

# Αναφορά Προγραμματιστική Εργασία #1

Παράλληλος Προγραμματισμός

Γρηγορούδης Δημοσθένης Π2016022

## **NO-SSE**

1-3: οι βιβλιοθήκες που θα χρησιμοποιήσουμε

5-9: μια συνάρτηση με όρισμα μια double μεταβλητή η οποία αναπαριστά την χρονική στιγμή που κλήθηκε.

13-17: δήλωση διαφόρων μεταβλητών. Έχουμε τις δηλώσεις δύο float πινάκων, 9 float σταθερών  $k$  που δίνονται από την εκφώνηση, 3 double μεταβλητών που αναπαριστούν αρχικό-τελικό χρόνο και megaflops ανά δευτερόλεπτο και τέλος τα  $i, j$  για τις δομές επανάληψης.

20-21: δεσμεύονται οι πίνακες  $a, b$  με malloc και μέγεθος  $N \times M$

24-29: δέσμευση πινάκων. γεμίζω τον  $a$  πίνακα με τυχαίους αριθμούς και τον  $b$  με 1.δε μας ενδιαφέρουν οι τιμές που θα έχει ο  $b$  καθώς θα αντικατασταθούν αργότερα.

31-32: εδώ έχουμε την gettimeofday που μας επιστρέφει το χρόνο που τη καλέσαμε. Την βάλαμε πριν ο φορτίο για να υπολογίσουμε τον χρόνο των πράξεων και μετά να μπορούμε να κάνουμε συγκρίσεις.

35-39: το φορτίο, δηλαδή οι πράξεις για τον μετασχηματισμό ενός pixel. Οι επαναλήψεις ξεκινούν από 1 μέχρι  $N-1$  έτσι ώστε να παραλείψουμε τα περιφερειακά στοιχεία (προαιρετικό). Αν θέλαμε να κάνουμε και τα περιφερειακά θα έπρεπε να κάνουμε κάποιες περαιτέρω ενέργειες καθώς τα περιφερειακά θα είχαν από 3-5 γειτονικά pixel. Στο εσωτερικό της εμφωλευμένης for loop έχουμε τις πράξεις που χρειάζονται για κάθε pixel και τις εκχωρούμε στον πίνακα  $b$ . Όπως βλέπουμε ο πίνακας  $b$  ξεκινά από το 1, 1. Τα περιφερειακά του στοιχεία θα έχουν ως τιμή τον αριθμό 1.

41-43: καλείται η gettimeofday με μεταβλητή  $te$  που είναι ο τελικός χρόνος. Γίνεται η αφαίρεση και έχουμε τη διαφορά, δηλαδή το χρόνο που χρειάστηκε ο μετασχηματισμός για κάθε pixel του πίνακα μας.

45-47: υπολογισμός και τύπωση των megaflops.

50-51: αποδέσμευση πινάκων.

200\*200

```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=200
-DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585133611.173104
1585133611.173622
0.000518
MFLOPS/sec = 154.486335
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=200
-DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585133622.135400
1585133622.135926
0.000526
MFLOPS/sec = 152.105313
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=200
-DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585133626.392450
1585133626.393042
0.000592
MFLOPS/sec = 135.136657
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$
```

```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=200
-DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585133776.386415
1585133776.386975
0.000560
MFLOPS/sec = 142.845602
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=200
-DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585133779.883105
1585133779.883627
0.000522
MFLOPS/sec = 153.286578
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=200
-DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585133782.082766
1585133782.083309
0.000543
MFLOPS/sec = 147.362459
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$
```

1000\*1000

```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=1000
-DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585134186.145078
1585134186.148488
0.003410
MFLOPS/sec = 586.492904
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=1000
-DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585134190.540397
1585134190.543813
0.003416
MFLOPS/sec = 585.469570
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=1000
-DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585134194.385540
1585134194.388985
0.003445
MFLOPS/sec = 580.566683
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$
```

```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=1000
-DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585134231.344608
1585134231.348011
0.003403
MFLOPS/sec = 587.725636
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=1000
-DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585134234.435757
1585134234.439207
0.003450
MFLOPS/sec = 579.684058
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 no-sse.c -o no-sse -DN=1000
-DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./no-sse
1585134236.210430
1585134236.214131
0.003701
MFLOPS/sec = 540.363824
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$
```

## SSE

1-4: οι βιβλιοθήκες που θα χρησιμοποιήσουμε.

6-10: μια συνάρτηση με όρισμα μια double μεταβλητή η οποία αναπαριστά την χρονική στιγμή που κλήθηκε.

14-26: δηλώσεις μεταβλητών. έχουμε τους δύο float πίνακες a, b. τον b τον ορίζουμε και κάτω ως \_\_m128 ώστε να μπορέσουμε να τον χρησιμοποιήσουμε σε συνδυασμό με sse2 intrinsics. έχουμε τις σταθερές k. επίσης έχουμε και 9 pointers float που θα χρησιμοποιήσουμε παρακάτω σε συνδυασμό με τον float z πίνακα. επιπλέον έχουμε και 17 μεταβλητές \_\_m128 οι οποίες χρησιμοποιούνται σε συνδυασμούς μεταξύ τους και με sse2 intrinsics ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. τέλος έχουμε τις double μεταβλητές για τον χρόνο, τα megaflops και τους ακέραιους μετρητές για τα for loops.

29-37: αρχικοποίηση πινάκων με την posix\_memalign. έχουμε και μια δομή επιλογής που ελέγχει εάν το i είναι διάφορο του μηδενός. αν ήταν ίσο με μηδέν τότε αυτό θα σήμαινε πως το size ισούνταν με 0 άρα η τιμή που είχε ο pointer ήταν NULL.

47-48: εδώ έχουμε την gettimeofday που μας επιστρέφει το χρόνο που τη καλέσαμε. Την βάλαμε πριν ο φορτίο για να υπολογίσουμε τον χρόνο των πράξεων και μετά να μπορούμε να κάνουμε συγκρίσεις.

51-113: σε αυτές τις γραμμές έχουμε το φορτίο, δηλαδή τις πράξεις του μετασχηματισμού για κάθε pixel. στις γραμμές 59-93 έχουμε 9 τριάδες όπου βάζουμε το αποτέλεσμα των πράξεων κάθε pixel στο αντίστοιχο κελί του z πίνακα. Ύστερα βάζουμε τον αντίστοιχο mulxx pointer να δείχνει στο κελί αυτό. Τέλος φορτώνουμε με τη βοήθεια της \_mm\_load\_ps την τιμή του pointer σε μια \_\_m128 μεταβλητή mulx. Έπειτα κάνουμε 8 προσθέσεις

χρησιμοποιώντας την `_mm_add_ps` ώστε να καταλήξουμε να έχουμε ένα τελικό `sum` το οποίο θα εισχωρήσουμε στο κελί του `b` πίνακα. (όπου `mulx` ή `mulxx` η αντίστοιχη μεταβλητή του κώδικα)

115-121: αλείται η `getwalltime` με μεταβλητή `te` που είναι ο τελικός χρόνος. Γίνεται η αφαίρεση και έχουμε τη διαφορά, δηλαδή το χρόνο που χρειάστηκε ο μετασχηματισμός για κάθε `pixel` του πίνακα μας. υπολογισμός και τύπωση των `megaflops`.

124-125: αποδέσμευση πινάκων.

## 200\*200

```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=200 -DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585133849.991012
1585133849.991083
0.000071
MFLOPS/sec = 1129.778855
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=200 -DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585133855.964817
1585133855.964887
0.000070
MFLOPS/sec = 1145.202457
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=200 -DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585133858.032654
1585133858.032744
0.000090
MFLOPS/sec = 890.037984
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$
```



```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=200 -DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585133892.943051
1585133892.943124
0.000073
MFLOPS/sec = 1096.550065
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=200 -DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585133897.239784
1585133897.239859
0.000075
MFLOPS/sec = 1065.220063
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=200 -DM=200
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585133899.164009
1585133899.164083
0.000074
MFLOPS/sec = 1082.401032
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$
```

1000\*1000

```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=1000 -DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585134285.897369
1585134285.897403
0.000034
MFLOPS/sec = 58661.594406
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=1000 -DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585134289.087693
1585134289.087731
0.000038
MFLOPS/sec = 52758.540881
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=1000 -DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585134291.030201
1585134291.030245
0.000044
MFLOPS/sec = 45343.827027
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$
```

```
dimos@dimos-ubuntu: ~/Desktop/ergs1tef
File Edit View Search Terminal Help

dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=1000 -DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585134350.399936
1585134350.399969
0.000033
MFLOPS/sec = 60349.697842
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=1000 -DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585134356.798252
1585134356.798289
0.000037
MFLOPS/sec = 54120.051613
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=1000 -DM=1000
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ ./sse
1585134359.279858
1585134359.279893
0.000035
MFLOPS/sec = 57456.219178
dimos@dimos-ubuntu:~/Desktop/ergs1tef$ gcc -Wall -O2 sse.c -o sse -DN=1000 -DM=1000
```

## Συμπεράσματα

Έτρεξα και τα δύο προγράμματα σε πίνακες μεγέθους 200\*200 και 1000\*1000. Στον πίνακα 100.000\*100.000 έβγαζε warning overflow και δεν εκτελούσε ενώ στις 40.000 κράσαρε το σύστημα. Όπως βλέπουμε και στα screenshot το no-sse σε μέγεθος πίνακα 200\*200 έτρεχε σε περίπου 0.000520 ενώ σε μέγεθος πίνακα 1.000\*1.000 σε περίπου 0,003410. Το πρόγραμμα sse σε μέγεθος πίνακα 200\*200 χρειάστηκε περίπου 0.000072, δηλαδή περίπου 7 φορές πιο γρήγορο από το no-sse. Σε πίνακες μεγέθους 1.000\*1.000 το sse είχε χρόνο 0.000038 πράγμα παράξενο καθώς ναι μεν θα έπρεπε να είναι μικρότερο από τους αντίστοιχους χρόνους του no-sse αλλά όχι πιο γρήγορο από τον εαυτό του όταν είχε πίνακες 200\*200. Για αυτό το λόγο θεωρώ πως έχω κάνει κάποιο λάθος στο κώδικα, το οποίο δε μπόρεσα να εντοπίσω, άρα και τα αποτελέσματα κατά πάσα πιθανότητα είναι λάθος.