Architettura Elaboratori Elettronici

ESERCITAZIONI

SALTO A SUBROUTINE

Franco Liberati

liberati@di.uniroma1.it

Argomenti

- Salto a subroutine/funzione
- Salto a subroutine/funzione nel MARS

- Il concetto di MACRO

Salto a Subroutine

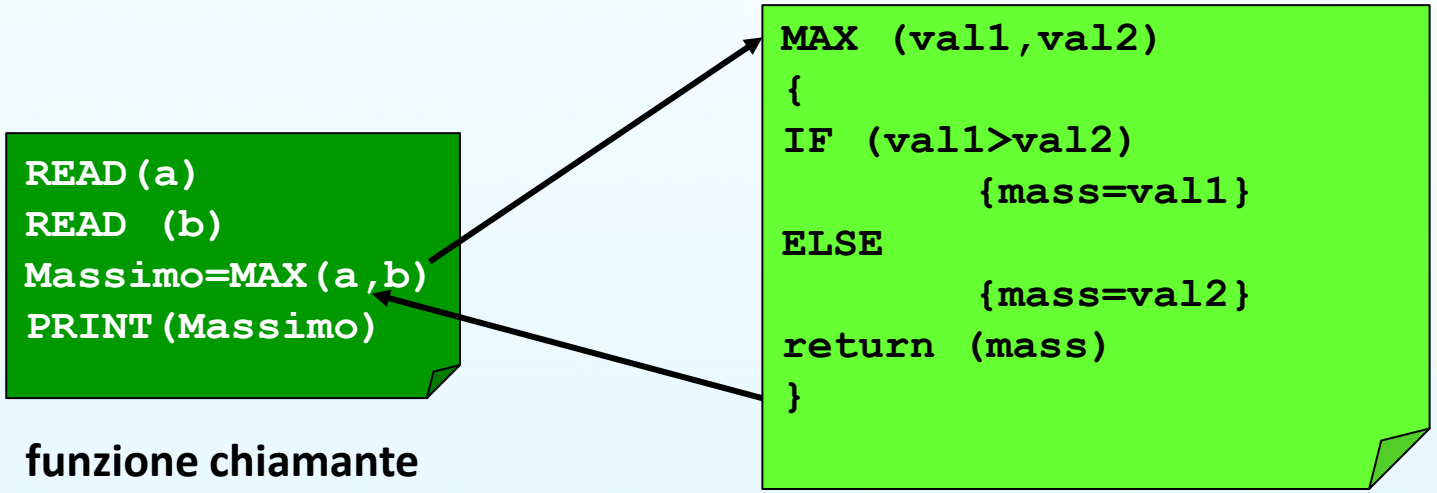
L'istruzione di **salto a sub-routine** muta l'esecuzione da un punto ad un altro di un programma salvando l'indirizzo dell'istruzione successiva al salto

```
READ(a)
READ  (b)
Massimo=MAX(a,b)
PRINT(Massimo)
```

```
MAX  (val1,val2)
{
IF  (val1>val2)
          {mass=val1}
ELSE
          {mass=val2}
return  (mass)
}
```

Salto a Subroutine

La funzione che evoca la subroutine è detta **funzione chiamante**; la subroutine evocata è detta **funzione chiamata**



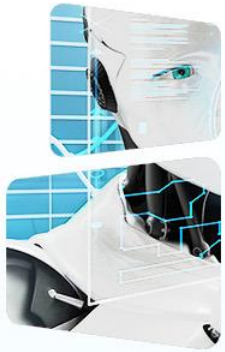
Salto a Subroutine

Formalmente una **subroutine in un linguaggio ad alto** livello è costituito da

- un tipo del valore restituito dalla funzione (type)
- una parola chiave (function)
- il nome della funzione (name_subroutine)
- dei parametri di ingresso acquisiti dalla funzione (var_par)
- Il corpo della funzione
- una istruzione di ritorno alla funzione principale che riporta anche il valore (o parametro di uscita) che vuole essere riportato alla funzione chiamante

```
int function massimo(int a, int b)
{
        int max;
        if (a>b) {max=a}
        else {max=b}
        return max;
}
```

SALTO A SUBROUTINE NEL MARS



Salto a Subroutine MARS

Una **subroutine in MARS** richiede

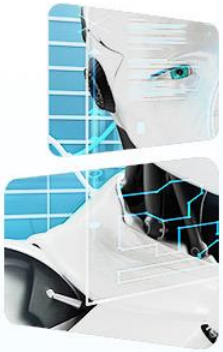
- il nome della funzione (name_subroutine) richiamato dalla istruzione JAL
- i parametri di ingresso sono posti nei registri $a0,$a1,$a2,$a3
- L'etichetta che indica l'inizio della funzione
- Il corpo della funzione
- Il parametro di uscita è posto nel registro $v0 e/o $v1
- L' istruzione di ritorno JR $RA

```
…
move $a0,$t0
move $a1,$t1
JAL MASSIMO
…
…
li $v0,10
syscall

MASSIMO:
            move $v0,$a0
            bgt $a0,$a1,fine
            move $v0,$a1
fine:
            jr $ra
```

Salto a Subroutine MARS

In MIPS/MARS istruzione di salto a sub-routine sposta l'esecuzione da un punto ad un altro di un programma salvando l'indirizzo dell'istruzione successiva al salto in un registro speciale ($RA)

jal target	*Salto incondizionato all'istruzione target e salvataggio dell'indirizzo della prossima istruzione in ra*
jr rsource	*Salto incondizionato all'istruzione che ha indirizzo memorizzato nel registro rsource*
jalr rsource, rdest	*Salto incondizionato all'istruzione che ha indirizzo memorizzato nel registro rsource e salvataggio dell'indirizzo della prossima istruzione in rdest*



Salto a Subroutine MARS

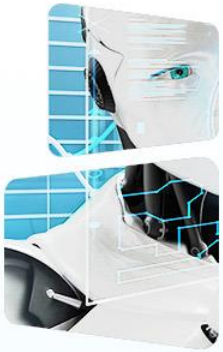
```
Main:
lw $t0,pippo
lw $t1, paperino
add $t2,$t0,$t1
…
jal batman
…
….
li v0,10
break
```

```
xor $t7,$t7,$t7
add $t7,$t6,$t5
…
…
…
…
…
…
…

jr $ra
```

Salto a Subroutine MARS

Registri preservanti e non

L’istruzione di salto a sub-routine implica (anche se nel simulatore MARS non sempre accade) un azzeramento dei registri non preservanti $t0,…,$t9; mentre gli operandi contenuti nei registri preservanti $s0,$s9 non sono modificati



Salto a Subroutine MARS

Convenzione sui registri per I parametri di ingresso e di uscita

Quando si richiama una subroutine è convenzione porre i parametri di ingresso (i valori che devono essere manipolati dalla funzione) nei registri preservanti $a0,$a1,$a2,$a3

Il valore risultante di una subroutine è sito nel registro preservante $v0

Salto a SubRoutine

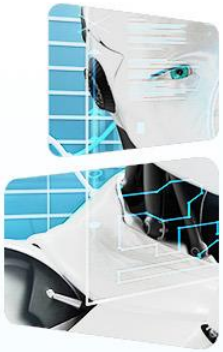
ESEMPIO

Realizzare un programma che svolga il massimo tra tre numeri

Approccio canonico
maxtre(a,b,c)

Riuso di funzione

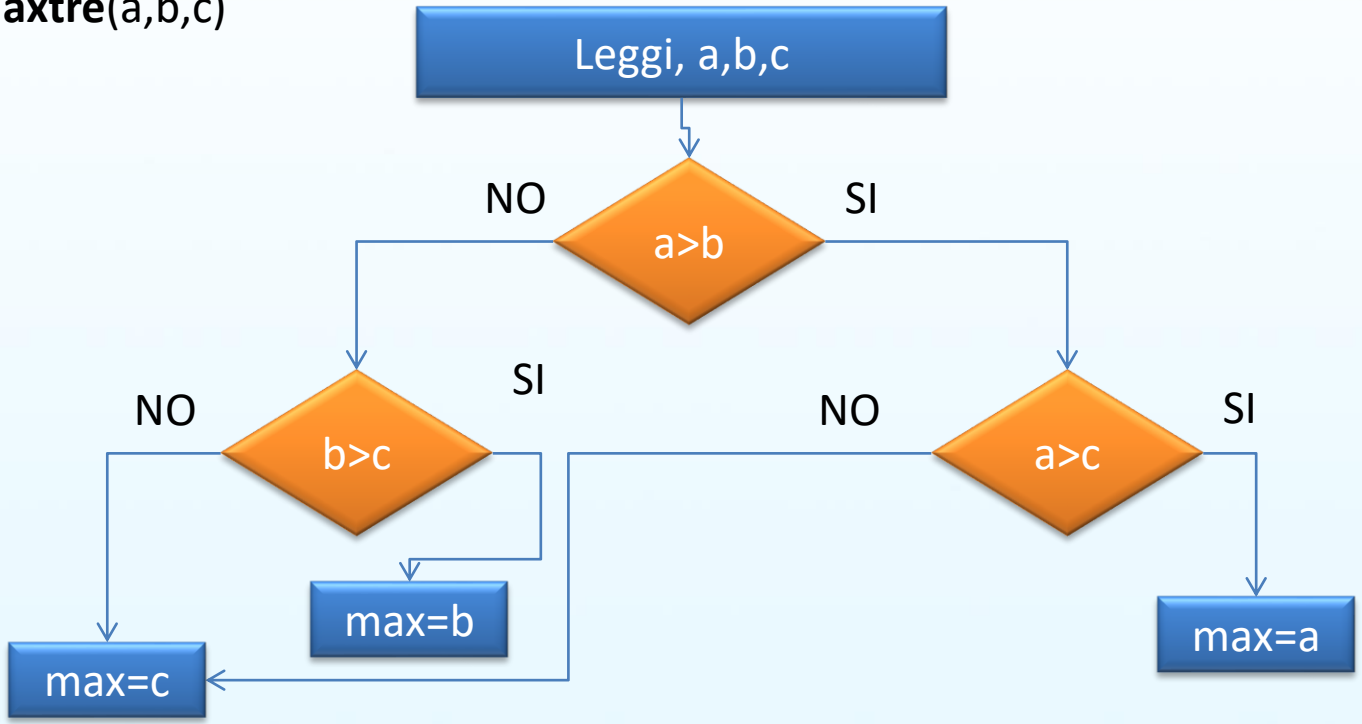
leggi a,b,c
t= MASSIMO(a,b)
max=MASSIMO(t,c)
conserva max

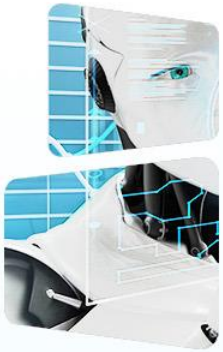


Salto a SubRoutine

ESEMPIO

Approccio canonico
maxtre(a,b,c)



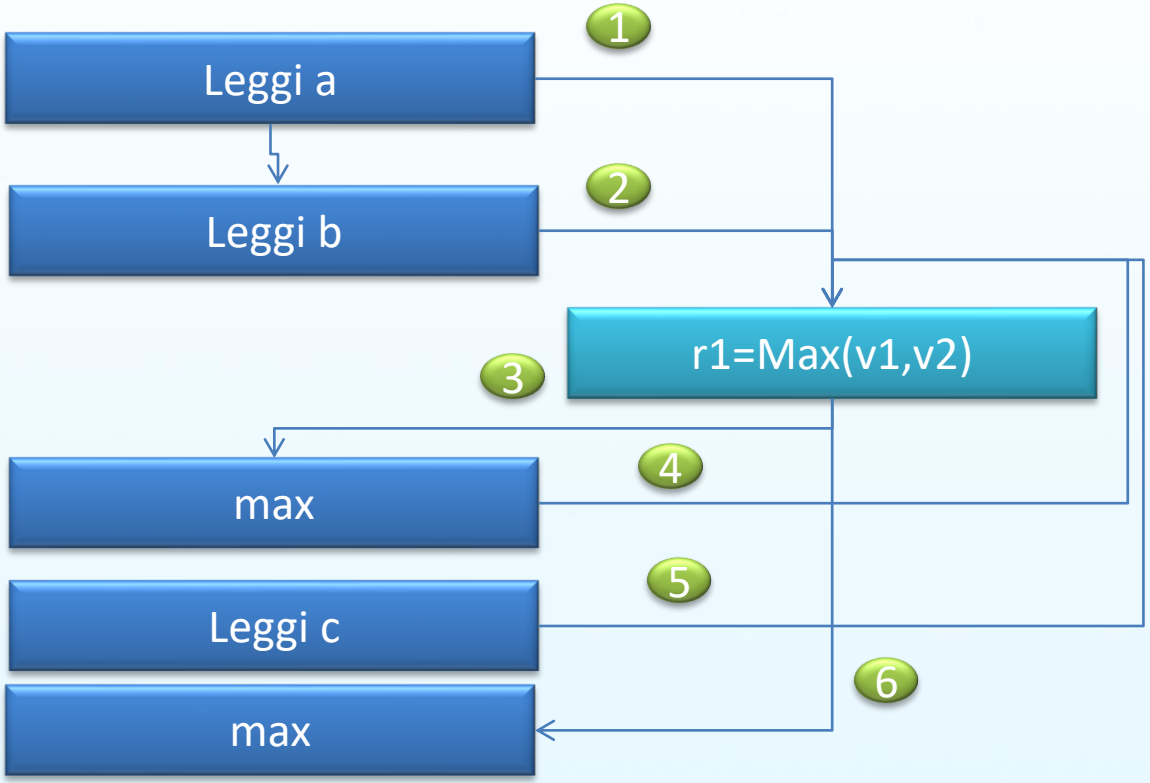


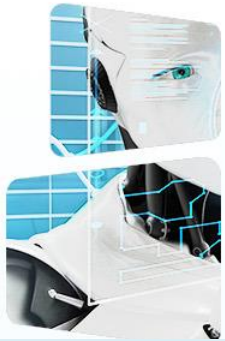
Salto a SubRoutine

ESEMPIO

Riuso di funzione

leggi a,b,c
t= MASSIMO(a,b)
max=MASSIMO(t,c)
conserva max





Salto a SubRoutine

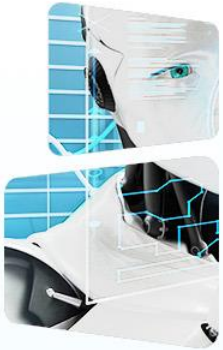
ESEMPIO

```
.text
.globl main

main:
        lw $a0,x        #lettura primo valore
        lw $a1,y        #lettura secondo valore
        jal MASSIMO #salto a funzione
        move $a0,$v0 #recupero massimo dalla funzione
        lw $a1,z        #lettura terzo valore
        jal MASSIMO #salto a funzione
        move $a0,$v0 #recupero massimo dalla funzione
        move $t0,$a0 #massimo in T0

        li $v0,10
        syscall
```

```
MASSIMO:
# PARAMETRI INGRESSO: A0 e A1 valori interi
# PARAMETRO USCITA:  V0 massimo tra A0 e A1
        move $v0,$a0    #Imposto A0 come massimo
        bgt $a0,$a1,fine   #Se A0>A1 allora finisco
        move $v0,$a1    #Imposto A1 come massimo
fine:
        jr $ra
```

```
.data
x:.word 45
y:.word 100
z:.word 77
```

MACRO



MACRO

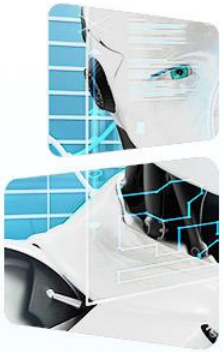
Generalità

Quando si definisce **una macro** si rimpiazza la sua etichetta con le linee di codice racchiuse tra le direttive di inizio e fine macro; si dice anche che c'è una inclusione diretta delle istruzioni (*raw source code*)

La sostituzione avviene in fase di assemblaggio o per mezzo di un pre-assemblatore (Assembly PreProcessor, APP), cioè un programma che opera sul codice tra la fase di compilazione e quella di assemblaggio

Il programma APP abilita il pre-assemblatore che sostituisce i nomi delle costanti con i loro valori e le macro nonché inserisce il testo dei file richiesti con la direttiva **.include**. **Pertanto quando si utilizza una macro non c'è un sovra lavoro dovuto a un salto in memoria, il passaggio di parametri e il ritorno al programma principale**

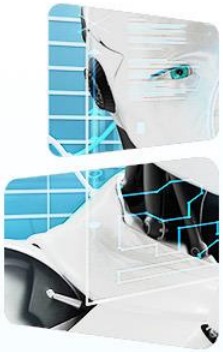
Malgrado questo è compito del programmatore gestire bene i registri e le etichette che sono usate all'interno della macro evitando nomi comuni, sovrascritture di registri significativi (cioè già usati nel programma principale) e l'uso di identificatori generici



MACRO

Definizione

```
.macro
        Istruzione1
        Istruzione2
        …
        Istruzionen
.end_macro
```



MACRO

Esempio

```
.text
.globl main
.macro FINEPROGRAMMA                #definizione macro
                li $v0,10           #istruzione macro
                syscall             #istruzione macro
.end_macro                          #chiusura macro

main:
                lw $t0,Joker
                lw $t1,Goblin
                li $t2,0
ciclo:
                bltz $t1,fine
                add $t2,$t2,$t0
                sub $t1,$t1,1
                j ciclo
fine:
                FINEPROGRAMMA       #chiamata macro
                                    #(sostituzione codice)
```

```
.data
Joker:.word 4
Goblin:.word 6
```

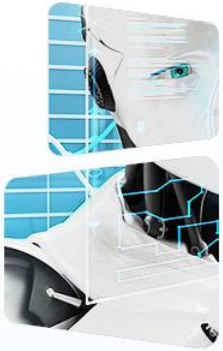
Direttiva EQV

Generalità

Analogamente alla MACRO esiste la direttiva **EQV** che consente di assegnare un nome ad un registro (in generale sostituisce un identificatore con una stringa)

Segue la logica: definisci una volta e usa molte volte

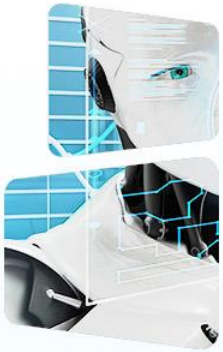
Utile per avere un debug più semplice



Direttiva EQV

Generalità

.eqv ETICHETTA registro



Direttiva EQV

Esempio

```
.text
.globl main
.macro FINEPROGRAMMA          #definizione macro
        li $v0,10              #istruzione macro
        syscall                #istruzione macro
.end_macro                     #chiusura macro
.eqv VAR1 $t0
.eqv VAR2 $t1
.eqv TOT $t2
main:
        lw VAR1,x
        lw VAR2,y
        li TOT,0
ciclo:
        bltz VAR2,fine
        add TOT,TOT,VAR1
        sub VAR2,VAR2,1
        j ciclo
fine:
        FINEPROGRAMMA          #chiamata macro
                               #(sostituzione codice)
```

```
.data
Joker:.word 4
Goblin:.word 6
```

FINE