

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

**CST432/CST336 – Microprocessors & Embedded Systems**  
***[Mikropemproses & Sistem Terbenam]***

Duration : 2 hours  
*[Masa : 2 jam]*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
***[ARAHAN KEPADA CALON:]***

- Please ensure that this examination paper contains **FOUR** questions in **SEVEN** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT** soalan di dalam **TUJUH** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

- Answer **ALL** questions.

*[Jawab **SEMUA** soalan.]*

- You may answer the questions either in English or in Bahasa Malaysia.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam bahasa Inggeris atau bahasa Malaysia.]*

- In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

---

1. (a) State **three (3)** different Temperature Classifications generally used to characterize embedded systems and microcontrollers, and the usage environments that *each* Temperature Classification is meant for. (12/100)
- (b) Most microprocessors have a Status Register that is updated after each arithmetic or logic operation.
  - (i) Name the various Flags in the Status Register that will normally be updated after an arithmetic or logic operation.
  - (ii) Briefly describe how the Flags in the Status Register are used to implement decision making logic such as an "IF...THEN...ELSE" instruction block.
  - (iii) State **one (1)** advantage and **one (1)** disadvantage of Conditional Execution Mode for ARM Instructions. In addition, describe the effect that Conditional Execution has on the CPU Instruction Pipelining process. (13/100)
2. (a) The ARM CPU has Banked or Shadow Registers for various Exception Modes. State the reason that Banked registers are useful in a CPU architecture, and explain **two (2)** specific characteristics of the ARM's Fast Interrupt (FIQ) Exception Mode that enables the ARM processor to service Interrupts very quickly. (7/100)
- (b) The *Procedure Call Standard for the ARM Architecture* (AAPCS) specifies dedicated usage for several registers in the ARM register file. State the specific purposes that the R13, R14 and R15 registers are used for. (6/100)
- (c) The ARMv4T Processor Architecture has a compact instruction encoding mode called Thumb Mode.
  - (i) State **three (3)** characteristics of Thumb Mode that differentiates it from ARM Mode.
  - (ii) State the instruction that should be used to switch between ARM and Thumb Mode. How does the specified instruction distinguish whether the new execution mode should be in ARM or Thumb Mode based on its operand? (12/100)



4. You are required to write a program based on ARM Assembly Language Syntax to check whether an ASCIIZ string (NULL-terminated string) is a *Palindrome* or otherwise. A *Palindrome* is defined as a string that is identical to itself when the characters are read in reverse (back to front) order, ignoring any space or punctuation marks.

The result of the Palindrome check will be stored in byte sized status variables, where True = 1, and False = 0. Assume that two strings to be checked and their corresponding status bytes are defined in a data section as follows:

```
.data
.align 4
string1: .asciz "Madam, I am Adam." @ Null Terminated
string2: .asciz "Hello, how are you?" @ Null Terminated
status1: .byte 0x0
status2: .byte 0x0
```

The program should declare any additional variables or buffers in memory needed to process the two strings, and implement the Palindrome Checking as a routine that is called from the main program, by passing to it two parameters: (i) the Address Pointer to the string being checked, and (ii) the Address of the status variable that will be used to store the result. At the end of the program, it should enter an endless loop to indicate that processing is complete.

The Palindrome Checking routine should ignore all punctuation, and convert the letters to Uppercase for comparison. For example before string1 is checked to determine whether it is a palindrome, the punctuation marks should be stripped to become "MadamIamAdam", and converted to become Uppercase letters, "MADAMIAMADAM", before it is checked.

ASCII Table

Uppercase Letter	Hex Value	Lowercase Letter	Hex Value
A	41	a	61
B	42	b	62
...		...	
Z	5A	z	7A

You do not need to worry about Exception Vector Configuration and other processor hardware related details. Only the data declaration section, main program (START) and Palindrome Checking routine need to be shown in your answer.

(25 /100)

## ***KERTAS SOALAN DALAM VERSI BAHASA MALAYSIA***

[CST432/CST336]

- 5 -

1. (a) Nyatakan **tiga (3)** Pengelasan Suhu yang biasanya digunakan untuk mencirikan sistem terbenam dan mikropengawal, serta persekitaran kegunaan yang dituju untuk *setiap* Pengelasan Suhu tersebut.

(12/100)
- (b) Kebanyakan mikropemproses mempunyai Daftar Status yang dikemaskini selepas setiap operasi aritmetik atau logik.
  - (i) Namakan pelbagai Bendera dalam Daftar Status yang biasanya dikemaskini selepas sesuatu operasi aritmetik atau logik.
  - (ii) Jelaskan secara ringkas bagaimana Bendera dalam Daftar Status digunakan untuk mengimplementasikan logik membuat keputusan seperti blok suruhan "IF...THEN...ELSE".
  - (iii) Nyatakan **satu (1)** kelebihan dan **satu (1)** kekurangan Mod Pelaksanaan Berkeadaan untuk suruhan ARM. Tambahan, huraikan kesan Pelaksanaan Berkeadaan ke atas proses *Pipelining* Suruhan CPU.

(13/100)
2. (a) Mikropemproses ARM mempunyai Daftar Berbank atau Berbayang untuk pelbagai Mod Kekecualian. Nyatakan sebab daftar berbank adalah berguna dalam reka bentuk CPU, dan jelaskan **dua (2)** ciri khusus Mod Kekecualian Sampukan Pantas (FIQ) ARM yang membolehkan pemproses ARM mengendallikan sampukan secara pantas.

(7/100)
- (b) Piawaian Panggilan Prosedur seni bina ARM (AAPCS) menetapkan kegunaan khusus untuk beberapa daftar dalam fail daftar ARM. Nyatakan kegunaan khusus untuk daftar R13, R14, dan R15 tersebut.

(6/100)
- (c) Seni bina pemproses ARMv4T mengandungi suatu mod pengekodan suruhan padat yang disebut Mod "Thumb".
  - (i) Nyatakan **tiga (3)** ciri Mod Thumb yang membezakannya daripada Mod ARM.
  - (ii) Nyatakan suruhan yang harus digunakan untuk saling-tukar antara Mod ARM dan Mod Thumb. Bagaimanakah suruhan tersebut membezakan sama ada mod pelaksanaan baru haruslah dalam Mod ARM atau Mod Thumb melalui operan?

(12/100)



4. Anda perlu menulis suatu atur cara berdasarkan Bahasa Himpunan ARM untuk menyemak sama ada rentetan ASCII yang ditamatkan dengan huruf Null (Null Terminated string) merupakan suatu *palindrome* atau tidak. *Palindrome* ditakrif sebagai satu rentetan yang serupa dengan rentetan asal yang telah disongsangkan jujukan aksaranya, tanpa mengambil kira tanda baca ataupun huruf besar dan kecil.

Hasil semakan Palindrome akan disimpan dalam pemboleh ubah status bersaiz bait, di mana Benar = 1, dan Palsu = 0. Anggapkan bahawa dua rentetan yang akan disemak dan bait status mereka telah ditakrif dalam seksyen data seperti berikut:

```
.data
.align 4
string1: .asciz "Madam, I am Adam." @ Null Terminated
string2: .asciz "Hello, how are you?" @ Null Terminated
status1: .byte 0x0
status2: .byte 0x0
```

Atur cara anda haruslah menakrif pemboleh ubah tambahan yang perlu, ataupun ruang simpanan dalam ingatan yang diperlukan untuk memproses kedua-dua rentetan tersebut. Tuliskan Penyemak Palindrome tersebut sebagai rutin yang dipanggil daripada atur cara utama, dengan menghulurkan dua parameter kepadanya: (i) Penuding Alamat kepada rentetan yang disemak, dan (ii) Alamat pemboleh ubah status yang digunakan untuk menyimpan hasil semakan. Pada akhir atur cara tersebut, suatu gelung berterusan harus diguna untuk menunjukkan pemprosesan telah selesai.

Rutin Semakan Palindrome haruslah mengabaikan semua tanda baca, dan menukarkan aksara kepada Huruf besar untuk perbandingan. Contohnya, sebelum string1 disemak sama ada ia suatu palindrome, tanda baca haruslah ditanggalkan menjadi "MadamIamAdam", dan ditukar menjadi huruf besar, "MADAMIAMADAM", sebelum ia disemak.

Jadual ASCII

Huruf besar	Nilai Hex	Huruf kecil	Nilai Hex
A	41	a	61
B	42	b	62
...		...	
Z	5A	z	7A

Anda tidak perlu mengambil kira Konfigurasi Vektor Kekecualian ataupun konfigurasi perkakasan terperinci yang lain. Hanya bahagian pengisytiharan data, atur cara utama (START) dan rutin Semakan Palindrome perlu ditunjukkan dalam jawapan anda.

(25 /100)