Université de Perpignan
Licence d'Informatique L3

Année 2006-2007
B. Goossens et D. Defour

Examen d'Architecture

Janvier 2007, durée 2h00, tous documents autorisés

---

**Exercice 1.** Arithmétique décimale
Soit $a = (35)_{16}$ et $b = (55)_{16}$ les deux octets fournis en entrée d'un additionneur 8 bits. Quelle est la somme $s_0 = a + b + 0$, exprimée en base 16, délivrée par l'additionneur? Quelle est l'indication de retenue $r_0$ issue du circuit?

Q1-1: On suppose que les octets fournis à l'additionneur doivent être interprétés comme des entiers en base 10, représentés par deux quartets, chacun contenant un chiffre décimal. Ainsi, $a$ est composé des quartets 3 et 5 pour former l'octet 35 qui représente la valeur $(35)_{10}$. De même $b = (55)_{10}$. L'additionneur est inchangé (il fournit le même $s_0$ et le même $r_0$ que ceux de la question précédente). Dans l'exemple étudié, que faut-il ajouter (exprimer la valeur à ajouter en base 16) à la somme $s_0 = a + b + 0 = 35 + 55 + 0$ issue du circuit pour obtenir la somme en base 10, soit l'octet 90 représentant la valeur $(90)_{10}$?

Q1-2: De la même façon, étudier les trois nouveaux exemples suivants: $a = 34$ et $b = 55$ puis $a = 44$ et $b = 65$ puis $a = 45$ et $b = 65$. Dans chacun de ces trois exemples, on donnera la somme $s_0$ et la retenue $r_0$ calculées par l'additionneur, $a$ et $b$ étant interprétés comme des entiers en base 16. Puis, on donnera le correctif à ajouter à $s_0$, exprimé par un octet en base 16, pour obtenir la somme en base 10, soit pour les trois exemples, 89, 09 (et une retenue) et 10 (et une retenue).

Q1-3: Quand doit-on corriger le quartet de poids faible de $s_0$? Même question pour le quartet de poids fort.

Q1-4: On suppose maintenant que l'additionneur reçoit $a + (66)_{16}$ et $b$. Il calcule donc $s_0 = a + 66 + b + 0$. Pour chacun des quatre exemples précédents, donner les valeurs de $s_0$ et $r_0$ calculées par l'additionneur. En plus, donner la valeur de $r_3$ (retenue issue du quartet de poids faible).

Q1-5: Quand doit-on corriger le quartet de poids faible de $s_0$? Même question pour le quartet de poids fort.

Q1-6: En déduire un additionneur décimal basé sur un additionneur binaire, qui ajuste son entrée $a$ et corrige le résultat $r_0$ et $s_0$.

**Exercice 2.** Pseudo-LRU
Soit `T[4]` une table à quatre entrées. Un nouvel élément `e` est écrit en `T[a]`, où $a = a_1a_0$, avec `a` qui est déterminé d'après l'arbre binaire ci-dessous.
Q2-1: Soit $l_2 = l_1 = l_0 = 1$. Dans quelle entrée $a$ écrit-on?

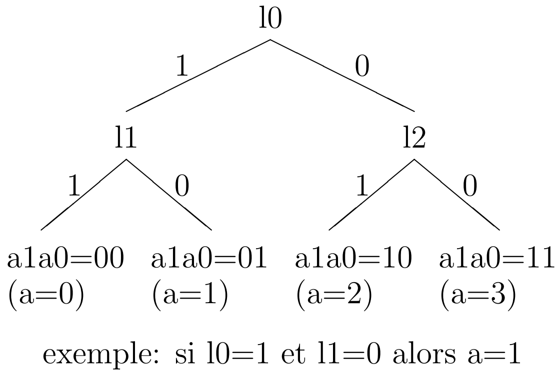


Figure 1: Arbre binaire

Q2-2: Exprimer $a_1$ en fonction de $l_0$. Exprimer $a_0$ en fonction de $l_2 l_1 l_0$ (suggestion: utiliser un multiplexeur, `mux(a,b,c)` vaut si $a$ alors $b$ sinon $c$). La fonction calculant $a$ à partir de $l_2 l_1 l_0$ est appelée `G`.
Quand on accède à `T[a]`, on met à jour $l_2 l_1 l_0$ de la façon suivante:

| $a_1 a_0$ | $l_2$ | $l_1$ | $l_0$ | commentaire |
|---|---|---|---|---|
| 00 | - | 0 | 0 | $l_2$ inchangé, $l_1 = 0$ et $l_0 = 0$ |
| 01 | - | 1 | 0 | $l_2$ inchangé, $l_1 = 1$ et $l_0 = 0$ |
| 10 | 0 | - | 1 | $l_2 = 0$, $l_1$ inchangé et $l_0 = 1$ |
| 11 | 1 | - | 1 | $l_2 = 1$, $l_1$ inchangé et $l_0 = 1$ |

Q2-3: Exprimer $l_0$ en fonction de $a_1$. Exprimer $l_1$ en fonction de $l_1$, $a_1$ et $a_0$ (utiliser un multiplexeur). Exprimer $l_2$ en fonction de $l_2$, $a_1$ et $a_0$. Cette transformation des valeurs de $l_2 l_1 l_0$ est appelée `F`.
Q2-4: Soit $l_2 = l_1 = l_0 = 0$. On accède ensuite successivement à `T[0]`, `T[1]`, `T[2]` et `T[3]`. Donner les valeurs successives de $l_2$, $l_1$ et $l_0$.