

# Lab 3

## program\_1.s

### Prologo una tantum

Istruzione	Cicli
la su v1 ... v6 , la su T0 (7 istruzioni)	14
flw su v1 ... v6 , lw su T0 (7 istruzioni)	7
li x10, 31 ; li x25, 1	2
la x12 ... x17 (6 istruzioni)	12

Sub-totale prologo: 35 cicli.

### Corpo del loop – parte iniziale comune (per iterazione)

Istruzione	Cicli
blt x10, x0, End	1
slli x18, x10, 2	1
add x19 ... x24	6
flw fs1 ; flw fs2 ; flw fs3	3
li x26, 3	1
rem x27, x10, x26	1
bnez x27, else	1

Sub-totale parte iniziale: 14 cicli.

### Ramo IF ( $i \% 3 == 0$ , 11 iterazioni)

Istruzione	Cicli
slli x28, x25, 1	1
fcvt.s.w fs7, x28	3

Istruzione	Cicli
<code>fdiv.s fs8, fs1, fs7</code>	12
<code>addi x29, -1</code>	1
<code>blt x29, x0, skip_pf</code>	1
<code>slli x30, 2</code>	1
<code>add x31, x12, x30</code>	1
<code>flw fs0, 0(x31)</code>	1
<code>fcvt.w.s x25, fs8</code>	3
<code>j after_if</code>	1

Sub-totale IF: 25 cicli.

## Ramo ELSE ( `i % 3 != 0` , 21 iterazioni)

Istruzione	Cicli
<code>fcvt.s.w fs7, x25 ; fcvt.s.w fs9, x10</code>	6
<code>fmul.s fs10, fs7, fs9</code>	6
<code>fmul.s fs8, fs1, fs10</code>	6
<code>addi x29, -1</code>	1
<code>fcvt.w.s x25, fs8</code>	3

Sub-totale ELSE: 22 cicli.

## Parte finale comune (per iterazione)

Istruzione	Cicli
<code>fmul.s fs4, fs8, fs1</code>	6
<code>slli x18, x10, 2</code>	1
<code>fsub.s fs4, fs4, fs2</code>	4
<code>fsw fs4, 0(x22)</code>	1
<code>fdiv.s fs5, fs4, fs3</code>	12
<code>fsub.s fs11, fs4, fs1</code>	4

Istruzione	Cicli
<code>fsub.s fs5, fs5, fs2</code>	4
<code>fsw fs5, 0(x23)</code>	1
<code>fmul.s fs6, fs11, fs5</code>	6
<code>fsw fs6, 0(x24)</code>	1
<code>addi x10,-1</code>	1
<code>j loop</code>	1

Sub-totale finale: 42 cicli.

## Epilogo una tantum

Istruzione	Cicli
<code>li a0,0</code>	1
<code>li a7,93</code>	1
<code>ecall</code>	1

Sub-totale epilogo: 3 cicli.

## Totali

- Prologo: 35 cicli.
- Loop - parte iniziale:  $14 \times 32 = 448$  cicli.
- IF:  $25 \times 11 = 275$  cicli.
- ELSE:  $22 \times 21 = 462$  cicli.
- Parte finale:  $42 \times 32 = 1344$  cicli.
- Epilogo: 3 cicli.

Totale = 2567 cicli.

**program\_1\_a.s**

## Prologo una tantum

Istruzione	Cicli
la su v1 ... v6 , la su T0 (7 istruzioni)	14
flw su v1 ... v6 , lw su T0 (7 istruzioni)	7
li x10, 31 ; li x25, 1 ; li x26, 3	3
la x12 ... x17 (6 istruzioni)	12

Sub-totale prologo: 36 cicli.

## Corpo del loop - parte iniziale comune (per iterazione)

Istruzione	Cicli
slli x18, x10, 2	1
add x19 ... x24	6
flw fs1 ; flw fs2 ; flw fs3	3
rem x27, x10, 3	1
addi x29, -1	1
bnez x27, else_branch	1

Sub-totale parte iniziale: 13 cicli.

## Ramo IF ( $i \% 3 == 0$ , 11 iterazioni)

Istruzione	Cicli
slli x28, x25, 1	1
fcvt.s.w fs7, x28	3
slli x30, x29, 2	1
add x31, x12, x30	1
fdiv.s fs8, fs1, fs7	12
blt x29, x0, skip_pf	1
flw fs0, 0(x31)	1
fcvt.w.s x25, fs8	3
j after_if	1

Sub-totale IF: 24 cicli.

## Ramo ELSE ( $i \% 3 \neq 0$ , 21 iterazioni)

Istruzione	Cicli
fcvt.s.w fs7, x25	3
fcvt.s.w fs9, x10	3
slli x30, x29, 2	1
fmul.s fs10, fs7, fs9	6
add x31, x12, x30	1
fmul.s fs8, fs1, fs10	6
blt x29, x0, skip_pf2	1
flw fs0, 0(x31)	1
fcvt.w.s x25, fs8	3

Sub-totale ELSE: 25 cicli.

## Parte finale comune (per iterazione)

Istruzione	Cicli
fmul.s fs4, fs8, fs1	6
fsub.s fs4, fs4, fs2	4
fsw fs4, 0(x22)	1
fdiv.s fs5, fs4, fs3	12
fsub.s fs11, fs4, fs1	4
addi x10, -1	1
slli x18, x10, 2	1
fsub.s fs5, fs5, fs2	4
fsw fs5, 0(x23)	1
fmul.s fs6, fs11, fs5	6
add x19, x12, x18	1
fsw fs6, 0(x24)	1

Istruzione	Cicli
j loop	1

Sub-totale finale: 43 cicli

## Epilogo una tantum

Istruzione	Cicli
li a0, 0	1
li a7, 93	1
ecall	1

Sub-totale epilogo: 3 cicli.

## Totali

- Prologo: 36 cicli.
- Loop - parte iniziale:  $13 \times 32 = 416$  cicli.
- Ramo IF:  $24 \times 11 = 264$  cicli.
- Ramo ELSE:  $25 \times 21 = 525$  cicli.
- Loop - parte finale:  $43 \times 32 = 1376$  cicli.
- Epilogo: 3 cicli.

Totale = 2620 cicli.

**program\_1\_b.s**

## Prologo una tantum

Istruzione	Cicli
la su v1 ... v6 , la su T0 (7)	14
flw su v1 ... v6 , lw su T0 (7)	7
li x10,31 ; li x25,1 ; li x26,3	3

Istruzione	Cicli
la x12 ... x17 (6)	12
andi x28, x10, 1	1
beqz ..., loop_unrolled	1
j single_iteration	1

Sub-totale prologo: 39 cicli.

## Iterazione singola iniziale (i=31)

Istruzione	Cicli
blt x10, x0, End	1
slli x18, x10, 2	1
add x19 ... x24	6
flw fs1 ; flw fs2 ; flw fs3	3
rem x27, x10, x26	1
bnez x27, else_single	1
slli x28, x25, 1	1
fcvt.s.w fs7, x28	3
fdiv.s fs8, fs1, fs7	12
fcvt.w.s x25, fs8, rtz	3
j after_single	1
fcvt.s.w fs7, x25	3
fcvt.s.w fs9, x10	3
fmul.s fs10, fs7, fs9	6
fmul.s fs8, fs1, fs10	6
fcvt.w.s x25, fs8, rtz	3
fmul.s fs4, fs8, fs1	6
fsub.s fs4, fs4, fs2	4
fsw fs4, 0(x22)	1
fdiv.s fs5, fs4, fs3	12

Istruzione	Cicli
fsub.s fs11, fs4, fs1	4
fsub.s fs5, fs5, fs2	4
fsw fs5, 0(x23)	1
fmul.s fs6, fs11, fs5	6
fsw fs6, 0(x24)	1
addi x10, x10, -1	1
j loop_unrolled	1

Sub-totale iterazione singola: 95 cicli.

## Loop unrolled (2 elementi per iterazione)

Per 15 iterazioni: coppie (30,29)...(2,1). Tre casi:

- Caso A:  $i$  multiplo di 3,  $i-1$  non multiplo.
- Caso B:  $i$  non multiplo,  $i-1$  multiplo.
- Caso C: nessuno multiplo.

Distribuzione coppie: 5 con Caso A, 5 con Caso B, 5 con Caso C.

## Prefisso comune per coppia

Istruzione	Cicli
li x28, 0	1
ble x10, x28, End	1
slli x18, x10, 2	1
add x19 ... x24	6
flw fs1 ; flw fs2 ; flw fs3	3
rem x27, x10, x26	1
addi x11, x10, -1	1
slli x9, x11, 2	1
add x5 ... x8, x28, x29	6
bnez x27, else_branch_if	1



Sub-totale prefisso comune: 22 cicli.

## Ramo su **i**

**if i % 3 == 0**

Istruzione	Cicli
<b>slli x30, x25, 1</b>	1
<b>fcvt.s.w fs7, x30</b>	3
<b>flw ft1 ; flw ft2 ; flw ft3</b>	3
<b>fdiv.s fs8, fs1, fs7</b>	12
<b>rem x31, x11, x26</b>	1
<b>fcvt.w.s x25, fs8, rtz</b>	3
<b>j after_if_i</b>	1

Sub-totale ramo su **i** ( **if i % 3 == 0** ): 24 cicli.

**else**

Istruzione	Cicli
<b>fcvt.s.w fs7, x25</b>	3
<b>fcvt.s.w fs9, x10</b>	3
<b>flw ft1 ; flw ft2</b>	2
<b>fmul.s fs10, fs7, fs9</b>	6
<b>flw ft3, 0(x7)</b>	1
<b>rem x31, x11, x26</b>	1
<b>fmul.s fs8, fs1, fs10</b>	6
<b>fcvt.w.s x25, fs8, rtz</b>	3

Sub-totale ramo su **i** ( **else** ): 25 cicli.

## Dopo **i**

Istruzione	Cicli
<b>fmul.s fs4, fs8, fs1</b>	6
<b>bnez x31, else_branch_l1</b>	1

Sub-totale dopo `i`: 7 cicli.

## Ramo su `i-1`

`(i - 1) % 3 == 0`

Istruzione	Cicli
<code>slli x30, x25, 1</code>	1
<code>fcvt.s.w</code>	3
<code>fsub.s fs4, fs4, fs2</code>	4
<code>fsw fs4, 0(x22)</code>	1
<code>fdiv.s ft8, ft1, ft7</code>	12
<code>fdiv.s fs5, fs4, fs3</code>	12
<code>fcvt.w.s x25, ft8, rtz</code>	3
<code>j after_if_i1</code>	1

Sub-totale ramo su `i - 1 ( (i - 1) % 3 == 0 )`: 37 cicli.

`else`

Istruzioni	Cicli
<code>fcvt.s.w ft7, x25</code>	3
<code>fcvt.s.w ft9, x11</code>	3
<code>fsub.s fs4, fs4, fs2</code>	4
<code>fsw fs4, 0(x22)</code>	1
<code>fmul.s ft10, ft7, ft9</code>	6
<code>fdiv.s fs5, fs4, fs3</code>	12
<code>fmul.s ft8, ft1, ft10</code>	6
<code>fcvt.w.s x25, ft8, rtz</code>	3

Sub-totale ramo su `i - 1 ( else )`: 38 cicli.

## Coda comune

Istruzioni	Cicli
<code>fsub.s fs11, fs4, fs1</code>	4

Istruzioni	Cicli
fsub.s fs5, fs5, fs2	4
fsw fs5, 0(x23)	1
fmul.s ft4, ft8, ft1	6
fmul.s fs6, fs11, fs5	6
fsw fs6, 0(x24)	1
fsub.s ft4, ft4, ft2	4
fsw ft4, 0(x8)	1
fdiv.s ft5, ft4, ft3	12
fsub.s ft11, ft4, ft1	4
addi x10, x10, -2	1
fsub.s ft5, ft5, ft2	4
fsw ft5, 0(x28)	1
fmul.s ft6, ft11, ft5	6
fsw ft6, 0(x29)	1
j loop_unrolled	1

Sub-totale coda comune: 57 cicli.

## Costo per coppia

- Caso A:  $22 + 24 + 7 + 38 + 57 = 148$ .
- Caso B:  $22 + 25 + 7 + 37 + 57 = 148$ .
- Caso C:  $22 + 25 + 7 + 38 + 57 = 149$ .

Loop unrolled:  $10 \times 148 + 5 \times 149 = 2225$  cicli.

## Epilogo

Istruzione	Cicli
li a0, 0	3
li a7, 93	1
ecall	1

Sub-totale epilogo: 3 cicli.

## **Totali**

- Prologo: 39 cicli.
- Iterazione singola: 76 cicli.
- Loop unrolled: 2225 cicli.
- Epilogo: 3 cicli.

Totale = 2343 cicli.