343 – Εισαγωγή στον Προγραμματισμό

Τμήμα Μαθηματικών
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ακαδημαϊκό Έτος 2015-2016

Χάρης Παπαδόπουλος
207δ, Β' όροφος
e-mail: charis@cs.uoi.gr

Ώρες Γραφείου:
Πέμπτη 11-13

Θ: διάλεξη (θεωρία)

Ε: Εργαστήριο

Q: Τεστ quiz

Ημερολόγιο Μαθήματος

Οκτώβριος 2015

Δ	Τ	Τ	Π	Π
			1	2
5	6	7	8	**9 Θ**
12	13	14	15	**16 Θ**
19 Ε	20	21	22	**23 Θ**
26	27	28	29	**30 Θ**

Νοέμβριος 2015

Δ	Τ	Τ	Π	Π
2 Ε	3	4	5	**6 Θ**
9 Ε	10	11	12	**13 Θ**
16 Q	17	18	19	**20 Θ**
23 Ε	24	25	26	**27 Θ**
30 Ε				

Δεκέμβριος 2015

Δ	Τ	Τ	Π	Π
	1	2	3	**4 Θ**
7 Ε	8	9	10	**11 Θ**
14 Q	15	16	17	**18 Θ**

Ιανουάριος 2016

Δ	Τ	Τ	Π	Π
4	5	6	7	8
11	12	13	14	**15 Θ**

Εβδομάδα	Θέματα	Ύλη βιβλιογραφίας
Πα, 9 Οκτωβρίου	**Εισαγωγικά μαθήματος & Δυαδική αναπαράσταση**	[1]: 1.1, Παράρτημα 3 [2]: Κεφ. 1, Β, Δ
Πα, 16 Οκτωβρίου	**Είσοδος/Έξοδος δεδομένων, τύποι δεδομένων & μεταβλητών**	[1]: 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, Παράρτημα 1 [2]: Κεφ. 2, Γ
Δε, 19 Οκτ	1ο Εργαστήριο	
Πα, 23 Οκτωβρίου	**Προεπεξεργαστής, αριθμητικοί και λογικοί τελεστές**	[1]: 2.1, Παράρτημα 2 [2]: 4.11, 4.12, Α, ΣΤ
Πα, 30 Οκτωβρίου	**Ροή ελέγχου: if/else, switch, for, while, do-while και ροή ελέγχου if/else**	[1]: 2.2, 2.3 [2]: Κεφ. 4, Κεφ. 5
Δε, 2 Νοε	2ο Εργαστήριο	
Πα, 6 Νοεμβρίου	**Συναρτήσεις, εμβέλεια μεταβλητών και αναδρομή**	[1]: 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 13.1, 13.2 [2]: Κεφ. 6
Δε, 9 Νοε	3ο Εργαστήριο	
Πα, 13 Νοεμβρίου	**Επανάληψη Εργαστηρίων**	
Δε, 16 Νοε	**1ο Quiz**	
Πα, 20 Νοεμβρίου	**Επανάληψη με Παραδείγματα**	
Δε, 23 Νοε	4ο Εργαστήριο	
Πα, 27 Νοεμβρίου	**Πίνακες (μονοδιάστατοι και πολυδιάστατοι)**	[1]: 5.1, 5.2, 5.4 [2]: Κεφ. 7
Δε, 30 Νοε	5ο Εργαστήριο	
Πα, 4 Δεκεμβρίου	**Εφαρμογές σε ταξινομήσεις και αναζήτηση στοιχείων**	[1]: Παράρτημα 4, 9.1, 9.2, 9.3 [2]: 6.7, 6.8, Κεφ. 18
Δε, 7 Δεκ	6ο Εργαστήριο	
Πα, 11 Δεκεμβρίου	**Αλφαριθμητικά και Συμβολοσειρές**	[1]: 6.1, 12.1, 12.2, 12.4 [2]: Κεφ. 21, 17.1-17.10
Δε, 14 Δεκ	**2ο Quiz**	
Πα, 18 Δεκεμβρίου	**Εγγραφές, δομές και χρήση αρχείων**	[1]: 5.3, 13.3 [2]: 7.7, 7.8, 8.6, Κεφ. 19
Πα, 15 Ιανουαρίου	**Επανάληψη**	

Θ: διάλεξη (θεωρία)

Ε: Εργαστήριο

Q: Τεστ quiz

Ημερολόγιο Μαθήματος

Οκτώβριος 2015

Δ	Τ	Τ	Π	Π
			1	2
5	6	7	8	**9 Θ**
12	13	14	15	**16 Θ**
19 Ε	20	21	22	**23 Θ**
26	27	28	29	**30 Θ**

Νοέμβριος 2015

Δ	Τ	Τ	Π	Π
2 Ε	3	4	5	**6 Θ**
9 Ε	10	11	12	**13 Θ**
16 Q	17	18	19	**20 Θ**
23 Ε	24	25	26	**27 Θ**
30 Ε				

Δεκέμβριος 2015

Δ	Τ	Τ	Π	Π
	1	2	3	**4 Θ**
7 Ε	8	9	10	**11 Θ**
14 Q	15	16	17	**18 Θ**

Ιανουάριος 2016

Δ	Τ	Τ	Π	Π
4	5	6	7	8
11	12	13	14	**15 Θ**

Εβδομάδα	Θέματα	Ύλη βιβλιογραφίας
Πα, 9 Οκτωβρίου	**Εισαγωγικά μαθήματος & Δυαδική αναπαράσταση**	[1]: 1.1, Παράρτημα 3 [2]: Κεφ. 1, Β, Δ
Πα, 16 Οκτωβρίου	**Είσοδος/Έξοδος δεδομένων, τύποι δεδομένων & μεταβλητών**	[1]: 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, Παράρτημα 1 [2]: Κεφ. 2, Γ
Δε, 19 Οκτ	1ο Εργαστήριο	
Πα, 23 Οκτωβρίου	**Προεπεξεργαστής, αριθμητικοί και λογικοί τελεστές**	[1]: 2.1, Παράρτημα 2 [2]: 4.11, 4.12, Α, ΣΤ
Πα, 30 Οκτωβρίου	**Ροή ελέγχου: if/else, switch, for, while, do-while και ροή ελέγχου if/else**	[1]: 2.2, 2.3 [2]: Κεφ. 4, Κεφ. 5
Δε, 2 Νοε	2ο Εργαστήριο	
Πα, 6 Νοεμβρίου	**Συναρτήσεις, εμβέλεια μεταβλητών και αναδρομή**	[1]: 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 13.1, 13.2 [2]: Κεφ. 6
Δε, 9 Νοε	3ο Εργαστήριο	
Πα, 13 Νοεμβρίου	**Επανάληψη Εργαστηρίων**	
Δε, 16 Νοε	**1ο Quiz**	
Πα, 20 Νοεμβρίου	**Επανάληψη με Παραδείγματα**	
Δε, 23 Νοε	4ο Εργαστήριο	
Πα, 27 Νοεμβρίου	**Πίνακες (μονοδιάστατοι και πολυδιάστατοι)**	[1]: 5.1, 5.2, 5.4 [2]: Κεφ. 7
Δε, 30 Νοε	5ο Εργαστήριο	
Πα, 4 Δεκεμβρίου	**Εφαρμογές σε ταξινομήσεις και αναζήτηση στοιχείων**	[1]: Παράρτημα 4, 9.1, 9.2, 9.3 [2]: 6.7, 6.8, Κεφ. 18
Δε, 7 Δεκ	6ο Εργαστήριο	
Πα, 11 Δεκεμβρίου	**Αλφαριθμητικά και Συμβολοσειρές**	[1]: 6.1, 12.1, 12.2, 12.4 [2]: Κεφ. 21, 17.1-17.10
Δε, 14 Δεκ	**2ο Quiz**	
Πα, 18 Δεκεμβρίου	**Εγγραφές, δομές και χρήση αρχείων**	[1]: 5.3, 13.3 [2]: 7.7, 7.8, 8.6, Κεφ. 19
Πα, 15 Ιανουαρίου	**Επανάληψη**	

Ενότητα 14

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακες

- Ορισμός:
  - Συλλογή δεδομένων ίδιου τύπου
- Η πρώτη σύνθετη δομή τύπων:
  - σύνθετη: "ομαδοποίηση"
  - int, float, double, char, bool: απλές δομές τύπων
- Ομαδοποιεί κοινές μεταβλητές σε μια "λίστα"
  - Βαθμολογίες, θερμοκρασίες, ονόματα, κ.τ.λ.
  - Αποφεύγουμε να δηλώσουμε πολλές απλές μεταβλητές
  - Μπορεί να χειριστεί την "λίστα" ως μια οντότητα

Δήλωση Πινάκων

- Δήλωση πίνακα → ανοίγει κατάλληλες θέσεις στην μνήμη
  - 5 μεταβλητές τύπου int:

```
int score[5];
```

  - οι 5 μεταβλητές θα είναι:

```
score[0], score[1], score[2], score[3], score[4]
```

- Συστατικά ενός πίνακα:
  - όνομα
  - στοιχεία
  - δείκτης
  - δηλωμένο μέγεθος
  - βασικός τύπος

Επισημάνσεις

- Χρήση `for` για διαχείριση ενός πίνακα

```
for(i = 0; i < 5; i++)
{
        cout << score[i] << " " << (max - score[i]);
}
```

- Οι δείκτες των πινάκων αρχίζουν πάντοτε από το 0
  - αρχίζουν πάντοτε από το 0
  - αρχίζουν πάντοτε από το 0
  - αρχίζουν πάντοτε από το 0
  - αρχίζουν πάντοτε από το 0
  - …
  - τελειώνουν με τον ακέραιο που είναι μικρότερος κατά 1 από το μέγεθος του πίνακα

Σύνταξη δήλωσης πίνακα

Σύνταξη

όνομα_τύπου όνομα_πίνακα[Δηλωμένο_μέγεθος];

Παράδειγμα

```
int bigArray[100];
double a[3];
double b[5];
char grade[10], oneGrade;
```

- Ορίζει Δηλωμένο_μέγεθος στοιχεία:

  όνομα_πίνακα[0], ..., όνομα_πίνακα[Δηλωμένο_μέγεθος – 1]

- Κάθε στοιχείο είναι μια μεταβλητή τύπου όνομα_τύπου

  a[0] a[1] a[2] όλα τύπου double

  b[0] b[1] b[2] b[3] b[4] όλα τύπου double

Προσοχή στο μέγεθος του πίνακα

- **Δεν επιτρέπεται** δήλωση πίνακα μεταβλητού μεγέθους

```
cout << "Δώσε αριθμό \n";
cin >> number;
int score[number];
```

ΛΑΘΟΣ!!

- Χρήση καθορισμένης σταθεράς για το μέγεθος του πίνακα:
  - αντί να χρησιμοποιούμε έναν αριθμό (π.χ., 5) για το μέγεθος του πίνακα μπορούμε να κάνουμε χρήση προκαθορισμένης σταθεράς

```
const int NUM_OF_STUDENTS = 5;
```

  - Τότε η δήλωση του πίνακα:

```
int score[NUM_OF_STUDENTS];
```

  - Και αντίστοιχα:

```
for(i = 0; i < NUM_OF_STUDENTS; i++)
{
        cout << score[i] << " " << (max - score[i]);
}
```

Παράδειγμα με πίνακα

```
#include <iostream>
int main( )
{
    int i, score[5], max;

    cout << "Enter 5 scores:\n";
    cin >> score[0];
    max = score[0];
    for (i = 1; i < 5; i++)
    {
        cin >> score[i];
        if (score[i] > max)
            max = score[i];
    }

    cout << "Max is " << max << endl
         << "The scores and differences from max are:\n";
    for (i = 0; i < 5; i++)
        cout << score[i] << " " << (max - score[i]) << endl;
}
```

Παράδειγμα

```
Enter 5 scores::
5  9  2  10  6
Max is 10
The scores and differences from max are:
5 5
9 1
2 8
10 0
6 4
```

Παράδειγμα με προκαθορισμένο μέγεθος

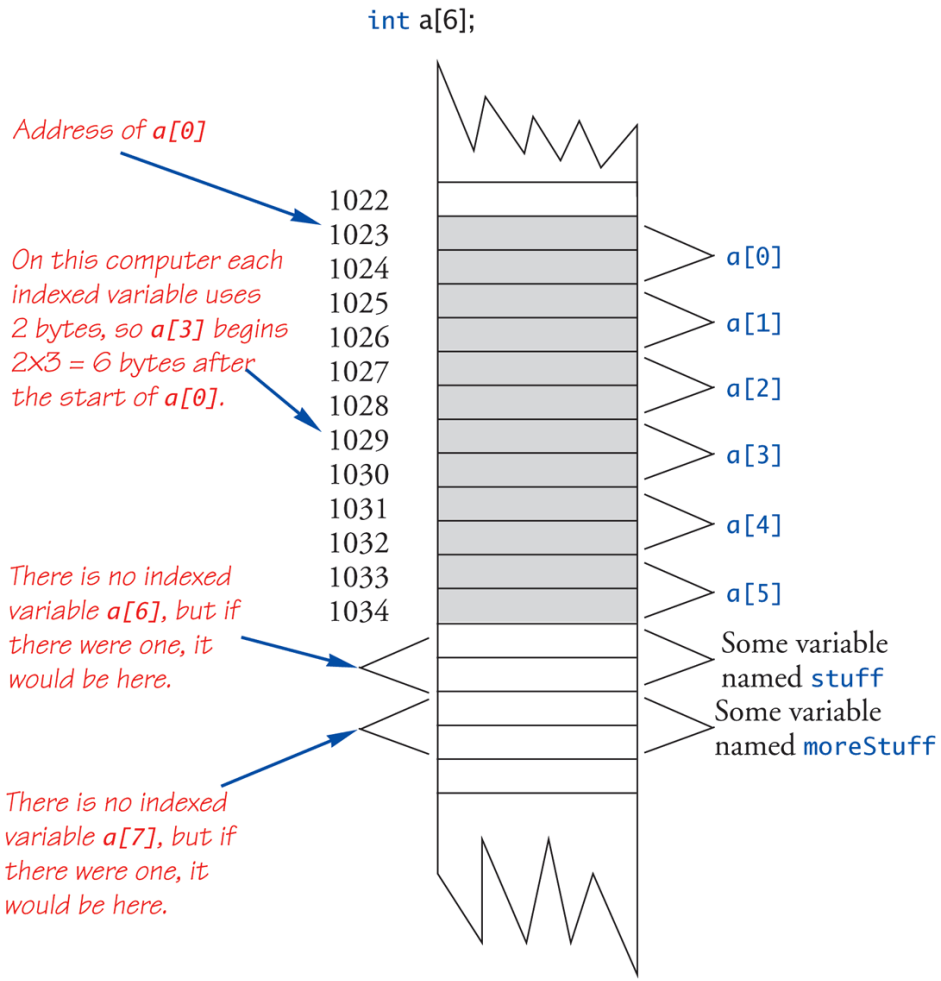
```
#include <iostream>
int main( )
{
    const int NUM_OF_STUDENTS = 5;
    int i, score[NUM_OF_STUDENTS], max;
    cout << "Enter " << NUM_OF_STUDENTS << " scores:\n";
    cin >> score[0];
    max = score[0];
    for (i = 1; i < NUM_OF_STUDENTS; i++)
    {
        cin >> score[i];
        if (score[i] > max)
            max = score[i];
    }

    cout << "Max is " << max << endl
         << "The scores and differences from max are:\n";
    for (i = 0; i < NUM_OF_STUDENTS; i++)
        cout << score[i] << " " << (max - score[i]) << endl;
}
```

Οι πίνακες στην μνήμη

- Μια απλή μεταβλητή περιγράφεται από
  - διεύθυνση μνήμης (αρχή του πρώτου byte)
  - τύπος μεταβλητής (πόσα byte καταλαμβάνει)
- Πίνακες:
  - όλα τα στοιχεία τοποθετούνται το ένα δίπλα στο άλλο
- int a[6];
  - Δεσμεύει 6 θέσεις για μεταβλητές τύπου int
  - Θυμάται την διεύθυνση του στοιχείου a[0] και κανενός άλλου

Οι πίνακες στην μνήμη

Display 5.2 **An Array in Memory**



Δείκτης πίνακα εκτός ορίων

- Η C++ σας επιτρέπει να αναφερθείτε σε στοιχεία εκτός ορίου
  - τα αποτελέσματα είναι ασαφή
  - ο μεταφραστής δεν αναγνωρίζει τέτοια λάθη
- Στο χέρι σας να αποφύγετε τέτοια λάθη
- Οι δείκτες κυμαίνονται από 0 έως δηλωμένο_μέγεθος – 1

```
double temperature[24];        // 24 : array size
temperature[24] = 5;
```

- Ο δείκτης 24 είναι "εκτός ορίων"!
- Δεν βγαίνει κάποιο μήνυμα: καταστροφικά αποτελέσματα
  - Π.χ., στη διεύθυνση `temperature[24]` υπάρχει άλλη μεταβλητή

Απόδοση αρχικών τιμών

- Αρχικές τιμές κατά την δήλωση ενός πίνακα με { }:

```
int children[3] = {2, 12, 1};
```

- Ισοδύναμο με:

```
int children[3];
int children[0] = 2;
int children[1] = 12;
int children[2] = 1;
```

- Αν παραληφθεί κάποια τιμή μέσα σε { } :

  `int children[3] = {2, 12};`

  Θεωρεί ότι `children[2] = 0`

  Γεμίζει τις τελευταίες τιμές με μηδενικές τιμές του βασικού τύπου

- Αν παραληφθεί το μέγεθος του πίνακα :

  `int b[ ] = {5, 12, 11};`

  Βρίσκει το ελάχιστο μέγεθος για τον πίνακα (`int b[3]`)

Παραδείγματα - Ερωτήσεις

```
char symbol[3] = {'a', 'b', 'c'};
for(int index = 0; index < 3; index++)
        cout << symbol[index];
```

```
double a[3] = {1.1, 2.2, 3.3};
cout << a[0] << " " << a[1] << " " << a[2] << endl;
a[1] = a[2];
cout << a[0] << " " << a[1] << " " << a[2] << endl;
```

```
int array[10];
for(int index = 1; index <= 10; index++)
        cout << array[index];
```

```
int b[10];

// ?? πώς θα διαβάζαμε;

for(int i = 0; i < 10; i++)
        cout << b[i] << " " << endl;
```

```
int i, a[10];
for(i = 0; i < 10; i++)
  a[i] = 2*i;
for(i = 0; i < 10; i++)
  cout << a[i] << " ";
cout << endl;
for(i=0;i<10;i = i + 2)
  cout << a[i] << " ";
cout << endl;
```

Ενότητα 15

ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ

Πίνακες σε συναρτήσεις

- Ως παράμετροι σε συναρτήσεις:
  - Μεμονωμένα στοιχεία του πίνακα
  - Ολόκληρο τον πίνακα
- Ως επιστρεφόμενες τιμές από συναρτήσεις:
  - Δεν θα το δούμε (Κεφάλαιο 10)

Στοιχεία πινάκων ως παράμετροι

- Χρησιμοποιούνται όπως οι απλές μεταβλητές
- Έστω η ακόλουθη συνάρτηση:

```
void myFunction( double par1 );
```

- Και οι ακόλουθες δηλώσεις:

```
int i;
double n, a[10];
```

- Τότε μπορούμε να καλέσουμε την συν/ση με διάφορους τρόπους:

```
myFunction(i);     // i μετατρέπεται σε double
myFunction(a[3]);      // a[3] είναι double
myFunction(n); // n είναι double
```

Αποτίμηση των παραμέτρων

- Έστω:

```
myFunction( a[i] );
```

  - Η τιμή της i καθορίζεται πρώτα
    - Καθορίζει ποιο στοιχείο του πίνακα να στείλει ως παράμετρο

```
myFunction( a[i*5] );
```

  - Απολύτως συμβατό ως προς τον μεταφραστή
  - Ο προγραμματιστής είναι υπεύθυνος για να κρατήσει τον δείκτη μέσα στα όρια του πίνακα

Παράδειγμα

- Έστω η ακόλουθη συνάρτηση:

```
void tripler( int& n )
{
   n = 3 * n;
}
```

- Τι εκτυπώνουν τα ακόλουθα;

```
int a[3] = {4, 5, 6}, number = 2;

tripler( a[2] );
tripler( a[3] );
tripler( a[number] );
tripler( a );
tripler( number );
```

Ολόκληροι πίνακες ως παράμετροι

- Αν θέλουμε να περάσουμε ως παράμετρο ολόκληρο τον πίνακα:
  - Χρησιμοποιούμε το όνομα του πίνακα
  - Παράμετρος πίνακα
- Στέλνουμε και το μέγεθος του πίνακα ως παράμετρο:
  - ως μια τυπική παράμετρο τύπου int

```
void fillUp(int a[], int size)
{
    cout << "Enter " << size << " numbers:\n";
    for (int i = 0; i < size; i++)
        cin >> a[i];
    cout << "The last array index:" << (size - 1)
         << endl;
}
```

```
int a[5], b[10];

fillUp(a, 5);
fillUp(b, 10);
```

- Παράμετρος πίνακα: σαν παράμετρος με αναφορά

Ολόκληροι πίνακες ως παράμετροι

- Στο κάλεσμα στέλνουμε ολόκληρο τον πίνακα μόνο με το όνομά του (χωρίς [ ])
- Πίνακας 3 συστατικά:
  - Διεύθυνση της πρώτης μεταβλητής (a[0])
  - βασικός τύπος
  - μέγεθος του πίνακα

```
void fillUp(int a[], int size)
{
    cout << "Enter " << size << " numbers:\n";
    for (int i = 0; i < size; i++)
        cin >> a[i];
    cout << "The last array index:" << (size - 1)
         << endl;
}
```

```
int a[5], b[10];

fillUp(a, 5);
fillUp(b, 10);
```

Ολόκληροι πίνακες ως παράμετροι

- Στο κάλεσμα στέλνουμε ολόκληρο τον πίνακα μόνο με το όνομά του (χωρίς [ ])
- Πίνακας 3 συστατικά:
  - Διεύθυνση της πρώτης μεταβλητής (a[0])
  - βασικός τύπος
  - μέγεθος του πίνακα

Όταν καλούμε στέλνουμε μόνο τη διεύθυνση a[0]

```
void fillUp(int a[], int size)
{
    cout << "Enter " << size << " numbers:\n";
    for (int i = 0; i < size; i++)
        cin >> a[i];
    cout << "The last array index:" << (size - 1)
         << endl;
}
```

```
int a[5], b[10];

fillUp(a, 5);
fillUp(b, 10);
```

- Παράμετρος πίνακα: σαν παράμετρος με αναφορά

Παράμετροι Πινάκων

- Φαίνονται λίγο περίεργοι:
  - Δεν έχουν [ ] στη παράμετρο
  - Πρέπει να στέλνουμε και το μέγεθος
- Μια καλή ιδιότητα:
  - Μπορούμε να χρησιμοποιούμε την ΙΔΙΑ συνάρτηση για να γεμίσουμε πίνακες διαφορετικού μεγέθους!
  - Επαναχρησιμοποίηση συναρτήσεων

```
int a[5], b[10];

fillUp(a, 5);
fillUp(b, 10);
```

- Πώς φαντάζεστε την ακόλουθη συνάρτηση;

```
void sumArray(double& sum, double a[], int size)
```

Ο προσδιορισμός παραμέτρων const

- Αν και η παράμετρος πίνακα φαίνεται καλή ιδιότητα διότι επιτρέπει την αλλαγή τιμών στα στοιχεία του πίνακα:
  - Μερικές φορές δεν είναι επιθυμητό
- Προστατεύουμε τα περιεχόμενα του πίνακα από πιθανή τροποποίηση
  - χρήση const πριν από την παράμετρο πίνακα
  - λέει στον μεταφραστή ότι δεν πρέπει να αλλάξουν τα στοιχεία

```
void showtheWorld(const int a[], int size)
{
    cout << "Ο πίνακας έχει τις ακόλουθες τιμές:\n";
    for (int i = 0; i < size; i++)
        cout << a[i] << " ";
    cout << endl;
}
```

Ο προσδιορισμός παραμέτρων const

- Αν και η παράμετρος πίνακα φαίνεται καλή ιδιότητα διότι επιτρέπει την αλλαγή τιμών στα στοιχεία του πίνακα:
  - Μερικές φορές δεν είναι επιθυμητό
- Προστατεύουμε τα περιεχόμενα του πίνακα από πιθανή τροποποίηση
  - χρήση const πριν από την παράμετρο πίνακα
  - λέει στον μεταφραστή ότι δεν πρέπει να αλλάξουν τα στοιχεία

```
void showtheWorld(const int a[], int size)
{
    cout << "Ο πίνακας έχει τις ακόλουθες τιμές:\n";
    for (int i = 0; i < size; a[i]++)
        cout << a[i] << " ";
    cout << endl;
}
```

Δεν το επιτρέπει η χρήση const

Μερικώς συμπληρωμένοι πίνακες

- Είναι σχετικά δύσκολο να γνωρίζουμε το ακριβές μέγεθος του πίνακα που χρειαζόμαστε
- Στη δήλωση πρέπει να το δηλώσουμε όσο γίνεται μεγαλύτερο (χωρίς υπερβολές!!!)
  - Τότε πρέπει να σημειώνουμε τα κανονικά δεδομένα του πίνακα
  - Χρήση επιπλέον μεταβλητής που παρακολουθεί το πλήθος των αναγκαίων στοιχείων
    - int numberUsed;
    - Παρακολουθεί το πλήθος στοιχείων ενός πίνακα
  - Την μεταβλητή αυτή πρέπει να την δηλώνουμε σαν ξεχωριστή μεταβλητή στα ορίσματα των συναρτήσεων

```
void fillArray(int a[], int size, int& numberUsed)
{
    cout << "Δώστε μέχρι " << size << " μη αρνητικούς.\n"
         << "σημειώστε το τέλος με έναν αρνητικό αριθμό.\n";

    int next, index = 0;
    cin >> next;
    while ((next >= 0) && (index < size))
    {
        a[index] = next;
        index++;
        cin >> next;
    }

    numberUsed = index;
}
```

```
const int MAX_NUMBER_SCORES = 10;

int score[MAX_NUMBER_SCORES], numberUsed;

cout << "Δώστε βαθμολογίες:\n";
fillArray(score, MAX_NUMBER_SCORES, numberUsed);
```

```
#include <iostream>
using namespace std;

const int MAX_NUMBER_SCORES = 10;

void fillArray(int a[], int size, int& numberUsed);

double computeAverage(const int a[], int numberUsed);

void showDifference(const int a[], int numberUsed);

int main( )
{
    int score[MAX_NUMBER_SCORES], numberUsed;

    cout << " Δώστε βαθμολογίες:\n";
    fillArray(score, MAX_NUMBER_SCORES, numberUsed);
    showDifference(score, numberUsed);

    return 0;
}
```

```
double computeAverage(const int a[], int numberUsed)
{
    double total = 0.0;
    for (int index = 0; index < numberUsed; index++)
        total = total + a[index];
    if (numberUsed > 0)
    {
        return (total/numberUsed);
    }
    else
    {
        cout << "ERROR.\n" << "computeAverage returns 0.\n";
        return 0;
    }
}

void showDifference(const int a[], int numberUsed)
{
    double average = computeAverage(a, numberUsed);
    cout << "Μέσος όρος είναι" << average << endl
         << "Με διαφορές:\n";
    for (int index = 0; index < numberUsed; index++)
         cout << a[index] << " "<< (a[index] - average) << endl;
}
```

Ενότητα 16

ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

Πολυδιάστατοι πίνακες

- Πίνακες με παραπάνω από ένα δείκτη
  - `char page[30][100];`
    - Δύο δείκτες: "πίνακας από πίνακες"
    - Οπτικοποιούμε ως:

```
page[0][0],  page[0][1], ..., page[0][99]
page[1][0],  page[1][1], ..., page[1][99]
...
page[29][0], page[29][1], ..., page[29][99]
```

- Η C++ επιτρέπει οποιοδήποτε αριθμό από δείκτες
  - Δεν θα ασχοληθούμε με παραπάνω από δύο

Παράδειγμα

- Ποια είναι η έξοδος του ακόλουθου παραδείγματος;

```
int myArray[4][4], index1, index2;

for(index1 = 0; index1 < 4; index1++)
   for(index2 = 0; index2 < 4; index2++)
      myArray[index1][index2] = index2;

for(index1 = 0; index1 < 4; index1++)
{
   for(index2 = 0; index2 < 4; index2++)
      cout << myArray[index1][index2] << " ";
   cout << endl;
}
```

Παράδειγμα

- Ποια είναι η έξοδος του ακόλουθου παραδείγματος;

```
int myArray[4][4], index1, index2;

for(index1 = 0; index1 < 4; index1++)
   for(index2 = 0; index2 < 4; index2++)
      myArray[index1][index2] = index2;

for(index1 = 0; index1 < 4; index1++)
{
   for(index2 = 0; index2 < 4; index2++)
      cout << myArray[index1][index2] << " ";
   cout << endl;
}
```

Παράδειγμα

```
0 1 2 3
0 1 2 3
0 1 2 3
0 1 2 3
```

Πολυδιάστατοι πίνακες ως παράμετροι

- Παρόμοια με μιας διάστασης πίνακα
- Με σημαντικές διαφορές:
  - 1η διάσταση δεν δίνεται [ ]
    - Πρέπει να δώσουμε μια επιπλέον παράμετρο για το μέγεθος
  - 2η διάσταση ΔΙΝΕΤΑΙ
- Παράδειγμα:

```
void DisplayPage(const char p[][100], int sizeDimension1)
   {
        for (int index1=0; index1<sizeDimension1; index1++)
        {
                for (int index2=0; index2 < 100; index2++)
                        cout << p[index1][index2];
                cout << endl;
        }
   }
```

```
char array[50][100];

DisplayPage(array, 50);
```

Ενότητες 14-16

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Μη-αύξουσα τάξη

- Γράψτε μια συνάρτηση η οποία θα παίρνει ως παραμέτρους έναν πίνακα τύπου double και μια παράμετρο int και θα επιστρέφει μια τιμή int.
- Θα ελέγχει αν ο πίνακας είναι ταξινομημένος κατά αύξουσα τάξη:

  a[0] <= a[1] <= a[2] <= ...
- Επιστρέφει -1 αν ο πίνακας είναι ταξινομημένος

διαφορετικά

- επιστρέφει τον δείκτη του πρώτου στοιχείου (από αριστερά προς τα δεξιά) που είναι εκτός σειράς.
- Π.χ., για double a[6] = { 1.2, 2.1, 3.3, 2.5, 1.4, 0.0 };

  επιστρέφει 3

```
int outoforder(double a[ ], int size)
{
   for (int i = 0; i < size; i++)
   {
       if( a[i] > a[i+1] )
          return (i+1);
   }
   return -1;
}
```

```
int outoforder(double a[ ], int size)
{
   for (int i = 0; i < size; i++)
   {
       if( a[i] > a[i+1] )
          return (i+1);
   }
   return -1;
}
```

```
int outoforder(double a[ ], int size)
{
   for (int i = 0; i < size – 1; i++)
   {
       if( a[i] > a[i+1] )
          return (i+1);
   }
   return -1;
}
```

Εισαγωγή χαρακτήρων

- Γράψτε ένα πρόγραμμα που θα εισάγει μέχρι 10 χαρακτήρες μέσα σε έναν πίνακα και θα τα εμφανίζει με αντίστροφη σειρά.
- Για παράδειγμα αν η είσοδος είναι:

  abcd.

  τότε η έξοδος θα είναι:

  dcba
- Χρησιμοποιείστε μια τελεία . για να σηματοδοτήσετε το τέλος εισόδου.

```
#include <iostream>
const int FULL_SIZE = 10;

int main( )
{
   cout << "Enter 10 letters:";

   char letters[FULL_SIZE], next;
   int i = 0, num;

   cin >> next;
   while ( (next != '.') && (i < FULL_SIZE) )
   {
       letters[i] = next;
       i++;
       cin >> next;

   }

   num = i;

   cout << "Reversed:\n";
   for( i = num – 1; i >= 0; i--)
        cout << letters[i];

   return 0;
}
```

Αναζήτηση στοιχείου

- Γράψτε μια συνάρτηση που θα παίρνει ως παράμετρο έναν πίνακα int, έναν ακέραιο αριθμό target και ψάχνει αν ο target υπάρχει στον πίνακα.
- Θα επιστρέφει το δείκτη του πρώτου στοιχείου που υπάρχει

  αλλιώς
- θα επιστρέφει -1 (αν δεν υπάρχει)

```
int search(int a[ ], int numberUsed, int target)
{
    int index = 0;

    bool found = false;

    while ((!found) && (index < numberUsed))
    {

        if (target == a[index])

                found = true;

        else

                index++;

    }


    if (found)

        return index;

    else

        return -1;

   return -1;
}
```

```
int search(int a[ ], int numberUsed, int target)
{
    int index = 0;

    bool found = false;

    while ((!found) && (index < numberUsed))
    {
        if (target == a[index])

                found = true;

        else

                index++;

    }


    if (found)

        return index;

    else

        return -1;

   return -1;
}
```

Αν μας έδιναν τον ορισμό της συνάρτησης:

```
bool search(int a[ ], .....)
```

```
bool search(int a[ ], int numberUsed, int target, int& where)
{
    int index = 0;

    bool found = false;

    while ((!found) && (index < numberUsed))
    {
        if (target == a[index])

                found = true;

        else

                index++;

    }


    if (found)

        where = index;

   return found;
}
```

Αν μας έδιναν τον ορισμό της συνάρτησης:

```
bool search(int a[ ], .....)
```

Ιστόγραμμα

- Υπάρχουν 4 γραμμές παραγωγής σε ένα εργοστάσιο.
  - Θέλουμε να διαβάζουμε τιμές που αντιστοιχούν στις ποσότητες προϊόντων από κάθε γραμμή παραγωγής (άγνωστο σε πλήθος) και να εκτυπώνουμε μια "ράβδο από *" για κάθε γραμμή παραγωγής.
- Η ράβδος να έχει κλιμάκωση στα 1000 προϊόντα
  - π.χ., κάθε * αντιστοιχεί σε 1000, με στρογγυλοποίηση
  - για 1600 προϊόντα: * *

Παράδειγμα

```
Δώσε δεδομένα για το εργοστάσιο 1 (αρνητικό για τέλος):
2000  3000  1000  -1
Σύνολο = 6000
Δώσε δεδομένα για το εργοστάσιο 2 (αρνητικό για τέλος):
2050  3002  1300  -1
Σύνολο = 6352
Δώσε δεδομένα για το εργοστάσιο 3 (αρνητικό για τέλος):
5000  4020  500  4338  -1
Σύνολο = 13868
Δώσε δεδομένα για το εργοστάσιο 4 (αρνητικό για τέλος):
2507  6050  1809  -1
Σύνολο = 10306
```

...συνέχεια

```
Εργοστάσιο 1: ******
Εργοστάσιο 2: ******
Εργοστάσιο 3: ***************
Εργοστάσιο 4: **********
```

```
#include <iostream>
const int NUMBER_OF_PLANTS = 4;
void inputData(int a[], int lastPlantNumber);
void scale(int a[], int size);
void graph(const int asteriskCount[], int lastPlantNumber);
void getTotal(int& sum);
int round(double number);
void printAsterisks(int n);
int main( )
{
    int production[NUMBER_OF_PLANTS];

    inputData(production, NUMBER_OF_PLANTS);
    scale(production, NUMBER_OF_PLANTS);
    graph(production, NUMBER_OF_PLANTS);
    return 0;
}
```

```
void inputData(int a[], int lastPlantNumber)
{
    for (int p = 1; p <= lastPlantNumber; p++)
    {
        cout << "Δώσε δεδομένα για το εργοστάσιο  " << p ;
        getTotal(a[p - 1]);
    }
}

void getTotal(int& sum)
{
    cout << "(αρνητικό για τέλος):\n";
    sum = 0;
    int next;
    cin >> next;
    while (next >= 0)
    {
        sum = sum + next;
        cin >> next;
    }

    cout << "Σύνολο = " << sum << endl;
}
```

```
void scale(int a[], int size)
{
    for (int index = 0; index < size; index++)
        a[index] = round(a[index]/1000.0);
}

int round(double number)
{
    return static_cast<int>(floor(number + 0.5));
}

void graph(const int asteriskCount[], int lastPlantNumber)
{
    for (int p = 1; p <= lastPlantNumber; p++)
    {
        cout << "Εργοστάσιο " << p << ": ";
        printAsterisks(asteriskCount[p - 1]);
        cout << endl;
    }
}

void printAsterisks(int n)
{
    for (int count = 1; count <= n; count++)
        cout << "*";
}
```

Εκλογές

- 10 φοιτητές είναι υποψήφιοι και 40 ψήφοι έχουν καταχωρηθεί σε έναν πίνακα “responses”.
- Γράψτε μια συνάρτηση που δέχεται τον πίνακα “responses” και εκτυπώνει τα αποτελέσματα των εκλογών.
  - Δηλαδή πόσους ψήφους πήρε ο κάθε ένας από τους 10 υποψηφίους.

- Παράδειγμα:

```
int responses[] = { 1, 2, 6, 4, 8, 5, 9, 7, 8, 10,
                    1, 6, 3, 8, 6, 10, 3, 8, 2, 7,
                    6, 5, 7, 6, 8, 6, 7, 5, 6, 6,
                    5, 6, 7, 5, 6, 4, 8, 6, 8, 10 };
```

Παράδειγμα

Υπ.	Ψήφοι
1	2
2	2
3	2
4	2
5	5
6	11
7	5
8	7
9	1
10	3

```
#include <iostream>

void elections( int responses[], int size );

int main( )
{
    int responses[] = {1, 2, 6, 4, 8, 5, 9, 7, 8, 10, 1, 6, 3, 8, 6, 10, 3, 8, 2, 7,
                       6, 5, 7, 6, 8, 6, 7, 5, 6, 6, 5, 6, 7, 5, 6, 4, 8, 6, 8, 10 };
    elections( responses, 40 );
    return 0;
}

void elections( int responses[], int size )
{
      int psifoi[11];

      for ( int i = 0; i < 11; i++ )
         psifoi[ i ] = 0 ;

      for ( int k = 0; k < size; k++ )
         psifoi[ responses[ k ] ] = psifoi[ responses[ k ] ] + 1;

      cout << "Υποψ. \t Ψήφοι\n");

      for ( int i = 0; i < 11; i++ )
         cout << i << "\t" << psifoi[ i ] << endl;
}
```

Διάβασμα και εκτύπωση 4x5 πίνακα

- Γράψτε ένα πρόγραμμα το οποίο θα συμπληρώνει έναν πίνακα a με αριθμούς που εισάγονται από το πληκτρολόγιο. Οι αριθμοί θα εισάγονται 5 ανά γραμμή σε 4 γραμμές.
  - Ο πίνακας θα είναι δηλωμένος:

```
int a[4][5];
```

- Στη συνέχεια γράψτε συνάρτηση τύπου `void` με το όνομα `echo` που εκτυπώνει τον πίνακα που δημιουργήσατε.
  - Θα την καλείτε ως εξής:

```
echo(a, 4);
```

```
void echo(int a[][5], int lines);

int main( )
{
    int a[4][5];
    int i,j;

    for(i = 0; i < 4; i++)
      for(j = 0; j < 5; j++)
         cin >> a[i][j];

    echo(a, 4);
}

void echo(int a[][5], int lines)
{
    int i,j;
    for(i = 0; i < lines; i++)
    {
      for(j = 0; j < 5; j++)
         cout << a[i][j] << " ";
      cout << endl;
    }
}
```

Παράδειγμα μέσου όρου

- Δυδιάστατος πίνακας (grades) με βαθμολογίες φοιτητών
  - Μία γραμμή ανά φοιτητή
  - Στήλες – βαθμολογία σε test
- Εκτύπωση πίνακα, μέσου όρου / φοιτητή, μέσου όρου / test

	test1	test2	test3
φοιτητής1	10,	10,	10
φοιτητής2	2,	0,	1
φοιτητής3	8,	6,	9
φοιτητής3	8,	4,	10

Παράδειγμα μέσου όρου

- Δυδιάστατος πίνακας (grades) με βαθμολογίες φοιτητών
  - Μία γραμμή ανά φοιτητή
  - Στήλες – βαθμολογία σε test
- Εκτύπωση πίνακα, μέσου όρου / φοιτητή, μέσου όρου / test

	test1	test2	test3
φοιτητής1	grades[0][0]	grades[0][1]	grades[0][2]
φοιτητής2	grades[1][0]	grades[1][1]	grades[1][2]
φοιτητής3	grades[2][0]	grades[2][1]	grades[2][2]
φοιτητής3	grades[3][0]	grades[3][1]	grades[3][2]

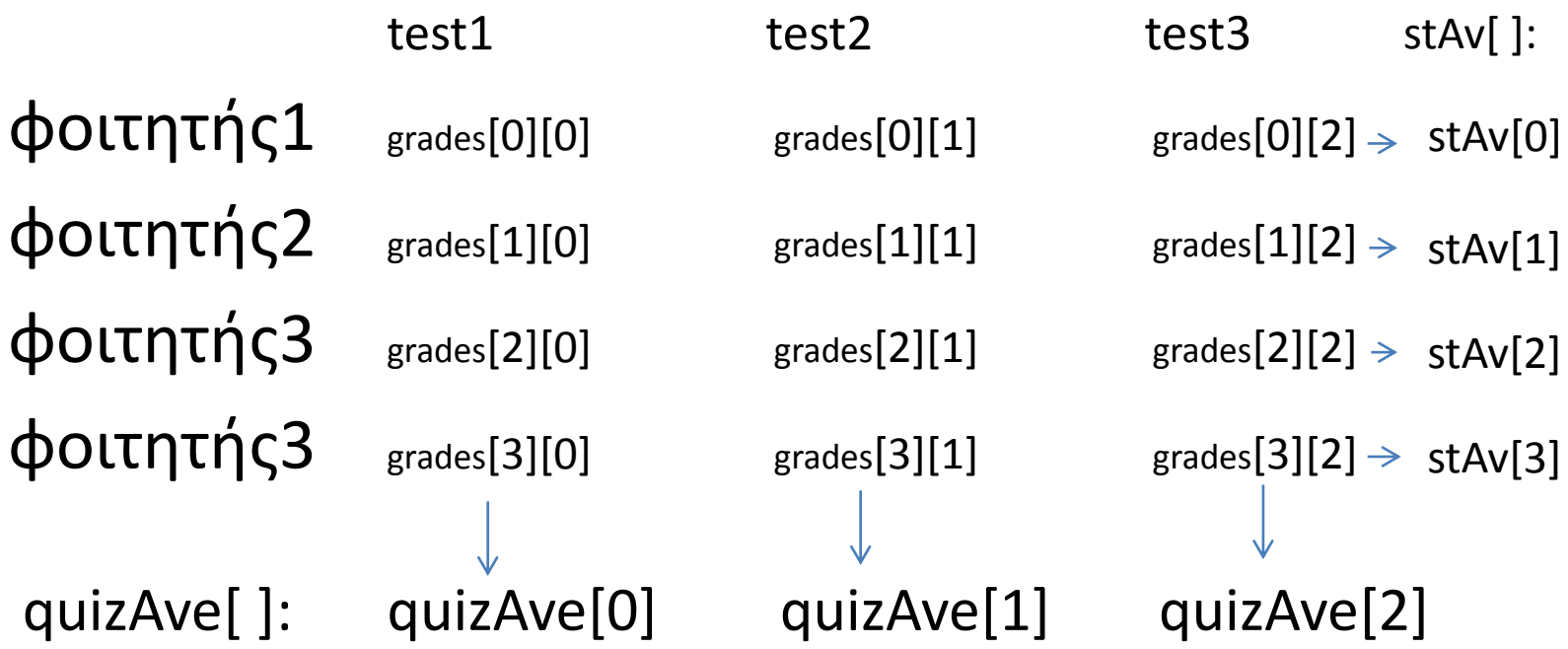
Παράδειγμα μέσου όρου

- Δυδιάστατος πίνακας (grades) με βαθμολογίες φοιτητών
  - Μία γραμμή ανά φοιτητή
  - Στήλες – βαθμολογία σε test
- Εκτύπωση πίνακα, μέσου όρου / φοιτητή, μέσου όρου / test

	test1	test2	test3
φοιτητής1	grades[0][0]	grades[0][1]	grades[0][2]
φοιτητής2	grades[1][0]	grades[1][1]	grades[1][2]
φοιτητής3	grades[2][0]	grades[2][1]	grades[2][2]
φοιτητής3	grades[3][0]	grades[3][1]	grades[3][2]
quizAve[ ]:	quizAve[0]	quizAve[1]	quizAve[2]

Παράδειγμα μέσου όρου

- Δυδιάστατος πίνακας (grades) με βαθμολογίες φοιτητών
  - Μία γραμμή ανά φοιτητή
  - Στήλες – βαθμολογία σε test
- Εκτύπωση πίνακα, μέσου όρου / φοιτητή, μέσου όρου / test



```
#include <iostream>
const int NUMBER_ST = 4, NUMBER_QZ = 3;

void computeStAve(const int grade[][NUMBER_QZ], double stAve[]);

void computeQuizAve(const int grade[][NUMBER_QZ], double quizAve[]);

void display(const int grade[][NUMBER_QZ],
                        const double stAve[], const double quizAve[]);

int main( )
{
    int grade[NUMBER_ST][NUMBER_QZ];
    double stAve[NUMBER_ST], quizAve[NUMBER_QZ];

    grade[0][0] = 10; grade[0][1] = 10; grade[0][2] = 10;
    grade[1][0] = 2;  grade[1][1] = 0;  grade[1][2] = 1;
    grade[2][0] = 8;  grade[2][1] = 6;  grade[2][2] = 9;
    grade[3][0] = 8;  grade[3][1] = 4;  grade[3][2] = 10;

    computeStAve(grade, stAve);
    computeQuizAve(grade, quizAve);
    display(grade, stAve, quizAve);
}
```

```
void computeStAve(const int grade[][NUMBER_QZ], double stAve[])
{
    for (int stNum = 1; stNum <= NUMBER_ST; stNum++)
    {
        double sum = 0;
        for (int quizNum = 1; quizNum <= NUMBER_QZ; quizNum++)
            sum = sum + grade[stNum-1][quizNum-1];

        stAve[stNum-1] = sum/NUMBER_QZ;
    }
}

void computeQuizAve(const int grade[][NUMBER_QZ], double quizAve[])
{
    for (int quizNum = 1; quizNum <= NUMBER_QZ; quizNum++)
    {
        double sum = 0;
        for (int stNum = 1; stNum <= NUMBER_ST; stNum++)
            sum = sum + grade[stNum-1][quizNum-1];

        quizAve[quizNum-1] = sum/NUMBER_ST;
        //Average for quiz quizNum is the value of quizAve[quizNum-1]
    }
}
```

```
void display(const int grade[][NUMBER_QZ],
                        const double stAve[], const double quizAve[])
{

    for (int stNum = 1; stNum <= NUMBER_ST; stNum++)
    {
        cout << stNum << stAve[stNum-1] << " ";
        for (int quizNum = 1; quizNum <= NUMBER_QZ; quizNum++)
            cout << grade[stNum-1][quizNum-1];
        cout << endl;
    }

    cout << "Quiz averages = ";
    for (int quizNum = 1; quizNum <= NUMBER_QZ; quizNum++)
        cout << quizAve[quizNum-1];
    cout << endl;
}
```

Πίνακες (σύνοψη)

- Είναι μια συλλογή από μεταβλητές
- Βρόχοι for ταιριάζουν απόλυτα για τους πίνακες
- Είστε υπεύθυνοι για να μην βγείτε έξω από τα όρια του πίνακα
- Η παράμετρος Πίνακα είναι ένα "νέος" τύπος
  - Παρόμοια με τη παράμετρο με αναφορά
- Τα στοιχεία του πίνακα αποθηκεύονται σειριακά
  - "Συνεχόμενο" κομμάτι στην μνήμη
  - Μόνο η διεύθυνση του 1ου στοιχείου περνάει σε συν/σεις
- Μερικώς συμπληρωμένοι πίνακες → περισσότερες μεταβλητές
- Πολυδιάστατοι πίνακες
  - "πίνακας από πίνακες"

Καλή Μελέτη

- **Βιβλιογραφία**

[1] W. Savitch, Πλήρης C++, Εκδόσεις Τζιόλα, 2011

[2] H. Deitel and P. Deitel, C++ Προγραμματισμός 6η Εκδοση, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, 2013

Ύλη βιβλιογραφίας
[1]: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4
[2]: Κεφ. 7