



1η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Ακ. έτος 2020-2021, 5ο Εξάμηνο, Σχολή ΗΜ&ΜΥ

Τελική Ημερομηνία Παράδοσης: **06/12/2020**

ΜΕΡΟΣ Α

Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε C που υπολογίζει το dotProduct μεταξύ 2 μονοδιάστατων πινάκων μεγέθους n, καθώς και μια μετάφραση του σε assembly MIPS. Συμπληρώστε τα κενά. Σας υπενθυμίζουμε ότι ο καταχωρητής \$0 (ή \$zero) είναι πάντα μηδέν

```
int dotProduct(int v[], int u[],  
int n) {  
    int res = 0;  
    for(int i=0; i<n; i++)  
        res += v[i]*u[i];  
    return res;  
}
```

```
addi $sp, $sp, -8  
sw   _____, 4($sp)  
sw   _____, 0($sp)  
add  _____, $zero, $zero  
add  $t2, $zero, $zero  
FOR: lw  $s1, 0(_____)   
lw   _____, 0(_____)   
mul  _____, _____, $s2  
add  _____, $t1, $s1  
addi _____, _____, 4  
addi _____, _____, 4  
addi _____, $t2, _____  
slt  $t3, _____, _____  
_____ $t3, _____, FOR  
add  _____, _____, _____  
lw   _____, 0($sp)  
lw   _____, 4($sp)  
addi $sp, $sp, 8  
jr  ra
```

ΜΕΡΟΣ Β

Υλοποιήστε σε MIPS assembly τη ρουτίνα *isPalindrome(char* s)*, η οποία ελέγχει αν μια συμβολοσειρά είναι παλίνδρομος¹. Η ρουτίνα δέχεται ως όρισμα ένα δείκτη στον πρώτο χαρακτήρα της συμβολοσειράς (null terminated string) και επιστρέφει 1 αν είναι η συμβολοσειρά είναι παλίνδρομος και 0 αν δεν είναι.

ΜΕΡΟΣ Γ

Η *επιθεματική σημειογραφία* (postfix notation) είναι μια μαθηματική σημειογραφία στην οποία οι τελεστές τοποθετούνται μετά από τους τελεστέους τους. Για παράδειγμα, η έκφραση:

“ 1 2 + ” αντιστοιχεί στην πράξη $1+2=3$.

Ομοίως, η έκφραση:

“ 1 2 + 3 5 - * ” αντιστοιχεί στην πράξη $(1+2)*(3-5)=-6$.

Ένας εύκολος τρόπος να τυποποιηθεί ο υπολογισμός μιας έκφρασης σε postfix notation είναι με τη χρήση μιας στοίβας. Κάθε φορά που συναντάται ένας τελεστέος γίνεται push στη στοίβα, ενώ κάθε φορά που συναντάται ένας τελεστής γίνονται pop από τη στοίβα οι τελεστέοι του, εφαρμόζεται σε αυτούς ο τελεστής, και το αποτέλεσμα γίνεται push πίσω στη στοίβα. Ο αριθμός που θα έχει μείνει στη στοίβα μετά τη σάρωση όλων των συμβόλων της έκφρασης και την εκτέλεση των επιμέρους πράξεων θα αντιστοιχεί στην τελική αποτίμηση της αριθμητικής έκφρασης.

Για παράδειγμα:

Σάρωση Έκφρασης	Περιεχόμενα Στοίβας	Λειτουργίες
<u>1</u> 2 + 3 5 - *	1	push(1);
1 <u>2</u> + 3 5 - *	1 2	push(2);
1 2 + <u>3</u> 5 - *	3	x=pop(); y=pop(); z=x+y; push(z);
1 2 + 3 <u>5</u> - *	3 3	push(3);
1 2 + 3 5 <u>-</u> *	3 3 5	push(5);
1 2 + 3 5 - <u>*</u>	3 -2	x=pop(); y=pop(); z=x-y; push(z);
1 2 + 3 5 - * <u>-</u>	-6	x=pop(); y=pop(); z=x*y; push(z);

Υλοποιήστε μια ρουτίνα σε MIPS assembly το οποίο θα αποτιμά εκφράσεις σε postfix notation με βάση τις παρακάτω παραδοχές:

- Οι τελεστέοι είναι ακέραιοι, μονοψήφιοι, θετικοί αριθμοί
- Οι τελεστές είναι οι +, -, *, /
- Η έκφραση που καλείται να αποτιμήσει η ρουτίνα είναι μια ακολουθία από σύμβολα (bytes) σε ASCII κώδικα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε συνεχόμενες θέσεις μνήμης. Το τέλος της ακολουθίας σηματοδοτείται από τον χαρακτήρα «\$».
- Η έκφραση προς αποτίμηση είναι συντακτικά ορθή και ολοκληρωμένη. Δεν απαιτείται δηλαδή έλεγχος για τυχόν σφάλματα, όπως π.χ. έλλειψη τελεστών (π.χ. $1\ 2\ +\ 4$), έλλειψη τελεστέων (π.χ. $1\ 2\ +\ -$), λανθασμένη σειρά τελεστών-τελεστών (π.χ. $+\ 1\ 2$), κ.ο.κ.

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Palindrome>

Η ρουτίνα που θα υλοποιήσετε θα δέχεται ως όρισμα ένα δείκτη στο πρώτο σύμβολο της έκφρασης προς αποτίμηση και θα επιστρέφει το τελικό αποτέλεσμα του υπολογισμού.

Για την υλοποίηση της άσκησης μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον **MILE**, ένα MIPS emulator που αναπτύχθηκε από συμφοιτητές σας και διατίθεται από το Εργαστήριο Υπολογιστικών Συστημάτων (<http://www.cslab.ece.ntua.gr/courses/comparch/assign.go>). Στον emulator αυτό, μπορείτε να γράφετε MIPS assembly και να την εκτελείτε παρακολουθώντας τα περιεχόμενα των καταχωρητών και της μνήμης καθιστώντας έτσι ευκολότερη την παραγωγή και τον έλεγχο του απαιτούμενου κώδικα.

Παραδοτέο της άσκησης θα είναι ένα ηλεκτρονικό κείμενο (**pdf**, **docx** ή **odt**) που θα περιέχει τους κώδικες assembly και των 3 μερών της άσκησης. Ο κώδικας θα πρέπει να περιέχει αναλυτικά σχόλια για την κατανόηση της λύσης σας από τους διδάσκοντες.

Στο ηλεκτρονικό κείμενο να αναφέρετε στην αρχή τα στοιχεία σας (Όνομα, Επώνυμο, ΑΜ).

Η άσκηση θα παραδοθεί ηλεκτρονικά στο moodle του μαθήματος:

<https://courses.pclab.ece.ntua.gr/course/view.php?id=33>

Δουλέψτε ατομικά. Έχει ιδιαίτερη αξία για την κατανόηση του μαθήματος να κάνετε μόνοι σας την εργασία. Μην προσπαθήσετε να την αντιγράψετε από άλλους συμφοιτητές σας.