

AA 2016-2017

20. Nomi, binding



Nomi

- ✎ Un nome in un linguaggio di programmazione è... esattamente quello che immaginate
 - la maggior parte dei nomi sono definiti dal programma (gli identificatori)
 - ma anche i simboli speciali (come '+' o 'sqrt') sono nomi
- ✎ Un nome è una sequenza di caratteri usata per denotare simbolicamente un oggetto

Nomi e astrazioni



- L'uso dei nomi realizza un primo meccanismo elementare di astrazione
- Astrazione sui dati
 - ✓ la dichiarazione di una variabile permette di introdurre un nome simbolico per una locazione di memoria, astraendo sui dettagli della gestione della memoria
- Astrazione sul controllo
 - ✓ la dichiarazione del nome di una funzione (procedura) è l'aspetto essenziale nel processo di astrazione procedurale

Entità denotabili



- ✎ Entità denotabili: elementi di un linguaggio di programmazione a cui posso assegnare un nome
- ✎ Entità i cui nomi sono **definiti dal linguaggio** di programmazione (tipi primitivi, operazioni primitive, ...)
- ✎ Entità i cui nomi sono **definiti dall'utente** (variabili, parametri, procedure, tipi, costanti simboliche, classi, oggetti, ...)

Binding e scope



- ✎ Un *binding* è una associazione tra un nome e un oggetto
- ✎ Lo *scope* di un binding definisce quella parte del programma nella quale il binding è attivo

Binding time



- ✉ Il **binding time** definisce il momento temporale nel quale viene definita una associazione
- ✉ Più in generale, il binding time definisce il momento nel quale vengono prese le decisioni relative alla gestione delle associazioni

Esempi di binding time



- **Language design time** – progettazione del linguaggio
 - ✓ binding delle operazioni primitive, tipi, costanti
- **Program writing time** – tempo di scrittura del programma
 - ✓ binding dei sottoprogrammi, delle classi, ...
- **Compile time** – tempo di compilazione
 - ✓ associazioni per le variabili globali
- **Run time** – tempo di esecuzione
 - ✓ associazioni tra variabili e locazioni, associazioni per le entità dinamiche

Domanda



- 🦋 In Java, qual'è il binding time per l'associazione tra il nome di un metodo e il codice effettivo del metodo?
- program time?
 - compile time?
 - run time?

Statico & dinamico



- ✎ Il termine **static (dynamic) binding** è solitamente utilizzato per fare riferimento a una associazione attivata prima di mandare (dopo aver mandato) il programma in esecuzione
- ✎ Molte delle caratteristiche dei linguaggi di programmazione dipendono dalla scelta del binding time statico o dinamico
- ✎ I linguaggi “compilati” **cercano** di risolvere il binding staticamente
- ✎ I linguaggi “interpretati” **devono** risolvere il binding dinamicamente

Ambiente



- ✉ L'ambiente è definito come l'insieme delle associazioni nome-oggetto esistenti a runtime in uno specifico punto del programma e in uno specifico momento dell'esecuzione
- ✉ ***Nella macchina astratta del linguaggio, per ogni nome e per ogni sezione del programma l'ambiente determina l'associazione corretta***

Ambiente e dichiarazioni



- Le dichiarazioni sono il costrutto linguistico che permette di introdurre associazioni nell'ambiente

```
int x;  
int f( ) {  
    return 0;  
}
```

Dichiarazione di una variabile

Dichiarazione di una funzione

Dichiarazione di tipo

```
type BoolExp =  
    | True  
    | False  
    | Not of BoolExp  
    | And of BoolExp*BoolExp
```

Ambiente e dichiarazioni



```
{ int x;  
  x = 22;  
  { char x;  
    x = 'a';  
  }  
}
```

lo stesso nome, la variabile x,
denota due oggetti differenti

Ambiente e dichiarazioni



```
Class A { ... }
```

```
A a1 = new A( );
```

```
A a2 = new A( );
```

```
:
```

```
a1 = a2;
```

**Aliasing: nomi diversi
per lo stesso oggetto**

Blocchi



- ✎ Un blocco è una regione testuale del programma che può contenere dichiarazioni
 - **C, Java:** { ... }
 - **OCaml:** let ... in
- ✎ Blocco associato a una procedura: corpo della procedura con le dichiarazioni dei parametri formali
- ✎ Blocco in-line: meccanismo per raggruppare comandi

Blocchi



```
A: { int aVar;  
    aVar = 2;  
    B: { char aVar;  
        aVar = 'a';  
    }  
}
```

blocco in-line

*apri blocco A;
 apri blocco B;
 chiudi blocco B;
 chiudi blocco A;*

politica di accesso ai blocchi: LIFO

I cambiamenti dell'ambiente avvengono all'entrata e all'uscita dai blocchi (anche annidati)

Tipi di ambiente



- ✎ ***Ambiente locale***: l'insieme delle associazioni dichiarate localmente, compreso le eventuali associazioni relative ai parametri
- ✎ ***Ambiente non locale***: associazioni dei nomi che sono visibili all'interno del blocco ma non dichiarati nel blocco stesso
- ✎ ***Ambiente globale***: associazioni per i nomi usabili da tutte le componenti che costituiscono il programma

Tipi di ambiente: esempio in C



```
#include <stdio.h>

int main( ){
    A:{ int a = 1 ;
      B:{ int b = 2;
        int c = 2;
        C:{ int c = 3;
          int d;
          d = a + b + c;
          printf("%d\n", d);
        }
      D:{ int e;
        e = a + b + c;
        printf("%d\n", e);
      }
    }
}
```

Ambiente locale di C

associazioni per **c** e **d**

quella per **c** disattiva quella di **B**

Ambiente non locale per C

associazione per **b** ereditata da **B**

associazione globale per **a**

Ambiente Globale

associazione per **a**

Cosa stampa?

Tipi di ambiente: esempio in Java



```
public class Prova {
    public static void main(String[ ] args) {
        A:{ int a =1 ;
          B:{ int b = 2;
              int c = 2;
            C:{ int c = 3;
                int d;
                d = a + b + c;
                System.out.println(d);
            }
          D:{ int e;
              e = a + b + c;
              System.out.println(e);
            }
        } } }
```

NB. in **Java** non è possibile ri-dichiarare una variabile già dichiarata in un blocco più esterno

```
$ javac Prova.java
```

```
Prova.java:7: c is already defined in main(java.lang.String[])
```

```
    C:{ int c = 3;
```

```
        ^
```

Cambiamenti dell'ambiente



- ✉ L'ambiente può cambiare a run time, ma i cambiamenti avvengono di norma in precisi momenti
 - entrando in un blocco
 - ✓ creazione delle associazioni fra i nomi locali al blocco e gli oggetti denotati
 - ✓ disattivazione delle associazioni per i nomi ridefiniti
 - uscendo dal blocco
 - ✓ distruzione delle associazioni fra i nomi locali al blocco e gli oggetti denotati
 - ✓ riattivazione delle associazioni per i nomi che erano stati ridefiniti

Operazioni su ambienti



- ✉ **Naming:** creazione di associazione fra nome e oggetto denotato (dichiarazione locale al blocco o parametro)
- ✉ **Referencing:** riferimento a un oggetto denotato mediante il suo nome (uso del nome per accedere all'oggetto denotato)
- ✉ **Disattivazione** di associazione fra nome e oggetto denotato (la nuova associazione per un nome maschera la vecchia associazione, che rimane disattivata fino all'uscita dal blocco)
- ✉ **Riattivazione** di associazione fra nome e oggetto denotato (una vecchia associazione che era mascherata è riattivata all'uscita da un blocco)
- ✉ **Unnaming:** distruzione di associazione fra nome e oggetto denotato (esempio: ambiente locale all'uscita di un blocco)
- ✉ NB. il tempo di vita degli oggetti denotati non è necessariamente uguale al tempo di vita di un'associazione



Implementazione dell'ambiente

Ambiente (env)



- ✎ Tipo (polimorfo) utilizzato nella semantica e nelle implementazioni per mantenere il binding tra nomi e valori di un opportuno tipo
- ✎ La specifica definisce il tipo come funzione
- ✎ L'implementazione che vedremo utilizza le liste

Ambiente: interfaccia



```
# module type ENV =
  sig
    type 't env
    val emptyenv : 't -> 't env
    val bind : 't env * string * 't -> 't env
    val bindlist : 't env * (string list) * ('t list)
                    -> 't env
    val applyenv : 't env * string -> 't
    exception WrongBindlist
  end
```

Ambiente: semantica



```
# module Funenv: ENV =
  struct
    type 't env = string -> 't
    exception WrongBindlist
    let emptyenv(x) = function (y: string) -> x
      (* x: valore default *)
    let applyenv(x, y) = x y
    let bind(r, l, e) =
      function lu -> if lu = l then e else applyenv(r, lu)
    let rec bindlist(r, il, el) = match (il, el) with
      | ([], []) -> r
      | (i::il1, e::el1) -> bindlist (bind(r, i, e), il1, el1)
      | _ -> raise WrongBindlist
  end
```

Ambiente: implementazione



```
# module Listenv: ENV =
  struct
    type 't env = (string * 't) list
    exception WrongBindlist
    let emptyenv(x) = [("", x)]
    let rec applyenv(x, y) = match x with
      | [(_, e)] -> e
      | (i1, e1) :: x1 -> if y = i1 then e1
                          else applyenv(x1, y)
      | [] -> failwith("wrong env")
    let bind(r, l, e) = (l, e) :: r
    let rec bindlist(r, il, el) = match (il, el) with
      | ([], []) -> r
      | (i::il1, e::el1) -> bindlist (bind(r, i, e), il1, el1)
      | _ -> raise WrongBindlist
  end
```

Scope



- ✎ Lo *scope* di un binding definisce quella parte del programma nella quale il binding è attivo
 - **scope statico o lessicale**: è determinato dalla struttura sintattica del programma
 - **scope dinamico**: è determinato dalla struttura a tempo di esecuzione
- ✎ Come vedremo, differiscono solo per l'**ambiente non locale**

Regole di scope (C)



```
A: { int x = 0;
    void proc( ) { x = 1; }
    B: { int x;
        proc( );
    }
    printf( "%d\n", x );
}
```

quale valore di x viene stampato?

Il C ha **scope statico**, quindi la variabile **x** nel corpo di **proc** è legata alla dichiarazione che la precede sintatticamente, cioè quella in **A**

Regole di visibilità



- ✉ Una dichiarazione locale in un blocco è visibile
 - in quel blocco
 - in tutti i blocchi in esso annidati
 - salvo ri-dichiarazioni dello stesso nome (mascheramento, *shadowing*)
- ✉ La regola di visibilità (cioè l'annidamento) è basata
 - sul testo del programma (**scope statico**)
 - sul flusso di esecuzione (**scope dinamico**)

Scope statico



- 🦋 Le dichiarazioni locali in un blocco includono solo quelle presenti nel blocco, e non quelle dei blocchi in esso annidati
- 🦋 Se si usa un nome in un blocco, l'associazione valida è quella locale al blocco; se non esiste, si prende la prima associazione valida a partire dal blocco immediatamente esterno, dal più vicino al più lontano; se non esiste, si considera l'ambiente predefinito del linguaggio; se non esiste, errore
- 🦋 Se il blocco ha un nome, allora il nome fa parte dell'ambiente locale del blocco immediatamente esterno (come per le procedure)

Scope statico: esempio in C



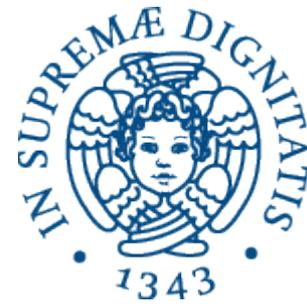
```
int main( ) {  
    int x = 0;  
    void proc(int n) { x = n+1; }  
    proc(2);  
    printf("%d\n", x);  
    { int x = 0;  
      proc(3);  
      printf("%d\n", x);  
    }  
    printf("%d\n", x);  
}
```

Cosa stampa?

Stampa 3

Stampa 0

Stampa 4



Scope statico: discussione

Due esempi...



```
type lista = ptr^elemento;  
type elemento = record  
    informazione: intero;  
    successivo: lista  
end
```

errore: elemento è usato prima di essere definito; in Pascal si può fare, ma solo con i puntatori

```
type elemento;  
type lista = access elemento;  
type elemento is record  
    informazione: intero;  
    successivo: lista  
end
```

in ADA si usano dichiarazioni incomplete

...più uno!



```
procedure pippo (A: integer); forward;
```

```
procedure pluto (B: integer)  
begin  
  pippo(3);  
end
```

```
procedure pippo  
begin  
  pluto(4)  
end
```

in Pascal si usano definizioni incomplete per le funzioni mutuamente ricorsive; in C si può fare liberamente

Discussione



- Lo scope statico permette di determinare tutti gli ambienti di un programma staticamente, osservando la struttura sintattica del programma
 - controlli di correttezza a compile time
 - ottimizzazione del codice a compile time
 - possibile il controllo statico dei tipi
- Gestione a run time articolata
 - gli ambienti non locali di funzioni e procedure evolvono diversamente dal flusso di attivazione e disattivazione dei blocchi

Scope dinamico



- ✎ L'associazione valida per un nome x , in un punto P di un programma, è la più recente associazione creata (in senso temporale) per x che sia ancora attiva quando il flusso di esecuzione arriva a P
- ✎ Come vedremo, lo scope dinamico ha una gestione a run time semplice
 - vantaggi: flessibilità nei programmi
 - svantaggi: difficile comprensione delle chiamate delle procedure e controllo statico dei tipi non possibile