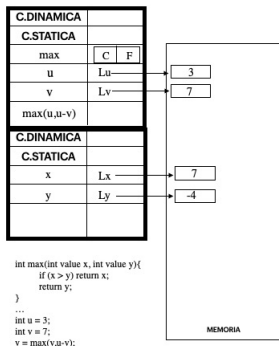


Sommario: 22 aprile, 2020

- 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

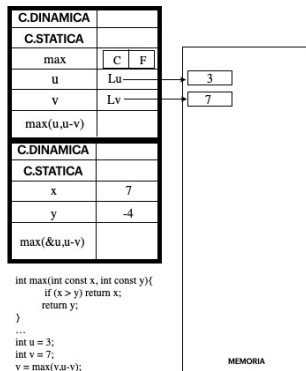
Trasmissione per Valore

- 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.



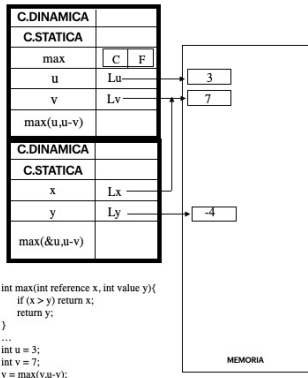
Trasmissione per Costante

- 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



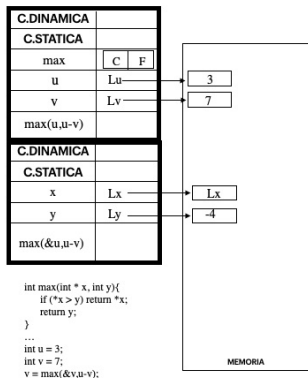
Trasmissione per Reference

- 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



Emulare il Reference: Trasmettere Puntatori C per Valore

- Le locazioni, come Lv, sono puntatori in C.
- ... e i Puntatori hanno un'operazione di Dereferenzamento, *
- Perciò: x vale Lv, ma *x vale 7.
- Anche in questo caso la locazione Lv è condivisa, ma l'accesso non è immediato



Trasmissione per Risultato e Valore-Risultato

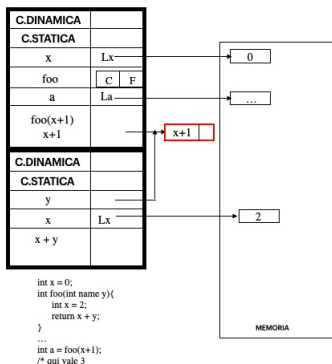
- **Risultato.** Come il reference ma il **valore modificabile** del parametro formale è in **sola scrittura per l'invocato**. Quindi è one way in scrittura.
- **Valore-Risultato.** Come il reference ma il **valore modificabile** del parametro formale è in **lettura** durante la valutazione del corpo 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 */
```

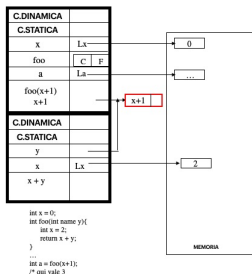
```
int foo(int value-result x,  
        int value-result y,  
        int value-result z){  
    y = 2;  
    x = 4;  
    if (x==y) z=1;  
}  
....  
int a=3;  
int b=0;  
foo(a,a,b);  
/* qui a vale 4, b vale 0 */
```

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 esprimibili** calcolati di un'invocazione di funzione
- Chi sono le non locali di una funzione ottenuta come risultato di un'invocazione?

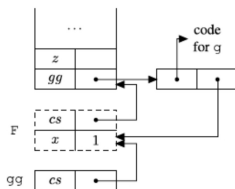
```
{ int x = 1;
  void->int F(){
    int g(){
      return x+1;
    }
    return g;
  }
  void->int gg = F();
  int z = gg();
}
```

- 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 (**un modificabile con memorizzata**) una chiusura contenente tale funzione g e il suo ambiente dei non locali
- In un Linguaggio con Scope Dinamico:
 - gg ha come valore denotabile (**un modificabile con memorizzata**) 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

| | |
|----|----------|
| -- | AR0 |
| CS | ... |
| CD | ... |
| F | [LF,AR0] |
| gg | |
| | |
| F0 | |

```
{...
void -> int F0{
    int x = 1;
    int g0{
        return x+1;
    }
}
void -> int gg = F0();
int z = gg();
}
```

| LF | F-Code |
|---------|--------|
| Lg | g-Code |
| MEMORIA | |

Esempio in dettaglio – Quadro 6

| | |
|------|----------|
| -- | AR0 |
| CS | ... |
| CD | ... |
| F | [LF,AR0] |
| gg | [Lg,ARF] |
| z | Lz |
| | |
| -- | ARF |
| CS | AR0 |
| CD | AR) |
| RA | [Lg,ARF] |
| x | Lx |
| g | [Lg,ARF] |
| RETA | INED |

| | |
|---------|--------|
| LF | F-Code |
| Lg | g-Code |
| | |
| Lz | 2 |
| | |
| | |
| Lx | 1 |
| | |
| MEMORIA | |

```
{...
void -> int F0{
    int x = 1;
    int g0{
        return x+1;
    }
}
void -> int gg = F0;
int z = gg0;
}
```

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 C^N ottenuto estendendo C con trasmissione per Nome.
 - È possibile in C^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 C^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);
}
```