



Θ.Ε. ΠΛΣ50 (2013-14) – ΓΡΑΠΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Ε2

Ημερομηνία ανάρτησης	11.11.2013
Ημερομηνία αποστολής	15.12.2013 (δεκτή μέχρι την Τρίτη 17.12.2013, ώρα 23:59)
Ανακοίνωση ενδεικτικής επίλυσης	20.12.2013

Θεματολογία-στόχος

Στην εργασία αυτή θα ασχοληθείτε με ορισμό δομών δεδομένων (struct) στη C, πολυδιάστατους πίνακες, δείκτες, πέρασμα τιμών με αναφορά, δυναμική δέσμευση μνήμης και απλά συνδεδεμένες λίστες.

Παρατηρήσεις

Περιμένουμε όλες οι εργασίες να ανεβούν στο study.eap.gr, όπως σας έχει υποδείξει ο σύμβουλος καθηγητής του τμήματός σας, και να είναι γραμμένες σε επεξεργαστή κειμένου σε μορφή doc ή odt (αρχεία pdf γίνονται δεκτά μόνο όταν συνοδεύονται από το αντίστοιχο doc/odt), όπου θα συμπεριλάβετε προαιρετικές επεξηγήσεις για τον τρόπο που λύσατε την εργασία. Ο πηγαίος κώδικας C (ένα πρόγραμμα C για κάθε θέμα ή ερώτημα θέματος) που θα συνοδεύει την εργασία θα πρέπει να βρίσκεται σε ξεχωριστά αρχεία (*.c ή και *.h). Μην συμπεριλαμβάνετε εκτελέσιμα (.exe) ή αρχεία object code (.o). Στο study.eap.gr, σε κάθε περίπτωση, ανεβάζετε **ένα μόνο συμπιεσμένο αρχείο** (.zip ή .rar) που θα περιέχει όλα τα επιμέρους αρχεία.

Εισαγωγή

Τα ψηφιακά αρχεία εικόνων αποθηκεύουν την πληροφορία στον υπολογιστή σε δυαδική μορφή. Η πιο απλή μορφή αρχείων εικόνων είναι αυτά με κατάληξη **.BMP** στο όνομά τους. Τα αρχεία αυτά έχουν συνήθως μεγάλο μέγεθος, επειδή η πληροφορία δεν είναι συμπιεσμένη.

Κάθε εικόνα αποτελείται από ένα αριθμό **εικονοστοιχείων** (pixels), διατεταγμένων σε γραμμές και στήλες. Για κάθε εικονοστοιχείο, το αρχείο της εικόνας κρατά έναν αριθμό που δηλώνει το χρώμα του. Το **βάθος χρώματος** (color depth)¹ προσδιορίζει το πόσα είναι τα διαθέσιμα χρώματα από τα οποία επιλέγεται το χρώμα κάθε εικονοστοιχείου μιας εικόνας. Τυπικές τιμές του βάθους χρώματος είναι οι:

- 8 bits (1 byte) : 256 ($=2^8$) διαθέσιμα χρώματα
- 16 bits (2 bytes) : 65.536 ($=2^{16}$) διαθέσιμα χρώματα
- 24 bits (3 bytes) : 16.777.216 ($=2^{24}$) διαθέσιμα χρώματα (λέγεται και *αληθινό χρώμα* – true color – γιατί το ανθρώπινο μάτι δε μπορεί να ξεχωρίσει περισσότερα από τόσα χρώματα)
- 32 bits (4 bytes) : 4.294.967.296 ($=2^{32}$) διαθέσιμα χρώματα (λέγεται και *βαθύ χρώμα* – deep color)

Για παράδειγμα, μια εικόνα BMP διαστάσεων 40x100 εικονοστοιχείων και βάθους χρώματος 24 bits θα περιλαμβάνει έναν διδιάστατο πίνακα 40x100 θέσεων, ο οποίος σε κάθε θέση θα έχει 3 bytes για να προσδιορίζουν το χρώμα κάθε εικονοστοιχείου. Οι απαιτήσεις σε μνήμη για την αποθήκευση αυτού του πίνακα είναι $40 \times 100 \times 3 = 12.000$ bytes.

Ωστόσο, κάθε αρχείο BMP διατηρεί (στην αρχή του, πριν τον πίνακα με τα χρώματα των εικονοστοιχείων) επιπλέον πληροφορίες, τη λεγόμενη **επικεφαλίδα** (header), με περιεχόμενο όπως τη διάσταση του πίνακα που ακολουθεί, το βάθος χρώματος κλπ. Το μέγεθος της επικεφαλίδας είναι συγκεκριμένο, το ίδιο για όλα τα αρχεία BMP, και είναι 54 bytes². Άρα, το συνολικό μέγεθος του παραπάνω αρχείου θα είναι 12.054 bytes.

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Color_depth

² Τα αρχεία BMP με βάθος χρώματος 8 bits έχουν μεγαλύτερο μέγεθος επικεφαλίδας. Σε αυτή την εργασία δε θα ασχοληθούμε με αρχεία BMP βάθους χρώματος 8 bits.

Η επικεφαλίδα ενός BMP αρχείου μπορεί να χωριστεί λογικά σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος ονομάζεται **επικεφαλίδα αρχείου** (bitmap file header) και έχει μέγεθος 14 bytes. Η λογική του δομή είναι η εξής³:

Θέση#	Μέγεθος	Περιγραφή
0	2 bytes	Τα δύο πρώτα bytes πρέπει να έχουν οπωσδήποτε καταχωρημένους τους χαρακτήρες BM, ειδάλλως το αρχείο δε θεωρείται ότι είναι τύπου BMP .
2	4 bytes	Το μέγεθος του αρχείου BMP σε bytes
6	2 bytes	Δε χρησιμοποιείται. Πρέπει να είναι 0.
8	2 bytes	Δε χρησιμοποιείται. Πρέπει να είναι 0.
10	4 bytes	Η θέση του πρώτου byte απ' όπου ξεκινά ο πίνακας με τα δεδομένα της εικόνας. Για συνηθισμένα αρχεία BMP βάθους χρώματος μεγαλύτερου των 8 bits, έχει την τιμή 54.

Το δεύτερο μέρος της επικεφαλίδας ονομάζεται επικεφαλίδα εικόνας (bitmap info header), έχει μέγεθος 40 bytes και δίνει πληροφορίες για την εικόνα. Η λογική δομή του είναι η εξής:

Θέση#	Μέγεθος	Περιγραφή
14	4 bytes	Το μέγεθος της επικεφαλίδας εικόνας σε bytes, δηλαδή 40.
18	4 bytes	Το πλάτος της εικόνας σε εικονοστοιχεία (προσημασμένος ακέραιος).
22	4 bytes	Το ύψος της εικόνας σε εικονοστοιχεία (προσημασμένος ακέραιος).
26	2 bytes	Το πλήθος των επιπέδων χρώματος. Πρέπει να είναι 1.
28	2 bytes	Το βάθος χρώματος σε bits. Τυπικές τιμές είναι 1, 4, 8, 16, 24 και 32.
30	4 bytes	Η μέθοδος συμπίεσης που χρησιμοποιείται. Για συνηθή αρχεία BMP που δεν έχουν συμπίεση, το πεδίο αυτό έχει την τιμή 0.

³ http://en.wikipedia.org/wiki/BMP_file_format



34	4 bytes	Το καθαρό μέγεθος της εικόνας (χωρίς τις επικεφαλίδες).
38	4 bytes	Η οριζόντια ανάλυση της εικόνας (εικονοστοιχεία ανά μέτρο – προσημασμένος ακέραιος).
42	4 bytes	Η κατακόρυφη ανάλυση της εικόνας (εικονοστοιχεία ανά μέτρο – προσημασμένος ακέραιος).
46	4 bytes	Σε αρχεία με βάθος χρώματος τουλάχιστον 16 bits το πεδίο αυτό έχει την τιμή 0.
50	4 bytes	Σε αρχεία με βάθος χρώματος τουλάχιστον 16 bits το πεδίο αυτό έχει την τιμή 0.

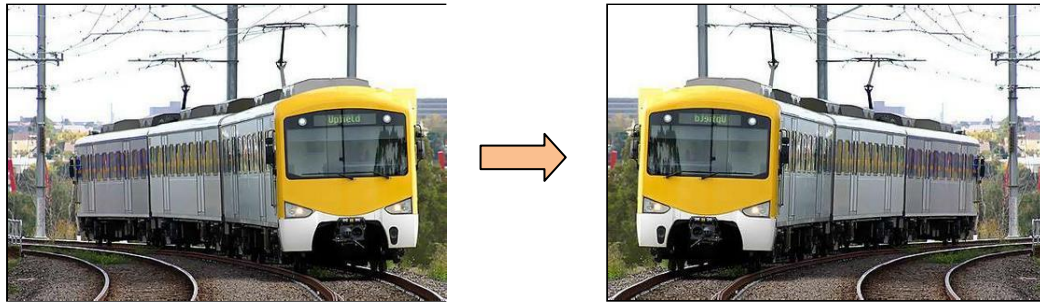
Σημείωση: Στην άσκηση αυτή δε θα δημιουργήσουμε νέα αρχεία BMP, παρά μόνο θα επεξεργαστούμε υπάρχοντα αρχεία. Έτσι, για τα περισσότερα από τα πεδία της επικεφαλίδας που περιγράψαμε παραπάνω δε θα χρειαστεί να αλλάξουμε τις τιμές τους.

Μετά τις δύο επικεφαλίδες ακολουθούν τα δεδομένα της εικόνας. Η εικόνα είναι ένας διδιάστατος πίνακας, ωστόσο στο αρχείο BMP η εικόνα αποθηκεύεται γραμμή-γραμμή, ξεκινώντας από την κάτω γραμμή και προχωρώντας προς την άνω γραμμή. Τα εικονοστοιχεία κάθε γραμμής αποθηκεύονται με κατεύθυνση από αριστερά προς τα δεξιά.

Προσοχή: Για λόγους απόδοσης, **το πλήθος των bytes ανά γραμμή που πραγματικά αποθηκεύει το αρχείο BMP πρέπει να είναι πολλαπλάσιο του 4**. Αν το πλήθος των bytes ανά γραμμή της εικόνας δεν είναι πολλαπλάσιο του 4, στο αρχείο θα δεσμευτεί χώρος για περισσότερα bytes ανά γραμμή, ώστε το πλήθος τους ανά γραμμή να είναι πολλαπλάσιο του 4, χωρίς όμως να χρησιμοποιούνται τα επιπλέον bytes. Για παράδειγμα, εάν μια εικόνα με βάθος χρώματος 3 bytes (=24bits) έχει διαστάσεις 3 γραμμές επί 6 στήλες, κάθε γραμμή θα έπρεπε να έχει 18 bytes (= 6 στήλες x 3 bytes ανά εικονοστοιχείο). Ωστόσο, επειδή το 18 δεν είναι πολλαπλάσιο του 4, σε κάθε γραμμή προστίθενται 2 bytes, και έτσι το μέγεθος κάθε γραμμής γίνεται 20 bytes (με τα 2 τελευταία bytes να μην χρησιμοποιούνται). Επειδή **η αποθήκευση των δεδομένων της εικόνας γίνεται γραμμή προς γραμμή**, δηλαδή πρώτα αποθηκεύεται η πρώτη γραμμή, μετά η δεύτερη κλπ, κάθε γραμμή μπορεί να έχει μεγαλώσει μέχρι και 3 bytes. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στις εικόνες βάθους χρώματος 24bit κάθε εικονοστοιχείο απαιτεί 3 bytes για τον προσδιορισμό του χρώματός του.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής σας δίνεται ένας **σκελετός προγράμματος** στη γλώσσα C για επεξεργασία αρχείων BMP (αρχεία **bmp.c** και **bmp.h**). Ο κώδικας που σας δίνεται έχει τις παρακάτω δυνατότητες:

- Φορτώνει στη μνήμη μία εικόνα BMP, χρησιμοποιώντας κατάλληλη δομή (struct BMP) για να διατηρήσει όλες τις πληροφορίες (επικεφαλίδες και δεδομένα) που περιγράφησαν προηγουμένως.
 - Το πρόγραμμα που σας δίνεται δεν επιτρέπει τη φόρτωση περισσότερων της μιας εικόνων BMP ταυτόχρονα στη μνήμη.
- Μετασχηματίζει την εικόνα που είναι ήδη φορτωμένη στη μνήμη, πραγματοποιώντας κατοπτρισμό (mirroring) ως προς κατακόρυφο καθρέφτη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Η επιλογή της λειτουργίας που επιθυμεί να εκτελέσει ο χρήστης γίνεται μέσα από μενού επιλογών. Σημειώνεται πως ο σκελετός προγράμματος που σας δίνεται υποστηρίζει **μόνο αρχεία βάθους χρώματος 24 bits**.

Επιπλέον σας δίνονται μερικά **δείγματα αρχείων εικόνας BMP** βάθους χρώματος 24bit. Τέλος σας δίνεται το **εκτελέσιμο αρχείο** (για περιβάλλον MS-Windows) ενός ολοκληρωμένου προγράμματος (**bmp.exe**), το οποίο υλοποιεί τις λειτουργίες που σας ζητά παρακάτω η παρούσα εργασία.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής λοιπόν σας ζητείται να υλοποιήσετε τις παρακάτω λειτουργικότητες:

Θέμα 1 – Αποθήκευση της εικόνας

Προσθέστε στο πρόγραμμα που σας δίνεται τη λειτουργικότητα της αποθήκευσης της εικόνας που φορτώθηκε στη μνήμη, σε αρχείο με το ίδιο ή με διαφορετικό όνομα.

Θέμα 2 – Κατοπτρισμός εικόνας ως προς οριζόντιο καθρέφτη

Προσθέστε στο πρόγραμμα που σας δίνεται τη λειτουργικότητα του κατοπτρισμού της εικόνας που έχει φορτωθεί στη μνήμη, ως προς οριζόντιο καθρέφτη.

Θέμα 3 – Περιστροφή εικόνας κατά 90 μοίρες δεξιόστροφα

Προσθέστε στο πρόγραμμα που σας δίνεται τη λειτουργικότητα της περιστροφής της εικόνας κατά 90 μοίρες δεξιόστροφα (αντίθετα από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού – counterclockwise). Εάν η αρχική εικόνα **Image₁** έχει διαστάσεις $N \times M$ εικονοστοιχεία, η περιστραμμένη εικόνα **Image₂** θα έχει διαστάσεις $M \times N$ εικονοστοιχεία. Το τυχαίο εικονοστοιχείο **Image₂(j,i)** της νέας εικόνας ισούται κατά περίπτωση με:

$$\mathbf{Image}_2(j,i) = \begin{cases} \mathbf{Image}_1(i, M - j), & \text{for clockwise} \\ \mathbf{Image}_1(N - i, j), & \text{for counterclockwise} \end{cases}$$

όπου το $j \in [0..M-1]$ και $i \in [0..N-1]$. Προσοχή χρειάζεται στον υπολογισμό των επιπλέον εικονοστοιχείων στο τέλος κάθε σειράς, το πλήθος των οποίων μπορεί να είναι διαφορετικά στη νέα εικόνα σε σχέση με την αρχική. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι δύο εικόνες να διαφέρουν ενδεχομένως λίγο στο μέγεθος τους (χρειάζεται λοιπόν ενημέρωση και των κατάλληλων πεδίων μεγέθους εικόνας και αρχείου στις επικεφαλίδες της νέας εικόνας).

Θέμα 4 – Χειρισμός πολλαπλών εικόνων

Τροποποιήστε το πρόγραμμα, έτσι ώστε αυτό να υποστηρίζει το ταυτόχρονο άνοιγμα πολλών εικόνων στην κύρια μνήμη. Οι εικόνες θα πρέπει να διατηρούνται σε **απλά συνδεδεμένη λίστα**. Ειδικότερα, οι λειτουργίες που θα πρέπει να υποστηρίζει το πρόγραμμα είναι οι εξής:

- I. Κάθε φορά που ο χρήστης ανοίγει (Open) μια εικόνα, αυτή θα προστίθεται στην αρχή της συνδεδεμένης λίστας, χωρίς να διαγράφονται οι εικόνες που είναι ήδη στη μνήμη. Δε χρειάζεται να γίνεται έλεγχος για το αν η εικόνα έχει ήδη φορτωθεί στη μνήμη. Για κάθε εικόνα στη συνδεδεμένη λίστα θα γνωρίζουμε το όνομα του αρχείου από το οποίο προήλθε.
- II. Ο χρήστης θα μπορεί να εμφανίσει τη λίστα με τα ονόματα των αρχείων όλων των εικόνων που διατηρούνται στη συνδεδεμένη λίστα.
- III. Ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει την «ενεργή» εικόνα. Για το σκοπό αυτό, θα δίνει το όνομα αρχείου της εικόνας και αυτή θα εντοπίζεται στη συνδεδεμένη λίστα (εάν έχουν φορτωθεί περισσότερες από μία εικόνες με το ίδιο όνομα αρχείου, θα εντοπίζεται η τελευταία που φορτώθηκε, μιας και αυτή θα βρίσκεται πιο μπροστά στην απλά συνδεδεμένη λίστα). Εάν δεν υπάρχει εικόνα με το όνομα αρχείου που δόθηκε, δε θα υφίσταται ενεργή εικόνα. Οι λειτουργίες της αποθήκευσης (απλή και με νέο όνομα), κατοπτρισμού και περιστροφής θα εκτελούνται επί της ενεργής εικόνας.
- IV. Ο χρήστης θα μπορεί να «κλείσει» την ενεργή εικόνα. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να απελευθερώνεται όλη η μνήμη που καταλαμβάνει η ενεργή εικόνα, και να αφαιρείται ο αντίστοιχος κόμβος από την λίστα των εικόνων. Μετά το κλείσιμο της ενεργής εικόνας, δε θα υφίσταται ενεργή εικόνα μέχρι ο χρήστης να επιλέξει νέα.
- V. Κάθε εικόνα που υφίσταται κατοπτρισμό ή περιστροφή θα σημειώνεται ότι χρήζει αποθήκευσης. Η σχετική σημείωση θα αφαιρείται αν η εικόνα αποθηκευτεί. Εάν ο χρήστης επιχειρήσει να κλείσει την ενεργή εικόνα ενώ αυτή χρήζει αποθήκευσης, θα εμφανίζεται σχετικό προειδοποιητικό μήνυμα και, εφόσον ο χρήστης επιβεβαιώσει την πρόθεσή του, θα κλείνει η εικόνα. Παρόνοια, εάν ο χρήστης επιχειρήσει έξοδο από το πρόγραμμα, θα ελέγχονται όλες οι εικόνες της συνδεδεμένης λίστας και, εφόσον υπάρχει έστω και μία που χρήζει αποθήκευσης, θα εμφανίζεται σχετικό προειδοποιητικό μήνυμα. Εφόσον ο χρήστης επιβεβαιώσει την πρόθεσή του, θα πραγματοποιείται η έξοδος από το πρόγραμμα.

Γνωστικά Αντικείμενα ανά θέμα

Γνωστικά αντικείμενα	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4
Διαδικά Αρχεία	✓			
Δομές δεδομένων (struct)	✓	✓	✓	✓
Πέρασμα τιμών με αναφορά	✓	✓	✓	
Πολυδιάστατοι πίνακες	✓	✓	✓	✓
Δείκτες		✓	✓	✓
Δυναμική δέσμευση μνήμης		✓	✓	✓
Συνδεδεμένες λίστες				✓



ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	
Θέμα 1: Αποθήκευση εικόνας	15
Θέμα 2: Κατοπτρισμός εικόνας ως προς οριζόντιο καθρέφτη	10
Θέμα 3: Περιστροφή εικόνας κατά 90 μοίρες δεξιόστροφα	15
Θέμα 4: Χειρισμός πολλαπλών εικόνων	
i. Φόρτωση πολλαπλών εικόνων	10
ii. Λίστα εικόνων	10
iii. Αναζήτηση εικόνας (ενεργή εικόνα)	10
iv. Διαγραφή (κλείσιμο) εικόνας	10
v. Έλεγχος για αποθήκευση εικόνων	10
Εικόνα εργασίας - σχολιασμός	10
ΣΥΝΟΛΟ	100
Ο συνολικός βαθμός θα διαιρεθεί δια 10, ώστε να προκύψει ο τελικός βαθμός της εργασίας.	

Καλή Επιτυχία!!!