

“HDL-HELP”

«Δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού για την εκμάθηση γλώσσας περιγραφής υλικού (HDL) με παραδείγματα σε FPGA»



Περιγραφή του έργου

Η υλοποίηση ενός αλγορίθμου σε hardware απαιτεί τον προγραμματισμό σε επίπεδο λογικών πυλών και καταχωρητών (Register Transfer Level, RTL code), που μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε λάθη και δυσκολεύει την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας του αρχικού προγράμματος (αλγορίθμου). Μια μεγάλη ώθηση στο σχεδιασμό υλικού ήρθε με την ανάπτυξη των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων επαναδιατασσόμενης λογικής (Field-Programmable Gate Arrays, FPGAs), τα οποία επιτρέπουν τη σχεδίαση υλικού χωρίς το ρίσκο ή το κόστος της κατασκευής ενός νέου ολοκληρωμένου κυκλώματος. Τα FPGAs είναι ουσιαστικά προγραμματιζόμενα τσιπάκια τα οποία μπορούν να προσομοιώσουν την λειτουργία οποιουδήποτε κυκλώματος. Το μόνο που απαιτείται είναι η περιγραφή του κυκλώματος με τη χρήση της γλώσσας περιγραφής υλικού (Hardware Description Language, HDL). Επομένως, σε μικρές εφαρμογές όπως και στο συγκεκριμένο έργο, η χρήση των FPGAs μπορεί να δώσει γρήγορα ένα πρότυπο και πλήρως λειτουργικό κύκλωμα του ζητούμενου hardware.

Το έργο, αρχικά περιλαμβάνει την υλοποίηση δύο βασικών υποκυκλωμάτων: (α) ενός keyboard controller για τη διασύνδεση ενός πληκτρολογίου για την είσοδο δεδομένων στο FPGA και (β) ενός VGA controller για τη σύνδεση μιας οθόνης για την έξοδο πληροφορίας από το FPGA. Οι κώδικες συνοδεύονται από επεξήγηση για την βοήθεια/εκπαίδευση νέων προγραμματιστών. Έπειτα, επειδή αυτά τα υποκυκλώματα δεν μπορούν από μόνα τους να εκτελέσουν κάποια πρακτική λειτουργία, σχεδιάστηκαν δυο ακόμα ενδιάμεσα κυκλώματα που προσομοιώνουν: (α) τη λειτουργία του παιχνιδιού της τρίλιζας και (β) το χρωματισμό των pixel της οθόνης. Η υλοποίηση και αυτών των κυκλωμάτων δίνεται με επεξηγηματικά σχόλια, βήμα προς βήμα για την ευκολότερη αφομοίωση της προγραμματιστικής λογικής. Ο χρήστης μπορεί να «τρέξει» ζωντανά σε πλακέτα FPGA τις τελικές εκδόσεις και από τα δύο αυτά λειτουργικά κυκλώματα με τη χρήση των ειδικών για αυτό το σκοπό εργαλείων του κατασκευαστή, ακολουθώντας τις οδηγίες που δίνονται.

Χρήστες-Χρησιμότητα έργου

Οι άμεσα επωφελούμενοι από το συγκεκριμένο έργο είναι οι προγραμματιστές που ενδιαφέρονται να ασχοληθούν με την εκμάθηση της γλώσσας περιγραφής υλικού και τη σχεδίαση κυκλωμάτων. Με την ολοκλήρωση του έργου η ομάδα αυτή των προγραμματιστών έχει στη διάθεσή της ένα ολοκληρωμένο πακέτο εκμάθησης βασικών (αλλά και πιο προχωρημένων) προγραμματιστικών μεθοδολογιών αλλά και των αντίστοιχων EDA εργαλείων, γραμμένο στα ελληνικά, το οποίο επικεντρώνεται στην παροχή βοήθειας στο πιο κρίσιμο στάδιο, αυτό της πρώτης επαφής με τον ευρύτερο τομέα του hardware. Εξάλλου σε αυτό το αρχικό σημείο είναι που αποθαρρύνεται η πλειονότητα των προγραμματιστών που εκφράζει ενδιαφέρον στη στροφή στο σχεδιασμό hardware, διατηρώντας έτσι μια αναλογία 10 προς 1 με τους αντίστοιχους προγραμματιστές software.

Απαιτήσεις χρήστη

Για το σχεδιασμό επιπλέον κυκλωμάτων, όπως τα δύο εκπαιδευτικά παραδείγματα (τρίλιζα & χρωματισμός οθόνης) του έργου, βασική προϋπόθεση είναι η εξοικείωση με τη γλώσσα περιγραφής υλικού VHDL. Επίσης, επειδή η επαλήθευση των κυκλωμάτων έγινε με το μοντέλο DE1 της εκπαιδευτικής σειράς πλακετών της Altera, για τον έλεγχο και τη σύνθεση των κυκλωμάτων χρησιμοποιήθηκε αντίστοιχα το λογισμικό Quartus II της Altera. Το Quartus II περιλαμβάνει το σύνολο των εργαλείων που είναι απαραίτητα για τον έλεγχο της ορθότητας της σχεδίασης, της μετάφρασης του κώδικα VHDL σε κατάλληλη μορφή για τον προγραμματισμό της FPGA πλακέτας, καθώς και διάφορα εργαλεία για τον έλεγχο χρονισμού, τοποθέτησης στην πλακέτα, έλεγχο κατά τη λειτουργία, κ.α.

Διαθέσιμο στο Github: <https://github.com/ellak-monades-aristeias/HDL-HELP>