Διάλεξη 10 - Πίνακες

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

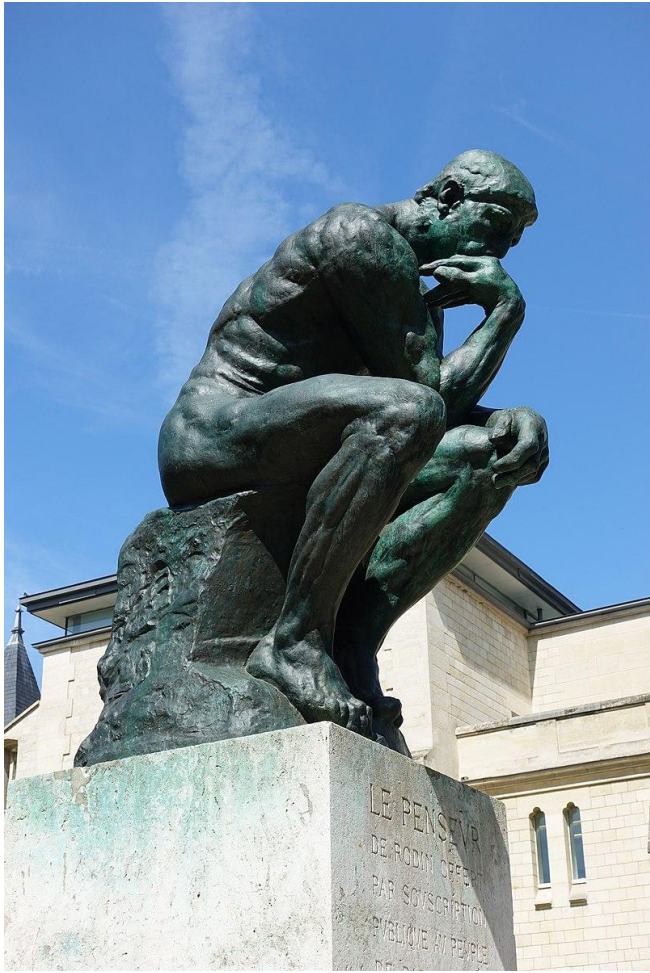
Εισαγωγή στον Προγραμματισμό

Θανάσης Αυγερινός / Τάκης Σταματόπουλος

Ανακοινώσεις / Διευκρινίσεις

Την προηγούμενη φορά

- Δεδομένα Εισόδου και εξόδου
- Παραδείγματα



Σήμερα

- Λίγο για scanf
- Πίνακες (Arrays)

Θέλω να διαβάσω δύο αριθμούς από την πρότυπη είσοδο και να τους προσθέσω. Πως;

```
$ ./addnums
Give me a number: 40
Give me another number: 2
Total: 42
```

Κάνοντας χρήση της `getchar` και φτιάχνοντας μια συνάρτηση getinteger προκειμένου να διαβάσουμε τους χαρακτήρες έναν-έναν και να τους μετατρέψουμε σε αριθμό. Υπάρχει άλλος τρόπος να επιτύχουμε το ίδιο αποτέλεσμα;

```
#define ERROR -1
int getinteger(int base) {
  int ch;
  int val = 0;
  while ((ch = getchar()) != '\n')
    if (ch >= '0' && ch <= '0' + base - 1)
      val = base * val + (ch - '0');
    else
      return ERROR;
  return val;
}
```

Η συνάρτηση scanf

Η συνάρτηση scanf ορίζεται στο header file stdio.h και χρησιμοποιείται για να διαβάζει δεδομένα εισόδου πολλών τύπων από το stdin του προγράμματος και να αποθηκεύσει τις τιμές τους σε μεταβλητές. Αν επιτύχει, επιστρέφει πόσα δεδομένα εισόδου διάβασε. Αν αποτύχει, επιστρέφει την τιμή End-Of-File / EOF (-1).

Πως μπορώ να βρω πως συμπεριφέρεται;

Ανοίγω ένα τερματικό και τρέχω
`man scanf`!

Η συνάρτηση scanf

Η συνάρτηση scanf ορίζεται στο header file stdio.h και χρησιμοποιείται για να διαβάζει δεδομένα εισόδου πολλών τύπων από το stdin του προγράμματος και να αποθηκεύσει τις τιμές τους σε μεταβλητές. Αν επιτύχει, επιστρέφει *πόσα δεδομένα εισόδου* διάβασε. Αν αποτύχει, επιστρέφει την τιμή End-Of-File / EOF (-1). Η συνάρτηση έχει την ακόλουθη μορφή:

```
int scanf(const char *restrict format, ...);
```

Έχει μια συμβολοσειρά μορφοποίησης (format string)

Δέχεται όσα ορίσματα περάσουμε (άλλο μάθημα)

Η συνάρτηση scanf

Η συνάρτηση scanf ορίζεται στο header file stdio.h και χρησιμοποιείται για να διαβάζει δεδομένα εισόδου πολλών τύπων από το stdin του προγράμματος και να αποθηκεύσει τις τιμές τους σε μεταβλητές. Αν επιτύχει, επιστρέφει πόσα δεδομένα εισόδου διάβασε. Αν αποτύχει, επιστρέφει την τιμή End-Of-File / EOF (-1). Η συνάρτηση έχει την ακόλουθη μορφή:

```
int scanf(const char *restrict format, ...);
int printf(const char *restrict format, ...);
```

Είναι η συμμετρική της printf για διάβασμα αντί για εκτύπωση

Χρήση της συνάρτησης `scanf`

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n;
  printf("Gimme a number: ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Square: %d\n", n * n);
  return 0;
}
```

Χρήση της συνάρτησης scanf

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n;
  printf("Gimme a number: ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Square: %d\n", n * n);
  return 0;
}
```

Περνάμε την **διεύθυνση (spoiler)** της μεταβλητής n στην μνήμη ώστε η scanf να μπορέσει να αναθέσει την τιμή που διάβασε

Τυπώνει στο stdout το τετράγωνο του αριθμού που γράψαμε στο stdin

Χρήση της συνάρτησης scanf

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n;
  printf("Gimme a number: ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Square: %d\n", n * n);
  return 0;
}
```

Τι θα γινόταν αν γράφαμε `scanf("%d", n);` Γιατί;

```
$ ./scanf
Gimme a number: 3
Segmentation fault
```

Περνάμε την **διεύθυνση (spoiler)** της μεταβλητής n στην μνήμη ώστε η scanf να μπορέσει να αναθέσει την τιμή που διάβασε

Τυπώνει στο stdout το τετράγωνο του αριθμού που γράψαμε στο stdin

Χρήση της συνάρτησης `scanf`

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

Είναι σωστό αυτό το πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n;
  printf("Gimme a number: ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Square: %d\n", n * n);
  return 0;
}
```

Χρήση της συνάρτησης scanf

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n;
  printf("Gimme a number: ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Square: %d\n", n * n);
  return 0;
}
```

Είναι σωστό αυτό το πρόγραμμα;

Όχι καθώς δεν ελέγχουμε την τιμή επιστροφής της scanf (EOF ή ίσως 0!)

Χρήση της συνάρτησης scanf

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n;
  printf("Gimme a number: ");
  scanf("%d", &n);
  printf("Square: %d\n", n * n);
  return 0;
}
```

```
$ ./scanf
Gimme a number: 16
Square: 256
$ ./scanf
Gimme a number: Square:
1068701481
$ ./scanf
Gimme a number: hello
Square: 1072038564
```

Χρήση της συνάρτησης `scanf` - Πολλά ορίσματα

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n1, n2;
  printf("Gimme two numbers: ");
  scanf("%d %d", &n1, &n2);
  printf("Result: %d\n", n1 * n2);
  return 0;
}
```

Χρήση της συνάρτησης `scanf` - Πολλά ορίσματα

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n1, n2;
  printf("Gimme two numbers: ");
  scanf("%d %d", &n1, &n2);
  printf("Result: %d\n", n1 * n2);
  return 0;
}
```

```
$ ./scanf2
Gimme two numbers:   2   4
Result: 8
```

Καθώς ψάχνει για δεκαδικό ψηφίο, η scanf αγνοεί τους κενούς χαρακτήρες ή αλλαγές γραμμής

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```c
#define ERROR -1                              // Return value for illegal character
int getinteger(int base) {
  int ch;                                     // No need to declare ch as int - no EOF handling
  int val = 0;                                // Initialize return value
  while ((ch = getchar()) != '\n')            // Read up to new line
      if (ch >= '0' && ch <= '0' + base - 1) // Legal character?
        val = base * val + (ch - '0');       // Update return value
      else
        return ERROR;   // Illegal character read
  return val;   // Everything OK - Return value of number read
}
```

Τι κάνει το παρακάτω πρόγραμμα;

```
  int i, ch, total = 0;
  int letfr[26];  // Letter occurrences and frequencies array
  for (i=0 ; i < 26 ; i++)
    letfr[i] = 0;
  while ((ch = getchar()) != EOF) {
    if (ch >= 'A' && ch <= 'Z') {
      letfr[ch-'A']++;             // Found upper case letter
      total++;
    }
    if (ch >= 'a' && ch <= 'z') {
      letfr[ch-'a']++;             // Found lower case letter
      total++;
    }
}
```

Πίνακες

Ένας Γρίφος

Έστω ότι έχω 100 αρκουδάκια και ψάχνω να βρω το μεγαλύτερο. Τι μπορώ να κάνω για να το βρω;







Στόχος: ελαχιστοποίηση του κόπου (efficient aka τεμπέλης)

Πως θα κωδικοποιήσουμε αυτό το πρόβλημα σε C;

Έστω ότι χρησιμοποιούμε έναν ακέραιο (int) για να αναπαραστήσουμε το κάθε αρκουδάκι. Ας γράψουμε τον κώδικα:

Πως θα κωδικοποιήσουμε αυτό το πρόβλημα σε C;

Έστω ότι χρησιμοποιούμε έναν ακέραιο (int) για να αναπαραστήσουμε το κάθε αρκουδάκι. Ας γράψουμε τον κώδικα:

```
int bear0, bear1, bear2, bear3, bear4, bear5, bear6, bear7, bear8, bear9, bear10, bear11, bear12, bear13,
bear14, bear15, bear16, bear17, bear18, bear19, bear20, bear21, bear22, bear23, bear24, bear25, bear26,
bear27, bear28, bear29, bear30, bear31, bear32, bear33, bear34, bear35, bear36, bear37, bear38, bear39,
bear40, bear41, bear42, bear43, bear44, bear45, bear46, bear47, bear48, bear49, bear50, bear51, bear52,
bear53, bear54, bear55, bear56, bear57, bear58, bear59, bear60, bear61, bear62, bear63, bear64, bear65,
bear66, bear67, bear68, bear69, bear70, bear71, bear72, bear73, bear74, bear75, bear76, bear77, bear78,
bear79, bear80, bear81, bear82, bear83, bear84, bear85, bear86, bear87, bear88, bear89, bear90, bear91,
bear92, bear93, bear94, bear95, bear96, bear97, bear98, bear99;
```

Πως θα κωδικοποιήσουμε αυτό το πρόβλημα σε C;

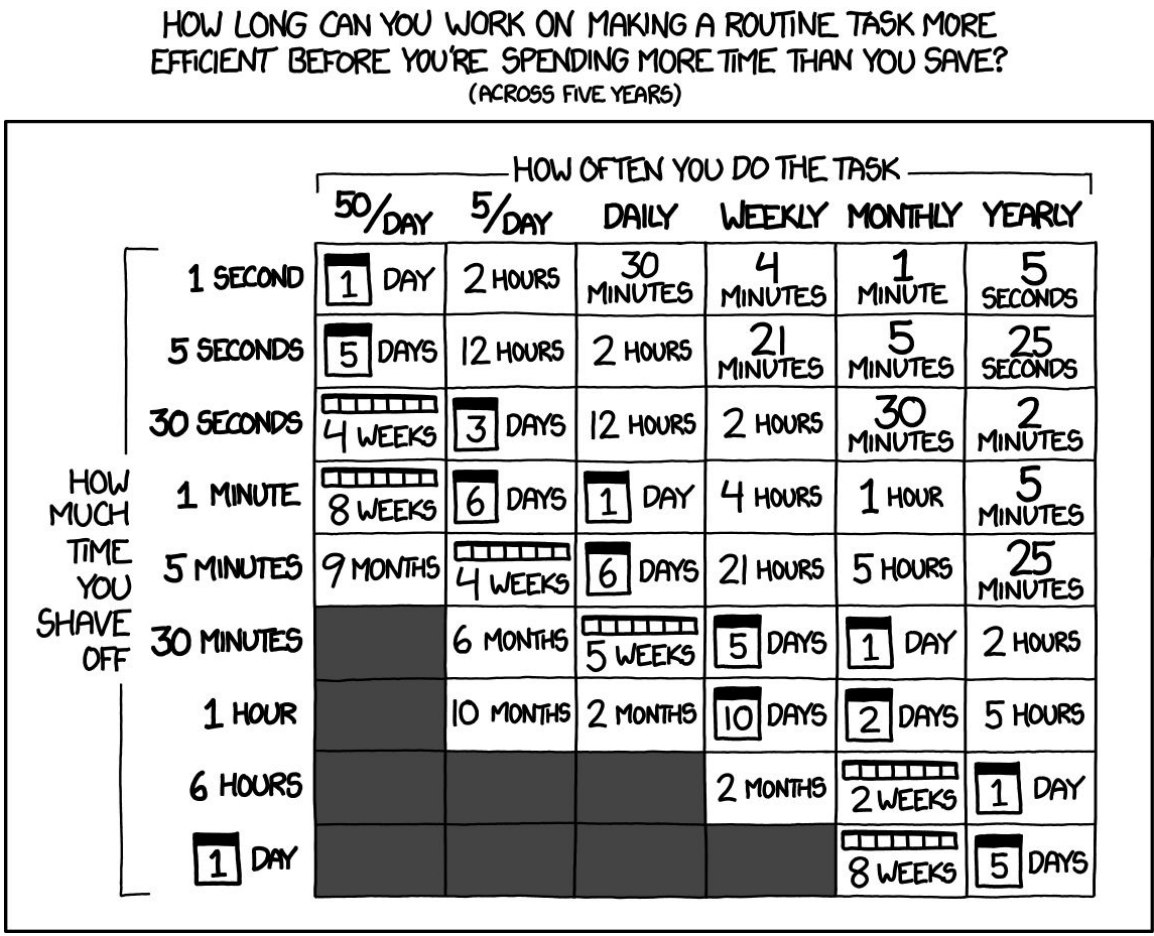
Έστω ότι χρησιμοποιούμε έναν ακέραιο (int) για να αναπαραστήσουμε το κάθε αρκουδάκι. Ας γράψουμε τον κώδικα:

```
int bear0, bear1, bear2, bear3, bear4, bear5, ..., bear99, max;

bear0 = 42; bear1 = 4; bear2 = 2; ... // αρχικοποίηση μεταβλητών

// find the max here:
```

Πολύ επαναληπτικό - μπορούμε να γλυτώσουμε χρόνο;



Δήλωση Πίνακα (Array) στην Γλώσσα C

Ένας πίνακας μας επιτρέπει να χειριζόμαστε ένα σύνολο από δεδομένα ίδιου τύπου με ενιαίο και γενικό τρόπο. Στην C η δήλωση ενός πίνακα έχει την μορφή:

```
τύπος όνομα[μέγεθος];
```

Ο **τύπος (type)** της μεταβλητής λέει στον μεταγλωττιστή πόση μνήμη να δεσμεύσει για κάθε στοιχείο του πίνακα

Το **όνομα (name)** του πίνακα κάνει τον μεταγλωττιστή να διαλέξει την διεύθυνση της μνήμης θα τον αποθηκεύσει

Το **μέγεθος (size)** του πίνακα λέει στον μεταγλωττιστή πόσες θέσεις αυτού του τύπου να κρατήσει - στατικό: αφού δηλωθεί δεν αλλάζει κατά την εκτέλεση

Δήλωση Πίνακα (Array) στην Γλώσσα C

Ένας πίνακας μας επιτρέπει να χειριζόμαστε ένα σύνολο από δεδομένα ίδιου τύπου με ενιαίο και γενικό τρόπο. Στην C η δήλωση ενός πίνακα έχει την μορφή:

```
int bears[100];
```

Ο **τύπος (type)** της μεταβλητής λέει στον μεταγλωττιστή πόση μνήμη να δεσμεύσει για κάθε στοιχείο του πίνακα

Το **όνομα (name)** του πίνακα κάνει τον μεταγλωττιστή να διαλέξει την διεύθυνση της μνήμης θα τον αποθηκεύσει

Το **μέγεθος (size)** του πίνακα λέει στον μεταγλωττιστή πόσες θέσεις αυτού του τύπου να κρατήσει - στατικό: αφού δηλωθεί δεν αλλάζει κατά την εκτέλεση

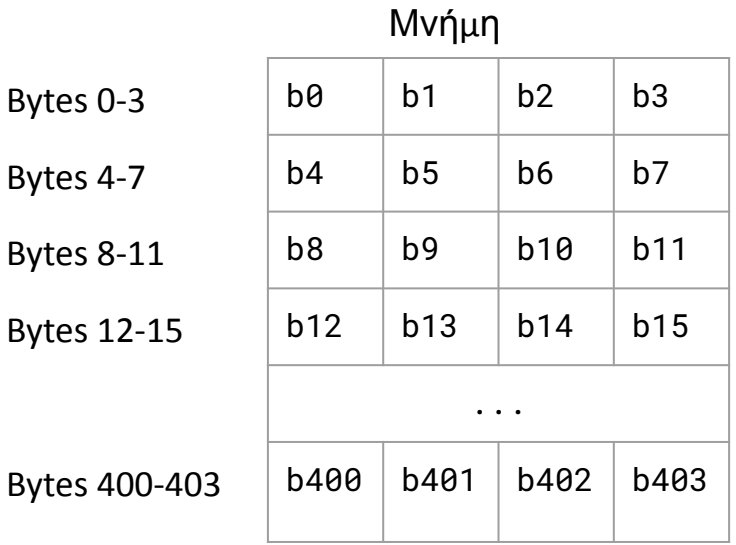
Δήλωση Πίνακα (Array) στην Γλώσσα C

Ένας πίνακας μας επιτρέπει να χειριζόμαστε ένα σύνολο από δεδομένα ίδιου τύπου με ενιαίο και γενικό τρόπο. Στην C η δήλωση ενός πίνακα έχει την μορφή:

```
int bears[100];
```

Μπορούμε να αναφερθούμε στο κάθε στοιχείο του πίνακα χρησιμοποιώντας την θέση (index) του στοιχείου στον πίνακα:

`bears[0], bears[1], …, bears[99]`



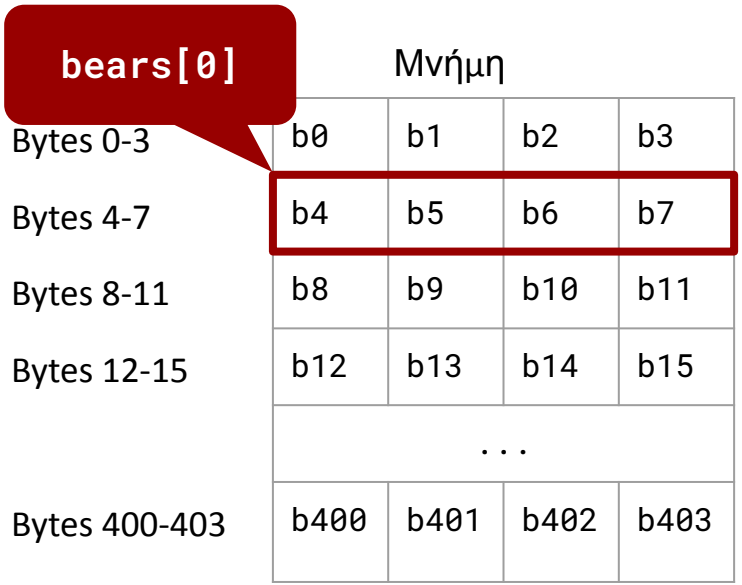
Δήλωση Πίνακα (Array) στην Γλώσσα C

Ένας πίνακας μας επιτρέπει να χειριζόμαστε ένα σύνολο από δεδομένα ίδιου τύπου με ενιαίο και γενικό τρόπο. Στην C η δήλωση ενός πίνακα έχει την μορφή:

```
int bears[100];
```

Μπορούμε να αναφερθούμε στο κάθε στοιχείο του πίνακα χρησιμοποιώντας την θέση (index) του στοιχείου στον πίνακα:

`bears[0], bears[1], …, bears[99]`



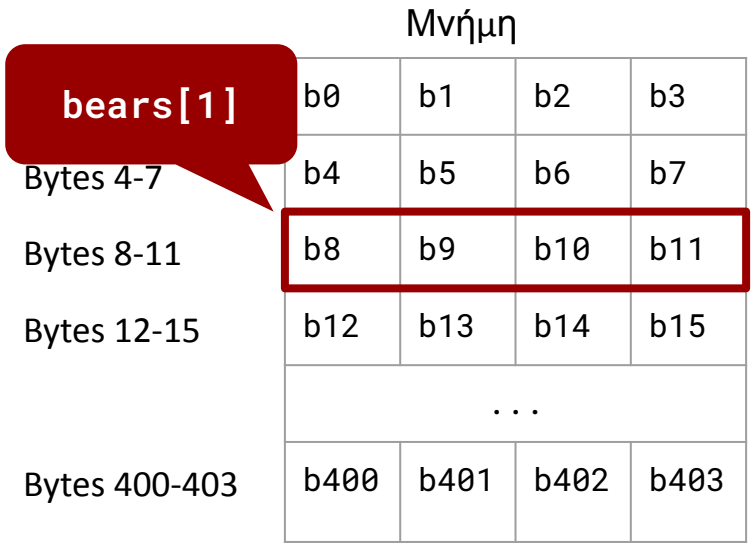
Δήλωση Πίνακα (Array) στην Γλώσσα C

Ένας πίνακας μας επιτρέπει να χειριζόμαστε ένα σύνολο από δεδομένα ίδιου τύπου με ενιαίο και γενικό τρόπο. Στην C η δήλωση ενός πίνακα έχει την μορφή:

```
int bears[100];
```

Μπορούμε να αναφερθούμε στο κάθε στοιχείο του πίνακα χρησιμοποιώντας την θέση (index) του στοιχείου στον πίνακα:

`bears[0], bears[1], …, bears[99]`



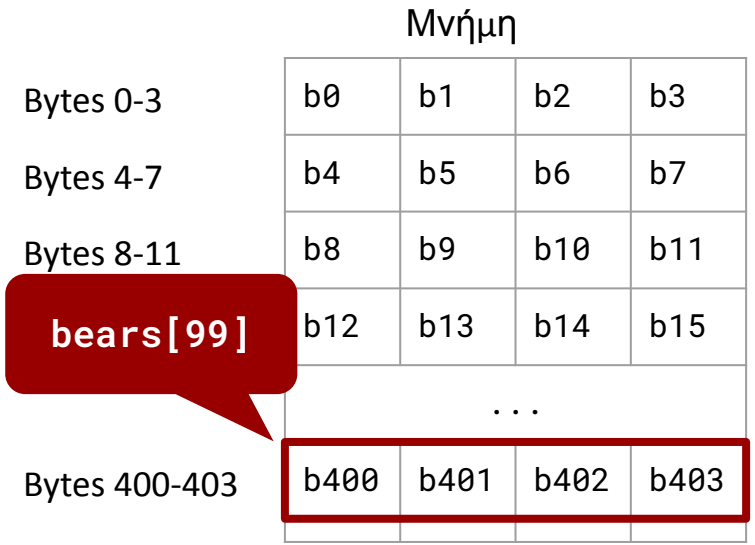
Δήλωση Πίνακα (Array) στην Γλώσσα C

Ένας πίνακας μας επιτρέπει να χειριζόμαστε ένα σύνολο από δεδομένα ίδιου τύπου με ενιαίο και γενικό τρόπο. Στην C η δήλωση ενός πίνακα έχει την μορφή:

```
int bears[100];
```

Μπορούμε να αναφερθούμε στο κάθε στοιχείο του πίνακα χρησιμοποιώντας την θέση (index) του στοιχείου στον πίνακα:

`bears[0], bears[1], …, bears[99]`



Δήλωση Πίνακα (Array) στην Γλώσσα C

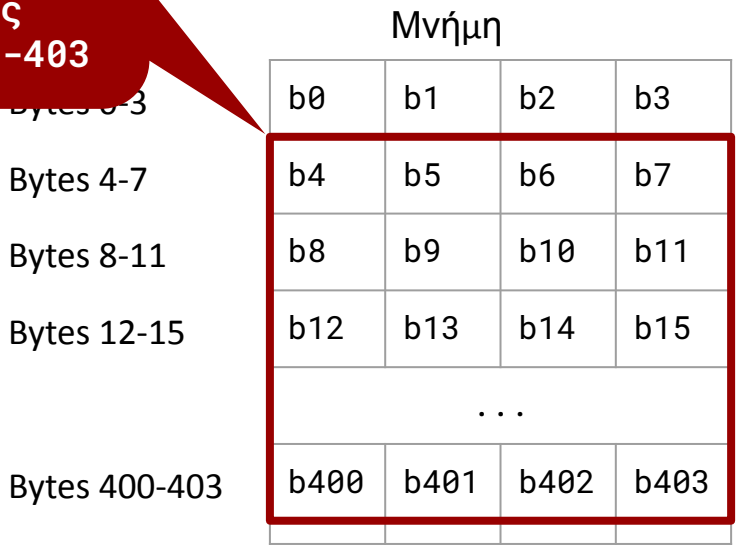
Ένας πίνακας μας επιτρέπει να χειριζόμαστε ένα σύνολο από δεδομένα ίδιου τύπου με ενιαίο και γενικό τρόπο. Στην C η δή[illegible]ν μορφή:

```
int bears[100];
```

Μπορούμε να αναφερθούμε στο κάθε στοιχείο του πίνακα χρησιμοποιώντας την θέση (index) του στοιχείου στον πίνακα:

`bears[0], bears[1], …, bears[99]`

Ο πίνακας bears καταλαμβάνει 4 * 100 = 400 bytes μνήμης στις διευθύνσεις 4-403



Χρήση Στοιχείων Πίνακα

Ένας πίνακας N στοιχείων, έχει στοιχεία με θέσεις από το 0 μέχρι το N-1

Κάθε στοιχείο του πίνακα μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως μια μεταβλητή του ίδιου τύπου σε εκφράσεις ανάθεσεις, τελεστές και συνθήκες.

```
bears[4] = 42;

bears[8] = bears[2] + 42;

bears[ bears[4] ] = 2
```

Αρχικοποίηση Πίνακα

Παρεμφερής με την σύνταξη για αρχικοποίηση μεταβλητής:

```
int bears[100] = {

    11, 25, 26, 31, 14, 13, 19, 3, 2, 19, 30, 7, 28, 9, 20, 19,
    19, 1, 23, 15, 21, 18, 0, 25, 26, 20, 30, 29, 15, 29, 24, 9,
    5, 20, 27, 13, 26, 14, 10, 27, 10, 3, 18, 31, 11, 19, 15, 9,
    20, 15, 13, 31, 15, 9, 22, 22, 17, 30, 25, 14, 18, 0, 22, 13,
    17, 2, 26, 10, 0, 9, 11, 10, 24, 2, 25, 18, 26, 31, 1, 18, 31,
    1, 31, 9, 20, 15, 28, 17, 20, 14, 28, 11, 20, 14, 27, 11, 13,
    6, 26, 31

}
```

Εύρεση Μέγιστου Στοιχείου σε Πίνακα

Θέλουμε μια συνάρτηση find_max που να παίρνει έναν πίνακα 100 στοιχείων και να γυρίζει το μέγιστο:

Εύρεση Μέγιστου Στοιχείου σε Πίνακα

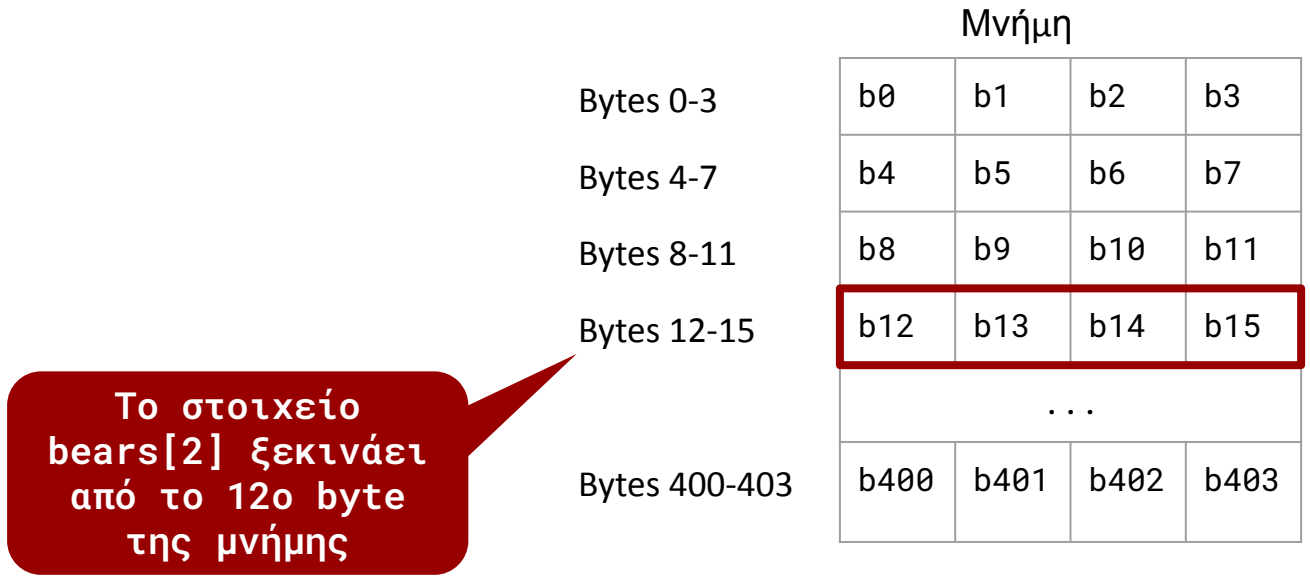
Θέλουμε μια συνάρτηση find_max που να παίρνει έναν πίνακα 100 στοιχείων και να γυρίζει το μέγιστο:

```
int find_max(int bears[100]) {
  int i, max = bears[0];
  for(i = 1; i < 100; i++) {
    if (bears[i] > max) max = bears[i];
  }
  return max;
}
```

Εντοπισμός Θέσεων Μνήμης Στοιχείου Πίνακα

Σε ποια διεύθυνση μνήμης βρίσκεται το στοιχείο (τύπου int) `bears[2];`

Αρχή του πίνακα + 2 * sizeof(int) = 4 + 2 * 4 = 12



Δήλωση Πινάκων Διαφορετικών Τύπων

Πίνακες μπορούν να οριστούν για όλους τους τύπους της C. Παράδειγμα:

```c
int a[1024];

char b[2048];

double c[512];
```

Ποιος από τους παραπάνω πίνακες καταλαμβάνει περισσότερη μνήμη;

Πίνακας Χαρακτήρων (String)

Ένας πίνακας από χαρακτήρες λέγεται και αλφαριθμητικό / συμβολοσειρά (string). Λόγω της συχνής χρήσης τους, έχουμε αρκετές συντομεύσεις για αυτούς (θα δούμε και σε επόμενα μαθήματα). Οι τρεις παρακάτω δηλώσεις είναι ισοδύναμες:

```
char hello[] = {'H', 'e', 'l', 'l', 'o', ' ', 'W', 'o', 'r', 'l', 'd', '\n', '\0'};
char hello[] = {72, 101, 108, 108, 111, 32, 87, 111, 114, 108, 100, 10, 0
char hello[] = "Hello World\n";
```

Προσοχή: τα string τερματίζονται πάντα με το **null byte**

'H'	'e'	'l'	'l'	'o'	' '	'W'	'o'	'r'	'l'	'd'	'\n'	'\0'

Μπορώ να αναθέσω τα στοιχεία ενός πίνακα σε άλλον;

```
int a[3] = {1, 2, 3};

int b[3] = {4, 5, 6};

b = a;
```

Δεν επιτρέπεται στην C!

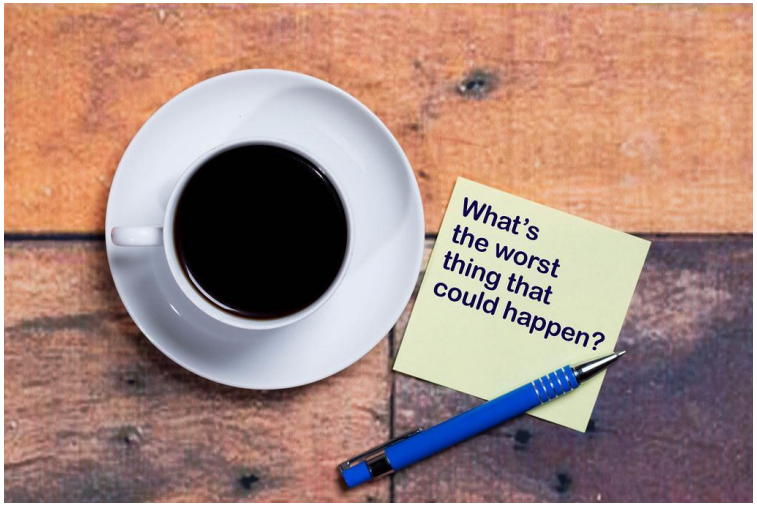
Που είναι χρήσιμοι οι πίνακες;

Είναι η βασικότερη δομή δεδομένων (data structure) στην πλειοψηφία των γλωσσών προγραμματισμού

- Μοντελοποίηση συνόλου τιμών ίδιου τύπου
- Μαζική δέσμευση και χρήση μνήμης με μια δήλωση
- Άμεση αποθήκευση, προσπέλαση και μετατροπή δεδομένων

Τι θα συμβεί αν προσπελάσω εκτός ορίων πίνακα;

- Υπερχείλιση (overflow) - π.χ. bears[100]
- Υποχείλιση (underflow) - π.χ. bears[-1]
- Το standard της γλώσσας κατηγοριοποιεί αυτήν την χρήση ως "undefined behavior"
- Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι το πρόγραμμά μας θα κρασάρει (Segmentation Fault) ή ακόμα χειρότερα θα μας χακάρουν



Θέλω μια συνάρτηση που να δέχεται έναν πίνακα 100 ακεραίων και να επιστρέφει τον μέσο όρο. Πως;

Θέλω μια συνάρτηση που να δέχεται έναν πίνακα 100 ακεραίων και να επιστρέφει τον μέσο όρο. Πως;

```
int average(int grades[100]) {
  int i, sum = 0;
  for(i = 0; i < 100; i++) {
     sum += grades[i];
  }
  return sum / 100;
}
```

Θέλω μια συνάρτηση που να δέχεται έναν πίνακα 100 ακεραίων και έναν ακέραιο και να γυρνάει την θέση του στοιχείου αν το βρήκε ή -1. Πως;

Θέλω μια συνάρτηση που να δέχεται έναν πίνακα 100 ακεραίων και έναν ακέραιο και να γυρνάει την θέση του στοιχείου αν το βρήκε ή -1. Πως;

```
int find(int haystack[100], int needle) {
  int i;
  for(i = 0; i < 100; i++) {
      if (haystack[i] == needle) {
          return i;
      }
  }
  return -1;
}
```

Θέλω μια συνάρτηση atoi που να παίρνει ένα πίνακα χαρακτήρων (μόνο ψηφία) και να επιστρέφει έναν ακέραιο. Πως;

Θέλω μια συνάρτηση atoi που να παίρνει ένα πίνακα χαρακτήρων (μόνο ψηφία) και να επιστρέφει έναν ακέραιο. Πως;

```
int atoi(char digits[]) {
  int result = 0;
  for(int i = 0; digits[i]; i++) {
     result = 10 * result + digits[i] - '0';
  }
  return result;
}
```

Τι μπορεί να πάει στραβά με αυτήν την συνάρτηση;

Για την επόμενη φορά

- Σε αυτήν και την επόμενη διάλεξη θα καλύψουμε έννοιες από τις σελίδες 73-103 από τις σημειώσεις του κ. Σταματόπουλου.
- Array (data type) and as a datastructure
- Array Programming
- Play with C Strings
- Buffers & Memoization

Ευχαριστώ και καλή Σαββατοκύριακο εύχομαι!
Keep Coding ;)

The Iron Triangle of Project Management