Μικροεπεξεργαστές και Περιφερειακά

Εαρινό Εξάμηνο 2025

1η Εργασία/Εργαστήριο

Πληροφορίες κ. Δημήτρης Καρανάσσος: dkaranassos@ece.auth.gr

κ. Άγγελος Αθανασιάδης: angelathan@ece.auth.gr

Διεξαγωγή Εργαστηρίου: 3 Απριλίου 2025 ώρες εργαστηρίων

Η εργασία θα πραγματοποιηθεί σε ομάδες των 2 ατόμων

Η παρούσα εργασία καλύπτει τον προγραμματισμό σε assembly ενός μικρό-ελεγκτή ARM με χρήση των εργαλείων Keil όπως σας έχουν παρουσιαστεί στο 1ο εργαστηριακό μάθημα. Στα πλαίσια της εργασίας θα γράψετε μία ρουτίνα, σε assembly ARM, η οποία θα δημιουργεί το hash από μία αλφαριθμητική ακολουθία (string) ως εξής :

a) **Η αρχική τιμή του hash να είναι ίση με το μήκος του string.**
b) Για κάθε **κεφαλαίο** λατινικό γράμμα, προσθέστε στο hash τον **ASCII κωδικό του γράμματος πολλαπλασιασμένο με 2**.
c) Για κάθε **μικρό** λατινικό γράμμα, προσθέστε στο hash **το τετράγωνο της διαφοράς του ASCII κωδικού του γράμματος από το 'a' (97)**.
d) Για κάθε **αριθμητικό ψηφίο (0-9)**, προσθέστε στο hash μία τιμή που αντιστοιχεί σε κάθε ψηφίο **σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα**:

Ψηφίο	Τιμή
0	5
1	12
2	7
3	6
4	4
5	11
6	6
7	3
8	10
9	23

Η αντιστοίχιση να υλοποιηθεί μέσω πίνακα που θα αποθηκεύσετε στη μνήμη και θα προσπελαύνετε από την assembly ρουτίνα σας.

e) Για οποιοδήποτε άλλο χαρακτήρα, **αγνοείται**.

Παράδειγμα:

Αλφαριθμητικό: A9b3

- Μήκος string: 4
- 'A': ASCII 65 → 65 × 2 = 130
- '9': 23
- 'b': ASCII 98 - 97 = 1 → $1^2 = 1$
- '3': 6

Συνολικό hash = 4 + 130 + 23 + 1 + 6 = 164

Στη συνέχεια, αν το hash είναι μεγαλύτερο από 9,:

f) Να **αθροίσετε τα νούμερα του hash**.
g) Να **διαιρέσετε το διαδοχικά με το 7 και πάρτε το υπόλοιπο (mod 7)** μέχρι να καταλήξετε σε μονοψήφιο αριθμό.

Παράδειγμα:

Αλφαριθμητικό: A9b3, hash=164

- 1+6+4=11
- 11 mod 7 = 4

Αποτέλεσμα: 4

h) Να υλοποιήσετε την παρακάτω συνάρτηση σε assembly και να την εφαρμόσετε στο μονοψήφιο αποτέλεσμα του hash:

```
int fibonacci(int n)
{
    if (n == 0)
        return 0;
    else if (n == 1)
        return 1;
    else
        return fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2);
}
```

i) Το τελικό hash θα αποθηκεύεται σε μια θέση μνήμης που εσείς θα διαλέξετε.

Παράδειγμα:

Αλφαριθμητικό: A9b3, hash=164, Αποτέλεσμα mod7 = 4

- fibonacci(4) = fibonacci(3) + fibonacci(2)
- fibonacci(3) = fibonacci(2) + fibonacci(1)
- fibonacci(2) = fibonacci(1) + fibonacci(0)

Άρα:

- fibonacci(4) = (fibonacci(2) + fibonacci(1)) + fibonacci(2)
- fibonacci(2) = (1 + 0) = 1
- fibonacci(1) = 1

Τελικό Αποτέλεσμα: fibonacci(4) = (1 + 1) + 1 = 3

Πιο συγκεκριμένα θα υλοποιήσετε:

1. Μια βασική ρουτίνα main σε γλώσσα C στην οποία με δυναμικό τρόπο θα παρέχετε το αλφαριθμητικό που θα ελεγχθεί με τη χρήση της UART
2. Μία ρουτίνα σε assembly που θα υπολογίζει το hash του αλφαριθμητικού, θα αποθηκεύει την τιμή του σε μια θέση μνήμης και θα την επιστρέφει στην main
3. Μία ρουτίνα σε assembly που θα υπολογίζει το άθροισμα των ψηφίων από το hash και στη συνέχεια το mod7 του, ενώ στη συνέχεια θα αποθηκεύει την τιμή του σε μια θέση μνήμης και θα την επιστρέφει στην main
4. Μία ρουτίνα σε assembly που θα υπολογίζει το αποτέλεσμα της συνάρτησης **fibonacci**, ενώ στη συνέχεια θα αποθηκεύει την τιμή του σε μια θέση μνήμης και θα την επιστρέφει στην main.
5. Να εκτυπώσετε, με τη χρήση της printf(), τα αποτελέσματα με διαφορετικές εισόδους στο πρόγραμμά σας οι οποίες βασίζονται σε διάφορους συνδυασμούς.

Προτείνεται στο Keil για την προσομοίωση να επιλέξετε τον μικρο-ελεγκτή NUCLEO M4 που σας έχει υποδειχθεί (και το ανάλογο Board) και που περιγράφεται αναλυτικά και στο υλικό που έχει αναρτηθεί στο elearning.

***Σημείωση:** Για την επικοινωνία UART της πλακέτας με τον υπολογιστή σας μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το Tera Term ή κάποιο άλλο πρόγραμμα το οποίο υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία.

Bonus Ερώτημα (Προαιρετικό +0,5): Υλοποιήστε μία επιπλέον ρουτίνα σε assembly, η οποία για το δοθέν αλφαριθμητικό θα υπολογίζει το **bitwise XOR όλων των χαρακτήρων** του string (**CRC-like checksum**). Αποθηκεύστε το αποτέλεσμα σε ξεχωριστή θέση μνήμης και εκτυπώστε το μέσω της printf().

Παράδοση Εργασίας

Η παράδοση την εργασίας θα γίνει μέσω του elearning και τα παραδοτέα της εργασίας θα είναι α) ένα αρχείο με τον κώδικα σας και σχόλια (το οποίο θα μπορούμε να τρέξουμε και εμείς στο Keil) και β) μια 2σέλιδη αναφορά που θα περιγράφετε τι κάνατε, ποια προβλήματα αντιμετωπίσατε και πως κάνατε testing.