

ALU αριθμητικής διαστημάτων

Μάθημα: Γλώσσες Περιγραφής Υλικού I (CST304 / 2009-2010)

Διδάσκων: Νικόλαος Καββαδίας

nkavn@uop.gr

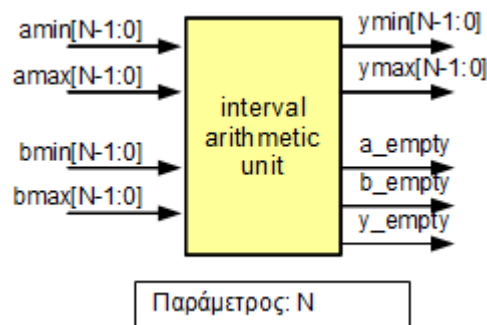
30/03/2010

Αντικείμενο της εργασίας

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η περιγραφή σε Verilog HDL μιας αριθμητικής μονάδας για την υλοποίηση βασικών πράξεων σε αριθμητική διαστημάτων (interval arithmetic). Στην αριθμητική διαστημάτων τα τελούμενα (operands) είναι της μορφής κλειστού διαστήματος $[x_{min}, x_{max}]$ στην ευθεία των ακεραίων αριθμών, δηλαδή αντιπροσωπεύονται από δύο ακεραίους αριθμούς με $x_{min} < x_{max}$, εφόσον το διάστημα δεν είναι κενό. Μία βαθωτή αλγεβρική τιμή x αντιπροσωπεύεται από το διάστημα $[x, x]$. Για το κενό διάστημα (empty interval), εφόσον αυτό χρειάζεται να αναπαρασταθεί για την υλοποίηση του κυκλώματος, μπορεί να επιλεγεί το $[1, 0]$.

Η αριθμητική μονάδα θα πρέπει να υλοποιεί τις πράξεις + (πρόσθεση), - (αφαίρεση), * (πολλαπλασιασμός) και % (ακέραιο υπόλοιπο). Η ALU θα έχει εισόδους a_{min} , a_{max} , b_{min} , b_{max} των N bit και εξόδους y_{min} , y_{max} για τα αντίστοιχα διαστήματα. Η είσοδος sel των 2 bit επιλέγει μία από τις παραπάνω πράξεις. Οι έξοδοι ελέγχου a_empty , b_empty , y_empty αποτελούν σημαίες που δηλώνουν ότι τα αντίστοιχα διαστήματα είναι κενά. Η ALU δεν θα πρέπει να πραγματοποιεί πράξεις με μη κενά διαστήματα. Η παράμετρος N θα πρέπει να δηλωθεί είτε με τη δήλωση **parameter** είτε με τη δήλωση προεπεξεργαστή **defparam**.

Ενδεικτική διεπαφή του κυκλώματος δίνεται στο Σχήμα 1, και οι θύρες εισόδου και εξόδου περιγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.



Σχήμα 1: Η διεπαφή της ALU αριθμητικής διαστημάτων.

Πίνακας 1: Θύρες εισόδου και εξόδου για το κύκλωμα.

Θύρα	Εύρος bit	Κατευθυντικότητα	Περιγραφή
a_{min}	N	Είσοδος	Κάτω όριο (infimum) του διαστήματος a
a_{max}	N	Είσοδος	Άνω όριο (supremum) του διαστήματος a
b_{min}	N	Είσοδος	Κάτω όριο του διαστήματος b
b_{max}	N	Είσοδος	Άνω όριο του διαστήματος b
y_{min}	N	Έξοδος	Κάτω όριο του διαστήματος y
y_{max}	N	Έξοδος	Κάτω όριο του διαστήματος y
a_empty	1	Έξοδος	Σημαία υπόδειξης κενού διαστήματος a
b_empty	1	Έξοδος	Σημαία υπόδειξης κενού διαστήματος b
y_empty	1	Έξοδος	Σημαία υπόδειξης κενού διαστήματος y

Στο Σχήμα 2 δίνονται οι κανόνες της αριθμητικής διαστημάτων τους οποίους θα ακολουθεί το κύκλωμα της εργασίας. Σε περίπτωση υπερχείλισης, θα πρέπει να πραγματοποιείται ψαλιδισμός των διαστημάτων που δεν μπορούν να αντιπροσωπευτούν σε τιμές ίσες με -2^{N-1} και $2^{N-1} - 1$, για διαστήματα μικρότερο του ελάχιστου και μεγαλύτερο του μέγιστου δυνατού, αντίστοιχα.

Assignment : $z = x \text{ op } y$

Operation(<i>op</i>)	Type of <i>x</i>	Type of <i>y</i>	max(<i>z</i>)	min(<i>z</i>)
+	—	—	$x_{max} + y_{max}$	$x_{min} + y_{min}$
-	—	—	$x_{max} - y_{min}$	$x_{min} - y_{max}$
×	unsigned	unsigned	$x_{max} \times y_{max}$	$x_{min} \times y_{min}$
	unsigned	signed	MAX($x_{max} \times y_{max}$, $x_{min} \times y_{max}$)	MIN($x_{max} \times y_{min}$, $x_{min} \times y_{min}$)
	signed	unsigned	MAX($x_{max} \times y_{max}$, $x_{max} \times y_{min}$)	MIN($x_{min} \times y_{max}$, $x_{min} \times y_{min}$)
	signed	signed	MAX($x_{max} \times y_{max}$, $x_{max} \times y_{min}$, $x_{min} \times y_{max}$, $x_{min} \times y_{min}$)	MIN($x_{max} \times y_{max}$, $x_{max} \times y_{min}$, $x_{min} \times y_{max}$, $x_{min} \times y_{min}$)
%	unsigned	—	MAX(x_{max} , MAX(y_{max} , $-y_{min}$)-1)	0
	signed(P)	—	MAX(MAX(x_{max} , $-x_{min}$), MAX(y_{max} , $-y_{min}$)-1)	-MIN(MAX(x_{max} , $-x_{min}$), MAX(y_{max} , $-y_{min}$)-1)
	signed(N)	—	0	-MIN(MAX($-x_{min}$, MAX(y_{max} , $-y_{min}$)-1)

unsigned : unsigned type
 signed : signed type
 signed(P) : signed type whose value is always non-negative
 signed(N) : signed type whose value is always negative
 signed(PN) : signed type whose value can be positive and negative
 x_{max} : the maximum value of x
 x_{min} : the minimum value of x
 — : Don't care

Σχήμα 2: Κανόνες για την πραγματοποίηση πράξεων στην αριθμητική διαστημάτων.

Παράδοση και βαθμολόγηση της εργασίας

Στην εργασία του μαθήματος, ο φοιτητής καλείται

- να παραδώσει την περιγραφή του κυκλώματος που σχεδίασε σε Verilog HDL
- να αναπτύξει σε κείμενο την περιγραφή της λειτουργίας του κυκλώματος
- να παρουσιάσει αποτελέσματα (π.χ. κυματομορφές, αρχεία εισόδου/εξόδου) τα οποία να αποδεικνύουν τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος

Η εργασία παραδίδεται σε τυπωμένη μορφή (με το συνολικό κώδικα Verilog HDL) και υποβάλλεται σε ηλεκτρονική μορφή (PDF της εργασίας + αρχεία κώδικα) στο email του διδάσκοντα. Οι φοιτητές μπορούν να παραδώσουν τις εργασίες τους το αργότερο μέχρι και την ημέρα των εξετάσεων της περιόδου Ιουνίου-Ιουλίου 2010. Εργασία η οποία θα παραδοθεί μετά το πέρας αυτής της ημερομηνίας, δεν θα βαθμολογηθεί ώστε να ληφθεί υπόψη για τις εξετάσεις της περιόδου Ιουνίου-Ιουλίου.

Μια εργασία βαθμολογείται με άριστα το 1.25. Μη εμπρόθεσμη παράδοση εργασίας συνεπάγεται το βαθμό μηδέν (0).

Η εργασία του μαθήματος είναι υποχρεωτική.