

ΕΠΛ232 – Προγραμματιστικές Τεχνικές και Εργαλεία

Οργάνωση Προγράμματος & Ανατομία Προγράμματος
(Κεφάλαιο 10, ΚΝΚ-2ΕΔ)

Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

<http://www.cs.ucy.ac.cy/courses/EPL232>

Περιεχόμενο Διάλεξης 4

- **Οργάνωση Προγράμματος (Κεφ. 10)**

- *Τοπικές Μεταβλητές (αυτόματες, static), Εξωτερικές Μεταβλητές (block/file scope), Μπλοκ { }, Εμβέλεια Μεταβλητών*
- *Οργάνωση Προγράμματος σε ένα αρχείο κώδικα.*

- **(Προκαταρτική) Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία**

- *Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης fopen, fread, fwrite, παράδειγμα με ψευδοτυχαίους αριθμούς*

Local Automatic Variables

Τοπικές (Αυτόματες) Μεταβλητές

- Μια μεταβλητή που δηλώνεται στο σώμα μιας συνάρτησης λέγεται ότι είναι **τοπική (local)** στη συνάρτηση:

```
int sum_digits(int n) {  
    int sum = 0; /* local var */  
    ...  
}
```

```
void f(void)           C99  
{  
    ...  
    int i; } scope of i  
    ...  
}
```

- **Ιδιότητες τοπικών μεταβλητών (αλλά και παραμέτρων):**
 - **Αυτόματη αποθηκευτική διάρκεια (Automatic storage duration):** Δεσμεύεται (allocated) «αυτόματα» ο χώρος όταν καλείται η συνάρτηση και **αποδεσμεύεται (deallocated)** αυτόματα όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση της.
 - **Εμβέλεια Μπλοκ (Block scope):** Μια τοπική μεταβλητή είναι «ορατή» από τη δήλωση της μέχρι το τέλος της συνάρτησης που την δηλώνει.



Local Static Variables

Τοπικές Στατικές Μεταβλητές

- Προσθέτοντας **static** στη δήλωση μιας τοπικής μεταβλητής, καθιστά την μεταβλητή να έχει **στατική αποθηκευτική διάρκεια (static storage duration.)**
- Δηλαδή, η static μεταβλητή διατηρεί την τιμή της μέχρι την **επόμενη κλήση ...**

```
#include <stdio.h>
void foo() {
    static int i;
    printf("%d", i);
    i++;}
```

```
int main() {
    foo(); foo(); foo();
    return 0;}
```

Εκτυπώνει:
0 1 2

- . . . αλλά η **ορατότητα** της παραμένει σε **επίπεδο block** συνάρτησης, όπως τις **αυτόματες μεταβλητές**
 - Συνεπώς, η μεταβλητή δεν είναι ορατή σε άλλες συναρτήσεις.
- **Χρήση:** Μεταβλητές που θα χρησιμοποιούνται μεταξύ αλληπάλληλων κλήσεων (για αποφυγή συνεχούς δημιουργίας / καταστροφής τους)
 - **Γενικά συνιστάται να χρησιμοποιείται με μεγάλη ΠΡΟΣΟΧΗ.**



Local Static Variables

Τοπικές Στατικές Μεταβλητές

Το `static` μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο με **πίνακες** όσο και με **δείκτες** που θα δούμε στη συνέχεια

Πως δουλεύει ο ακόλουθος κώδικας;

```
#include <stdio.h> // printf
void foo(int i) {
    static char name[10]="variable";
    printf("%s\n", name);
    name[i]='0';
}
int main() {
    int i = 0;
    foo(i++); foo(i++); foo(i);
    return 0;
}
```

**Αποτέλεσμα
Προγράμματος:**
variable
0variable
00riable

Μια `global` μεταβλητή δεν χρειάζεται να είναι `static` όπως δείχνει η επόμενη διαφάνεια.



External Variables

Εξωτερικές Μεταβλητές

- **Εξωτερικές Μεταβλητές (External Variables):** μεταβλητές που **ΔΕΝ** ορίζονται μέσα στο **σώμα** μιας συνάρτησης και **ΔΕΝ** είναι **παράμετροι** της.
 - Γνωστές ως **καθολικές μεταβλητές (global variables)**
- **Ιδιότητες Εξωτερικών Μεταβλητών:**
 - **Στατική Αποθηκευτική Διάρκεια (static storage duration)**
 - Όπως τις στατικές μεταβλητές δεν καταστρέφονται άμεσα
 - **Εμβέλεια Αρχείου (file scope)**
 - Μια μεταβλητή είναι **ορατή** από τη **δήλωση** της μέχρι το **τέλος του αρχείου** που **ορίζει** την μεταβλητή

External Variables

Εξωτερικές Μεταβλητές

Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα

- Οι εξωτερικές μεταβλητές είναι χρήσιμες όταν πολλές συναρτήσεις πρέπει να μοιράζονται μια συγκεκριμένη μεταβλητή ή όταν κάποιες συναρτήσεις μοιράζονται ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών.
- Στις περισσότερες περιπτώσεις όμως, είναι καλύτερο για τις συναρτήσεις να επικοινωνούν μέσω παραμέτρων και όχι με την κοινή χρήση μεταβλητών:
 - Εάν αλλάξουμε μια εξωτερική μεταβλητή (π.χ., αλλάζοντας τον τύπο της), θα πρέπει να ελέγξουμε κάθε συνάρτηση στο αρχείο για να δούμε πώς αυτή η αλλαγή την επηρεάζει.
 - Εάν μια εξωτερική μεταβλητή έχει αντιστοιχιστεί σε μια λανθασμένη τιμή, μπορεί να είναι δύσκολο να εντοπίσετε την λανθάνουσα συνάρτηση.
 - Οι συναρτήσεις που βασίζονται σε εξωτερικές μεταβλητές είναι δύσκολο να επαναχρησιμοποιηθούν σε άλλα προγράμματα.



External Variables

Εξωτερικές Μεταβλητές

Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα

- Μην χρησιμοποιείτε την ίδια εξωτερική μεταβλητή για διαφορετικούς σκοπούς σε διαφορετικές συναρτήσεις.
- Ας υποθέσουμε ότι πολλές συναρτήσεις χρειάζονται μια μεταβλητή που ονομάζεται i για τον έλεγχο μιας εντολής `for`.
 - Αντί να δηλώσουμε το i σε κάθε συνάρτηση που το χρησιμοποιεί, ορισμένοι προγραμματιστές το δηλώνουν μόνο μία φορά στην αρχή του προγράμματος.
 - Αυτή η πρακτική είναι παραπλανητική. Κάποιος που διαβάζει το πρόγραμμα μπορεί να πιστεύει ότι οι i σχετίζονται, αλλά στην πραγματικότητα δεν έχουν κάποια σχέση μεταξύ τους.
- **Με άλλα λόγια:**
 - **Δύσκολο debugging, δύσκολη επαναχρησιμοποίηση κώδικα, σπατάλη μνήμης, για αυτό η χρήση τους να συνίσταται να ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΕΙ στο ελάχιστο στο μάθημα**



External Variables

Εξωτερικές Μεταβλητές

- Τι πάει λάθος με το ακόλουθο κώδικα;

```
int i;
```

```
void print_one_row(void)
{
    for (i = 1; i <= 10; i++)
        printf("*");
}
```

```
void print_all_rows(void)
{
    for (i = 1; i <= 10; i++) {
        print_one_row(); i = 11
        printf("\n");
    }
}
```

Μετά την εκτέλεση του πρώτου `for`, το `i` έχει τιμή 11, αντί 2, οπότε η `for` του `print_all_rows` εκτελείται μόνο μια φορά

- Η δήλωση εξωτερικών μεταβλητών, όταν αυτές θα έπρεπε να είναι τοπικές, μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα.
- Αυτός ο κώδικας θα έπρεπε να εμφανίζει μια 10 × 10 διάταξη από αστερίσκους:

Αντί να εκτυπώνονται όλες οι γραμμές, εκτυπώνεται μόνο μια! ☹

Γιατί;



Blocks

Μπλοκ Εντολών

- Η C, όπως και άλλες γλώσσες, παρέχει την έννοια των **ρητών μπλοκ { }** για να **περιορίσει την εμβέλεια μεταβλητών**.
 - Λιγότερες συγκρούσεις ονομάτων (**name conflicts**)
 - Μείωση συνωστισμού δηλώσεων στην αρχή των συναρτήσεων (**cluttering declarations**)
- Η διάρκεια αποθήκευσης μιας μεταβλητής που δηλώνεται σε ένα μπλοκ είναι αυτόματη: ο χώρος αποθήκευσης για τη μεταβλητή εκχωρείται κατά την εισαγωγή του μπλοκ, και η κατάργηση της κατά την έξοδο
- Η μεταβλητή έχει εμβέλεια μόνο εντός του block. Δεν μπορεί να γίνει αναφορά της έξω από το μπλοκ.
- Μια μεταβλητή που ανήκει σε ένα μπλοκ μπορεί να δηλωθεί ως `static` ώστε να δοθεί η στατική διάρκεια της αποθήκευσης της.



Blocks

Μπλοκ Εντολών

```
#include <stdio.h>
```

```
void foo(void) {
```

```
    // other statements ...
```

```
{
```

```
    int i = 5;        // Automatic storage duration, block scope
```

```
    static int j;    // Static storage duration, block scope
```

```
    printf("%d %d\n", i++, j++);
```

```
}
```

```
    // printf("%d %d", i, j); - compile error: 'i' 'j' undeclared (first use in this function)
```

```
}
```

```
int main() {  
    foo(); foo(); foo();  
    return 0;  
}
```

ΕΚΤΥΠΩΝΕΙ: 5 0

5 1

5 2



Variable Scope

Εμβέλεια Μεταβλητών

- **Αρχή Εμβέλειας:** Όταν γίνεται **δήλωση** μιας μεταβλητής που είναι **ήδη δηλωμένη** (ορατή), η νέα δήλωση «**αποκρύπτει**» την παλιά **δήλωση**.
 - Στο τέλος η **παλιά δήλωση** αποκτά ξανά το νόημα της.

```
int i ; /* Declaration 1 */  
  
void f(int i) /* Declaration 2 */  
{  
    i = 1;  
}  
  
void g(void)  
{  
    int i = 2; /* Declaration 3 */  
    if (i > 0) {  
        int i ; /* Declaration 4 */  
        i = 3;  
    }  
    i = 4;  
}  
  
void h(void)  
{  
    i = 5;  
}
```



Variable Scope

Εμβέλεια Μεταβλητών

- Σε αυτό το παράδειγμα, η `i` έχει τέσσερις διαφορετικές έννοιες:
 - Στη 1^η δήλωση, `i` είναι μια μεταβλητή με διάρκεια στατικής αποθήκευσης και εμβέλεια αρχείου.
 - Στη 2^η δήλωση, `i` είναι μια παράμετρος με εμβέλεια μπλοκ.
 - Στην 3^η δήλωση, `i` είναι μια αυτόματη μεταβλητή με εμβέλεια μπλοκ.
 - Στην 4^η δήλωση, `i` είναι επίσης αυτόματη και έχει εμβέλεια μπλοκ.

```
int i ;           /* Declaration 1 */
void f(int i)    /* Declaration 2 */
{
    i = 1;
}
void g(void)
{
    int i = 2;    /* Declaration 3 */
    if (i > 0) {
        int i ;  /* Declaration 4 */
        i = 3;
    }
    i = 4;
}
void h(void)
{
    i = 5;
}
```

Το `i=1` αναφέρεται στη 2^η δήλωση, καθώς η 2^η δήλωση αποκρύβει την 1^η δήλωση.

Το `i>1` αναφέρεται στην 3^η δήλωση, καθώς η 3^η δήλωση αποκρύβει την 1^η δήλωση, και η 2^η δήλωση είναι εκτός εμβέλειας.

Το `i=3` αναφέρεται στην 4^η δήλωση, καθώς η 4^η δήλωση αποκρύβει την 3^η δήλωση.

Το `i=4` αναφέρεται στην 3^η δήλωση, καθώς η 4^η δήλωση είναι εκτός εμβέλειας.

Το `i=5` αναφέρεται στην 1^η δήλωση.



Οργάνωση Προγράμματος (με 1 Αρχείο Πηγαίου Κώδικα *)

- * Αργότερα θα δούμε πως η σημαντική **αρχή της αφαιρετικότητας** μας επιβάλλει να **διασπάσουμε** ένα πρόγραμμα σε **πολλαπλά αρχεία** πηγαίου κώδικα.
- **Βασικά συστατικά ενός C προγράμματος** (σε σειρά εμφάνισης):
 - **Οδηγίες προεπεξεργασίας** μεταγλωττιστή (compiler preprocessing directives) such as `#include` and `#define`
 - Ορισμός **Νέων Τύπων** (Type definitions) - `typedef`
 - Δήλωση **Εξωτερικών Μεταβλητών** (Declarations of Ext. vars)
 - **Πρότυπα Συναρτήσεων** (function prototypes)
 - **Ορισμός Συναρτήσεων** (function definitions) - πριν την χρήση τους εναλλακτικά παίρνεται το λάθος `undefined symbol first referenced in file _print ...`
- Τύποι, μεταβλητές, κτλ., έχουν «ορατότητα» μόνο μετά τον ορισμό τους.



Οργάνωση Προγράμματος (με 1 Αρχείο Πηγαίου Κώδικα *)

- **Βασικά Συστατικά Σχολίου:**

- **Name:** Όνομα Συνάρτησης
- **Description:** Τι ρόλο επιτελεί (Σύντομη και Εκτενέστερη Περιγραφή – Short/Long)
- **Parameters:** Νόημα κάθε παραμέτρου (**@param**)
- **Return Value:** Επεξήγηση της τιμής εξόδου, εάν υπάρχει (**@return**)
- **Others:** Επεξήγηση οποιονδήποτε άλλων σημαντικών δεδομένων και χαρακτηριστικών, π.χ.,
 - περιγραφή των συνεπειών μεταβολής εξωτερικών μεταβλητών
 - αλγόριθμοι, δομές δεδομένων, κτλ.



Οργάνωση Προγράμματος (με 1 Αρχείο Πηγαίου Κώδικα *)

- Παράδειγμα Σχολίου για Χρήση με **Σύστημα Τεκμηρίωσης Κώδικα (Software Documentation System) Doxygen** (www.doxygen.org/)
 - Έχει μελετηθεί στα εργαστήρια.

Βασικά Συστατικά Σχολίου:

```
/**
 * <A short one line description>
 *
 * <Longer description>
 * <May span multiple lines or paragraphs as needed>
 *
 * @param Description of method's or function's input parameter
 * @param ...
 * @return Description of the return value
 */
```



Οργάνωση Προγράμματος (με 1 Αρχείο Πηγαίου Κώδικα *)

```
/**
 * @file
 * @author John Doe <jdoe@example.com>
 * @version 1.0
 *
 * @section LICENSE
 *
 * This program is free software; you can redistribute it and/or
 * modify it under the terms of the GNU General Public License as
 * published by the Free Software Foundation; either version 2 of
 * the License, or (at your option) any later version.
 *
 * This program is distributed in the hope that it will be useful, but
 * WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
 * MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU
 * General Public License for more details at
 * http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html
 *
 * @section DESCRIPTION
 *
 * The time module represents a moment of time.
 */
```

Παράδειγμα Σχολίων για την
Αρχή του Αρχείου



Οργάνωση Προγράμματος (με 1 Αρχείο Πηγαίου Κώδικα *)

- **Σκελετός Προγράμματος (Skeleton Program):** Ένα υψηλού επιπέδου πρόγραμμα το οποίο περιέχει **κενό κώδικα (dummy code)**.
 - Χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί η **βασική δομή** ενός προγράμματος και είναι **βασικό εργαλείο** για να **διαμεριστεί** η ανάπτυξη ενός λογισμικού σε μια **ομάδα προγραμματιστών**.
 - Περισσότερα μετά το **midterm** όταν θα μιλήσουμε για **SVN** και αρχές ανάπτυξης **μεγάλων προγραμμάτων**

```
int main(void)
{
    for (;;) {
        read_cards();
        analyze_hand();
        print_result();
    }
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Το πρόγραμμα `poker.c` ταξινομεί το χαρτί σε μια παρτίδα πόκερ.
- Κάθε χαρτί έχει *suit* και *rank*.
 - Suits: clubs, diamonds, hearts, spades
 - Ranks: two, three, four, five, six, seven, eight, nine, ten, jack, queen, king, ace
- Jokers δεν επιτρέπονται, και οι άσσοι έχουν τον ψηλότερο βαθμό.
- Μετά την ανάγνωση πέντε φύλλων, το πρόγραμμα θα ταξινομήσει το χαρτί χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες κατηγορίες.
 - Αν ένα χαρτί ανήκει σε δύο ή περισσότερες κατηγορίες, το πρόγραμμα θα επιλέξει την καλύτερη.



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Κατηγορίες (από την καλύτερη στην χειρότερη):
 - straight flush (both a straight and a flush)
 - four-of-a-kind (four cards of the same rank)
 - full house (a three-of-a-kind and a pair)
 - flush (five cards of the same suit)
 - straight (five cards with consecutive ranks)
 - three-of-a-kind (three cards of the same rank)
 - two pairs
 - pair (two cards of the same rank)
 - high card (any other hand)

Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Για σκοπούς εισόδου, οι ranks και οι suits θα είναι μονά γράμματα:

Ranks: 2 3 4 5 6 7 8 9 t j q k a

Suits: c d h s (Clubs - c, Diamonds - d, Hearts - h, Spades -s.)

- Ενέργειες που πρέπει να ληφθούν εάν ο χρήστης εισάγει λάθος κάρτα ή προσπαθήσει να εισαγάγει την ίδια κάρτα δύο φορές:
 - Αγνοήστε την κάρτα
 - Έκδοση μηνύματος σφάλματος
 - Ζητήστε άλλη κάρτα
- Η εισαγωγή του αριθμού 0 αντί ενός χαρτιού θα προκαλέσει τερματισμό του προγράμματος.



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Ένα πρόγραμμα:

Enter a card: 2s

Enter a card: 5s

Enter a card: 4s

Enter a card: 3s

Enter a card: 6s

Straight flush

Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
Enter a card: 8c
Enter a card: as
Enter a card: 8c
Duplicate card; ignored.
Enter a card: 7c
Enter a card: ad
Enter a card: 3h
Pair
```

Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
Enter a card: 6s
Enter a card: d2
Bad card; ignored.
Enter a card: 2d
Enter a card: 9c
Enter a card: 4h
Enter a card: ts
High card

Enter a card: 0
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Το πρόγραμμα έχει τρεις εργασίες:
 - Να διαβάσει το χαρτί από τα πέντε φύλλα
 - Να αναλύσει το χαρτί σε ζευγάρια, κέντα, και ούτω καθεξής.
 - Να εκτυπώσει την ταξινόμηση του χαρτιού
- Οι συναρτήσεις `read_cards`, `analyze_hand`, και `print_result` θα εκτελέσουν αυτές τις εργασίες.
- Η `main` δεν κάνει τίποτα, απλά καλεί αυτές τις συναρτήσεις μέσα σε ένα βρόγχο.



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Οι συναρτήσεις μοιράζονται μια αρκετά μεγάλη ποσότητα πληροφοριών, έτσι θα τις έχουμε να επικοινωνούν μέσω εξωτερικών μεταβλητών.
- Η `read_cards` θα αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με το χαρτί σε διάφορες εξωτερικές μεταβλητές.
- Η `analyze_hand` θα εξετάσει στη συνέχεια αυτές τις μεταβλητές, αποθηκεύοντας τα ευρήματά της σε άλλες εξωτερικές μεταβλητές προς όφελος της `print_result`.



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/* #include directives go here */  
  
/* #define directives go here */  
  
/* declarations of external variables go here */  
  
/* prototypes */  
void read_cards(void);  
void analyze_hand(void);  
void print_result(void);
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/* **** */
* main: Calls read_cards, analyze_hand, and print_result *
*         repeatedly. *
* **** */
int main(void)
{
    for (;;) {
        read_cards();
        analyze_hand();
        print_result();
    }
}

/* **** */
* read_cards: Reads the cards into external variables; *
*             checks for bad cards and duplicate cards. *
* **** */
void read_cards(void)
{
    ...
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/* **** */
* analyze_hand: Determines whether the hand contains a      *
*                straight, a flush, four-of-a-kind,        *
*                and/or three-of-a-kind; determines the    *
*                number of pairs; stores the results into  *
*                external variables.                        *
* **** */
void analyze_hand(void)
{
    ...
}

/* **** */
* print_result: Notifies the user of the result, using     *
*               the external variables set by              *
*               analyze_hand.                              *
* **** */
void print_result(void)
{
    ...
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Πώς πρέπει να αντιπροσωπεύουμε το κάθε χαρτί;
- Η `analyze_hand` θα πρέπει να γνωρίζετε πόσα φύλλα είναι σε κάθε `rank` και κάθε `suit`.
- Αυτό υποδηλώνει ότι πρέπει να χρησιμοποιήσουμε δύο πίνακες, τους `num_in_rank` και `num_in_suit`.
 - `num_in_rank[r]` θα είναι ο αριθμός των καρτών με `rank r`.
 - `num_in_suit[s]` θα είναι ο αριθμός των καρτών με `suit s`.
- Θα κωδικοποιήσετε `rank` ως αριθμούς μεταξύ του 0 και 12.
- Τα `suits` θα είναι αριθμοί από το 0 ως το 3.



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Θα χρειαστούμε επίσης ένα τρίτο πίνακα, `card_exists`, έτσι ώστε η `read_cards` θα εντοπίζει διπλές εμφανίσεις.
- Κάθε φορά που η `read_cards` διαβάζει ένα χαρτί με rank `r` και suit `s`, ελέγχει αν η τιμή των `card_exists[r][s]` είναι αληθής.
 - Σε αυτήν την περίπτωση, η κάρτα είχε εισαχθεί προηγουμένως.
 - Εάν όχι, η `read_cards` εκχωρεί `true` στο `card_exists[r][s]`.



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

- Τόσο η `read_cards`, όσο και η `analyze_hand`, θα χρειαστούν πρόσβαση στους πίνακες `num_in_rank` και `num_in_suit`, έτσι θα πρέπει να είναι εξωτερικές μεταβλητές.
- Ο πίνακας `card_exists` χρησιμοποιείται μόνο από την `read_cards`, έτσι μπορεί να είναι τοπικός σε αυτή την συνάρτηση.
- Κατά κανόνα, οι μεταβλητές πρέπει να γίνονται εξωτερικές μόνο αν είναι απαραίτητο.



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

`poker.c`

```
/* Classifies a poker hand */

#include <stdbool.h>    /* C99 only */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define NUM_RANKS 13
#define NUM_SUITS 4
#define NUM_CARDS 5

/* external variables */
int num_in_rank[NUM_RANKS];
int num_in_suit[NUM_SUITS];
bool straight, flush, four, three;
int pairs;    /* can be 0, 1, or 2 */
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/* prototypes */
void read_cards(void);
void analyze_hand(void);
void print_result(void);

/*****
 * main: Calls read_cards, analyze_hand, and print_result *
 *        repeatedly. *
 *****/
int main(void)
{
    for (;;) {
        read_cards();
        analyze_hand();
        print_result();
    }
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/*
 * read_cards: Reads the cards into the external
 *             variables num_in_rank and num_in_suit;
 *             checks for bad cards and duplicate cards.
 */
void read_cards(void)
{
    bool card_exists[NUM_RANKS][NUM_SUITS];
    char ch, rank_ch, suit_ch;
    int rank, suit;
    bool bad_card;
    int cards_read = 0;

    for (rank = 0; rank < NUM_RANKS; rank++) {
        num_in_rank[rank] = 0;
        for (suit = 0; suit < NUM_SUITS; suit++)
            card_exists[rank][suit] = false;
    }

    for (suit = 0; suit < NUM_SUITS; suit++)
        num_in_suit[suit] = 0;
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
while (cards_read < NUM_CARDS) {
    bad_card = false;
    printf("Enter a card: ");
    rank_ch = getchar();
    switch (rank_ch) {
        case '0': exit(EXIT_SUCCESS);
        case '2': rank = 0; break;
        case '3': rank = 1; break;
        case '4': rank = 2; break;
        case '5': rank = 3; break;
        case '6': rank = 4; break;
        case '7': rank = 5; break;
        case '8': rank = 6; break;
        case '9': rank = 7; break;
        case 't': case 'T': rank = 8; break;
        case 'j': case 'J': rank = 9; break;
        case 'q': case 'Q': rank = 10; break;
        case 'k': case 'K': rank = 11; break;
        case 'a': case 'A': rank = 12; break;
        default: bad_card = true;
    }
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
suit ch = getchar();
switch (suit_ch) {
    case 'c': case 'C': suit = 0; break;
    case 'd': case 'D': suit = 1; break;
    case 'h': case 'H': suit = 2; break;
    case 's': case 'S': suit = 3; break;
    default: bad_card = true;
}

while ((ch = getchar()) != '\n')
    if (ch != ' ') bad_card = true;

if (bad_card)
    printf("Bad card; ignored.\n");
else if (card_exists[rank][suit])
    printf("Duplicate card; ignored.\n");
else {
    num_in_rank[rank]++;
    num_in_suit[suit]++;
    card_exists[rank][suit] = true;
    cards_read++;
}
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/* **** */
* analyze_hand: Determines whether the hand contains a      *
*                straight, a flush, four-of-a-kind,        *
*                and/or three-of-a-kind; determines the     *
*                number of pairs; stores the results into   *
*                the external variables straight, flush,    *
*                four, three, and pairs.                    *
* **** */
void analyze_hand(void)
{
    int num_consec = 0;
    int rank, suit;
    straight = false;
    flush = false;
    four = false;
    three = false;
    pairs = 0;
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/* check for flush */
for (suit = 0; suit < NUM_SUITS; suit++)
    if (num_in_suit[suit] == NUM_CARDS)
        flush = true;

/* check for straight */
rank = 0;
while (num_in_rank[rank] == 0) rank++;
for (; rank < NUM_RANKS && num_in_rank[rank] > 0; rank++)
    num_consec++;
if (num_consec == NUM_CARDS) {
    straight = true;
    return;
}

/* check for 4-of-a-kind, 3-of-a-kind, and pairs */
for (rank = 0; rank < NUM_RANKS; rank++) {
    if (num_in_rank[rank] == 4) four = true;
    if (num_in_rank[rank] == 3) three = true;
    if (num_in_rank[rank] == 2) pairs++;
}
}
```



Πρόγραμμα

Ταξινόμηση χαρτιών πόκερ

```
/*
 * print_result: Prints the classification of the hand,
 * based on the values of the external
 * variables straight, flush, four, three,
 * and pairs.
 */
void print_result(void)
{
    if (straight && flush) printf("Straight flush");
    else if (four)        printf("Four of a kind");
    else if (three &&
             pairs == 1)  printf("Full house");
    else if (flush)       printf("Flush");
    else if (straight)    printf("Straight");
    else if (three)       printf("Three of a kind");
    else if (pairs == 2)  printf("Two pairs");
    else if (pairs == 1)  printf("Pair");
    else                  printf("High card");

    printf("\n\n");
}
```



Περιεχόμενο Διάλεξης

- **Οργάνωση Προγράμματος (Κεφ. 10)**

- *Τοπικές Μεταβλητές (αυτόματες, static), Εξωτερικές Μεταβλητές (block/file scope), Μπλοκ { }, Εμβέλεια Μεταβλητών*
- *Οργάνωση Προγράμματος σε ένα αρχείο κώδικα.*

- **(Προκαταρκτική) Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία**

- Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης fopen, fread, fwrite, παράδειγμα με ψευδοτυχαίους αριθμούς



Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία

Εισαγωγική Επισήμανση

- Για επεξεργασία αρχείων θα χρειαστούμε δείκτες (*) τους οποίους θα δούμε στις ερχόμενες 2 διαλέξεις.
- Για να μπορέσετε μέχρι τότε να δουλεύετε με αρχεία, θα σας υποδειχτεί τώρα ο βασικός τρόπος και η αναλυτική επεξήγηση θα γίνει αργότερα στην Διάλεξη 9
 - Όπου θα δούμε το File I/O σε βάθος.
 - File I/O: File standard input and output devices handled by C programming language.

Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία

(Άνοιγμα/Κλείσιμο)

Άνοιγμα/Κλείσιμο Αρχείου fopen (<stdio.h>)

FILE * fopen(char *filename, char *mode);

- Η παράμετρος *filename* υποδεικνύει το όνομα του αρχείου που επιθυμούμε να ανοίξουμε
- Το Mode υποδεικνύει το είδος της πράξης (π.χ. Read, write, read-write, etc)

FILE *fp = NULL;

fp = fopen("myfile.txt", "r");

...

fclose(fp);

Τύπος Ανοίγματος (εδώ READ)

Όνομα Αρχείου

Οντότητα Διαχείρισης Αρχείου. (file pointer)



Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία

(Τρόπος προσπέλασης)

Η παράμετρος mode υποδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο θέλουμε να προσπελάσουμε το αρχείο

Mode	Σημασία
r	Μόνο Ανάγνωση . Αν το αρχείο δεν υπάρχει, επιστρέφεται NULL
w	Μόνο Εγγραφή . Αν το αρχείο δεν υπάρχει δημιουργείται, αν υπάρχει τα περιεχόμενά του καταστρέφονται.
a	Προσθήκη . Η προσθήκη γίνεται στο τέλος του αρχείου. Αν το αρχείο δεν υπάρχει, δημιουργείται.
r+	Ανάγνωση και εγγραφή . Αν το αρχείο δεν υπάρχει, επιστρέφεται NULL.
w+	Ανάγνωση και εγγραφή . Αν το αρχείο δεν υπάρχει δημιουργείται, αν υπάρχει τα περιεχόμενά του καταστρέφονται.
a+	Προσθήκη και ανάγνωση . Αν το αρχείο δεν υπάρχει, δημιουργείται.



Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία

(Ανάγνωση / Εγγραφή Τιμών)

Το ακόλουθο παράδειγμα δείχνει την χρήση της fopen().

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main () {
    FILE * fp;

    fp = fopen ("file.txt", "w+");
    fprintf(fp, "%s %s %s %d", "We", "are", "in", 2019);

    fclose(fp);

    return(0);
}
```

Η εκτέλεση του προγράμματος θα δημιουργήσει ένα αρχείο `file.txt` με το ακόλουθο περιεχόμενο

```
We are in 2019
```



Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία

(Ανάγνωση / Εγγραφή Τιμών)

Το ακόλουθο παράδειγμα δείχνει την χρήση της fopen().

```
#include <stdio.h>

int main () {
    FILE *fp;
    int c;

    fp = fopen("file.txt","r");
    while(1) {
        c = fgetc(fp);
        if( feof(fp) ) {
            break ;
        }
        printf("%c", c);
    }
    fclose(fp);

    return(0);
}
```



Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία

(Ανάγνωση / Εγγραφή Τιμών)

```
#include <stdio.h> // fopen, fscanf, fprintf, fclose, printf
#include <stdlib.h> // EXIT_FAILURE
char filename[]="test.txt";

int main()
{
    FILE *fp = NULL;
    int a;

    if ((fp = fopen(filename, "r")) == NULL) {
        printf("Error: Unable to open %s\n", filename);
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    // Read an integer from the file
    fscanf(fp, "%d", &a);
    printf("%d", a); // ή fprintf(fp, "Duplicate:%d", a); Με "w" | "a" mode

    // Close the file
    fclose(fp);

    return 0;
}
```

Για χρήση άλλων τύπων
χρησιμοποιούνται αντίστοιχα
ορίσματα με την **printf()**



Είσοδος/Εξοδος από Αρχεία

(Ανάγνωση / Εγγραφή Τιμών)

```
#include <stdio.h> // fopen, fscanf, fprintf, fclose, printf
#include <stdlib.h> // EXIT_FAILURE
#include <time.h> // time
char filename[]="test.txt";

int main()
{
    FILE *fp = NULL;
    int i;
    srand(time(NULL));

    if ((fp = fopen(filename, "w")) == NULL) {
        printf("Error: Unable to open %s\n", filename);
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    for (i=0;i<10;i++) {
        fprintf(fp, "%d\n", rand() % 1000 + 1);
    }

    // Close the file
    fclose(fp);
    return 0;
}
```

Τι μπορεί να κάνει το ακόλουθο πρόγραμμα;

Γιατί χρειάζεται μια συνάρτηση όπως την `srand()`;



End of Line (EOL)

Χαρακτήρας Τερματισμού Γραμμής

- *To newline character είναι διαφορετικό σε διαφορετικά Λειτουργικά Συστήματα!*
 - **LF (\n)**: Multics, Unix and Unix-like systems (Linux, OS X, FreeBSD, AIX, Xenix, etc.), BeOS, Amiga, RISC OS, and other
 - **CR+LF (\r\n)**: *Microsoft Windows, DOS (MS-DOS, PC DOS, etc.), DEC TOPS-10, RT-11, CP/M, MP/M, Atari TOS, OS/2, Symbian OS, PalmOS, Amstrad CPC, and most other early non-Unix and non-IBM Oses*
 - **CR (\r)**: Commodore 8-bit machines, Acorn BBC, ZX Spectrum, TRS-80, Apple II family, Oberon, **Mac OS up to version 9**, MIT Lisp Machine and OS-9
 - 0x9B ([Atari 8-bit machines](#)), LF+CR ([RISC OS](#) spooled text)
- *dos2unix and unix2dos - DOS/MAC to UNIX text file format converter commands.*



End of File (EOF)

Χαρακτήρας Τερματισμού Αρχείου

- Δεν χρησιμοποιείται σε αρχεία αυτός ο χαρακτήρας!
- Το EOF== -1 και υποδηλώνει απλά ότι το αρχείο που διαβάζουμε δεν έχει άλλο χαρακτήρα, έτσι η βιβλιοθήκη `stdio.h` του `glibc` επιστρέφει -1

```
while (fscanf(in, "%c", &symbol) != EOF) { ...}
```
- Στον πίνακα ASCII υπάρχει ο χαρακτήρας 25 EM (end of medium) ο οποίος χρησιμοποιήθηκε σε αρχεία τύπου Windows στο παρελθόν, αλλά πλέον δεν υπάρχει.
- Αργότερα θα μάθουμε πως με το `hexdump -C file.any` θα μπορούμε να βλέπουμε την byte ακολουθία οποιουδήποτε αρχείου και εκεί θα φανεί ακριβώς τι περιέχεται στο κάθε αρχείο (Άσκηση 4)



End of File (EOF)

Χαρακτήρας Τερματισμού Αρχείου

- EOF υποδεικνύει το "end of file". Μια νέα γραμμή (είναι αυτό που συμβαίνει όταν πιέζετε το πλήκτρο ENTER) δεν είναι το τέλος ενός αρχείου, είναι το τέλος μιας γραμμής.
- Η τιμή EOF είναι ίση -1 καθώς πρέπει να είναι διαφορετική από κάθε τιμή που επιστρέφει η `getchar` και αντιστοιχεί σε χαρακτήρα. Η `getchar` μετατρέπει οποιαδήποτε τιμή χαρακτήρα `unsigned char` σε `int`, που θα είναι συνεπώς μη αρνητική. Δηλώνοντας της μια αρνητική τιμή, τότε διαφέρει!

