Type equivalence
+
evoluzione dei sistemi di tipi
+
classificazione dei linguaggi di programmazione

Ritorno al passato

All'inizio esistevano solo i tipi elementari

- E nessuna gerarchia di classi...

Poi sono stati introdotti i tipi user-defined

- Ancora niente classi
- Inizialmente semplici ridenominazioni di tipi elementari oppure nomi di record

Un assegnamento x = y (o x := y) o un passaggio di parametri quando era valido?

Lo stabilisce la nozione di *type equivalence* adottata dal linguaggio

Forme di equivalenza

Name equivalence

I tipi di x e y devono avere lo stesso nome

cioè essere lo stesso tipo

Structural equivalence

I tipi di x e y devono avere la stessa rappresentazione interna

Apparentemente più snello e flessibile, in realtà aumenta la possibilità di errori

```
Euro x;
Dollar y;
z = x+y ;      // che senso ha?
```

Esempi

Pascal: name equivalence

C (e C++): entrambe!

Quasi sempre *structural* tranne che per le *struct*

```
typedef int money;
typedef int apples;

typedef struct{ int val; } S1;
typedef struct{ int val; } S2;

int main() {
	money x=0;
	apples y=0;
	int z = x+y; // non fa una piega
	S1 a;
	S2 b;
	a = b;   // errore di compilazione!
```

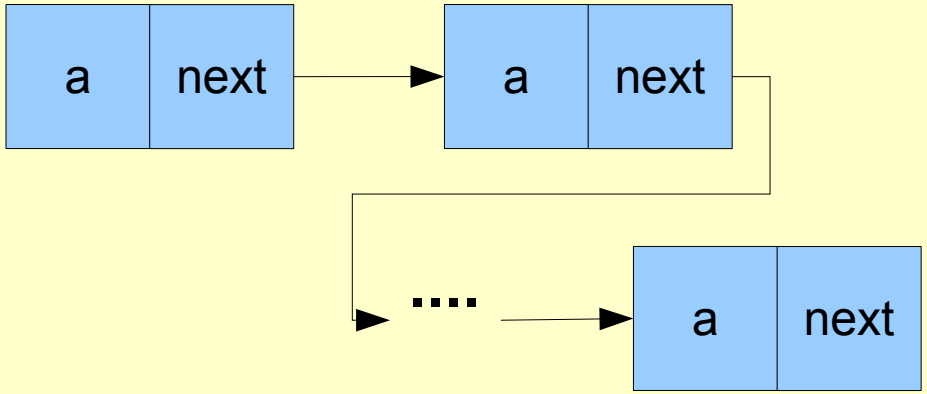
Ecco perché

Verificare se due struct sono strutturalmente equivalenti richiede di verificare una proprietà chiamata *bisimulazione*

Caso semplice: sia S1 che S2 generano tutte le catene come quella a destra

```
struct S1 { int a; struct S1* next; };

struct S2 { int a; struct S3* next; };
struct S3 { int a; struct S2* next; };
```



Complicazioni in presenza di record varianti (union/datatype)

Compatibilità di tipi

Con l'avvento dei linguaggi a oggetti l'equivalenza viene rimpiazzata da *compatibilità*/*assegnabilità*

Qualunque sottotipo di T è assegnabile a T

L’equivalenza è simmetrica

L’assegnabilità (in Java) è anti-simmetrica

Compatibilità di tipi

Nei linguaggi O.O. più comuni la compatibilità è basata su nome piuttosto che struttura

Due classi con nomi diversi sono diverse

- Anche se hanno gli stessi attributi e gli stessi metodi

Inoltre una classe per essere sottotipo di un'altra deve essere esplicitamente dichiarata tale

- In Java, keyword extends e implements

La struttura non conta neanche in questo caso

Un linguaggio OO con compatibilità strutturale è OCaml

Compatibilità di tipi

Linguaggio	**Name equivalence**	**Structural equivalence**
C	Sì (struct)	Sì (typedef)
Java	Sì (name *compatibility, assegnabilità*)	No
ML	Sì (datatype)	Sì (type)

Evoluzione dei sistemi di tipi

- Tipi di dato elementari
- Tipi user-defined (ad es. Pascal, C)
  - Solo strutture dati
- Interfacce e tipi di dato astratti (ad es. Modula, Ada)
  - Encapsulation: strutture dati accessibili solo attraverso specifiche procedure
  - Modificatori di accesso
  - Disaccoppiamento interfaccia/implementazione
- Gerarchie di tipi
  - Ed ecco finalmente i linguaggi O.O.

Caratteristiche utili alla classificazione dei linguaggi

- Paradigma di riferimento
  - imperativo, OO, funzionale, logico
- Scoping (statico/dinamico)
- Gestione della memoria
  - Allocazione dinamica, presenza garbage collection, ...
- Sistema di tipi
  - Forte/debole, statico/dinamico, encapsulation, equivalence/compatibility, polimorfismo (di 4 tipi), *type inference*...
- Supporto alle eccezioni
  - Eventualmente integrato con type checking (vedi ML)
- Supporto al parallelismo
  - Gestione thread, scambio di messaggi (*Remote Method Invocation*), memory model, procedure asincrone, ...

Caratteristiche utili alla classificazione dei linguaggi

- Naturalmente determinano come si usa al meglio un dato linguaggio
- E quali sono gli errori da evitare
  - Ad es. sapendo cosa il compilatore può o non può fare per voi