

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ (2021-22)

Εργασία 1

Ορίζουμε ως “συμπαγή υπακολουθία” (ΣΥ, για τη συνέχεια) ενός θετικού ακεραίου αριθμού οποιονδήποτε αριθμό αποτελείται από συνεχόμενα ψηφία του αρχικού αριθμού. Για παράδειγμα, οι ΣΥ του αριθμού 5025 είναι οι 5, 0, 2, 5, 50, 02, 25, 502, 025, 5025. Παρατηρήστε ότι θεωρούμε ως ΣΥ ενός αριθμού, τόσο τους μονοψήφιους αριθμούς που είναι τα ψηφία του αρχικού, όσο και τον ίδιο τον αριθμό. Επίσης, διαφορετικές ΣΥ που ουσιαστικά είναι ο ίδιος αριθμός (π.χ. 5 και 5, 2 και 02, 25 και 025) θεωρούνται διακριτές μεταξύ τους.

Ορίζουμε ως “παιδί” ενός αριθμού που αποτελείται από K ψηφία οποιαδήποτε ΣΥ του η οποία διαιρείται ακριβώς με το K . Επίσης, ορίζουμε ότι ένας αριθμός είναι “μοναδικού παιδιού” (ΜΠ, για τη συνέχεια) όταν έχει μόνο ένα παιδί. Για παράδειγμα, ο αριθμός 814 είναι ΜΠ, γιατί από τις ΣΥ του 8, 1, 4, 81, 14, 814, μόνο ο αριθμός 81 διαιρείται ακριβώς με το 3, που είναι το πλήθος των ψηφίων του 814, άρα είναι το μοναδικό παιδί του 814. Επίσης, και ο αριθμός 8322648 είναι ΜΠ, αφού έχει ως μόνο παιδί την ΣΥ του 322 (η μόνη ΣΥ του που διαιρείται ακριβώς με το 7, το πλήθος των ψηφίων του αριθμού), όπως και ο 5035 είναι ΜΠ, αφού έχει μοναδικό παιδί το 0. Όμως, ο αριθμός 4241 δεν είναι ΜΠ, αφού έχει ως παιδιά τις ΣΥ του 4, 4, 24, 424. Ούτε ο 313 είναι ΜΠ, αφού έχει δύο παιδιά, τα 3, 3.

Διαιρέτης ενός θετικού ακεραίου αριθμού N είναι οποιοσδήποτε θετικός ακέραιος M , τέτοιος ώστε η ακέραια διαίρεση του N διά M να δίνει υπόλοιπο 0. Ένας θετικός ακέραιος αριθμός ονομάζεται “άφθονος” (abundant) όταν το άθροισμα των διαιρητών του, εξαιρουμένου του εαυτού του, είναι μεγαλύτερο του αριθμού αυτού. Για παράδειγμα, ο αριθμός 96 είναι άφθονος, αφού οι διαιρέτες του 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 48 έχουν άθροισμα 156, μεγαλύτερο του 96. Όμως, ο αριθμός 99 δεν είναι άφθονος, αφού οι διαιρέτες του 1, 3, 9, 11, 33 έχουν άθροισμα 57, μικρότερο του 99. Ούτε ο αριθμός 28 είναι άφθονος, αφού οι διαιρέτες του 1, 2, 4, 7, 14 έχουν άθροισμα 28, που δεν είναι μεγαλύτερο του 28.

Γράψτε ένα πρόγραμμα C (έστω ότι το πηγαίο αρχείο του ονομάζεται “onechabund.c”) το οποίο, από όλους τους θετικούς ακεραίους που είναι μικρότεροι ή ίσοι του MAXNUM (συμβολική σταθερά που μπορεί να οριστεί στο πρόγραμμά σας με #define), να βρίσκει και να εκτυπώνει πόσοι είναι ΜΠ, πόσοι άφθονοι και πόσοι ταυτόχρονα ΜΠ και άφθονοι. Επίσης, να εκτυπώνει όλους που είναι ταυτόχρονα ΜΠ και άφθονοι.

Για να μπορείτε να πειραματίζεστε εύκολα με διαφορετικές τιμές του MAXNUM, χωρίς να χρειάζεται να τροποποιείτε το πηγαίο αρχείο του προγράμματός σας, μπορείτε να μην ορίσετε αυτή τη συμβολική σταθερά μέσα στο αρχείο, αλλά να δίνετε την επιθυμητή τιμή στην εντολή μεταγλώττισης, όπως φαίνεται στα παραδείγματα εκτέλεσης που ακολουθούν.¹

```
$ gcc -o onechabund -DMAXNUM=1000 onechabund.c
```

```
$ ./onechabund
```

```
Numbers both one-child and abundant:
```

```
104 112 114 140 144 174 176 208 220 222 224 228 252 258 280 282 288 352 414 416
440 444 448 464 474 476 520 522 528 532 544 550 552 558 580 582 588 644 704 714
728 740 744 748 770 774 820 822 828 832 852 858 868 880 882 888 928 952
```

```
Found 389 one-child numbers
```

¹Η εντολή time χρονομετρεί την εντολή που ακολουθεί. Στο πρώτο παράδειγμα από τα επόμενα που χρησιμοποιείται αυτή, το πρόγραμμα χρειάστηκε 1.893 CPU δευτερόλεπτα κατά την εκτέλεσή του. Όλες οι εκτελέσεις έγιναν σε μηχανήμα Linux του εργαστηρίου του Τμήματος.

```
Found 246 abundant numbers
Found 58 numbers in both classes
$
$ gcc -o onechabund -DMAXNUM=10000 onechabund.c
$ ./onechabund
Numbers both one-child and abundant:
.....
9702 9714 9730 9738 9750 9774 9786 9798 9822 9906 9918 9930 9942 9954 9978 9990
```

```
Found 3090 one-child numbers
Found 2488 abundant numbers
Found 394 numbers in both classes
$
$ gcc -o onechabund -DMAXNUM=100000 onechabund.c
$ ./onechabund
.....
59916 59922 59928 59934 59946 59948 59964 59972 59976 59982 59984 59988 59994
```

```
Found 7186 one-child numbers
Found 24795 abundant numbers
Found 1283 numbers in both classes
$
$ gcc -o onechabund -DMAXNUM=1000000 onechabund.c
$ time ./onechabund
.....
999740 999808 999820 999824 999856 999872 999880 999920 999940 999950 999980
```

```
Found 116652 one-child numbers
Found 247545 abundant numbers
Found 6685 numbers in both classes
1.893u 0.003s 0:01.89 100.0% 0+0k 0+0io 0pf+0w
$
$ gcc -o onechabund -DMAXNUM=10000000 onechabund.c
$ time ./onechabund
.....
9999342 9999348 9999354 9999396 9999552 9999762 9999930 9999936 9999972
```

```
Found 277674 one-child numbers
Found 2476737 abundant numbers
Found 39468 numbers in both classes
55.400u 0.008s 0:55.41 99.9% 0+0k 0+0io 0pf+0w
$
$ gcc -o onechabund -DMAXNUM=100000000 onechabund.c
$ ./onechabund
.....
99999930 99999956 99999966 99999970 99999972 99999978 99999990 99999996
```

```
Found 13346257 one-child numbers
Found 24760668 abundant numbers
```

Found 1709267 numbers in both classes

Σημειώσεις/Υποδείξεις/Απαγορεύσεις:

1. Προτείνεται να αναπτύξετε το πρόγραμμά σας σταδιακά. Δηλαδή, πρώτα να ικανοποιήσετε την απαίτηση για την εύρεση του πλήθους των ΜΠ αριθμών και, αφού επιβεβαιώσετε την ορθότητά του, να προχωρήσετε στην εύρεση του πλήθους των άφθονων αριθμών. Ή, με αντίστροφη σειρά, αν το θεωρείτε απλούστερο. Επίσης, αρχικά να δοκιμάζετε μικρές τιμές του MAXNUM, ώστε να μπορείτε εύκολα να βρίσκετε και να διορθώνετε ενδεχόμενα λάθη στο πρόγραμμά σας.
2. Στο πρόγραμμα που θα παραδώσετε, να θέσετε ως τιμή στη συμβολική σταθερά MAXNUM τη μέγιστη δύναμη του 10 για την οποία το πρόγραμμα να τερματίζει σε λιγότερο από ένα λεπτό σε μηχανήμα Linux του εργαστηρίου του Τμήματος.
3. Στην εργασία αυτή απαγορεύονται αυστηρά η χρήση πινάκων, δεικτών και συναρτήσεων της μαθηματικής βιβλιοθήκης της C. Επίσης, δεν επιτρέπεται ο ορισμός άλλων συναρτήσεων πλην της main().
4. Στην περίπτωση που το πρόγραμμά σας δίνει σωστά αποτελέσματα για MAXNUM ίσο με 10000000 σε λιγότερο από 10 δευτερόλεπτα, σε μηχανήμα Linux του εργαστηρίου του Τμήματος και χωρίς χρήση επιλογών βελτιστοποίησης κατά τη μεταγλώττιση από τον gcc, η εργασία θα έχει επιπλέον bonus βαθμολογία 20%.
5. Η παράδοση της εργασίας αυτής συνίσταται στην υποβολή του πηγαίου αρχείου onechabund.c μέσω του e-class του μαθήματος (επιλογή “Εργασίες”).