

ΗΥ-100: Εισαγωγή στην Επιστήμη Υπολογιστών

5η Σειρά Ασκήσεων

Οδηγίες

Για τη μεταγλώττιση του προγράμματος που ζητείται πρέπει να χρησιμοποιήσετε το gcc με τις παρακάτω παραμέτρους:

```
gcc -std=c99 -pedantic -Werror hw5.c -lm
```

Σημείωση: Το c99 standard επιτρέπει τη χρήση ακέραιων αριθμών με περισσότερα ψηφία που θα χρειαστεί για την άσκηση. Το -lm χρειάζεται για τη βιβλιοθήκη math.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι ασκήσεις θα βαθμολογηθούν με αυτόματο τρόπο, οπότε θα πρέπει να υπακούν πιστά την εκφώνηση (ακόμη και τα ονόματα των αρχείων). Για να δοκιμάσετε την άσκησή σας, υπάρχει στο repository που θα κάνετε fork από το gitlab του μαθήματος το αρχείο tests-hw5.zip:

Αποσυμπίστε το μέσω της εντολής:

```
unzip tests-hw5.zip -d hw5
```

Η αποσυμπίεση του αρχείου θα δημιουργήσει ένα κατάλογο με όνομα hw5.

Στη συνέχεια εκτελέστε τις εντολές:

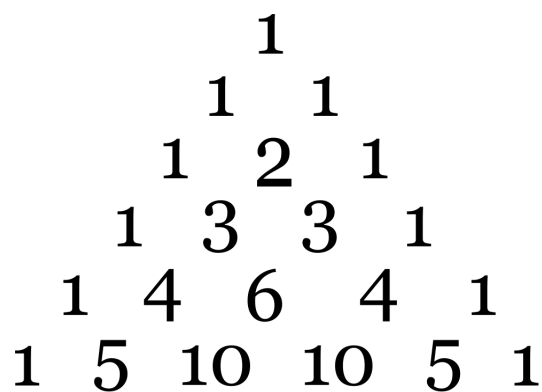
```
cd hw5  
sh test.sh <executable path> <name of test folder>
```

Μέσα στο φάκελο hw5 υπάρχουν δύο υπο-φάκελοι, tests-hw5 και tests-hw5-bonus. Ο φάκελος tests-hw5 περιέχει τα tests για το κανονικό σκέλος της άσκησης, αντίστοιχα ο φάκελος tests-hw5-bonus περιέχει τα tests για το bonus. Ουσιαστικά η είσοδος είναι η ίδια αλλά αλλάζει το mode εκτύπωσης. Κάθε test αποτελείται από ένα αρχείο με κατάληξη .in, που περιέχει τα command line arguments (είσοδο για το πρόγραμμα σας), και το αντίστοιχο .out αρχείο που περιέχει την αναμενόμενη έξοδο του προγράμματος. Για τα bonus αντί των .out παράγεται αντίστοιχο .xpm αρχείο με το όνομα που ζητείται από την εκφώνηση.

Για κάθε test που περνάει το πρόγραμμά σας θα τυπώνεται **PASS**, αλλιώς **FAIL**.

Τρίγωνο Pascal

Στα μαθηματικά, το τρίγωνο του Πασκάλ είναι μία τριγωνική γεωμετρική διάταξη των δυωνυμικών συντελεστών. Ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του μαθηματικού Μπλεζ Πασκάλ. Στο πλαίσιο της άσκησης, οι σειρές στο τρίγωνο του Πασκάλ αριθμούνται ξεκινώντας από την γραμμή 1, και οι αριθμοί κάθε σειράς είναι συνήθως σχετικοί με τις διπλανές τους. Μια απλή κατασκευή του τριγώνου γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο. Στην σειρά 1 γράφεται μόνο ο αριθμός 1. Μετά, για την κατασκευή των στοιχείων των ακόλουθων σειρών προστίθεται ο αριθμός που βρίσκεται αμέσως από πάνω και αριστερά με τον αριθμό αμέσως από πάνω και δεξιά. Αν οποιοσδήποτε από τους αριθμούς δεξιά ή αριστερά δεν υπάρχει, υποκαθίσταται με μηδέν. Για παράδειγμα, ο πρώτος αριθμός της δεύτερης γραμμής είναι $0 + 1 = 1$, ενώ οι αριθμοί 1 και 3 της τέταρτης σειράς προστίθενται ώστε να δώσουν τον αριθμό 4 της πέμπτης σειράς.



Η είσοδος στο πρόγραμμα θα είναι η συντεταγμένη (x,y) στο τρίγωνο και το mode της εκτύπωσης όπως φαίνεται παρακάτω. Όπου x είναι ο αριθμός της γραμμής ξεκινώντας από την κορυφή και y ο αριθμός της στήλης, ξεκινώντας από τα αριστερά. Ο μέγιστος αριθμός x που θα μπορεί να δοθεί είναι το 64. Για παράδειγμα το στοιχείο της συντεταγμένης (6, 3) είναι το 10. Η είσοδος θα δίνεται μέσω command line arguments. Τα ζητούμενα της άσκησης είναι:

1. mode = 0: υπολογισμός και εκτύπωση της τιμής που αντιστοιχεί στη συντεταγμένη (x,y), **αποκλειστικά με χρήση αναδρομής** (και όχι loop). Σημειώνουμε ότι η αρχή των συντεταγμένων από το 1 και όχι π.χ. από το 0 είναι σύμβαση της άσκησης. Στη υλοποίησή σας μπορείτε να ακολουθήσετε ότι σας είναι πιο κατανοητό, εφόσον μετατραπεί κατάλληλα η είσοδος.
2. mode = 1: Υπολογισμός και εκτύπωση του πλήρους τριγώνου του Pascal ύψους x. Δηλαδή θα πρέπει να εκτυπωθεί το τρίγωνο του Pascal μέχρι και τη γραμμή που αντιστοιχεί στη συντεταγμένη (x,y).
3. mode = 3: *Bonus* - δείτε παρακάτω

Έλεγχος εισόδου

Το πρόγραμμα αρχικά θα πρέπει να ελέγχει ότι η δοσμένη είσοδος είναι σωστή. Θεωρείστε ότι η είσοδος θα είναι πάντα ακέραιοι αριθμοί, αλλά θα πρέπει να ελέγχετε ότι είναι σε σωστά όρια:

1. $1 \leq x \leq 64$
2. $1 \leq y \leq x$
3. $0 \leq \text{mode} \leq 2$

Αν η είσοδος είναι σωστή τότε προχωράτε στη εκτύπωση των ζητούμενων σε διαφορετική περίπτωση, εκτυπώνετε κατάλληλο μήνυμα:

Π.χ.: "Input (70, 2, 1) is wrong. row, col must be in 1...64, col <= row and mode 0, 1 or 2."

Παράδειγμα χρήσης (mode = 0)

Η εντολή:

```
./hw5 6 3 0
```

Θα δώσει output:

```
10
```

Για τα υπόλοιπα modes δείτε πιο κάτω.

Format εκτύπωσης (mode = 1)

Η εκτύπωση του ισόπλευρου τριγώνου όπως στην παραπάνω εικόνα δεν είναι απλή στο τερματικό, επειδή καθώς αυξάνεται το πλήθος των στοιχείων, η στοίχιση των αριθμών χαλάει. Ο τρόπος εκτύπωσης που ζητείται για να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα είναι ο ακόλουθος.

1. Κάθε αριθμός πρέπει να καταλαμβάνει τον ίδιο αριθμό ψηφίων. Αυτός ο αριθμός είναι το πλήθος των στοιχείων του μεγαλύτερου αριθμού στο τρίγωνο προσαυξανόμενος κατά 1 αν ο αριθμός αυτός είναι άρτιος. Η προσαύξηση υπάρχει για να επιτευχθεί σωστά η στοίχιση. Στο παραπάνω παράδειγμα (ύψος τριγώνου 6) ο μεγαλύτερος αριθμός είναι το 10. Άρα το πλήθος των ψηφίων πρέπει να είναι 3. Στο τρίγωνο με ύψος 11 ο μεγαλύτερος αριθμός είναι το 252, άρα το πλήθος των ψηφίων παραμένει 3. Για τα στοιχεία με πλήθος ψηφίων μικρότερου του 3 θα πρέπει να εκτυπώνονται μηδενικά ώστε να συμπληρωθούν τα ψηφία. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση formatting στη printf. Π.χ.
 - ο `printf("%03d", 1)` θα τυπώσει "001"
 - ο `printf("%05d", 17)` θα τυπώσει "00017"
2. Με κατάλληλο υπολογισμό κενών στη εκτύπωση των γραμμών το τρίγωνο Pascal εμφανίζεται σωστά στοιχισμένο. Π.χ. το τρίγωνο με ύψος 11:

```

001
001 001
001 002 001
001 003 003 001
001 004 006 004 001
001 005 010 010 005 001
001 006 015 020 015 006 001
001 007 021 035 035 021 007 001
001 008 028 056 070 056 028 008 001
001 009 036 084 126 126 084 036 009 001
001 010 045 120 210 252 210 120 045 010 001

```

Ζωγραφική στο fileformat XPM3 (bonus 30%)

Έχοντας τα παραπάνω δεδομένα δημιουργήστε μια αποτύπωση του τριγώνου σας με το format εικόνας XPM3. Το συγκεκριμένο είναι text based format, δηλαδή γράφοντας κατάλληλα ένα αρχείο κειμένου μπορείτε να δημιουργήσετε μια εικόνα που μπορείτε να ανοίξετε με τον image viewer στο PC σας. Δείτε τον ορισμό του στον παρακάτω σύνδεσμο: https://en.wikipedia.org/wiki/X_Pixmap#XPM3 . Για τη version 3 του XPM το αρχείο κειμένου είναι και valid C κώδικας.

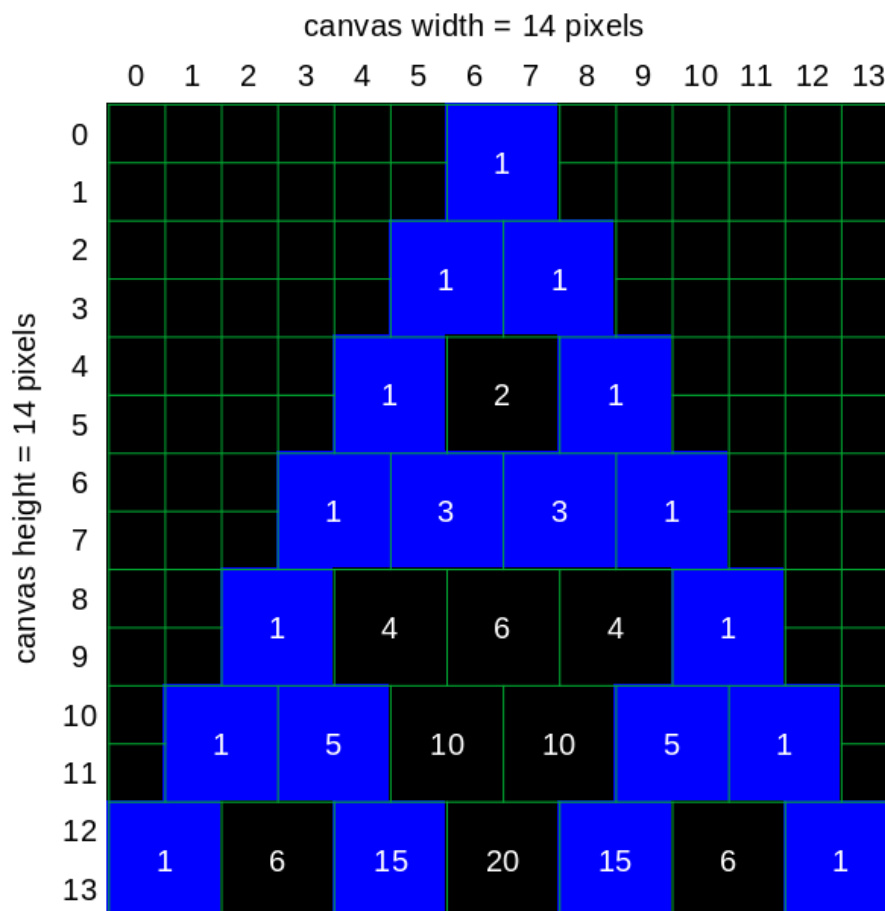
Για να δημιουργήσετε το αρχείο, μπορείτε:

1. να ορίσετε ένα καμβά ως ένα 2D character buffer μεγέθους (max_w * max_h)
2. να θεωρήσετε ότι όλος ο καμβάς είναι ζωγραφισμένος με το background χρώμα μαύρο (κωδικός RGB: #000000).
3. να “ζωγραφίσετε” στο buffer το τρίγωνο του Pascal ως εξής:
 - Τους **μονούς** αριθμούς θα τους χρωματίζετε με μπλέ χρώμα. Η οπτική απεικόνιση του καμβά που φαίνεται πιο κάτω θα σας βοηθήσει να διαμορφώσετε τη αλγοριθμική λογική σας για το ποιες συντεταγμένες (θέσεις) πρέπει να γεμίσουν. Ο κωδικός RGB που αντιστοιχεί στο μπλε χρώμα είναι: #0000ff (hex).
 - Όπως και με τη εκτύπωση στο τερματικό έτσι και εδώ το ζητούμενο είναι ο κατάλληλος υπολογισμός της θέσης στον καμβά που πρέπει να ζωγραφίσετε το στοιχείο. Σε αυτή τη περίπτωση πρέπει να λάβετε υπόψιν τόσο τη οριζόντια όσο και τη κάθετη θέση.
 - Κάθε στοιχείο του τριγώνου Pascal θα αντιστοιχεί σε ένα ζωγραφισμένο τετράγωνο στον καμβά. Η μικρότερη δυνατή μονάδα αποτύπωσης είναι το 1x1 pixel όμως για τη σωστή αποτύπωση του τριγώνου Pascal χρειάζεται να είναι τουλάχιστον 2x2 για λόγους στοίχισης. Για να είναι όμως σε μεγαλύτερο scale το αποτέλεσμα ζητείται να αποτυπώσετε κάθε στοιχείο σε 10x10 pixel.
 - Ένας τρόπος υπολογισμού των στοιχείων του καμβά που πρέπει να “ζωγραφιστούν” είναι να υπολογίσετε το x,y που αντιστοιχεί στην πάνω αριστερά γωνία του τετραγώνου και να “ζωγραφίσετε” τα στοιχεία που αντιστοιχούν στα διαστήματα [x, x+10) και [y, y+10).

4. Για το συγκεκριμένο ερώτημα το αρχείο εξόδου θα έχει όνομα `pascal_<height>.xpm`
Π.χ. αν το ύψος του τριγώνου είναι 10, το αρχείο εξόδου θα πρέπει να ονομάζεται `pascal_10.xpm`

Παράδειγμα αποτύπωσης

Στο παρακάτω παράδειγμα - για λόγους καλύτερης κατανόησης - κάθε στοιχείο του πίνακα αποτυπώνεται με 2x2 θέσεις στον καμβά. Με αντίστοιχο τρόπο θα διαμορφώσετε τη λογική για 10x10. Σε αυτή τη περίπτωση το ύψος του τριγώνου είναι 7, επομένως ο καμβάς θα είναι μεγέθους 14x14. Οι αριθμοί του Pascal και το grid που είναι χρωματισμένο πράσινο έχουν μπει για να βοηθήσουν τη αλγοριθμική λογική σας και δεν είναι μέρος του τελικού αρχείου.



Παραδείγματα output μπορείτε να δείτε μαζί με τα δοσμένα test files. Στο αρχείο `hw5-canvas.ods` που σας δίνεται μαζί με την εκφώνηση υπάρχει αντίστοιχη αποτύπωση και του ζητούμενου καμβά 10x10 (καρτέλα `canvas_scale10`).