

OR – Avditorne naloge

1. naloga: Izvajanje ARM programa brez in s predikcijo

Na procesorju ARM izvajamo naslednji program (pred ukazi so prikazani naslovi, na katerih se ukazi nahajajo):

```
0x00000020 TABELA: .BYTE -100, 50, 0, 37, -15, -117, 117
0x00000028 adr r2, TABELA
0x0000002C mov r4, #7
0x00000030 ZANKA: ldrsb r1, [r2]
0x00000034 cmp r1, #0
0x00000038 bgt SKOK1
0x0000003C beq SKOK2
0x00000040 mov r1, #-1
0x00000044 b SKOK2
0x00000048 SKOK1: mov r1, #1
0x0000004C SKOK2: strb r1, [r2]
0x00000050 add r2, r2, #1
0x00000054 subs r4, r4, #1
0x00000058 bne ZANKA
```

V vseh primerih predpostavite, da so **operandne cevovodne nevarnosti odpravljene**. Ob napačni napovedi skoka mora procesor vstaviti **dva mehurčka**, če je **napoved pravilna izgube ni**.

a) **Koliko urinih period se izvaja program**, če procesor pri kontrolnih nevarnostih po potrebi razveljavi dva ukaza (vstavi mehurčka v stopnji IF in ID)?

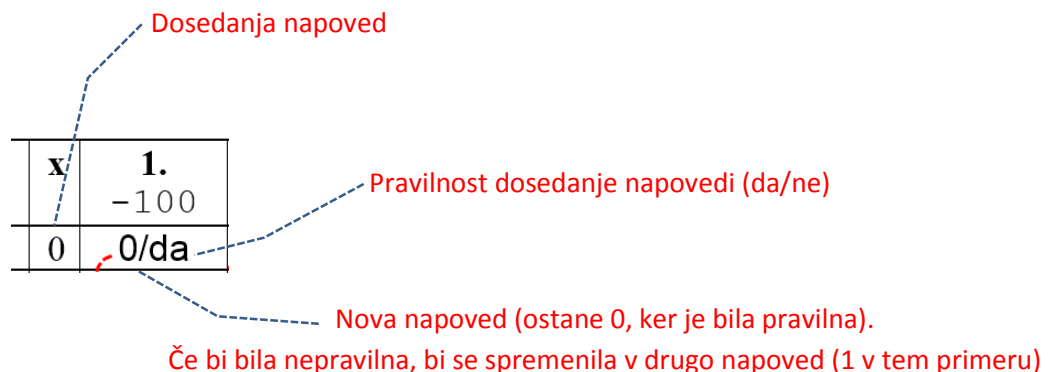
b) Za **napovedovanje skokov** procesor uporablja **1-bitno prediktorsko tabelo**. Velikost tabele je **4 polja**, dostop do tabele pa je narejen z **naslovnimi biti A2-A3**. Na začetku so v tabeli **ničle**, kar pomeni, da se predvideva **neizpolnjen pogoj**. Določite:

- v katere **vrstice tabele** se preslika posamezen skočni ukaz in
- za vsak obhod zanke zapišite **stanje predikcijskih bitov** po izvršenem skočnem ukazu. Razvidno naj bo tudi, ali je bila **posamezna napoved pravilna** ("DA") ali **napačna** ("NE"). Izračunajte tudi **odstotek pravih napovedi**. Koliko **urinih period** se program izvaja sedaj?

c) Za **napovedovanje skokov** procesor uporablja **2-bitno prediktorsko tabelo**. Velikost tabele je **4 polja**, dostop do tabele pa je narejen z **naslovnimi biti A2-A3**. Na začetku so v tabeli **ničle**, kar pomeni, da se predvideva **neizpolnjen pogoj**. Določite:

- v katere **vrstice tabele** se preslika posamezen skočni ukaz in
- za vsak obhod zanke zapišite **stanje predikcijskih bitov** po izvršenem skočnem ukazu. Razvidno naj bo tudi, ali je bila **posamezna napoved pravilna** ("DA") ali **napačna** ("NE"). Izračunajte tudi **odstotek pravih napovedi**. Koliko **urinih period** se program izvaja sedaj?

REŠITVE:



Prva dva ukaza (pred zanko)

Zadnji BNE, ki se čisto na koncu ne izvede

TABELA: .BYTE -100, 50, 0, 37, -15, -117, 117 (3xneg, 1xnič, 3xpoz) Skupaj: $2 + 3*14(\text{neg}) + 12(\text{nič}) + 3*12(\text{poz}) - 2 = 90$ urinih period		
Negativna števila (1 obhod): $10 + 2*2 = 14$	Števila=0 (1 obhod): $8 + 2*2 = 12$	Pozitivna števila (1 obhod): $8 + 2*2 = 12$
ZANKA: ldrsb r1, [r2] cmp r1, #0 bgt SKOK1 beq SKOK2 mov r1, #-1 <u>b SKOK2</u> SKOK1: mov r1, #1 SKOK2: strb r1, [r2] add r2, r2, #1 subs r4, r4, #1 <u>bne ZANKA</u>	ZANKA: ldrsb r1, [r2] cmp r1, #0 bgt SKOK1 <u>beq SKOK2</u> mov r1, #-1 b SKOK2 SKOK1: mov r1, #1 SKOK2: strb r1, [r2] add r2, r2, #1 subs r4, r4, #1 <u>bne ZANKA</u>	ZANKA: ldrsb r1, [r2] cmp r1, #0 <u>bgt SKOK1</u> beq SKOK2 mov r1, #-1 b SKOK2 SKOK1: mov r1, #1 SKOK2: strb r1, [r2] add r2, r2, #1 subs r4, r4, #1 <u>bne ZANKA</u>

b)

Ukaz	Naslov $A_3A_2A_1A_0$	Vrstica	x	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
				-100	50	0	37	-15	-117	117
bgt	$.8 \Rightarrow ..1000$	2	0	0/da	1/da	0/ne	1/da	0/ne	0/ne	1/da
beq	$.C \Rightarrow ..1100$	3	0	0/da	-	1/ne	-	0/ne	0/da	-
b	$.4 \Rightarrow ..0100$	1	0	1/ne	-	-	-	1/da	1/da	-
bne	$.8 \Rightarrow ..1000$	2	0	1/ne	1/da	1/ne	1/da	1/ne	1/ne	0/ne

Št. ciklov in kontrolnih nevarnosti («k»): neg: 10+2k, nič: 8+2k, poz: 8+2k
 Uspešnost napovedi : $p=10/21 = 47,6\%$
 Št. urinih period: $2+10+8+8+8+10+10+8 + 11*2 = 86$ 11...št.neusp.napovedi

Razlaga vrstice za ukaz beq :

Na začetku neizpolnjen pogoj (0 v stolpcu x). Nato se pri prvem številu (-100, negativno), pogojni skok beq ne izvede (napoved pravilna – »da« in ostane na 0). Nato se pri pozitivnem številu 50 pogojni skok sploh ne izvede. Nato se pogojni skok beq izvede pri številu 0 (napoved napačna – »ne« in se spremeni v 1). Pri 37 se skok preskoči, pri -15 pa se ne izvede (napoved 1 nepravilna – »ne« in se spremeni na 0). Pri -117 se skok ne izvede (napoved 0 pravilna – »da« in ostane na 0). Pri 117 se skok preskoči.

Enak postopek velja za ostale vrstice z edino razliko, kjer ukaz bgt in bne bereta in spreminjata isto vrstico v prediktorski tabeli in tako je stanje vrstice v tabeli odvisno od izvršitve predhodnega ukaza in ne prejšnje iteracije zanke!

c)

Ukaz	Naslov $A_3A_2A_1A_0$	Vrstica	x	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
				-100	50	0	37	-15	-117	117
bgt	$.8 \Rightarrow ..1000$	2	00	00/da	10/ne	10/ne	11/da	10/ne	10/ne	11/da
beq	$.C \Rightarrow ..1100$	3	00	00/da	-	01/ne	-	00/da	00/da	-
b	$.4 \Rightarrow ..0100$	1	00	01/ne	-	-	-	10/ne	11/da	-
bne	$.8 \Rightarrow ..1000$	2	00	01/ne	11/da	11/da	11/da	11/da	11/da	10/ne

Št. ciklov in kontrolnih nevarnosti («k»): neg: 10+2k, nič: 8+2k, poz: 8+2k
 Uspešnost napovedi : $p=12/21 = 57,1\%$
 Št. urinih period: $2+10+8+8+8+10+10+8 + 9*2 = 82$ 9...št.neusp.napovedi

Razlaga: podobno kot prej, le da imamo za stanje vrstice 2 bita (4 različne vrednosti). Ob izpolnjenem pogoju se stanje poveča za 1 (če se lahko), sicer se zmanjša (če se lahko). Stanji 00 in 01 napovedujeta neizpolnjen pogoj, stanji 10 in 11 pa izpolnjen pogoj. Več podrobnosti v prosojnicah s predavanj.