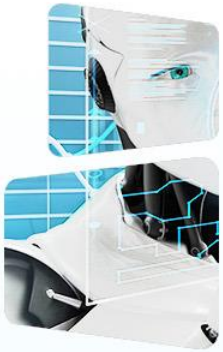
Architettura Elaboratori Elettronici

ESERCITAZIONI

STACK

Franco Liberati

liberati@di.uniroma1.it



STACK
Esercizio

Si consideri la funzione *f* definita su interi

f(x) = f(x-2) – 2

f(1) = 14

f(0) = 10

Si realizzi un programma in assembler MIPS che,definito un ntero positivo *x≥2*, calcola il corrispondente valore di *f(x)* in modo ricorsivo

ESEMPIO:

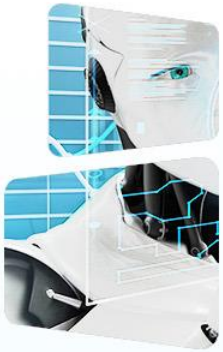
f(6)=f(4)-2=f(2)-2-2=f(0)-2-2-2=10-2-2-2=4

f(5)=f(3)-2=f(1)-2-2=14-2-2=10

STACK
main

```
main:
        li $v0,5            #lettura valore di ingresso
        syscall
        move $a0,$v0        #spostamento di X in registro preservante
        jal Funzione        #salto a funzione ricorsiva
        move $a0,$v0        #recupero del valore di ritorno della funzione ricorsiva
        li $v0,1            #stampa del risultato
        syscall

        li $v0, 10          #terminazione programma
        syscall
```

```
Funzione:
        li $t1,2                    #confronto per stabilire se il valore analizzato fa riferimento al caso base
        blt $a0, $t1, caso_base     #salto al caso base
        subu $sp, $sp, 8            #PUSH del valore X e dell'indirizzo di ritorno (nel primo caso al main; negli altri casi
                                    #a dopo la chiamata ricorsiva)
        sw $a0, 0($sp)              #
        sw $ra, 4($sp)              #
        sub $a0, $a0, 2             #aggiornamento del valore di X (x-2)
        jal Funzione
        lw $a0, 0($sp)              #POP dei valori precedentemente custoditi nello stack
        lw $ra, 4($sp)              #
        addi $sp, $sp, 8            #
        sub $v0,$v0,2               #costante da sottrarre in base all'elemento selezionato
        jr $ra                      #salto per il POP successivo o per il ritorno del main
caso_base:
        li $v0, 10                  #caso base X=0
        beqz $a0,salta
        li $v0,14                   #caso base X=1
salta:
        jr $ra                      #salto per il POP o per il ritorno del main
```



STACK
Esercizio

Scrivere il codice di una funzione ricorsiva che inverta le cifre di un numero intero N

```
int reverse (int num,int a) {
        if (num==0) {return a;}
        else {
                return reverse(num/10,a*10+num%10);
            }
}
```

STACK
main

```
main:
        li $v0,5            #lettura valore di ingresso
        syscall
        move $a0,$v0        #spostamento di X in registro preservante
        li $v0,0
        move $a1,0          #spostamento di X in registro preservante
        jal Funzione        #salto a funzione ricorsiva
        move $a0,$v0        #recupero del valore di ritorno della funzione ricorsiva
        li $v0,1            #stampa del risultato
        syscall

        li $v0, 10          #terminazione programma
        syscall
```

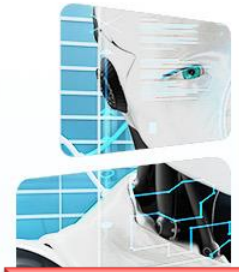
```
int reverse (int num,int a) {
        if (num==0) {return a;}
        else {
                return reverse(num/10,a*10+num%10);
            }
}
```

STACK funzione

Funzione:

```
beqz $a0,caso_base
rem $t1,$a0,10          #num%10
mul $a1,$a1,10          #a*10
add $a1,$a1,$t1         #a=a*10+num%10
div $a0,$a0,10          #num=num/10
sw $ra,($sp)            # PUSH ritorno
sub $sp,$sp,4           #
jal Funzione            # ricorsione
add $sp,$sp,4           # POP
lw $ra,($sp)            #
move $v0,$v1            #salvo il valore del caso base in V0
jr $ra
```

```
caso_base:
        move $v1, $a1
        jr $ra
```



STACK
Esercizio

Scrivere il codice di una funzione ricorsiva int f(int n) che restituisce quante coppie di cifre uguali in posizioni adiacenti ci sono nel numero n, nel caso n sia negativo restituisce 0

Ad es: f(551122) restituisce 3, f(5122) restituisce 1, f(9) restituisce

```
cd(n)
{
        if (n<10) return 0
        else{
                c1=n%10
                n1=n/10
                c2=n1%10
                if (c1==c2) cd(n1)+1
                        else cd(n1)
                }
}
```

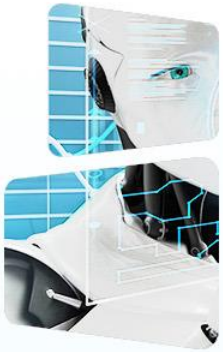
STACK
main

```
main:
        li $v0,5            #lettura valore di ingresso
        syscall
        move $a0,$v0        #spostamento di X in registro preservante
        jal Funzione        #salto a funzione ricorsiva
        move $a0,$v0        #recupero del valore di ritorno della funzione ricorsiva
        li $v0,1            #stampa del risultato
        syscall

        li $v0, 10          #terminazione programma
        syscall
```

```
cd(n) {
if (n<10) return 0
else{
        c1=n%10
        n1=n/10
        c2=n1%10
        if (c1==c2) cd(n1)+1
              else cd(n1)
        }
```

STACK
Funzione ricorsiva

```
Funzione:
        blt $a0, 10, caso_base
        rem $t1,$a0,10
        div $a0,$a0,10
        rem $t2,$a0,10
        beq $t1,$t2, set_uno
        li $t9,0
        j salta
set_uno:
        li $t9,1
salta:
        sub $sp,$sp,8
        sw $t9,0($sp)
        sw $ra4(sp)
        jal Funzione
        lw $t0,0($sp)
        lw $ra,4($sp)
        add $sp,$sp,8
        add $v0,$v0,$t0
        jr $ra
caso_base:
        li $v0, 0
        jr $ra
```



STACK
Esercizio proposto

Si consideri la funzione *f* definita su interi

f(x,y) = 2·f(x-2,y-5)

f(0,y) = 1

f(x,0) = 2

f(0,0)=3

Si realizzi un programma in assembler MIPS che,definiti due interi positivi *x≥2 e y ≥2*, calcola il corrispondente valore di *f(x,y)* in modo ricorsivo

ESEMPIO:

f(4,25)=2·f(2,20) =2·2·f(0,15) =2·2·1 =2·2·1=4

f(8,10)=2·f(6,5) =2·2·f(4,0) =2·2·2=8

f(4,10)=2·f(2,5)=2·2·f(0,0)=2·2·3=12

STACK main

*f(x,y) = 2*f(x-2,y-5)*
f(0,y) = 1
f(x,0) = 2
f(0,0)=3

```
.text
.globl main
main:
        li $v0,5
        syscall
        move $a0,$v0
        li $v0,5
        syscall
        move $a1,$v0
        jal Funzione
        move $a0,$v0
        li $v0,1
        syscall
li $v0,10
syscall
```

$f(x,y) = 2*f(x-2,y-5)$
$f(0,y) = 1$
$f(x,0) = 2$
$f(0,0)=3$

STACK ricorsione

Funzione:

```
beqz $a0,caso_base      #confronto per stabilire il caso base
beqz $a1,caso_base      #

subu $sp, $sp, 4        #PUSH del valore X e dell'indirizzo di ritorno (nel primo caso al main; negli altri casi
                        #a dopo la chiamata ricorsiva)
sw $ra, 0($sp)          #
sub $a0,$a0,2           #aggiornamento X (x-2)
sub $a1,$a1,5           #aggiornamento Y (y-5)
jal Funzione
lw $ra, 0($sp)          #POP dei valori di RA precedentemente custoditi nello stack
addi $sp, $sp, 4        #
mul $v0,$v0,2           #costante da moltiplicare all'elemento selezionato
jr $ra                  #salto per il POP successivo o per il ritorno del main
```

$f(x,y) = 2*f(x-2,y-5)$
$f(0,y) = 1$
$f(x,0) = 2$
$f(0,0)=3$

STACK
caso base

```
caso_base:
        bnez $a0,zero2
        bnez $a1,zero1
        li $v0,3
        j finecasi              #x=0e y=0
zero1:
        li $v0,1
        j finecasi
zero2:
        li $v0,2
        j finecasi              #non serve, ma lo scrivo per uniformità
finecasi:
        jr $ra
```

STACK
Esercizio proposto per casa

Si consideri la funzione *f* definita su interi

$f(x,y) = (x-y) \cdot f(x-5,y+3)$

$f(x,y) = 4$ **se** $x \leq 0$

Si realizzi un programma in assembler MIPS che,definiti due interi positivi e $x \geq 5$**, calcola il corrispondente valore di** $f(x,y)$ **in modo ricorsivo**

ESEMPIO:

$f(15,4)=11 \cdot f(10,7) =11 \cdot 3 \cdot f(5,10) =11 \cdot 3 \cdot -5 \cdot f(0,13) =11 \cdot 3 \cdot -5 \cdot 4=-660$

$f(x,y) = (x-y) \cdot f(x-5,y+3)$
$f(x,y) = 4 \text{ se } x \leq 0$

STACK
main

```
.text
.globl main
main:
        li $v0,5
        syscall
        move $a0,$v0
        li $v0,5
        syscall
        move $a1,$v0
        jal Funzione
        move $a0,$v0
        li $v0,1
        syscall
li $v0,10
syscall
```

$f(x,y) = (x-y) \cdot f(x-5,y+3)$
$f(x,y) = 4 \text{ se } x \leq 0$

STACK ricorsione e caso base

```
Funzione:
        blez $a0,casobase
        subi $sp,$sp,12
        sw $ra,0($sp)
        sw $a0,4($sp)
        sw $a1,8($sp)
        sub $a0,$a0,5          #x=x-5
        add $a1,$a1,3          #y=y+3
        jal Funzione
        lw $ra,0($sp)
        lw $t0,4($sp)
        lw $t1,8($sp)
        add $sp,$sp,12
        sub $v1,$t0,$t1#(x-y)
        mul $v0,$v0,$v1        #(x-y)*prodotti_precedenti
        jr $ra
casobase:
        li $v0,4
        jr $ra
```

STACK
Esercizio proposto per casa

Progettare e codificare un programma in assembly MIPS/MARS che calcola il quoziente della divisione tra interi in modo ricorsivo, cioè

```
int div(int x, int y){
    if (x>=y) return 1+div(x-y,y);
    else return 0;
}
```

```
int div(int x, int y){
    if (x>=y) return 1+div(x-y,y);
    else return 0;
}
```

STACK main

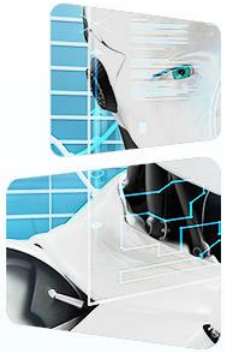
```
.text
.globl main
main:
        lw $a0,divid
        lw $a1,divis
        jal QUOZ
        move $a0,$v0

        li $v0,1
        syscall

li $v0,10
syscall
```

```
QUOZ:
        blt $a0,$a1,casobase    # analisi casobase
        sub $sp,$sp,12          # PUSH salvataggio n e indirizzo di ritorno
        sw $ra,0($sp)           #
        sw $a0,4($sp)           #
        sw $a1,8($sp)
        sub $a0,$a0,a1          #
        jal QUOZ
        lw $ra,0($sp)           #
        lw $a0,4($sp)           #
        lw $a1,8($sp)           #
        add $sp,$sp,12          # POP
        add $v0,$v0,1           # aggiornamento somma parziale
        jr $ra
casobase:
        li $v0,0                # gestione caso base
        jr $ra
```

STACK
Esercizio proposto per casa

Progettare e codificare un programma in assembly MIPS/MARS che determina se un numero è primo in modo ricorsivo, cioè (1 NON PRIMO, 0 PRIMO)

```
bool isp(int n, int i){
        if (n%i)!=0 &&(n>i) isp(i+1,n)
        else return 1
}
```



```
bool isp(int n, int i){
                if (n%i)!=0 isp(i+1,n)
                else return 1
}
```

STACK
main

```
.text
.globl main
main:
        lw $a0,n
        li $a1,2
        li $v0,0
        jal ISPRIM
        move $a0,$v0
        li $v0,1
        syscall

li $v0,10
syscall
```

```
ISPRIM:
        ble $a0,$a1,fine
        rem $t0,$a0,$a1
        beqz $t0, casobase      # analisi casobase
        sub $sp,$sp,12          # PUSH salvataggio n e indirizzo di ritorno
        sw $ra,0($sp)           #
        sw $a0,4($sp)           #
        sw $a1,8($sp)
        add $a1,$a1,1           #
        jal ISPRIM
        lw $ra,0($sp)           #
        lw $a0,4($sp)           #
        lw $a1,8($sp)           #
        add $sp,$sp,12          # POP
        jr $ra
casobase:
        li $v0,1                # gestione caso base
fine:
        jr $ra
```

STACK
Esercizio

Su una isola c'è una coppia di giovani conigli, i coniglietti il primo anno sono troppo giovani e non fanno figli mentre una coppia di conigli ogni anno a partire dal secondo fa un'altra coppia di conigli

Dopo N anni quante coppie sono presenti sull'isola?

- **Cosa succede:**

Conigli(0) = 1	la prima coppia è stata messa sull'isola
Conigli(1) = 1	al primo anno la prima coppia è ancora giovane
Conigli(2) = 1 + 1	al secondo anno la coppia iniziale genera una seconda coppia
Conigli(3) = 2 + 1	la seconda coppia non è matura, la prima coppia genera ancora
Conigli(4) = 3 + 2	tutte le coppie che hanno almeno 2 anni generano altre coppie
Conigli(5) = 5 + 3	….

STACK
Esercizio

Isola dei conigli

❖Cosa succede:

Conigli(0) = 1	la prima coppia è stata messa sull'isola
Conigli(1) = 1	al primo anno la prima coppia è ancora giovane
Conigli(2) = 1 + 1	al secondo anno la coppia iniziale genera una seconda coppia
Conigli(3) = 2 + 1	la seconda coppia non è matura, la prima coppia genera ancora
Conigli(4) = 3 + 2	tutte le coppie che hanno almeno 2 anni generano altre coppie
Conigli(5) = 5 + 3	….

Conigli

$$f(n) = f(n-1)+f(n-2)$$
$$f(1) = 1$$
$$f(0) = 1$$

$$f(n) = f(n-1)+f(n-2)$$
$$f(1) = 1$$
$$f(0) = 1$$

STACK main

```
text
.globl main
main:
        li $v0,5
        syscall
        move $a0,$v0

        jal CONIGLI

        move $a0,$v0
        li $v0,1
        syscall

li $v0,10
syscall
```

```
CONIGLI:
        ble $a0,1,casobase          # analisi casobase
        sub $sp,$sp,18# PUSH salvataggio n e indirizzo di ritorno (prima volta$RAmain)
        sw $ra,0($sp)               # e poi n-1 e salvataggio a RA1
        sw $a0,4($sp)
        sub $a0,$a0,1               # n-1
        jal CONIGLI
        sw $v0,8($sp)               # salvataggio somma parziale
        lw $a0,4($sp)               # prelievo n da analizzare
        sub $a0,$a0,2               # n-2
        jal CONIGLI
        lw $t0,8($sp)               # prelievo somma parziale
        add $v0,$v0,$t0             # aggiornamento somma parziale
        lw $ra,0($sp)               # recupero RA
        add $sp,$sp,8  # POP
        jr $ra
casobase:
        li $v0,1                    # gestione caso base
        jr $ra
```

1

2

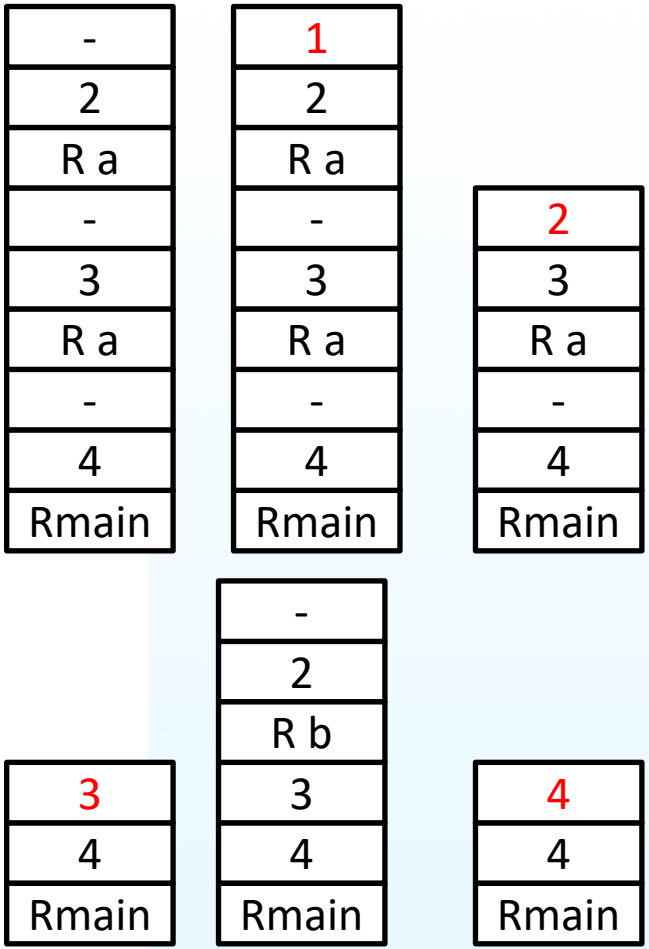
$f(n) = f(n-1)+f(n-2)$
$f(1) = 1$
$f(0) = 1$

```
text
.globl main
main:
        li $v0,0

        li $v0,5
        syscall
        move $a0,$v0

        jal FIBONACCI

        move $a0,$v0
        li $v0,1
        syscall

li $v0,10
syscall
```

```
FIBONACCI:
        ble $a0,1,casobase
        sub $sp,$sp,12
        sw $ra,0($sp)
        sw $a0,4($sp)
        sub $a0,$a0,1
        jal FIBONACCI
        sw $v0,8($sp)
        lw $a0,4($sp)
        sub $a0,$a0,2
        jal FIBONACCI
        lw $t0,8($sp)
        add $v0,$v0,$t0
        lw $ra,0($sp)
        add $sp,$sp,12
        jr $ra
casobase:
        li $v0, 1
        jr $ra
```

a

b



FINE