

AUFGABE 6: EXTENDED SCOPE

In dieser Aufgabe wird das Oszilloskop um die Ausgabe des Zeitbereichsignals und eine Befehlschnittstelle erweitert. Hierfür wird eCos im ereignisgesteuerten Betrieb verwendet – vergeben Sie die Prioritäten nach dem Rate Monotonic Algorithm (RMA).

	Bezeichnung	Periode ms	WCET ms
T_1	Abtastung Signal	4	0,5
T_2	Flankenerkennung	10	1,0
T_3	Analyse PDS	1000	?
T_4	Darstellung Signal	250	?
T_5	Darstellung PDS	1000	?

Die Deadline entspricht jeweils der Periode.

T_1 Tastet den ADC ab und fügt die Werte in einen Ringpuffer mit 64 (TIME_DOMAIN_LENGTH) Elementen ein.

T_2 Simuliert in der einfachen Übung nur Laufzeit.

T_3 Liest die Werte aus dem Ringpuffer und ruft die vorgegebene Funktion `ezs_easy_pds()` zur PDS-Analyse auf.

T_4 Stellt das abgetastete Signal mithilfe der vorgegebenen Funktion `ezs_plot()` auf dem Framebuffer dar.

T_5 Stellt die Ergebnis der PDS-Analyse durch Aufruf der ebenfalls gegebenen Funktionen `ezs_plot_pds()` auf dem Framebuffer dar.

Für den Datenaustausch zwischen T_1 , T_3 , T_4 und T_5 bieten sich globale Arrays an. Die Funktion `ezs_easy_pds()` legt ihre Ausgangswerte in ein Array der Größe 32 ab. Dieses können Sie direkt in `ezs_plot_pds()` nutzen. Die genaue Schnittstellenbeschreibung können Sie den Headerdateien entnehmen. Sie finden das oben genannte Aufgabensystem bereits in weiten Teilen in der Vorgabe, auch einige grundlegende globale Puffer und Daten sind von uns bereits angelegt worden. Die Vorgabe soll Ihnen die Aufgabe erleichtern, Sie müssen sich aber nicht zwingend daran halten. Globale Definitionen finden sich zur besseren Lesbarkeit in der Datei `config.h`, welche Sie ebenfalls im Projektverzeichnis vorfinden.

⚠ PDS_LENGTH

⚠ make doc

Übernehmen Sie bei Bedarf Ihre Implementierung der Hilfsfunktionen `ms_to_cyg_ticks()`, `ms_to_ezs_ticks()` und `ezs_lose_time()` in die Vorgabe. Die Funktion `ezs_run_tests()` bietet die Möglichkeit, Ihre Implementierung grundlegend zu prüfen. Sie wird in der Vorgabe bereits in der `cyg_user_start()` an geeigneter Stelle aufgerufen.

1 Aufgabenstellung

1.1 Laufzeitmessung:

1. Aufgabe Ergänzen Sie die Vorgabe so, dass die Aufgaben ihre Funktion auch erfüllen (das PDS muss gezeichnet werden) und simulieren Sie die WCET soweit oben angegeben.

2. Aufgabe Messen Sie die Laufzeit von T_3 , T_4 und T_5 und nehmen Sie das Maximum als Annäherung für die WCET.

$$e_3 \approx \text{-----}$$

$$e_4 \approx \text{-----}$$

$$e_5 \approx \text{-----}$$

Wann ist die Einhaltung der Deadlines unter RMA garantiert? Angenommen, eCos hätte einen Scheduler, der gemäß EDF funktioniert – ist garantiert, dass alle Termine eingehalten werden?

Antwort:

3. Aufgabe Passen Sie den Phasenversatz nun so an, dass sich T_1 und T_2 beziehungsweise T_4 und T_5 nicht überlappen. Eine vollständige Aufstellung des Ablaufplans ist **nicht** gefordert.

1.2 Implementierung der aperiodischen Steuerung:

In dieser Teilaufgabe sollen Sie das Oszilloskop um eine externe Steuerung über die serielle Verbindung erweitern. Die Verarbeitung der eingelesenen Befehle ist eine typische aperiodische Aufgabe, die durch folgendes Aufgabensystem bewältigt werden soll:

	Bezeichnung	<u>Min. Zwischenankunftszeit</u> ms	<u>WCET</u> ms
T_6	Byteweiser Empfang	?	–
T_7	Dekodierung	?	0,5
T_8	Zustandsverwaltung	?	–

T_6 baut aus den empfangenen Zeichen eine Zeichenkette auf. Hierfür wird die Funktion `packet_receive()` genutzt.

T_7 untersucht die vollständige Zeichenkette und extrahiert mittels `decode_command()` gültige Befehle.

T_8 wertet die Befehle aus und verwaltet eine Zustandsmaschine für das System.

Der Datenaustausch zwischen der ISR, T_6 und T_7 erfolgt wieder über globale Puffer. Zeichen dürfen in dieser Lösung also verloren gehen! **Implementieren Sie die komplette Funktionalität von T_6 und T_7 in den beiden angegebenen Funktionen, also nicht direkt in Fäden/ISR/DSR, dies erleichtert Ihnen spätere Teilaufgaben.**

Das System soll folgende Kommandos auswerten können:

Befehl	Parameter	Beschreibung
<code>display</code>	<code><signal, pds></code>	Umschaltung der Anzeige

4. Aufgabe Lesen Sie in der ISR jedes Zeichen einzeln aus und machen Sie dieses der zugehörigen DSR bzw. T_6 zugänglich. Sie können dazu auf ihre Lösung aus der Aufgabe “Antwortzeit” zurückgreifen. Die DSR bzw. T_6 nutzt die von Ihnen zu implementierende Funktion `enum CommandStatus packet_receive(char byte)` um einzelne Zeichen bis zum nächsten Zeilenvorschubzeichen `'\n'` zu puffern. Halten Sie die Implementierung der Funktion so kurz wie möglich.

ESP ezs_serial_getc()

Wie werden in C Strings repräsentiert? Wie groß muss der Puffer mindestens sein?

Ersetzen Sie unbedingt das Zeilenvorschubzeichen `'\n'` mit `'\0'`, um die Zeichenkette zu terminieren. Die Funktion kehrt bei erfolgreichem Paketempfang mit `CommandComplete` zurück und setzt den Puffer zurück. Ist noch kein Zeilenvorschubzeichen empfangen worden, so kehrt sie mit `CommandIncomplete` zurück. Achten Sie drauf, dass Ihr `cutecom` (oder das Terminalprogramm für serielle Schnittstellen Ihrer Wahl) ausgehende Befehle mit genau einem Zeilenvorschubzeichen terminiert (`cutecom` Einstellung: “LF line end”). Zudem muss wahrscheinlich eine Zeichenverzögerung (“char delay”) von einigen Millisekunden konfiguriert werden, um die Befehle korrekt zu empfangen.

Antwort:

5. Aufgabe Nachdem ein Kommando vollständig empfangen wurde, muss es dekodiert werden. Implementieren Sie hierfür die Funktion `enum Command decode_command(void)`. Sie versucht die empfangene Zeichenkette zu interpretieren und daraus gültige Kommandos zu dekodieren. Wir empfehlen Ihnen als Rückgabewert der Funktion das vorgegebene `enum1 Command` zu nutzen, welches die zwei möglichen Befehlskombinationen als Bitmaske kodiert.

Die Funktion wird erst in der nachfolgenden Teilaufgabe tatsächlich aufgerufen. Verwenden Sie die Funktion `strncmp()`, um Zeichenketten zu vergleichen. Wieso ist es grundsätzlich

ESP man
strncmp 3

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Enumerated_type#C_and_syntactically_similar_languages

sinnvoll `strncmp()` anstatt `strcmp()` zu verwenden? Welche Größe muss `strncmp()` als Länge übergeben werden? Wieso?

Vergessen Sie bei allen implementierten Aufgaben die WCET/WOET-Simulation nicht.

Antwort:

6. Aufgabe Vor der weiteren Umsetzung der Steuerung müssen Sie nun zunächst die minimale Zwischenankunftszeit der aperiodischen Aufgaben T_6 bestimmen. Wie können sie diese ermitteln? Welchen Wert für die minimale Zwischenankunftszeit erhalten Sie?

Antwort:

7. Aufgabe Welche minimale Zwischenankunftszeit ergibt sich daraus für T_7 ?

Antwort:

8. Aufgabe Wie lässt sie sich deutlich vergrößern?

Antwort:

1.3 Abbildung der aperiodischen Steuerung:

9. Aufgabe Rufen Sie nun `decode_command()` an geeigneter Stelle auf und realisieren Sie nacheinander die drei verschiedenen Ausführungskonzepte für aperiodische Aufgaben (Unterbrecher-, Hintergrundbetrieb, periodischer Zusteller). Messen Sie jeweils die Antwortzeit von T_7 .

Unterbrecherbetrieb: -----

Hintergrundbetrieb: -----

Periodischer Zusteller: -----

Es genügt die Funktion `decode_command()` als Implementierung von T_7 an geeigneter Stelle aufzurufen. Für zwei der drei Konzepte benötigen Sie jetzt einen eigenständigen Faden. Beachten Sie die ermittelte Zwischenankunftszeit und nutzen Sie das Prioritätsgefüge aus.

Achten Sie darauf, dass Ihnen der Code der jeweiligen Variante erhalten bleibt.

Es bietet sich hierfür an, für die verschiedenen Varianten entsprechende Konfigurationsoptionen in `config.h` anzulegen, um das gewünschte Verhalten zum Übersetzungszeitpunkt festlegen zu können.

10. Aufgabe Welches Problem ergibt sich aus der Nutzung der globalen Puffer zum Datenaustausch? Wie könnte man dieses Problem vermeiden?

Antwort:

1.4 Umschaltung der Anzeige:

11. Aufgabe Verwenden Sie nun T_8 für die Implementierung einer Zustandsmaschine. Diese prüft einkommende Befehle und passt eine *globale Zustandsvariable* an. Stellen Sie hierfür Teilaufgabe T_7 auf Hintergrundbetrieb ein. Auch für diese Zustandsvariable bietet es sich an ein enum zu verwenden. Da T_8 nur bei Empfang eines gültigen Kommandos ausgeführt werden soll, eignet sich das *eCos-Event-Konzept* für das Aufwecken dieses Fadens und die Weitergabe des empfangenen Befehls.

12. Aufgabe Welche Variante zur Überprüfung der Events muss hier verwendet werden? Welche Betriebszustände können auftreten und müssen von T_8 abgebildet werden? Wie müssen die weiterhin periodischen Aufgaben T_1 bis T_5 in Abhängigkeit vom Betriebszustand verhalten? **Sichern Sie Ihre Implementierung für die spätere Abgabe!**

Antwort:

1.5 Betriebswechsel:

Für die verschiedenen Betriebsmodi sind unterschiedliche Teilmengen von Aufgaben notwendig. Es bietet sich also an, einen *Betriebswechsel* durchzuführen um das System optimal auf seine jeweilige Aufgabe auszurichten und somit Ressourcen zu sparen.

13. Aufgabe Nutzen Sie T_8 für einen Betriebswechsel und stoppen Sie die aktivierenden Alarme aller unnötigen Aufgaben bei einem Zustandswechsel.

14. Aufgabe Wo sehen Sie die Vorteile eines expliziten Betriebswechsels? Wo liegen die Herausforderungen?

Antwort:

2 Erweiterte Aufgabe

Passen Sie Ihr Aufgabensystem an die folgende leicht veränderte Version an:

	Bezeichnung	<u>Periode</u> ms	<u>WCET</u> ms
T_1	Abtastung Signal	4	0,5
T_2	Flankenerkennung	4	0,5
T_3	Analyse PDS	1000	?
T_4	Darstellung Signal	250	?
T_5	Darstellung PDS	1000	?

Übernehmen Sie die aperiodischen Aufgaben $T_6 - T_8$ direkt aus Ihrer bisherigen Implementierung.

2.1 Implementierung der Triggerfunktionalität:

Ein Trigger wird dazu verwendet die Ausgabe eines Oszilloskops auf die Frequenz des Signals zu synchronisieren und so eine stabile Anzeige des Signalverlaufs zu erreichen – d. h. das Signal „wandert“ nicht mehr. Ziel ist es, Aufgabe T_2 um eine entsprechende Flankenerkennung für das vom ADC eingelesene Signal zu ergänzen.

15. Aufgabe Implementieren Sie die Flankenerkennung in t_2 so, dass sie bei einer fallenden oder steigenden Flanke ein Trigger-Ereignis erkennt. Anstatt eine einstellbare Pegelhöhe zu implementieren, können Sie davon ausgehen, dass eine steigende Flanke vorliegt, wenn der aktuelle Wert des Signals größer als 188 und der vorherige Wert kleiner als 188 ist. Der Zusammenhang für eine fallende Flanke verhält sich umgekehrt.

Die **Darstellung** im Trigger-Betrieb unterscheidet sich von der Bisherigen und **erfolgt aperiodisch**:

	Bezeichnung	<u>Min. Zwischenankunftszeit</u> ms	<u>WCET</u> ms
T_9	Darstellung Trigger	?	-

16. Aufgabe Implementieren Sie diese Aufgabe T_0 , welche die bis zum Trigger-Ereignis von T_1 aufgezeichneten Werte in zeitlich korrekter Reihenfolge mittels `ezs_plot()` darstellt. Nutzen Sie *Events* um die Aufgaben T_1 und T_2 geeignet zu koordinieren. Beachten Sie hierbei, dass T_1 in jedem Fall weiter Daten aufzeichnen muss und somit T_0 nicht auf denselben Daten arbeiten kann. Nutzen Sie den *Mailbox-Mechanismus* von eCos um dieses Problem zu lösen. Ist ein periodisches Aufwecken der Aufgabe T_2 über einen Alarm notwendig?

Antwort:

2.2 Steuerung der Funktionalität:

Um die Nutzung der Triggerfunktionalität konfigurierbar zu machen, soll die Oszilloskopsteuerung um folgende Kommandos erweitert werden:

Befehl	Parameter	Beschreibung
trigger	<off, on>	Signaltrigger ein- / ausschalten
tlevel	<rise, fall>	Flanke auf die getriggert werden soll

17. Aufgabe Vervollständigen Sie nun die Steuerung der Oszilloskopfunktionen. Aus den neuen Kommandos (`trigger`, `tlevel`) ergeben sich zusätzliche Betriebsmodi – welche?

Antwort:

Bei aktivierter Trigger-Funktion erfolgt die Anzeige (Zeitsignal) aperiodisch, sonst periodisch (Zeitsignal oder PDS).

2.3 Mögliche Entwurfalternativen:

18. Aufgabe Das von uns vorgeschlagene Aufgabensystem und die implizite/explicite Umsetzung der enthaltenen Abhängigkeiten stellen nur eine Entwurfsmöglichkeit dar. Entwerfen Sie eine weitere Variante des kompletten Aufgabensystems und versuchen Sie hierbei möglichst alle Abhängigkeiten, die bisher implizit koordiniert wurden, auf eine andere Art und Weise umzusetzen. Welche Aufgaben müssen zwingend von Alarmen aktiviert werden? Welche lassen sich durch logische Abhängigkeiten realisieren?

Antwort:

19. Aufgabe Bauen Sie Ihre Implementierung gemäß des zuvor gewählten Entwurfsmusters um. Sicher Sie zuvor die ursprüngliche Lösung für die Abgabe!

Antwort:

Hinweise

- Bearbeitung: Gruppe mit je drei Teilnehmern.
- Abgabefrist: 17.01.2019
- Fragen bitte an i4ezs@lists.cs.fau.de