



Προγραμματισμός Ι (ECE115)

#3

τελεστές

Τελεστής ανάθεσης

- Το σύμβολο της ανάθεσης είναι το **=**
 - **προσοχή: το σύμβολο ελέγχου ισότητας είναι το ==**
- Η μορφή των προτάσεων
$$\langle \text{όνομα} \rangle = \langle \text{έκφραση} \rangle$$
 1. Αποτιμάται η έκφραση στο δεξί μέρος.
 2. Η τιμή που παράγεται αποθηκεύεται στην μεταβλητή το όνομα της οποίας δίνεται στο αριστερό μέρος.
- Η έκφραση μπορεί να συμπεριλαμβάνει μεταβλητές
 - χρησιμοποιείται η τρέχουσα τιμή της κάθε μεταβλητής
- Στο δεξί μέρος μπορεί να εμφανίζεται η ίδια μεταβλητή που εμφανίζεται και στο αριστερό
 - η μεταβλητή θα λάβει (κανονικά) την τιμή της έκφρασης

Η διπλή προσωπικότητα της ανάθεσης

- Η έκφραση ανάθεσης αποτελεί (η ίδια) ταυτόχρονα μια **έκφραση αποτίμησης** που **επιστρέφει τιμή**!
- Η τιμή που επιστρέφεται είναι η τιμή που **ανατίθεται** στην μεταβλητή που βρίσκεται στα αριστερά της έκφρασης, δηλαδή η τιμή που παράγεται από την έκφραση στα δεξιά
- Μια έκφραση ανάθεσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τμήμα άλλων, πιο πολύπλοκων εκφράσεων
 - π.χ. επιτρέπονται εκφράσεις «αλυσιδωτής» ανάθεσης τιμών (από δεξιά προς τα αριστερά), όπου όλες οι μεταβλητές παίρνουν την τιμή που εμφανίζεται στο δεξί μέρος

```
int i,j,k;

i = 1;          /* i γίνεται 1 */

j = i+1;        /* j γίνεται 2 */

k = i+j;        /* k γίνεται 3 */

i = k = j;      /* i,k γίνονται 2 */

j = (i=3) + k;  /* i γίνεται 3, j γίνεται 5 */

i = i+1;        /* i γίνεται 4 */
```

Ιδιωματισμοί

- Πολλές φορές χρησιμοποιούμε την ανάθεση για να αλλάξουμε την τιμή μιας μεταβλητής **σε σχέση με την προηγούμενη τιμή της**
- Για το πετύχουμε αυτό, γράφουμε
$$\langle \text{όνομα} \rangle = \langle \text{όνομα} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{έκφραση} \rangle$$
όπου $\langle \text{op} \rangle$ ένας τελεστής
- Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί με χρήση του τελεστή $\langle \text{op} \rangle =$ της **«σχετικής» ανάθεσης**
$$\langle \text{όνομα} \rangle \langle \text{op} \rangle = \langle \text{έκφραση} \rangle$$
- **Προσοχή** στις προτεραιότητες: η έκφραση που εμφανίζεται στα δεξιά αποτιμάται **προτού** εφαρμοστεί ο τελεστής $\langle \text{op} \rangle$

```
int i,j,k;

i = 1;

j = i+1;          /* j γίνεται 2 */

i += 2;           /* i γίνεται 3 */

j *= i+1;         /* j γίνεται 8 */

k = (i+=j) + 1;   /* i γίνεται 11, k γίνεται 12 */
```

Ιδιωματισμοί αυξομείωσης κατά 1

- Υποστηρίζεται μέσω των τελεστών ++ ή --
 <όνομα>++ ή <όνομα>--
 ++<όνομα> ή --<όνομα>
- **Προσοχή στην τιμή που επιστρέφεται ως αποτέλεσμα της έκφρασης της ανάθεσης!**
- Όταν ο τελεστής εμφανίζεται **πριν** το όνομα της μεταβλητής, επιστρέφεται η **νέα τιμή** της μεταβλητής
- Όταν ο τελεστής εμφανίζεται **μετά** το όνομα της μεταβλητής, επιστρέφεται η **παλιά τιμή** της μεταβλητής

```
int i,j,k;

i = 0;

i++;          /* i γίνεται 1 */

j = i++;      /* j γίνεται 1, i γίνεται 2 */

k = --j;      /* k γίνεται 0, j γίνεται 0 */

i = (k++) + 1; /* i γίνεται 1, k γίνεται 1 */

i = (++k) + 1; /* i γίνεται 3, k γίνεται 2 */
```


Προσοχή, προσοχή, προσοχή ...

- Τα φαινόμενα, μερικές φορές, **απατούν!**

```
int i;  
i = 0;  
i = (i++);  
  
i = 0;  
i = (++i);  
  
i = 0;  
i = (i=i+1);  
  
i = 0;  
i = (i++) + (i++);  
  
i = 0;  
i = (++i) + (++i);  
  
i = 0;  
i = (i=i+1) + (i=i+1);
```

```
gcc 4.1.2 (SUSE)  
  
/* i γίνεται 1 */  
  
/* i γίνεται 1 */  
  
/* i γίνεται 1 */  
  
/* i γίνεται 2 */  
  
/* i γίνεται 4 */  
  
/* i γίνεται 4 */
```

```
gcc 3.4.2 (mingw32)  
  
/* i γίνεται 0 */  
  
/* i γίνεται 1 */  
  
/* i γίνεται 1 */  
  
/* i γίνεται 2 */  
  
/* i γίνεται 4 */  
  
/* i γίνεται 3 */
```

Αριθμητικοί τελεστές `int` / `float` / `double`

- **+** : πρόσθεση δύο τιμών
- **-** : αφαίρεση δύο τιμών
- ***** : πολλαπλασιασμός δύο τιμών
- **/** : διαίρεση δύο τιμών
- **%** : υπόλοιπο διαίρεσης δύο **ακέραιων** τιμών
 - $x = y * (x / y) + x \% y$, όμως **δεν** ισχύει πάντα η «μαθηματική» ιδιότητα του υπολοίπου (≥ 0), π.χ. όταν ο αριθμητής είναι αρνητικός: $-5 \% 4$ ή $-5 \% -4$
- Η αποτίμηση γίνεται **από αριστερά προς τα δεξιά**
- Τα `'*'`, `'/'` και `'%'` έχουν **υψηλότερη προτεραιότητα** από τα `'+'` και `'-'`

Αριθμητικοί τελεστές `int` / `float` / `double`

- Ο τύπος του αποτελέσματος εξαρτάται από τον τύπο των τιμών.
 - Αν έστω και μία τιμή είναι δεκαδικός αριθμός, το αποτέλεσμα είναι δεκαδικός
 - $3.1 + 2 \rightarrow 5.1$
 - $9.0 / 3 \rightarrow 3.0$
 - Αν και οι δύο τιμές είναι ακέραιοι, το αποτέλεσμα είναι ακέραιος.
 - **ΠΡΟΣΟΧΗ** στην ακέραια διαίρεση!
 - $8 / 3 \rightarrow 2$
 - $4 / 10 \rightarrow 0$
 - Θα δούμε αργότερα πώς μπορούμε να παράγουμε δεκαδικό αριθμό σε αυτές τις περιπτώσεις.

Δυαδικοί τελεστές σε επίπεδο bits

- **&** : δυαδικό «and» ($0 \& 0 \rightarrow 0$, $0 \& 1 \rightarrow 0$, $1 \& 0 \rightarrow 0$, $1 \& 1 \rightarrow 1$)
- **|** : δυαδικό «or» ($0 | 0 \rightarrow 0$, $0 | 1 \rightarrow 1$, $1 | 0 \rightarrow 1$, $1 | 1 \rightarrow 1$)
- **^** : δυαδικό «xor» ($0 \wedge 0 \rightarrow 0$, $0 \wedge 1 \rightarrow 1$, $1 \wedge 0 \rightarrow 1$, $1 \wedge 1 \rightarrow 0$)
- **~** : δυαδικό «not» ($\sim 0 \rightarrow 1$, $\sim 1 \rightarrow 0$)

- **<<** : αριστερή ολίσθηση
 - τα νέα (λιγότερο σημαντικά) bits παίρνουν **πάντα** την τιμή 0
- **>>** : δεξιά ολίσθηση
 - τα νέα (περισσότερο σημαντικά) bits παίρνουν **αναλόγως**
 - την όποια τιμή έχει το πιο σημαντικό bit του ορίσματος, αν αυτό ερμηνεύεται ως signed (**arithmetic shift**)
 - 0 αν το όρισμα ερμηνεύεται ως unsigned (**logical shift**)

Παρένθεση: δεκαεξαδική αναπαράσταση

- Πως συμβολίζουμε την τιμή ενός byte;
- Δίνουμε τιμές (0 ή 1) για κάθε ένα από τα 8 bits;
- Δεν είναι πρακτικό ... για τον άνθρωπο

Βολική λύση: **δεκαεξαδικό σύστημα**

- Χρειαζόμαστε ψηφία για να αναπαρασταθούν όλες οι τιμές από το 0 έως το 15
 - 0-9, A(10), B(11), C(12), D(13), E(14), F(15)
- 1 byte μπορεί να αναπαρασταθεί μόνο με 2 ψηφία, ένα ψηφίο για τα 4 λιγότερο σημαντικά bits και ένα ψηφίο τα 4 πιο σημαντικά bits
 - 00000000 -> 00, 11111111 -> FF, 10100111 -> A7

```

char a,b,c;
unsigned char d;

a = 0x61;      /* a γίνεται 01100001 */
b = 0x62;      /* b γίνεται 01100010 */
c = a|b;       /* c γίνεται 01100011, x63 */
c = a&b;       /* c γίνεται 01100000, x60 */
c = a^b;       /* c γίνεται 00000011, x03 */
d = c = ~a;    /* d,c γίνονται 10011110, x9E */
d = d>>3;      /* d γίνεται 00010011, x13 */
c = c>>3;      /* c γίνεται 11110011, xF3 */

```

Γρήγορος πολλαπλασιασμός

- Με τον τελεστή ολίσθησης bits μπορούμε να υλοποιήσουμε γρήγορες πράξεις πολλαπλασιασμού και διαίρεσης με τιμές που είναι δυνάμεις του 2

`v = v<<i; /* v = v*2i */`

`v = v>>i; /* v = v/2i */`

- Επίσης, μπορούμε να παράγουμε πολύ εύκολα (και γρήγορα) τιμές που είναι δυνάμεις του 2

`v = 1<<i; /* v = 2i */`

```
short int i;

i = 5;          /* i γίνεται 00000000 00000101 (5) */

i = i<<4;       /* i γίνεται 00000000 01010000 (5x24=80) */

i = i>>2;       /* i γίνεται 00000000 00010100 (80/22=20) */

i = 1<<8;       /* i γίνεται 00000001 00000000 (1x28=256) */
```


Σχεσιακοί και λογικοί τελεστές

- **==, !=** : ισότητα, ανισότητα
- **>, >=** : μεγαλύτερο, μεγαλύτερο ίσο
- **<, <=** : μικρότερο, μικρότερο ίσο
- **!** : λογική άρνηση
- Οι σχεσιακοί και λογικοί τελεστές χρησιμοποιούνται για την κατασκευή λογικών εκφράσεων (συνθηκών)
- Το αποτέλεσμα είναι 0 ή 1 (για ψευδές ή αληθές)
 - μπορεί να χρησιμοποιηθεί **και** ως ακέραιος
 - κλασική πηγή λαθών στην C
- Η τιμή 0 ερμηνεύεται ως «**ψευδές**» (false)
- Οποιαδήποτε τιμή διάφορη του 0, ως «**αληθές**» (true)

```
int a=1, b=2, c;

c = (a == b);           /* c γίνεται 0 */

c = (a != b);           /* c γίνεται 1 */

c = (a <= b);           /* c γίνεται 1 */

c = ((c + a) != b);     /* c γίνεται 0 */

c = (!a == !b);         /* c γίνεται 1 */

c = (a != b) + !(a == b); /* c γίνεται 2 */

c = !( (a != b) + !(a == b) ); /* c γίνεται 0 */
```

Λογικοί σύνδεσμοι

- `||` : λογικό «ή»
- `&&` : λογικό «και»
- Κατασκευή **σύνθετων** λογικών εκφράσεων
- Η αποτίμηση των λογικών εκφράσεων γίνεται **από τα αριστερά προς τα δεξιά** και ...
- ... **μόνο όσο** χρειάζεται για να διαπιστωθεί το τελικό αποτέλεσμα της έκφρασης (conditional evaluation)
 - στο `||` η αποτίμηση σταματά μόλις προκύψει «αληθές»
 - το αποτέλεσμα είναι αναγκαστικά «αληθές» (1)
 - στο `&&` η αποτίμηση σταματά μόλις προκύψει «ψευδές»
 - το αποτέλεσμα είναι αναγκαστικά «ψευδές» (0)
- **Προσοχή στις παρενέργειες!**

Παρενέργεια

- Αλλαγή (ή όχι) τιμής μιας μεταβλητής **χωρίς** αυτό να είναι εύκολα ορατό από τον κώδικα
- Π.χ. `<lexpr> && (a++)` αλλάζει την τιμή της `a` **μόνο όταν** η `<lexpr>` αποτιμάται ως αληθής
- Π.χ. `<lexpr> || (a++)` αλλάζει την τιμή της `a` **μόνο όταν** η `<lexpr>` αποτιμάται ως ψευδής
- Ο προγραμματισμός με παρενέργειες θεωρείται κακό στυλ γιατί οδηγεί σε **δυσνόητο** κώδικα
 - και συχνά σε bugs που δύσκολα εντοπίζονται

 σημείο όπου σταματά η αποτίμηση της έκφρασης

```
int a=1, b=0, c;
```

```
c = a && b;          /* c γίνεται 0 */
```

```
c = (a==1) || (b==1); /* c γίνεται 1 */
```

```
c = (a++ > 1);      /* c γίνεται 0, a γίνεται 2 */
```

```
c = b && (a++);      /* c γίνεται 0, a μένει 2 */
```

```
c = (b++) && (a++);  /* c γίνεται 0, b γίνεται 1, a μένει 2 */
```

```
c = (--b) || (a++);  /* c γίνεται 1, b γίνεται 0, a γίνεται 3 */
```

Υπόλοιποι τελεστές

- **<lexpr> ? <expr1> : <expr2>** : αποτιμά την έκφραση <lexpr> και εφόσον η τιμή της είναι διάφορη του 0 αποτιμά και επιστρέφει το αποτέλεσμα της έκφρασης <expr1>, διαφορετικά αποτιμά και επιστρέφει το αποτέλεσμα της έκφρασης <expr2>
- **<expr1>, <expr2>, ..., <exprn>** : αποτιμά τις εκφράσεις <expr1>, <expr2> μέχρι και <exprn>, **από αριστερά προς τα δεξιά**, και επιστρέφει το αποτέλεσμα της τελευταίας, δηλαδή της <exprn>

```
int a = 1, b = 2, c;  
c = (a<b)? a+b : b;          /* c γίνεται 3 */  
c = (a*=2, a+=1, b=0);      /* a,b,c γίνονται 3,0,0 */  
c = a*=2, a+=1, b=0;        /* a,b,c γίνονται 7,0,6 */
```

Προτεραιότητες

