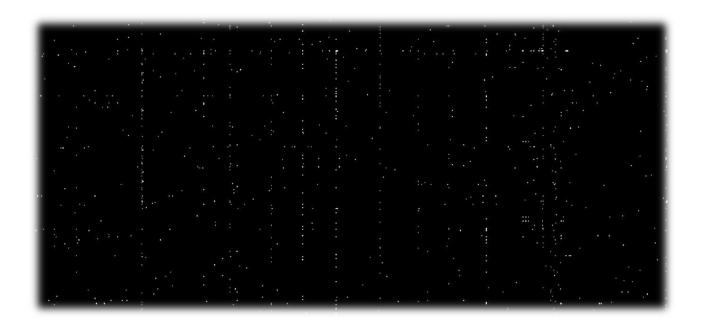


Σύνθεση Υψηλού Επιπέδου



Καλαϊτζής Γεώργιος - Χανιώτης Παναγιώτης 57559 - 57636

11/02/2022

Περιεχόμενα

Πρόλογος	Σελίδα 3
Ανάλυση του κώδικά	Σελίδα 4
Αποτελέσματα	Σελίδα 7
Βιβλιογραφία	Σελίδα 10



Πρόλογος

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η επιτάχυνση της διαδικασίας του πολλαπλασιασμού πινάκων, δεδομένο ότι αυτοί είναι αραιοί. Η υλοποίηση του προβλήματος θα πραγματοποιηθεί σε επίπεδο υλικού και η σύνθεση θα γίνει σε γλώσσα υψηλού επιπέδου χρησιμοποιώντας το εργαλείο Catapult από την εταιρία Siemens.

Οι αραιοί πίνακες θα είναι κωδικοποιημένη στις μορφές CSR και CSC.

```
Dimension of Sparse Matrix: 6 x 3
Sparse Matrix:
Row Column Value
        0
                1
        0
        0
        2
                5
        2
                1
        2
                1
Dimension of Sparse Matrix: 5 x 3
Sparse Matrix:
Row Column Value
        2
                2
        1
                1
        2
                1
        0
                8
        1
                6
```

Και οι δυο κωδικοποιήσεις βασίζονται στην καταχώρηση μόνο των μη μηδενικών στοιχείων (non-zero elements – nnz) της αραιής μήτρας καθώς και της θέσης της στον πίνακα αυτό. Στη μορφή CSR η ταξινόμηση των στοιχείων είναι σε αύξοντα αριθμό σύμφωνα με την γραμμή των στοιχείων (compressed sparse row) ενώ στη μορφή CSC έχουμε ταξινόμηση σύμφωνα με τη στήλη (compressed sparse column).

Για τους ακέραιους αριθμούς θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο ακριβείας bit ac_int μεγέθους 8 μη προσημασμένο



Ανάλυση του κώδικα

Αρχικά δημιουργούμε δυο συναρτήσεις που θα εκτελούν την κωδικοποίηση CSR και CSC αντίστοιχα. Ελέγχει όλα τα στοιχεία ενός δισδιάστατου πίνακα εισόδου και αποθηκεύει όλα τα μη μηδενικά στοιχεία σε έναν πίνακα μεγέθους 3 επι τον αριθμό των μη μηδενικών στοιχείων. Στην προκειμένη θα θεωρήσουμε ώς μέγιστο μέγεθος του πίνακα αυτόυ ως το γινόμενο γραμμών επι στηλών, δηλαδή να είναι κάθε στοιχείο μη μηδενικό. Θα ήταν ιδανικό να αυξανόταν το μεγέθους του πίνακα ανάλογα με τα μη μηδενικά στοιχεία αλλά αυτό δεν θα ήταν υλοποιήσιμο σε hardware. (Υπάρχει αλγόριθμός που αυτό συμβαίνει κάνοντας χρήση της βιβλιοθήκης διανυσμάτων της C++)

Οι τιμές ROW COLUMN VALUE είναι ορισμένες σταθερές και εξυπηρετούν στον καθαρότερο κώδικα.



Εδώ ακολουθούμε παρόμοια διαδικασία μόνο που πλέον διαβάζουμε και γράφουμε στον πίνακα ως προς στήλη και όχι ως προς γραμμή.



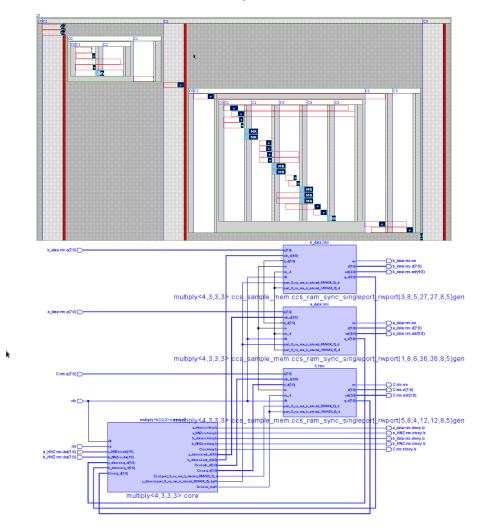
Υλοποίηση πολλαπλασιασμού μόνο με CSR

Υλοποίηση και με τους δυο τρόπους κωδικοποίησης και με χρήση έξυπνων συνθηκών



Αποτελέσματα

Movo με CSR



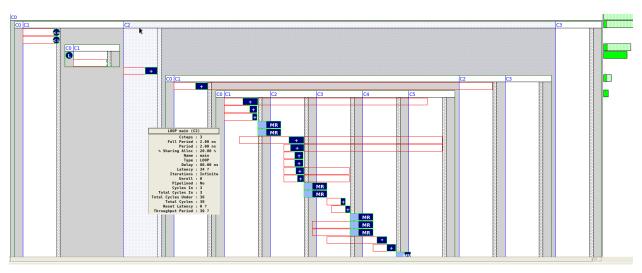
Singleport- dualport (δεν υπάρχει λόγος για dualport μνήμες) 500hz

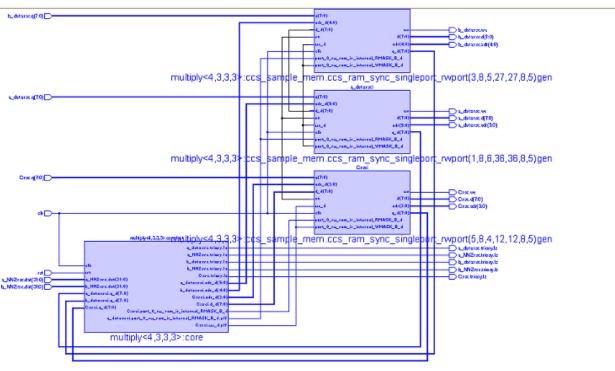
Solution /	Latency	Latency	Throug	Throug	Total Area	Slack
multiply<4,3,3,3>.v1 (extract)	331042	662084.00	331047	662094.00	1047.91	0.00
multiply<4,3,3,3>.v2 (extract)	331042	662084.00	331047	662094.00	1024.49	0.52
multiply<4,3,3,3>.v9 (extract)	595238	595238.00	595243	595243.00	1132.12	0.03



1000hz

Mε CSR και CSC





Multiply<4,3,3,3>.v5 (extract)	38	38.00	43	43.00	2438.84	0.01
multiply<4,3,3,3>.v2 (extract)	34	68.00	39	78.00	2333.04	0.13



Για πίνακες μεγαλύτερου μεγέθους

Πίνακας α[5][7]

Πίνακας β[7][6]

500 και 1000 Hz με την μέθοδο CSC, CSR

<u> </u>						
Multiply<5,7,7,6>.v2 (extract)	74	74.00	79	79.00	2515.42	0.03
Multiply<5,7,7,6>.v1 (extract)	71	142.00	76	152.00	2435.66	0.02

500 και 1000 Hz με την μέθοδο CSC, CSR

Multiply<5,7,7,6>.v4 (extract)	529226	529226.00	529231	529231.00	1217.96	0.00
multiply<5,7,7,6>.v3 (extract)	331079	662158.00	331084	662168.00	1122.44	0.00



Βιβλιογραφία

SIEMENS EDA Algorithmic C (AC) Datatypes Reference Manual Software Version v4.4.1November 2021

SIEMENS Catapult High-Level Synthesis and Verification Reference Manual

Fast sparse matrix multiplication, Raphael Yuster Uri Swick

VIA: A Smart Scratchpad for Vector Units with Application to Sparse Matrix Computations

Optimizing Sparse Matrix-Vector Multiplication Using Index and Value Compression, Kornilios Kourtis

https://www.cs.cmu.edu/~scandal/cacm/node9.html

https://www.geeksforgeeks.org/operations-sparse-matrices/

https://en.wikipedia.org/wiki/Sparse_matrix

