

Σύνθεση υψηλού επιπέδου για τη σχεδίαση ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων

60 σετ ασκήσεων

Άσκηση 1η

Θέλετε να σχεδιάσετε με HLS μία μονάδα υλικού που να επιταχύνει τον παρακάτω βρόγχο.

```
for (int i=0; i < 10000; i++)  
    A[i] = B[i]*C[i] - D[i]*E[i];
```

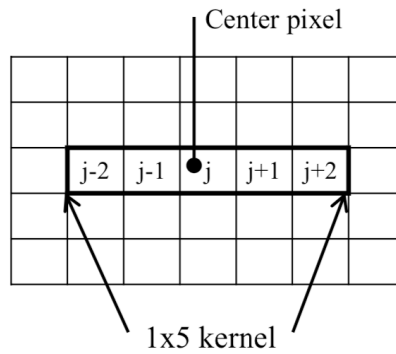
Υποθέστε εξ αρχής ότι μπορείτε να κάνετε σε κάθε κύκλο ρολογιού το πολύ έναν πολλαπλασιασμό, μία πρόσθεση ή αφαίρεση ή μία πρόσβαση στη μνήμη είτε για εγγραφή ή για ανάγνωση και τίποτε περισσότερο. Ποια είναι η απόδοση σε latency και throughput που περιμένετε από το υλικό που θα σχεδιάσετε;

Άσκηση 2η

Το φίλτρο μέσου είναι μια χρήσιμη τεχνική στην επεξεργασία εικόνας για τη μείωση του θορύβου. Στην πιο απλή του εκδοχή, το φίλτρο μέσου υλοποιείται σαν ένα μονοδιάστατο φίλτρο υπολογίζοντας τη μέση τιμή του τρέχοντος pixel και των γειτόνων του (στα αριστερά και στα δεξιά). Ο παρακάτω κώδικας σε C υλοποιεί ένα φίλτρο μέσου για ένα πυρήνα 1x5.

```
// scan the image row by row  
// N = #row, M = #col  
ROW:for (i = 0; i < N; ++i) {  
    // scan each row pixel by pixel from left to right  
    COL:for (j = 0; j < M; ++j) {  
        // get values of the pixels in the kernel  
        p1 = (j > 1) ? img[i][j-2]: 0;  
        p2 = (j > 0) ? img[i][j-1]: 0;  
        p3 = img[i][j];  
        p4 = (j < M-1) ? img[i][j+1]: 0 ;  
        p5 = (j < M-2) ? img[i][j+2]: 0 ;  
        // compute the mean  
        out[i][j] = (p1 + p2 + p3 + p4 + p5) / 5;  
    }  
}
```

Σε αυτή την εκδοχή, η φιλτραρισμένη τιμή του κάθε pixel καθορίζεται από την τιμή του ίδιου pixel και από τις τιμές των τεσσάρων γειτονικών pixel της ίδιας γραμμής.



Κατά τη σχεδίαση του μπλοκ θεωρήστε ότι η εικόνα εισόδου (πίνακας *img*) και η εικόνα εξόδου (πίνακας *out*) ότι είναι αποθηκευμένες σε χωριστά μπλοκ μνήμης *dual-port*. Επιτρέπουν δηλαδή δύο αναγνώσεις σε κάθε κύκλο ρολογιού.

- Αν θέλαμε να παραλληλοποιήσουμε το βρόγχο COL, ποιο είναι η καλύτερο διάστημα εκκίνησης (initiation interval - II) που μπορείτε να επιτύχετε χωρίς καμμία αλλαγή στον κώδικα ή περαιτέρω βελτιστοποίηση της αρχιτεκτονικής. Ξεκαθαρίστε με σαφήνεια τον περιοριστικό παράγοντα (εξαρτήσεις ανάδρασης, διαθέσιμοι πόροι, και τα δύο;)
- Μπορείτε να εκμεταλευτείτε το μοτίβο προσπέλασης της μνήμης που απαιτεί το μονοδιάστατο φίλτρο μέσου ώστε να αλλάξετε τον κώδικα σας για να επιτύχει ένα καλύτερο διάστημα εκκίνησης; Μπορείτε να εισάγετε επιπλέον μεταβλητές/μικρούς πίνακες και ενδεχομένως να επαυξήσετε τις επαναλήψεις του βρόγχου COL (το ξεδίπλωμα δε θα βοηθήσει).