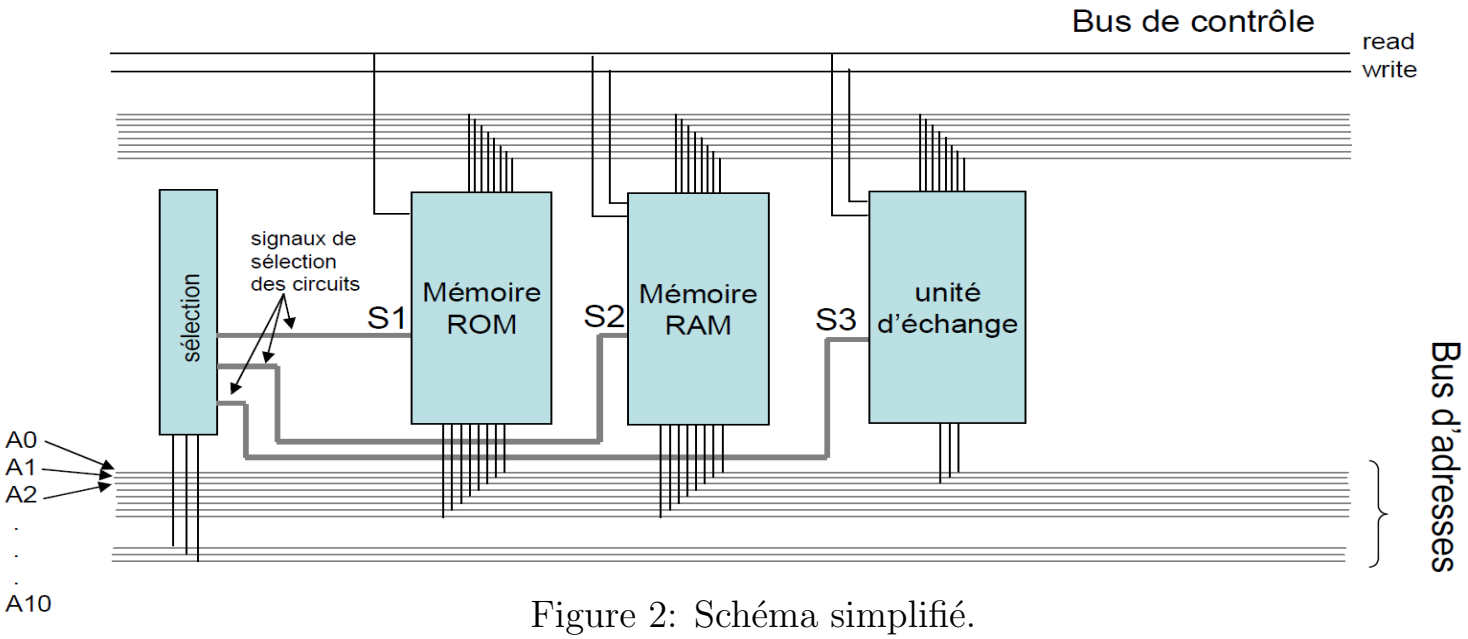

Figure 2: Schéma simplifié.

iii) Quels sont les capacités des mémoires?

Exercice 4: On a vu que les variables d'un programme peuvent être qualifiées de

- automatique,
- dynamique,
- statique.

Pour chaque type de variable, dites quelle est la durée de vie et comment elles peuvent être 'déclarées' en assembleur par le programmeur.

Exercice 5: Les drapeaux du cpsr sont placés après l'exécution de l'instruction *CMP r0,r1*.

1. Indiquez comment comment les drapeuax N, Z, C et V sont positionnés, c'est-à-dire quelle opération le processeur effectue et comment il décide si $N = 0$ ou $N = 1$ (de même pour Z, C etV).
2. Montrez que la condition *Z=1* est bien équivalente à $r_0 == r_1$.
3. Montrez que la condition *C=0* est bien équivalente à $r_0 < r_1$ non-signé.
4. Montrez que la condition *N=V* est bien équivalente à $r_0 \geq r_1$ signé.

Exercice 6: Pour chaque ligne, décrire complètement l'action des instructions assembleurs et l'état des registres utilisés; ld, l0, l1, ... sont des étiquettes définies dans le fichier source.

```
CMP     r0, #8
ADDLT   pc, pc, r0, LSL#2
B       ld
B       l0
B       l1
B       l2
B       l3
B       l4
B       l5
B       l6
B       l7
```

Exercice 7: Décrire l'état des registres et de la mémoire après l'exécution des instructions suivantes:

- LDR r1, [r2,#2] avec r1 = 0x2345FA12, r2 = 0xFFF00004 et

Mémoire

0xFFF00010	23	45	FA	12
0xFFF00008	98	76	C4	A1
0xFFF00004	24	AB	A0	FF
0xFFF00000	00	0F	A0	22

- LDR r1,[r2,-r3]! avec r1=0x00000000, r2=0x00100014, r3=0x0000000C et

Mémoire

0x100010	DF	0C	63	20
0x10000C	FF	AA	10	00
0x100008	23	45	FA	12
0x100004	24	AB	A0	FF
0x100000	00	0F	A0	22

- LDR r1,[r2],-r3 avec r1=0x00000000, r2=0x00100010, r3=0x0000000C et

Mémoire

0x100010	DF	0C	63	20
0x10000C	FF	AA	10	00
0x100008	23	45	FA	12
0x100004	24	AB	A0	FF
0x100000	00	0F	A0	22

- STR r1,[r2,-r3]! avec r1=0x00000000, r2=0x00100014, r3=0x00000008 et

Mémoire

0x100010	DF	0C	63	20
0x10000C	FF	AA	10	00
0x100008	23	45	FA	12
0x100004	24	AB	A0	FF
0x100000	00	0F	A0	22

- LDR r2,[r1,r3 LSL # 2]! avec r1=0x00100000, r2=0x00000001, r3=0x00000002 et

Mémoire

0x100010	DF	0C	63	20
0x10000C	FF	AA	10	00
0x100008	23	45	FA	12
0x100004	24	AB	A0	FF
0x100000	00	0F	A0	22