Φιλοσοφίες γλωσσών προγραμματισμού

Outline

Προγραμματιστικά Μοντέλα

Προγραμματιστικό Μοντέλο	**Γλώσσες**
Προστακτικός Προγραμματισμός (Imperative Programming)	FORTRAN, Algol, COBOL Pascal, C, Ada, Pazcal
Συναρτησιακός Προγραμματισμός (Functional Programming)	LISP, ML, Scheme, Haskell
Λογικός Προγραμματισμός (Logic Programming)	Prolog
Αντικειμενοστρεφής Προγραμματισμός (object-oriented programming)	Simula, Smalltalk, C++ Java, C#

Outline

No side-effects

- Σε μία γλώσσα συναρτησιακού προγραμματισμού, η αποτίμηση μιας συνάρτησης δίνει πάντα το ίδιο αποτέλεσμα για τις ίδιες τιμές των παραμέτρων της.
- Η σημαντική αυτή ιδιότητα δεν ισχύει κατ' ανάγκη στις γλώσσες προστακτικού προγραμματισμού
- Στις προστακτικές γλώσσες αυτό συμβαίνει λόγω:
  - Μεταβλητών που ορίζονται και αλλάζουν τιμές εκτός του σώματος της συνάρτησης (global variables)
  - Εξάρτησης από την κατάσταση (state) του υπολογισμού
  - Άλλων παρενεργειών (side-effects) που μπορεί να υπάρχουν στο πρόγραμμα

Υπενθύμιση: Στα μαθηματικά οι συναρτήσεις εξαρτώνται μόνο από τα ορίσματά τους

Παραδείγματα

- **Δήλωση Συναρτήσεων**:

```
inc(n) = n + 1
f(t) = t * inc(t)
```

- **Δήλωση Τιμών**:

```
x = f(6)
y = f(f(2))
```

- **Τύποι**:

```
inc, f :: Int -> Int
x, y :: Int
```

Αναγωγές

`inc(n) = n+1`
`f(t) = t * inc(t)`
`y = f(f(2))`
	ή διαφορετικά
	για οικονομία
	παρενθέσεων:
		`inc n = n+1`
		`f t = t * inc t`
		`y = f (f 2)`

Παράδειγμα εσωτερικότερων αναγωγών:

$$\texttt{y} \to \texttt{f((f(2))} \to \texttt{f(2 * inc(2))} \to \texttt{f(2*(2+1))} \to \texttt{f(2*3)}$$
$$\to \texttt{f(6)} \to \texttt{6 * inc(6)} \to \texttt{6*(6+1)} \to \texttt{6*7} \to \texttt{42}$$

Παράδειγμα εξωτερικότερων αναγωγών/οκνηρή αποτίμηση (lazy evalutation):

$$\begin{aligned}\texttt{y} &\to \texttt{f(f(2))} \to \texttt{f(2) * inc(f(2))} \\ &\to \texttt{(2 * inc(2)) * (f(2) + 1)} \\ &\to \texttt{(2*(2+1)) * (2*inc(2)+1)} \\ &\to \texttt{6 * (2*(2+1) + 1)} \to \texttt{42}\end{aligned}$$

Επιπλέον παραδείγματα

```
f(x, y) = if (x == 0) then 1 else f(x-1, f(x, y))
```

Η οκνηρή αποτίμηση δίνει π.χ.:

$$f(2,0) \to f(1,f(2,0)) \to f(0,f(1,f(2,0))) \to 1\,.$$

ενώ με τις εσωτ. αναγωγές έχουμε:

$$f(2,0) \to f(1,f(2,0)) \to f(1,f(1,f(2,0))) \to \ldots$$

Συναρτήσεις

```
twice :: (Int -> Int, Int) -> Int
twice(f, x) = f(f(x))

inc(n) = n + 1
plus2(x) = twice(inc, x)

plusN :: Int -> (Int -> Int)
plusN(n) = f
    where f(x) = x + n
```

Currying

```
add :: (Int, Int) -> Int
add(x, y) = x +  y
```

Μπορεί να γραφεί διαφορετικά με την τεχνική Currying ως εξής:

```
add' :: Int -> (Int -> Int)
add'(x) = f
   where f(y) = x + y
```

Δηλαδή η add' δέχεται το πρώτο όρισμα x και επιστρέφει μια συνάρτηση η οποία δέχεται το δεύτερο όρισμα y και επιστρέφει το άθροισμα $x + y$. Ισχύει λοιπόν η παρακάτω ισοδυναμία:

```
add(x, y) == (add'(x))(y)
```

Παραδείγματα

```
factorial n =
   if n <= 1 then 1
             else n * factorial (n-1)


gcd (n, 0) = n
gcd (n, m) = if (n < m) then gcd (m, n)
             else            gcd (m, n `mod` m)
```

Συμπεράσματα

Η απόδειξη της ορθότητας ενός προγράμματος μπορεί να γίνει εύκολα ελέγχοντας τις αντικαταστάσεις (αναγωγές). Η απόδειξη ορθότητας αναδρομικών συναρτήσεων γίνεται με χρήση μαθηματικής επαγωγής.

Πλεονεκτήματα συναρτησιακού προγραμματισμού:

- Συντομία (2-10 φορές μικρότερος κώδικας)
- Ευκολία στην κατανόηση
- Λιγότερα σφάλματα εκτέλεσης
- Επαναχρησιμοποίηση, αφαίρεση, δόμηση
- Αυτόματη διαχείριση μνήμης

Μειονεκτήματα

- Μειωμένη απόδοση στην εκτέλεση
- Μεγαλύτερες απαιτήσεις μνήμης

Outline

Λογικός Προγραμματισμός (Prolog)

Κεντρική Ιδέα

- Το πρόγραμμα είναι εκφρασμένο σε μια μορφή συμβολικής λογικής με δήλωση των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων που διαχειρίζεται.
- Η εκτέλεση του προγράμματος ισοδυναμεί με τη διεξαγωγή συλλογισμών σε αυτή τη λογική.
- Βιβλιογραφία: W.F. Clocksin and C.S. Mellish, Programming in Prolog, Springer

Παράδειγμα

Γεγονότα:

```
male(john).
male(george).
female(mary).
female(jenny).
parent(john,george).
parent(mary,george).
parent(john,jenny).
parent(mary,jenny).
```

Κανόνες:

```
father(X,Y) :- parent(X,Y), male(X).
mother(X,Y) :- parent(X,Y), female(X).
human(X) :- male(X).
human(X) :- female(X).
brother(X,Y) :- male(X),
                parent(Z,X),
                parent(Z,Y).
sister(X,Y) :- female(X),
               parent(Z,X),
               parent(Z,Y).
```

Ερωτήσεις

```
?- male(john).
yes

?- male(mary).
no

?- male(peter).
no

?- male(X).
X = john ;
X = george ;
no

?- brother(george,jenny).
yes
```

```
?- human(X).
X = john;
X = george;
X = mary;
X = jenny;
no

?- mother(X,george).
X = mary;
no

?- sister(X,Y).
X = jenny, Y = george;
X = jenny, Y = jenny;
X = jenny, Y = george;
X = jenny, Y = jenny;
no
```

Παραδείγματα Ι

```
engineer(X) :- graduate(X), experience(X).
rational(X) :- X = A/B, integer(A), integer(B), not(B = 0).
```

Μέγιστος Κοινός Διαιρέτης:

```
gcd(X, 0, X).
gcd(0, X, X).
gcd(X, Y, D) :- X < Y,
                Y1 is Y mod X,
                gcd(X, Y1, D).
gcd(X, Y, D) :- Y < X,
                gcd(Y, X, D).
```

Παραδείγματα II

Παραγοντικό:

```
factorial(0, 1).
factorial(N, Result) :- N > 0,
                        N1 is N-1,
                        factorial(N1, Facmin),
                        Result is Facmin*N.
```

Outline

Object-Oriented Programming

Γλώσσες

Simula (Norway), Smalltalk (Xerox, California), C++ (Denmark), Eiffel (France), Java (Sun Microsystems), C# (Microsoft)

Χαρακτηριστικά:

- messages αντί για procedures (functions)
- objects αντί για data
- classes (families of objects) αντί για types
- Information Hiding
- Data Abstraction
- Dynamic Binding
- Inheritance

Object-Oriented Programming

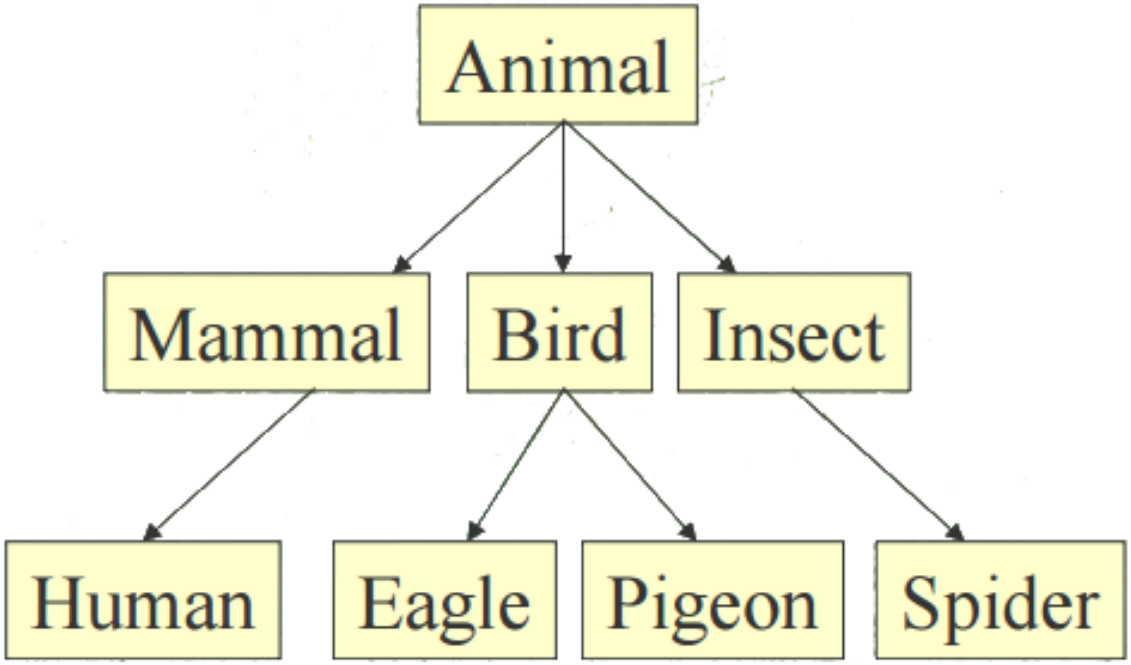
- Η επίλυση προβλημάτων γίνεται μέσω αντικειμένων (objects) που αλληλεπιδρούν: δεδομένα που ξέρουν να εφαρμόζουν μεθόδους στον εαυτό τους.
- Οι μέθοδοι μιας κλάσης (class methods) ορίζουν λειτουργίες που η κλάση ξέρει πώς να κάνει — δεν ορίζουν αντικείμενα της κλάσης. Οι κλήσεις μεθόδων είναι κάτι σαν τις συνήθεις κλήσεις συναρτήσεων στις μη αντικειμενοστρεφείς γλώσσες.
- Το πρόγραμμα είναι οργανωμένο ως ένα σύνολο από αλληλεπιδρώντα αντικείμενα Κάθε αντικείμενο περιέχει:
  - δεδομένα (data), που χαρακτηρίζουν την κατάστασή του
  - μεθόδους (methods), δηλαδή κώδικα που υλοποιεί τη συμπεριφορά του

Object-Oriented Programming

```
class Circle {
   real x, y, r;
   Circle (real radius) {
                          x = 0; y = 0; r = radius;
                        }
   real circumference() { return 2*3.14*r; }
   real area() { return 3.14*r*r; }
}
```

Ιεραρχίες κλάσεων Κληρονομικότητα (inheritance)

Εξειδίκευση των αντικειμένων μιας κλάσης, υποστηρίζοντας πρόσθετη ή διαφοροποιημένη συμπεριφορά.



Βασικές Αρχές Object-Oriented Programming

- Αφαίρεση, δόμηση, επαναχρησιμοποίηση
- Κατά την ανάλυση και τη σχεδίαση: objects ανάλογα με interface και όχι με implementation.
- Απόκρυψη όσο το δυνατόν περισσότερο της υλοποίησης.
- Επαναχρησιμοποιήση των αντικείμενων.
- Ελαχιστοποιήση διαδράσεων (interactions) μεταξύ αντικειμένων.

Object-Oriented Programming

Συνεπώς:

- Εύκολη και γρήγορη ανάπτυξη πρωτότυπων συστημάτων λογισμικού.
- Εύκολη τροποποίηση για επαναχρησιμοποίηση και εύκολος εντοπισμός λαθών.

Όμως:

- απώλεια αποδοτικότητας, κόστος μεταγλώττισης, ...