

Corrigé TD-2: prédiction de branchement

Exercice 3 : prédicteurs de branchement

Soit le programme C suivant :

```
long a=0, b=0, n=0, p=0;
main()
{
  int i, n, p;
  for (i=0; i<24; i++)
  {
    a = (a+1)%2;
    b= (b+1)%3;
    if (a>=b)
      n++;
    else p++;
  }
}
```

On considère le branchement conditionnel correspondant au if ($a \geq b$). Le branchement est pris (P) si ($a < b$) et non pris (NP) autrement.

On associe un prédicteur à ce branchement. On utilise soit un prédicteur 1 bit, soit un compteur 2 bits. Le compteur 2 bits a 4 états : fortement non pris (FNP), faiblement non pris (fNP), faiblement pris (fP) et fortement pris (FP) auxquels on peut associer les valeurs 0, 1, 2 et 3.

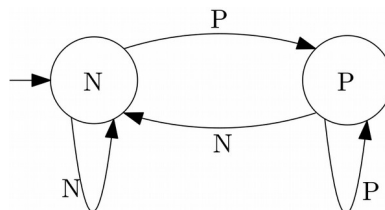
Dans tous les cas, les prédicteurs sont initialisés à NP (ou FNP pour le compteur 2 bits)

Pour les 24 itérations de la boucle, quel est le nombre de prédictions correctes dans les cas suivants :

- on utilise un prédicteur 1 bit par branchement
- on utilise un prédicteur 2 bits par branchement
- on utilise l'historique des 2 derniers branchements, avec un prédicteur 1 bit par configuration du registre d'historique
- on utilise l'historique des 3 derniers branchements, avec un prédicteur 1 bit par configuration.

Rappels :

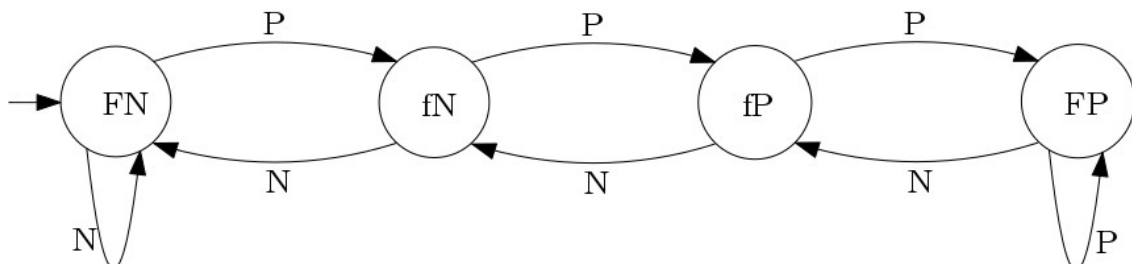
- a) Prédicteur 1 bit :



N : non pris, P : pris

La prédiction se fait en fonction de l'état actuel. La transition se fait après l'exécution du branchement, en fonction de si le branchement a été pris ou non **en réalité**.

- b) Prédicteur 2 bits :



FN : Fortement non pris, fN : faiblement non pris, fP : faiblement pris, FP : fortement pris.
La prédiction se fait de la même manière que pour le 1 bit.

- c) Historique des 2 derniers branchements, avec un prédicteur 1 bit par configuration du registre l'historique :

$2^2 = 4$ configurations possibles du registre d'historique : PP (si les 2 derniers branchements ont été pris en réalité), PN, NP, et NN. À chaque configuration on associe un prédicteur indépendant de 1 bit. Fonction : **étant donné** l'historique, prédire si le branchement sera pris ou non. Mise à jour du prédicteur après exécution du branchement.

- d) Historique des 3 derniers branchements, avec un prédicteur 1 bit par configuration du registre d'historique :

$2^3 = 8$ configurations possibles du registre d'historique. 1 prédicteur de 1 bit par configuration.

Prédictions :

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
a	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
b	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0
Branchement	N	P	N	P	P	N	N	P	N	P	P	N	N	P	N	P	P	N	N	P	N	P	P	N
a)	N	N	P	N	P	P	N	N	P	N	P	P	N	N	P	N	P	P	N	N	P	N	P	P
b)	N	N	n	N	n	p	n	N	n	N	n	p	n	N	n	N	n	p	n	N	n	N	n	p
c)	N	N	N	N	N	N	P	N	P	N	N	N	P	P	P	N	N	N	P	P	P	N	N	N
d)	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	P	N	P	P	N	N	P	N	P	P	N

N : prédiction « **non pris** » issue de l'état N du prédicteur 1 bit ou de l'état FNP du prédicteur 2 bits

n : prédiction « **non pris** » issue de l'état fNP du prédicteur 2 bits

P : prédiction « **pris** » issue de l'état P du prédicteur 1 bit ou de l'état FP du prédicteur 2 bits

p : prédiction « **pris** » issue de l'état fP du prédicteur 2 bits

cases grises : mauvaises prédictions

Performance de prédiction :

PRÉDICTEUR 1 BIT : 8/24

PRÉDICTEUR 2 BITS : 8/24

HISTORIQUE 2 BITS : 8/24

HISTORIQUE 3 BITS : 20/24

On pourrait en conclure que le prédicteur avec un historique 3 bits est meilleur.

Cependant, ce n'est vrai que pour deux raisons :

- les enchaînements des branchements pris ou non pris sont réguliers.
- la régularité est en fonction des modules de a et b, ici tous les 6.
Si on change le modulo b par 5, par exemple, le prédicteur 3 bits n'y arrivera plus.