Η ΓΛΩΣΣΑ C++

Μάθημα 10:

Κληρονομικότητα

Δημήτρης Ψούνης

www.psounis.gr

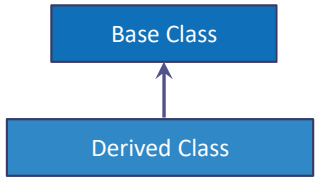
Περιεχόμενα Μαθήματος

Α. Θεωρία

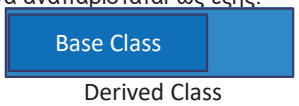
1. Το νόημα της κληρονομικότητας

1. Τι είναι

- Η κληρονομικότητα (inheritance):
  - Παίρνει μία υφιστάμενη κλάση
  - την επαυξάνει σε μια καινούργια, προσθέτοντας σε αυτήν χαρακτηριστικά (μέλη – μεθόδους).
- Σχηματικά συνηθίζεται να αναπαρίσταται ως εξής:



- Η παραγόμενη κλάση (derived class) περιέχει όλα τα μέλη και τις μεθόδους της βασικής κλάσης
  - και λέμε ότι κληρονομεί (inherits) τη βασική κλάση (base class)
- Ίσως θα ήταν καλύτερα να αναπαρίσταται ως εξής:



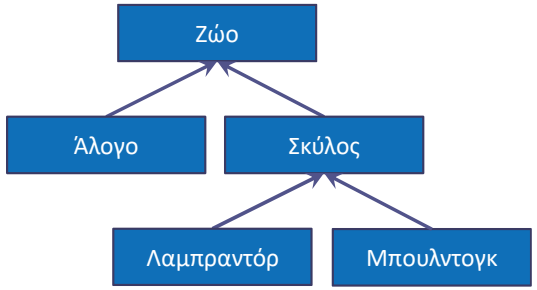
  - Για να φαίνεται ότι επαυξάνει (επεκτείνει) τη βασική κλάση.

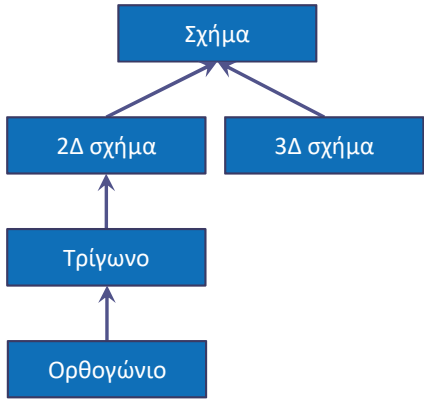
Α. Θεωρία

1. Το νόημα της κληρονομικότητας

2. Τι κάνουμε: Αναπαράσταση σχέσης «είναι» (is-a)

- Η βασικη σχέση που αναπαρίσταται με την κληρονομικότητα είναι η **«είναι-ένα» (is-a)**
- Παραδείγματα οντολογιών (κλάσεις και υπο-κλάσεις):





Παρατήρηση:

- Οι σχέσεις «είναι» (is-a) και «εχει» (has-a: Αναπαρίσταται με αντικείμενο που περιέχεται σε κλάση) είναι τα βασικά εργαλεία για την αναπαράσταση καταστάσεων στη C++

Α. Θεωρία

1. Το νόημα της κληρονομικότητας

3. Πως σκεφτόμαστε

- Για την οργάνωση μιας οντολογίας κάνουμε κάποιες ερωτήσεις.
- Π.χ. στο παράδειγμα με τα ζώα:
  - Ποια είναι τα κοινά χαρακτηριστικά των αλόγων και των σκύλων;
    - Έχουν βάρος και ύψος (μέλη)
    - Τρώνε, τρέχουν (μέθοδοι)
    - Αυτά θα οριστούν στην βασική κλάση και θα κληρονομούνται από κάθε άλογο και σκύλο.
  - Τι κάνει έναν σκύλο διαφορετικό από ένα άλογο; Τι τον συγκεκριμενοποιεί σε αντίθεση με άλλα ζώα;
    - Γαβγίζει
    - Φυλάει το σπίτι
    - Αυτά θα οριστούν στην παραγόμενη κλάση «σκύλος»

- Ένα αντικείμενο της κλάσης «Σκύλος» θα περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά της κλάσης «Ζώο» καθώς και τα καινούργια χαρακτηριστικά που θα ορίσει.

Παρατήρηση:
- Η εμπειρία στην μοντελοποίηση είναι αντικείμενο της ανάλυσης συστημάτων και υπάρχουν ειδικές γλώσσες που περιγράφουν προδιαγραφές, όπως π.χ. η UML

Α. Θεωρία

2. Δημόσια Κληρονομικότητα

1. Ορισμός και Πρόσβαση

- Ορίζουμε ότι η κλάση D κληρονομεί την κλάση B με δημόσιο τρόπο ως εξής:

```
class D: public B {
  …
};
```

- Τα χαρακτηριστικά της κλάσης B μεταφέρονται στην κλάση D.
- Συγκεκριμένα:
  - Τα δημόσια μέλη της κλάσης B είναι δημόσια και στην κλάση D
  - Τα ιδιωτικά μέλη της κλάσης B, υπάρχουν στην κλάση D, αλλά δεν είναι προσβάσιμα από τις νέες μεθόδους της B

Σημείωση:
- Εκτός από τη δημόσια κληρονομικότητα, υπάρχουν η προστατευμένη και η ιδιωτική κληρονομικότητα, που θα μελετήσουμε σε επόμενο μάθημα.
- Ωστόσο η πιο συνηθισμένη κληρονομικότητα, είναι η δημόσια κληρονομικότητα.

Α. Θεωρία

2. Δημόσια Κληρονομικότητα

2. Παράδειγμα

- Βασική κλάση animal

```
class animal {
 public:
  int get_weight() const;
  int get_height() const;
  void set_weight(int in_weight);
  void set_height(int in_height);
 private:
  int weight;
  int height;
};
```

```
void animal::set_weight(int in_weight)
{
   weight = in_weight;
}

void animal::set_height(int in_height)
{
   height = in_height;
}

int animal::get_weight() const
{
   return weight;
}

int animal::get_height() const
{
   return height;
}
```


Α. Θεωρία

2. Δημόσια Κληρονομικότητα

2. Παράδειγμα

- Κλάση Σκύλος: Κληρονομεί την animal

```
class dog: public animal {
 public:
  void bark();
  void set_house_address(string
                         in_house_address);
  string get_house_address() const;
  friend ostream &operator<<(ostream &left,
                             const dog &right);
 private:
  string house_address;
};
```

```
void dog::bark()
{
   cout<<"arf arf!"<<endl;
}
void dog::set_house_address(string in_house_address)
{
   house_address = in_house_address;
}

string dog::get_house_address() const
{
   return house_address;
}

ostream &operator<<(ostream &left, const dog &right)
{
   //left<<"weight: "<<weight;  //doesn't work
   left<<"weight: "<<right.get_weight()<<endl;
   //left<<"height: "<<height;  //doesn't work
   left<<"height: "<<right.get_height()<<endl;
   left<<"address: "<<right.house_address;
}
```

Α. Θεωρία
2. Δημόσια Κληρονομικότητα
2. Παράδειγμα

- Συνάρτηση main

```
int main()
{
   dog piko;

   piko.set_house_address("Left Hill 154");
   piko.set_weight(10);
   piko.set_height(35);

   piko.bark();
   cout<<piko;

   return 0;
}
```

Ολοκληρωμένο το πρόγραμμα είναι το: «cpp10.public_inheritance.cpp»

Α. Θεωρία
2. Δημόσια Κληρονομικότητα
3. Προστατευμένα (protected) Χαρακτηριστικά

- Ως τώρα ξέρουμε ότι μία κλάση έχει:
  - Δημόσια (public) μέλη - μεθόδους
  - Ιδιωτικά (private) μέλη – μεθόδους
- Και προσθέτουμε τα προστατευμένα (protected) μέλη – μεθόδους:

Ένα **προστατευμένο (protected)** χαρακτηριστικό μιας κλάσης:
- Συμπεριφέρεται ως ιδιωτικό (private) χαρακτηριστικό στην κλάση.
- Αλλά παραμένει προστατευμένο (protected) στις παραγόμενες κλάσεις.

- Έτσι σε αντίθεση με τα private χαρακτηριστικά:
  - Ένα protected χαρακτηριστικό θα είναι προσβάσιμο από τις μεθόδους της παραγόμενης κλάσης.

Α. Θεωρία
2. Δημόσια Κληρονομικότητα
3. Προστατευμένα (protected) Χαρακτηριστικά

- Συνεπώς:
  - Έστω μία βασική κλάση με χαρακτηριστικά (μέλη-μεθόδους) είτε private είτε public είτε private.
  - Τα αντικείμενα βασικής κλάσης έχουν πρόσβαση σε όλα τα χαρακτηριστικά
  - Τα αντικείμενα παραγόμενης κλάσης δεν έχουν πρόσβαση στα private χαρακτηριστικά
  - Έξω από την κλάση υπάρχει πρόσβαση μόνο στα public χαρακτηριστικά

Πρόσβαση στη βασική κλάση	public	protected	private
Βασική κλάση	√	√	√
Παραγόμενη κλάση	√	√	X
Έξω από την κλάση	√	X	X

Α. Θεωρία
2. Δημόσια Κληρονομικότητα
3. Προστατευμένα Μέλη (protected) Χαρακτηριστικά

- Με το ακόλουθο παράδειγμα (cpp10.protected_members.cpp) αναδεικνύεται η προσβασιμότητα στα μέλη. Αφαιρώντας κάποιο σχόλιο, ο μεταγλωττιστής θα διαμαρτυρηθεί.

```
class B {
   public:
     int pub;
     void f();
   protected:
     int pro;
   private:
     int pri;
};

class D: public B {
   public:
     void g();
};
```

```
void B::f()
{
   pub=1;
   pro=1;
   pri=1;
}

void D::g()
{
   pub=1;
   pro=1;
   //pri=1; //no access
}
```

```
int main()
{
   B b;
   b.pub=1;
   //b.pro=1; //no access
   //b.pri=1; //no access
   D d;
   d.pub=1;
   //d.bpro=1; //no access
   //d.bpri=1; //no access
}
```

Α. Θεωρία

3. Κατασκευαστές – Καταστροφείς

1. Κατασκευαστές

Σειρά εκτέλεσης των **κατασκευαστών** σε ένα αντικείμενο παραγόμενης κλάσης:
- Πρώτα τρέχει ο κατασκευαστής της βασικής κλάσης
- Έπειτα τρέχει ο κατασκευαστής της παραγόμενης κλάσης

- Συνεπώς:
  - Είτε θα έχουμε default κατασκευαστές στις δύο κλάσεις
  - Είτε θα χρησιμοποιήσουμε τις λίστες αρχικοποίησης στον κατασκευαστή της παραγόμενης κλάσης
    - Και θα διοχετεύει πρώτα τα ορίσματα που αφορούν τον κατασκευαστή της βασικής κλάσης μέσω αυτών.
- Παρατηρήστε στο σχέδιο:
  - Ο constructor της βασικής κλάσης παίρνει π.χ. δύο ακέραια ορίσματα
  - Ο constructor της παραγόμενης κλάσης αρχικοποιεί πρώτα το βασικό αντικείμενο, και έπειτα ασχολείται με ενέργειες που αφορούν το ίδιο το αντικείμενο.

```
B::B(int Bx, int By)
{
  ....
}
```

```
D::D(int Bx, int By, int Dz, int Dw):
  B(Bx,By)
{
   ....
}
```


Α. Θεωρία

3. Κατασκευαστές – Καταστροφείς

1. Κατασκευαστές

- Επεκτείνουμε το προηγούμενο παράδειγμα ώστε να χρησιμοποιεί κατασκευαστές:

```
class animal {
 public:
  animal(int in_weight, int in_height);
  …
};

class dog: public animal {
 public:
  dog(int in_weight, int in_height, string
       in_house_address);
  …
};
int main()
{
  dog piko(10,35,"Left Hill 154");
  piko.bark();
  cout<<piko;
  return 0;
}
```

```
animal::animal(int in_weight, int in_height)
{
  cout<<"Constructing Animal..."<<endl;
  weight = in_weight;
  height = in_height;
}

…

dog::dog(int in_weight, int in_height, string in_house_address):
   animal(in_weight, in_height)
{
  cout<<"Constructing Dog..."<<endl;
  house_address=in_house_address;
}

…
```

Ολοκληρωμένο το πρόγραμμα είναι το: «cpp10.inheritance_constructors.cpp»

Α. Θεωρία

3. Κατασκευαστές – Καταστροφείς

2. Καταστροφείς

Σειρά εκτέλεσης των **καταστροφέων** σε ένα αντικείμενο παραγόμενης κλάσης:
- Πρώτα τρέχει ο καταστροφέας της παραγόμενης κλάσης
- Έπειτα τρέχει ο καταστροφέας της βασικής κλάσης

- Η σειρά εκτέλεσης των καταστροφέων είναι και πάλι αντίστροφη από τη σειρά εκτέλεσης των κατασκευαστών

Α. Θεωρία

3. Κατασκευαστές – Καταστροφείς

2. Καταστροφείς

- Επεκτείνουμε το προηγούμενο παράδειγμα ώστε να χρησιμοποιεί κατασκευαστές:

```
class animal {
 public:
  ~animal();
  …
};

class dog: public animal {
 public:
  ~dog();
  …
};
int main()
{
  dog piko(10,35,"Left Hill 154");
  piko.bark();
  cout<<piko;
  return 0;
}
```

```
animal::animal(int in_weight, int in_height)
{
  cout<<"Constructing Animal..."<<endl;
  weight = in_weight;
  height = in_height;
}

…

dog::dog(int in_weight, int in_height, string in_house_address):
   animal(in_weight, in_height)
{
  cout<<"Constructing Dog..."<<endl;
  house_address=in_house_address;
}

…
```

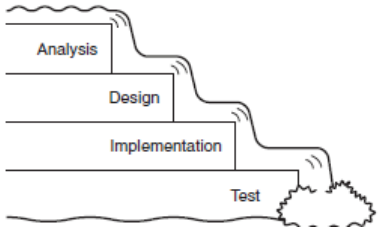
Ολοκληρωμένο το πρόγραμμα είναι το: «cpp10.inheritance_destructors.cpp»

Α. Θεωρία
4. Παρατηρήσεις
1. Είναι και Έχει

- Τα βασικά εργαλεία μοντελοποίησης στη C++ είναι η μοντελοποίηση των σχέσεων «είναι» και «έχει»:
  - «Είναι» μεταξύ δύο εννοιών
    - π.χ. Η φεράρι είναι αυτοκίνητο. Ο ποδοσφαιριστής είναι αθλητής. Ο πολιτικός είναι ψεύτης.
    - Μοντελοποιείται με την κληρονομικότητα.
    - Προσοχή! Δεν θα πρέπει να συγχέεται με το «είναι» μεταξύ ενός πραγματικού όντος και μίας έννοιας.
      - Π.χ. Ο Σωκράτης είναι άνθρωπος
      - Εδώ η κλάση είναι ο άνθρωπος και ο Σωκράτης είναι αντικείμενο της κλάσης.
  - «Έχει» μεταξύ δύο εννοιών
    - π.χ. Η καρέκλα έχει 4 πόδια. Μια ομάδα ποδοσφαίρου έχει 11 αθλητές. Η βουλή έχει 300 βουλευτές.
    - Μοντελοποιείται με κλάση που περιέχει ως μέλη αντικείμενα άλλης κλάσης.

Α. Θεωρία
4. Παρατηρήσεις
2. Οντολογίες και Διαγράμματα Κλασεων

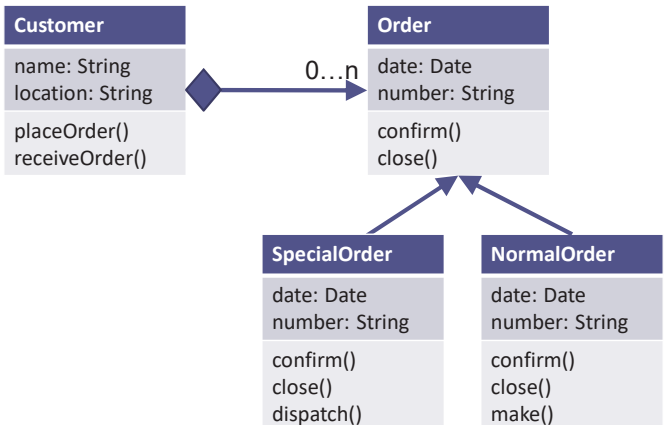
- Αν και ξεφεύγει κάπως από τα όρια της παρουσίασης της σύνταξης της C++ έχουν προταθεί πολλά μοντέλα για την κατασκευή μιας μεγάλης εφαρμογής.
- Ένα δημοφιλές μοντέλο είναι το μοντέλο του καταρράκτη, στο οποίο η ανάλυση και ο σχεδιασμός είναι τα πρώτα πράγματα που γίνονται προτού γραφεί έστω και μία γραμμή κώδικα.



- Η κατασκευή του διαγράμματος κλάσεων είναι μέρος της ανάλυσης και του σχεδιασμού που προηγείται της υλοποίησης σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού.

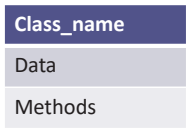
Α. Θεωρία
4. Παρατηρήσεις
2. Οντολογίες και Διαγράμματα Κλασεων

- Η ανάλυση συστημάτων και οι γλώσσες προδιαγραφών (π.χ. UML) και, μας λένε ότι η σωστή πολιτική, είναι να σχεδιάζουμε πρώτα ένα διάγραμμα κλάσεων στο οποίο να φαίνονται οι σχέσεις μεταξύ τους:
- π.χ.:



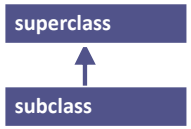
Α. Θεωρία
4. Παρατηρήσεις
2. Οντολογίες και Διαγράμματα Κλασεων

- Τα (πολύ) βασικά στοιχεία του διαγράμματος κλάσεων είναι:
  - Μία κλάση έχει 3 μέρη: Το όνομα, τα μέλη της και τις μεθόδους της και αναπαρίστανται σε ένα ορθογώνιο:



  - Η σχέση «έχει» στην οποία υποδεικνύεται και η σχέση πλήθους (στο π.χ. ένας πελάτης έχει πολλές παραγγελίες)

    - (Υπονοείται από το συμβολισμό, ότι ο πελάτης θα περιλαμβάνει έναν τρόπο να αποθηκεύει τις παραγγελίες, π.χ. έναν πίνακα)
  - Η σχέση «είναι» (κληρονομικότητας) που απεικονίζει τη σχέση κλάσης – υποκλάσης

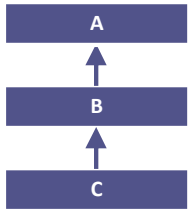


Α. Θεωρία

4. Παρατηρήσεις

3. Ιεραρχία κλάσεων

- Με τους ορισμούς που μελετήσαμε, μπορούμε να ορίσουμε ιεραρχίες που εκτείνονται σε παραπάνω από δύο επίπεδα:
- π.χ.




```
class A {
  …
};

class B: public A {
  …
};

class C: public B {
  …
};
```


Α. Θεωρία

4. Παρατηρήσεις

4. Περαιτέρω Θέματα στην Κληρονομικότητα

- Η κληρονομικότητα δεν σταματάει εδώ.
- Μία συνηθισμένη λειτουργία που συναντάμε στην κληρονομικότητα είναι:
  - Η υπερκλάση να έχει μία μέθοδο
  - και έπειτα οι υποκλάσεις να αλλάζουν την λειτουργικότητα αυτή
  - (π.χ. στο παράδειγμα που είδαμε η παραγελία γίνεται π.χ. μέσω ίντερνετ, αλλά η ειδική παραγγελία γίνεται π.χ. μέσω τηλεφώνου)
  - Με αυτό το θέμα:
    - Δηλαδή η υπερκλάση να περιέχει μία μέθοδο, και οι υποκλάσεις να την επανα-ορίζουν θα ασχοληθούμε εκτενώς στα επόμενα μαθήματα.
- Μία ακόμη βασική λειτουργικότητα είναι η κλάση να κληρονομεί από δύο υπερκλάσεις (πολλαπλή κληρονομικότητα)
  - Θα αφιερώσουμε ένα ακόμη μάθημα για αυτήν την έννοια.

Β. Ασκήσεις

Άσκηση 1.1: Playlist μουσικής

Κατασκευάζουμε ένα πρόγραμμα που θα παρακολουθεί τα μουσικά μας playlist στο youtube.

- Ένα playlist θα αποτελείται από:
  - Το όνομα του
  - Την περιγραφή του
  - Την χρονική διάρκειά του
  - Τα βίντεο από τα οποία αποτελείται (το πολύ 100). Κάθε βίντεο έχει
    - το όνομα του καλλιτέχνη
    - το όνομα του κομματιού
    - Την χρονική του διάρκεια.
  - Ορίστε κατάλληλα:
    - Κατασκευαστή του playlist (να παίρνει όλα τα στοιχεία, και να έχει 0 βίντεο)
    - Προσθήκη βίντεο (να ενημερώνεται κατάλληλα η διάρκεια του playlist)
    - Υπερφόρτωση της εκτύπωσης τόσο του βίντεο όσο και του playlist.
    - και όποια άλλη βοηθητική μέθοδο κρίνετε σκόπιμη.

Β. Ασκήσεις

Άσκηση 1.2: Playlist μουσικής (συνέχεια)

Η κλάση playlist κληρονομείται από την classical_playlist

- Προσθέτει στην λειτουργικότητα ακόμη ένα πεδίο «περίοδος» (period) στο οποίο απεικονίζεται η χρονική περίοδος στην οποία ανήκουν τα κομμάτια του playlist.
  - π.χ. «μπαρόκ», «ροκοκό» κ.λπ.

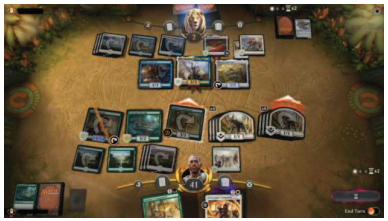
- Γράψτε και μία συνάρτηση main η οποία θα κατασκευάζει 3 playlist classical_playlist και έπειτα θα τα τυπώνει στην οθόνη.

Β. Ασκήσεις

Άσκηση 2.1: Magic the Gathering

Το Magic the Gathering είναι το δημοφιλέστερο επιτραπέζιο παιχνίδι καρτών.

- Ορίστε μία κλάση card:
  - έχει ένα όνομα
  - έχει ένα χρώμα (blue, green, red, white, black)
  - έχει σπανιότητα (common, uncommon, rare)
  - να έχει κατασκευαστή και υπερφόρτωση της εκτύπωσης.
- Ορίστε μία κλάση creature:
  - είναι μία κάρτα που προσθέτει στην λειτουργικότητα:
  - έναν δείκτη επίθεσης (ακέραιος)
  - έναν δείκτη άμυνας (ακέραιος)
  - είδος (συμβολοσειρά)
  - Ορίστε κατάλληλο κατασκευαστή και υπερφόρτωση της εκτύπωσης.



Β. Ασκήσεις

Άσκηση 2.2: Magic the Gathering

Ορίστε στη main τις ακόλουθες δύο κάρτες:

Β. Ασκήσεις

Άσκηση 2.3: Magic the Gathering

Ένας άλλος τύπος κάρτας είναι η «land»

- Επεκτείνετε την κλάση card με την εξής λειτουργικότητα:
- Έχει μέλος το mana (το οποίο είναι 1 ή 2)
- Έχει μία περιγραφή
- Έχει μια μεταβλητή tap (η οποία δείχνει αν έχουμε χρησιμοποιήσει ή όχι την κάρτα στον συγκεκριμένο γύρο)

Κατασκευάστε στη main σας τις εξής κάρτες:

(όλες οι παραπάνω κάρτες έχουν 1 mana)

Β. Ασκήσεις

Άσκηση 2.4: Magic the Gathering

- Σε ένα παιχνίδι, κάθε παίκτης τραβάει τυχαία 7 κάρτες.
- Προβληματιστείτε: Μπορούμε να απεικονίσουμε τις κάρτες που έχει τραβήξει ο παίκτης π.χ. με έναν πίνακα 7 θέσεων; Ποιον τρόπο θα επιλέγατε για να απεικονίσετε το «χέρι» του παίκτη;