



## NOMI, BINDING, AMBIENTI



### 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 utilizzata 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 astruendo 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 in cui il binding è attivo

## Binding time



- Il **Binding Time** definisce il momento temporale in cui viene definita una associazione
- Più in generale il binding time definisce il momento in cui 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, 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 ad 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

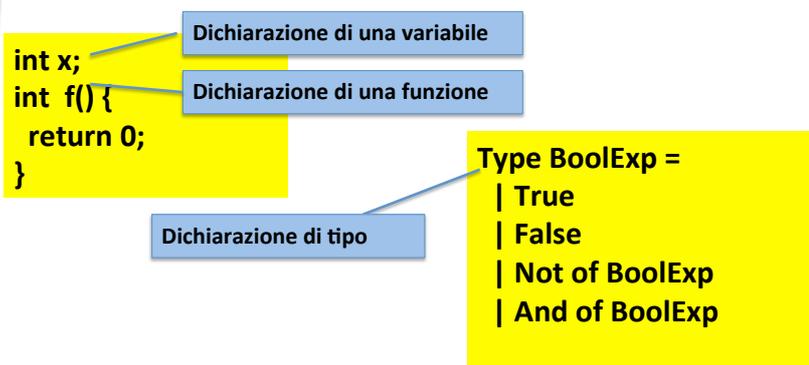


- ☞ L’ambiente è definito come l’insieme delle associazioni nome-oggetto esistenti a runtime in uno specifico punto del programma ed in uno specifico momento dell’esecuzione
- ☞ ***Nella macchina astratta del linguaggio, per ogni nome e per ogni sezione del programma l’ambiente determina l’associazione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

## Ambiente e Dichiarazioni



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



## Nomi e oggetti denotati



```

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

```

Lo stesso nome, la variabile *x*, denota due oggetti differenti

Viceversa, in alcune situazioni due nomi denotano lo stesso oggetto

- Esempio: passaggio di parametro per riferimento in una procedura C

## 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 runtime, 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 ad 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 (es: ambiente locale all'uscita di un blocco)
- ✎ **NOTA:** 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

22

## 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
```

23

## 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
```

24

## 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
  | (il,e1) :: x1 -> if y = il 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
```

25

## Scope



- 🦋 Lo *scope* di un binding definisce quella parte del programma in cui 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);
  }
```

**Attenzione:** Il C non permette di dichiarare funzioni all'interno di blocchi. Ma il compilatore **gcc** supporta questa estensione del linguaggio, invocandolo con l'opzione `-fnested-functions`

quale valore di x viene stampato?

Il C ha **scoping 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**)

## Scoping 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)

## Scoping 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



**SCOPING STATICO: DISCUSSIONE**



```

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



```

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 dei tipi statico non è possibile