Astrarre sul Controllo

Sommario: 28 marzo, 2019

- Astrazioni: Procedure, Funzioni e Unità di Programmazione
- Trasmissione per Valore, Costante
- Trasmissione per Riferimento, Risultato, Valore-Risultato
- Trasmissione per Nome
- Trasmissione e Ritorno di funzioni come valori
- Il meccanismo delle eccezioni
- Esercizi

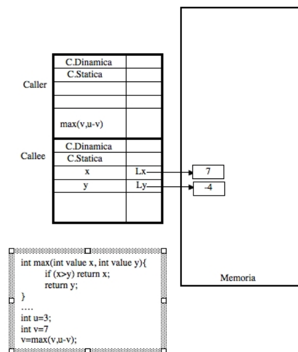
Astrazioni

- **Astrazione** = Generalizzazione che incapsula struttura (di controllo o dati) rendendola indipendente dallo specifico contesto in cui occorre, ed integrabile in ogni contesto in cui serve.
- **Unità di Programmazione**. Astrazioni per contenere e localizzare funzionalità del programma
- **Fully Abstract**. Astrazioni che hanno la stessa struttura del programma
- **Procedure e Funzioni**. Sono astrazioni per il controllo di sequenza.

z=x;
x=y;
y=z;
swap(x,y)
prologo = trasmissione/ Activation Record
epilogo = trasmissione/ Ritorno Controllo
t=z;
z=s
s=t;
swap(z,s)
void swap(....u,....v)
{... p;
p=u;
u=v;
v=p;
}
ASTRAZIONE
Procedura
x=t;
t=z;
z=x;
swap(t,z)
Programma

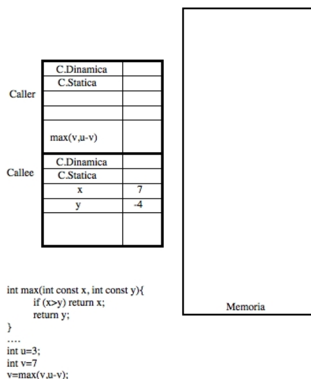
Trasmissione per Valore

- I parametri **attuali** sono (completamente) valutati, nel chiamante, come espressioni che devono calcolare **valori memorizzabili**.
- I parametri **formali** sono legati a **valori modificabili** inizializzati al valore del corrispondente parametro attuale
- Trasmissione one-way: Invocato riceve solo valori per i parametri
- Presente in tutti i linguaggi Imperativi/a stato. Assente in linguaggi dichiarativi.



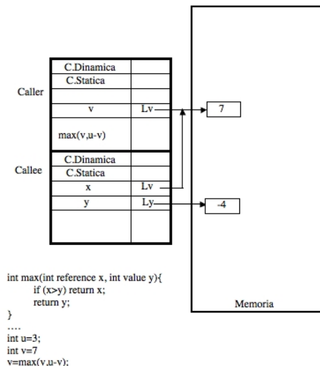
Trasmissione per Costante

- I p. **attuali** sono (completamente) valutati, nel chiamante, come espressioni che devono calcolare **valori non modificabili**, ovvero costanti
- I parametri **formali** sono legati a tali valori costanti.
- Presente in tutti i linguaggi dichiarativi. Nei Ling. Imperativi Pascal, ADA. Nei Linguaggi Funzionali
- Trasmissione one-way: Invocato riceve solo valori per i parametri



Trasmissione per Reference

- I p. **attuali** sono (completamente) valutati, nel chiamante, come espressioni che devono calcolare **valori modificabili**.
- I parametri **formali** sono legati a tali valori modificabili.
- Presente, o emulabile, in tutti i linguaggi Imperativi.
- Trasmissione a memoria condivisa: Chiamante e Invocato condividono una regione di memoria



Trasmissione per Risultato e Valore-Risultato

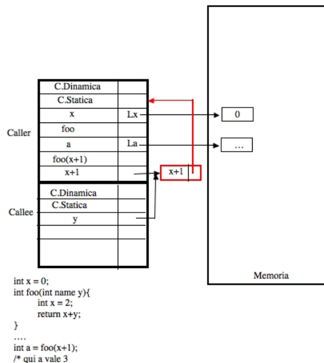
- **Risultato**. Come il reference ma il **valore modificabile** del parametro formale è in **sola scrittura per l'invocato**. Quindi è one way in scrittura.
- **Valore-Risultato**. Come il reference ma il **valore modificabile** del parametro formale è in **lettura** durante la valutazione del corpo dell'invocato e in **scrittura** alla sua terminazione. Quindi è un two-way ma senza condivisione di memoria.
- Talvolta **Valore-Risultato** può essere emulato con la trasmissione per **reference**, ma non sempre come si vede sotto:

```
int foo(int reference x,
        int reference y,
        int reference z){
       y = 2;
       x = 4;
       if (x==y) z=1;
}
....
int a=3;
int b=0;
foo(a,a,b);
/* qui a vale 4, b vale 1 */
```

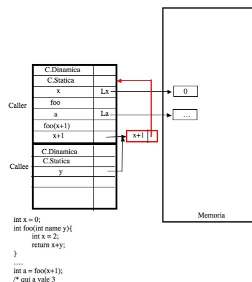
```
int foo(int value-result x,
        int value-result y,
        int value-result z){
       y = 2;
       x = 4;
       if (x==y) z=1;
}
....
int a=3;
int b=0;
foo(a,a,b);
/* qui a vale 4, b vale 0 */
```

Trasmissione per Nome: Creazioni di Chiusure

- I p. **attuali** sono un codice (espressione o comando).
  Il codice è chiuso con il suo ambiente in una struttura che si chiama *chiusura*.
  - **Chiusura** Struttura formata da una coppia (Codice,AmbienteNonLocale).
  - È utilizzata per chiudere un codice con i legami per i non locali che occorrono in esso.
- I p. **formali** sono legati a tali chiusure.
- Quando un formale è valutato, il codice della chiusura è valutato nell'ambiente della chiusura



Trasmissione per Nome, oggi



- Presente in Algol60, Simula per condivisione memoria. Nei Linguaggi Funzionali (non ML e derivati, OCaml), per esprimere funzioni parzialmente non strette. Presente anche in varianti, quali:
  - **by need** (Linguaggi Miranda) Il formale è valutato solo la prima volta e il valore ottenuto rimpiazza la chiusura (solo per codice espressione).
  - **lazy** (Linguaggi Haskell) Ad ogni valutazione il codice è rimpiazzato dalla valutazione parziale ottenuta (solo per codice espressione che definisce valori strutturati)
  - **procedure/function** In quasi tutti i linguaggi, Algol68, Pascal, Lisp, Modula, ADA, Miranda, ML, Ocaml, C#, Java.Prossime slides.

Trasmissione di Funzione (o Procedura)

- Il p. **attuale** è un'espressione che calcola un identificatore di Funzione.
- Il p. **formale** viene legato alla chiusura ottenuta in accordo alla regola di *Binding del Linguaggio*:

```
{int x = 1;
  int y = 7;
  int f(){
          return x+y;
   }
 void g (int h()){
          int x = 2;
          return h() + x;
   }
 ...
 {int x = 4;
   int z = g(f);
   }
...
}
```

Binding del Linguaggio. L'identificatore calcolato dal parametro attuale è:

- **Deep Binding.** Valutato nel chiamante, individuando subito, la Funzione definita e il suo ambiente non locale che sono inseriti nella chiusura.
- **Shallow Binding.** Inserito in una chiusura che sarà completata con l'ambiente non locale individuato se e quando un'invocazione del p. formale è effettivamente eseguita.

Trasmissione di Funzione (o Procedura -2)

- Il p. **attuale** è un'espressione che calcola un identificatore di Funzione.
- Il p. **formale** ha come denotazione la chiusura ottenuta in accordo al Binding del Linguaggio:

```
{ int x = 1;
  int y = 7;
  int f(){
          return x+y;
   }
  void g (int h()){
          int x = 2;
          return h() + x;
   }
  ...
  { int x = 4;
    int z = g(f);
   }
 ...
}
```

- Quando il p. formale è invocato, la Funzione invocata dipende dal Binding:
  - **Deep Binding**. Funzione e Ambiente Non Locale sono già nella chiusura.
  - **Shallow Binding**. Alla prima invocazione del formale, i componenti della chiusura sono rimpiazzati dal binding trovato per l'identificatore in essa, e dall'Ambiente corrente.

Higher Order: Funzione come Valori Calcolati

- **Higher Order**: Le funzioni sono valori che possono essere argomenti o valori calcolati di un invocazione di funzione
- Chi sono le non locali di una funzione ottenuta come risultato di un invocazione?

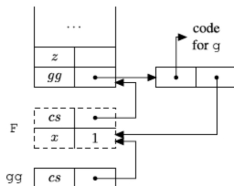
```
{ int x = 1;
  void->int F(){
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

- gg è solo un identificatore (di variabile? di costante?) per la funzione g definita nel corpo di `F`.
- In un Linguaggio con Scope Statico:
  - gg ha come valore denotabile una chiusura contenente tale funzione g e il suo ambiente dei non locali
- In un Linguaggio con Scope Dinamico:
  - gg ha come valore denotabile una chiusura contenente tale funzione g ma l'ambiente dei non locali è determinato dagli ambienti nei quali gg è invocata

Higher Order: Funzione come Valori Calcolati /2

- In un Linguaggio con Scope Statico, l'ambiente non locale di una funzione calcolata g potrebbe non essere più accessibile dopo l'invocazione della funzione che l'ha calcolata.

```
{ ...
  void->int F(){
    int x = 1;
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```



- **AR Retention** Retention di un Activation Record

Esempio in dettaglio – Quadro 1

```
{ ...
  void->int F(){
    int x = 1;
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

——	AR0
CS	...
CD	...
F	l_F
gg	
z	
F()	

l_F	F_{code}
l_g	g_{code}

memoria

Esempio in dettaglio – Quadro 2

```
{ ...
  void->int F(){
    int x = 1;
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

——	AR0
CS	...
CD	...
F	l_F
gg	
z	
F()	

——	ARF
CS	AR0
CD	AR0
RA	
x	l_x
g	l_g
g	l_H

l_F	F_{code}
l_g	g_{code}
l_x	1
l_H	(l_g, AR_F)

memoria

Esempio in dettaglio – Quadro 3

```
{ ...
  void->int F(){
    int x = 1;
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

——	AR0
CS	...
CD	...
F	l_F
gg	l_H
z	
gg()	

——	AR_F
CS	AR0
CD	—
RA	
x	l_x
g	l_g
rete	ned

——	AR_{gg}
CS	AR_F
CD	AR0
RA	
x+1	

memoria

l_F	F_{code}
l_g	g_{code}
l_x	1
l_H	(l_g, AR_F)

Esempio in dettaglio – Quadro 4

```
{ ...
  void->int F(){
    int x = 1;
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

—	AR0
CS	...
CD	...
F	l_F
gg	l_H
z	
gg()	

—	AR_F
CS	AR0
CD	—
RA	
x	l_x
g	l_g
rete	ned

—	AR_{gg}
CS	AR_F
CD	AR0
RA	
x+1	2

l_F	F_{code}
l_g	g_{code}
l_x	1
l_H	(l_g, AR_F)

memoria

```
{ ...
  void->int F(){
    int x = 1;
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

——	AR0
CS	...
CD	...
F	l_F
gg	l_H
z	
gg()	

——	AR_F
CS	AR0
CD	—
RA	
x	l_x
g	l_g
rete	ned

l_F	F_{code}
l_g	g_{code}
l_x	1
l_H	(l_g, AR_F)

memoria

Esempio in dettaglio – Quadro 6

```
{ ...
  void->int F(){
    int x = 1;
    int g(){
        return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

——	AR0
CS	...
CD	...
F	l_F
gg	l_H
z	l_z

——	AR_F
CS	AR0
CD	—-
RA	
x	l_x
g	l_g

l_F	F_{code}
l_g	g_{code}
l_z	2
l_x	1
l_H	(l_g, AR_F)

memoria

Astrazioni di Controllo: Eccezioni

- Eccezione = **Eventi** che si verificano durante l'esecuzione del programma e che **non devono essere gestiti con il normale** flusso di controllo.

- Possono essere generate dal sistema (ad es. Heap/stack in segmentation fault, divisione per 0,...).
- Possono essere generate dall'utente (ad es. uso di interi negativi in invocazione di fattoriale).

- I linguaggi recenti forniscono meccanismi per programmare con situazioni di eccezione, prevedendo meccanismi per la definizione di:
  - Eccezioni che il programma intende gestire;
  - Condizioni che nei costrutti usati possono interrompere la normale esecuzione e sollevare un'eccezione;
  - Gestione che deve essere avviata per riportare il programma in uno stato da dove riavviare la normale esecuzione.

Astrazioni di Controllo: Eccezioni - Un esempio

```
int fact(int n){//it throws an exception when n<0
    if (n<0) throw Illegal_Argument("fact",n);
    if (n == 0) return 1;
    return n * fact(n-1);
}
int main (int argc, char *argv[]){
    //maximum computable factorial on the current
    //platform of a C-like language with exception mechanism.
    int num = 1;
    int factNum = 1;
    try{
        while (true) factNum = fact(num++);
    }
    catch(Integer_Overflow){
        printf("The maximum signed integer is %d. Then:\n",maxInteger);
        printf("The maximum computable factorial is %2d!=%d\n",num-1,factNum);
    }
}
```

Esercizio: T. per Nome e L. Estendibili con Nuovi Costrutti

- Si supponga di disporre di un linguaggio $\mathtt{C}^{\mathtt{N}}$ ottenuto estendendo C con trasmissione per Nome.
  - È possibile in $\mathtt{C}^{\mathtt{N}}$ sostituire ogni occorrenza di `"while E do C;"`, per qualsivoglia espressione `E` e qualsivoglia comando `C`, con l'invocazione di una opportuna procedura avente comportamento equivalente?
  - Si mostri la definizione in $\mathtt{C}^{\mathtt{N}}$ di una tale procedura.
  - Si confrontino gli stack di AR ottenuti in un semplice caso concreto scelto opportunamente.
  - Si discutano i risultati di tale confronto.

Esercizio: Confronto tra T. di Funzione e T. per Nome

```
{ int x = 1;
  int y = 7;
  int f(){
          return x+y;
   }
  void g (int h()){
          int x = 2;
          return h() + x;
   }
  ...
  { int x = 4;
    int z = g(f);
   }
...
}
```

- Ha lo stesso comportamento che avremmo avuto utilizzando by name e sostituendo come sotto?
  - **int** `h()` con **int name** `h` nel formale di `g`.
  - `f` con `x+y` nell'attuale di `g`.
- La risposta dipende dal Linguaggio usato, in particolare da:
  - meccanismo di Scope degli identificatori.
  - meccanismo di Binding della Trasmissione di Funzione.

Esercizio: T. Funzione e Identificatori non locali

- Il programma precedente in un linguaggio con Scope statico avrebbe avuto stesso comportamento con entrambi i tipi di Binding?
- Consideriamo ancora, il programma sotto, in linguaggi con Scope statico ma:
  (a) Deep Binding,
  (b) Shallow Binding
- Osserva. Ad ogni invocazione ricorsiva `foo` introduce una nuova funzione `fie`.

```
{void foo (int f(), int x){
     int fie(){
         return x;
     }
     int z;
     if (x==0) z=f();
     else foo(fie,0);
 }
 int g(){
     return 1;
 }
 foo(g,1);
}
```