

Embedded Systems Praktikum Aufgabe 1 – Valentin Hertel und Moritz Withöft

Aufgabenstellung:

Aufgabe 1 (1 + 4 + 1 Punkte):

- Beschreiben Sie, wie sich die angesprochenen Merkmale auf Ihre Beispiele übertragen lassen?
- Gehen Sie den gewählten Beispielen auf den Grund. Beschreiben Sie, auf welcher Hardware (Mikrocontroller, Speicher, Sensoren, Aktoren, Kommunikationselemente etc.) und Software (Betriebssystem) die Systeme basieren. Wenn es nicht möglich ist herauszufinden, welches Bauteil genau verwendet wurde, machen Sie einen Vorschlag für ein konkretes Bauteil. Für den Vorschlag soll ein Datenblatt vorliegen.
- Überlegen Sie, warum die Entwickler/innen die Systeme so konstruiert und nicht anders entworfen haben.

Aufgabe 2 (2 + 2 Punkte):

- Beschreiben Sie die Anforderungen im Detail, die an die Beispiele der eingebetteten Systeme gestellt werden.
- Stellen Sie weiterhin dar, welche Auswirkungen das Nichteinhalten der Anforderungen haben kann.

Aufgabendurchführung:

Herzschrittmacher:

Aufgabe 1

a) Merkmale

Beim Herzschrittmacher hat der eingebundene Rechner in jedem Fall die Aufgabe, das System zu überwachen und zu steuern. Steuern unter dem Aspekt, dass die angeschlossenen Elektroden angesprochen werden, um im richtigen Moment einen Impuls auszusenden. Zudem muss dieser gesamte Vorgang überwacht werden, damit keine Fehler auftreten und die von den Sensoren aufgenommenen Werte korrekt und zügig analysiert und verarbeitet werden.

b) Hardware

Azure XT DR MRI:

Der Azure XT DR MRI hat einen SEN-11574 Pulssensor, der die Frequenz des Herzens ermittelt und diese an den Mikrocontroller weitergibt. Der Mikrocontroller ist ein MSP 430F1611 Mikroprozessor (Datenblatt: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430f1611.pdf>) mit einem RTOS (Real-time Operating System) als Betriebssystem. Der benötigte Speicher befindet sich im Mikrocontroller. Einige Herzschrittmacher haben zur Beobachtung des Systems eine Bluetooth-Einheit, mit der die Daten über das Smartphone abgerufen werden können.

c) Entwurf

Die Entwickler haben den Mikrocontroller gewählt, weil dieser die Echtzeit-Anforderung erfüllt, die benötigt wird, um die Herzfrequenz zu messen und dementsprechend zu reagieren. Außerdem benötigt der Controller nur sehr wenig Strom und kann länger, ohne Batteriewechsel, im Einsatz bleiben als andere Mikrocontroller.

Aufgabe 2

a) Anforderungen

Der Herzschrittmacher muss im Körper des Patienten implantiert werden und dort den Herzschlagrhythmus beobachten. Falls der Rhythmus unter 60 Schläge pro Minute fällt, muss er mithilfe von elektrischen Stößen korrigiert werden. Das bedeutet, dass der Sensor jeden Herzschlag aufnehmen muss, um diesen an den Mikrocontroller weitergeben. Die Differenzen zwischen den Herzschlägen werden vom Mikrocontroller berechnet und dieser reagiert dementsprechend. Wenn der Herzschlagintervall zu lang ist, wird ein Stromstoß von den Elektroden (Aktoren) an das Herz weitergeleitet, um die Frequenz zu erhöhen.

Größe:

Der Herzschrittmacher muss auf Grund seines Einsatzgebiets (Brust des Menschen) möglichst klein sein, damit er problemlos in die Brust implantiert werden kann.

Effizienz:

Ein weiteres Merkmal, dass der Herzschrittmacher aufweisen muss, ist eine hohe Energieeffizienz, da besonders ältere Modelle ihre Energie aus einer Lithiumiodid-Batterie beziehen und diese nur mit Hilfe einer Operation ausgetauscht werden kann.

Sicherheit/Verlässlichkeit:

Der Sicherheitsaspekt spielt bei dem Herzschrittmacher eine wichtige Rolle, da im Falle einer Manipulation der Software das Leben des Patienten bedroht wäre und dieser im schlimmsten Fall sterben könnte.

Wartbarkeit:

Da der Patient regelmäßig zum Arzt muss, um sich untersuchen zu lassen, muss der Herzschrittmacher eine hohe Wartbarkeit aufweisen, damit Probleme frühzeitig erkannt werden können. Probleme, die sich nicht beheben lassen, können nur durch einen Austausch des Herzschrittmachers gelöst werden. Der Austausch kann zu vielen Komplikationen führen und bringt den Patienten unnötig in Gefahr.

b) Auswirkungen

Diese Anforderungen muss der Herzschrittmacher über Jahre bewältigen und sollte auf keinen Fall ausfallen, weil das Auswirkungen auf den Patienten haben kann, die unter gewissen Umständen zum Tod führen können. Dabei gibt es keine wichtigeren oder zurückzustellenden Anforderungen, weil vor allem im medizinischen Feld eine jede Nichteinhaltung dramatische Auswirkungen haben kann. Sollte ein zu hoher Stromverbrauch vorliegen, widerspricht das der Anforderung der Effizienz. Dies hätte die Folge, dass die Batterie frühzeitig ausgetauscht werden müsste und eine lebensgefährliche Operation, nur für den Austausch einer Batterie, am Patienten durchgeführt werden müsste. Sollte die Anforderung der Größe nicht eingehalten werden, könnte der Herzschrittmacher entweder gar nicht erst eingesetzt werden oder, was noch deutlich schlimmer wäre, Schäden an dem um den Herzschrittmacher liegenden Gewebe anrichten. Im Bezug auf die Wartbarkeit, ist es sinnvoll die Funktionsfähigkeit zu überprüfen, ohne den Herzschrittmacher dafür zu erreichen. Wie bereits erwähnt schafft hier die Bluetooth-Einheit Abhilfe. Bei Nichtbefolgung muss auch hier, wie bei der Nichteinhaltung fast aller Anforderungen im Bezug auf den Herzschrittmacher, im schlimmsten Fall eine an sich unnötige Operation durchgeführt werden.

Taschenrechner

Aufgabe 1

a) Merkmale

Beim Taschenrechner hat der eingebundene Rechner die Aufgabe das System zu steuern. Hier muss beispielsweise das LCD-Display gesteuert werden, damit sowohl die eingegebenen Werte als auch die errechneten Werte angezeigt werden können. Der Rechner selbst ist hier sowohl für die Berechnung der Eingaben als auch für die Steuerung (des Keypads und des Displays) zuständig.

b) Hardware

Der Taschenrechner basiert auf einen 8-Bit AT89S53 Mikrocontroller von Atmel (Datenblatt: http://www.keil.com/dd/docs/datashts/atmel/at89s53_ds.pdf), der mit einem 4x4 Keypad und einem 16x2 LCD-Display (Datenblatt: <https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/ADM1602K-NSW-FBS-3.3v.pdf>) verbunden ist. Dabei gibt es von Hersteller zu Hersteller unterschiedliche Betriebssysteme, die verwendet werden. Der Hersteller Texas Instruments verwendet ein eigens entwickeltes Betriebssystem für seine Taschenrechner. Die neueste Version ist das TI-84 Plus Betriebssystem.

c) Entwurf

Die Entwickler des Taschenrechners mit dem bereits genannten Mikrocontroller sind gewiss nicht die ersten Entwickler eines Taschenrechners. Daraus resultiert, dass es schon vorher genutzte Modell gibt, an denen man sich orientiert hat. Dieser Schritt ergibt zudem auch durchaus Sinn, da das Key-Pad-Layout bei vielen Taschenrechnern gleich ist und man sich aus diesem Grunde nicht an ein neues Layout gewöhnen musste. Es geht hierbei vor allem um eine intuitive und einfache Bedienung, mit einem möglichst kurzen Lernprozess für den Käufer. Der Mikrocontroller selbst wurde auf Grund seines günstigen Preises mit ausreichend Rechenkapazität gewählt und eignen sich gut für den Verwendungszweck.

Aufgabe 2

a) Anforderungen

Der Taschenrechner soll von einem Nutzer bedient werden, um mathematische Probleme schnell und korrekt (die Berechnung selbst soll korrekt sein, da man auf die Eingabe selbst natürlich keinen Einfluss hat) zu lösen. Dabei soll eine intuitive Bedienung gewährleistet sein, damit keine Einarbeitung erforderlich ist. Zudem soll das Gerät einen geringen Stromverbrauch aufweisen, um es ohne einen Tausch der Batterie über einen längeren Zeitraum nutzen zu können.

Zuverlässigkeit:

Der Taschenrechner sollte zuverlässig sein und keine falschen Werte berechnen bzw. Rechenfehler machen (Punkt vor Strich Rechnung).

Wartbarkeit:

Da der Taschenrechner batteriebetrieben ist sollte der Austausch dieser nicht kompliziert und für den User einfach durchführbar sein.

Laufzeit:

Der Taschenrechner sollte die Berechnungen in einem angemessenen Zeitraum durchführen. Gleichzeitig sollen auch das Starten bzw. Herunterfahren eines Taschenrechners zügig von der Hand gehen, da eine schnelle Nutzung ohne Wartezeiten gewünscht ist.

Codegröße:

Der Source-Code sollte kleingenug sein, um in dem Speicher der Mikrocontrollers zu passen. Da viele Taschenrechner heutzutage einen großen Funktionsumfang bieten, gilt es beim Code neben Effizienz und Laufzeit auch auf die Größe zu achten, damit ggf. auch der Nutzer (z.B. bei grafischen Taschenrechnern) eigene Programme auf das Gerät laden und somit starten kann.

b) Auswirkungen

Die Auswirkungen bei der Nichteinhaltung der Anforderungen für einen Taschenrechner sind vielschichtig und hängen letzten Endes auch vom Einsatzgebiet ab, in dem der Taschenrechner verwendet wird. Grundlegend ist die erste Feststellung eine fehlerhafte und defekte Funktion des Taschenrechners. Sollte der Code falsch geschrieben worden sein, so kann es zu falschen Berechnungen kommen, die je nach Einsatzgebiet keine bis fatale Folgen haben können. Dieser Aspekt spielt auch in die Anforderung der Zuverlässigkeit mit ein. Sollte man sich nicht an die Anforderung der Laufzeit halten, muss ggf. zu lange auf ein Ergebnis gewartet werden. Dadurch wird zum Einen die Nutzererfahrung eingeschränkt, macht zum Anderen aber auch die Nutzung des Taschenrechners selbst überflüssig. Wird die Anforderung der Wartbarkeit nicht eingehalten (man verschraubt die Batterie beispielsweise fest und nicht austauschbar) wird der Taschenrechner nach der ersten Nutzungsperiode unbrauchbar. Der Taschenrechner müsste aufwendig von einem Experten wieder betriebsbereit gemacht werden, was wiederum dem eigentlichen Sinn der Nutzung widerspricht.

Quellen (Herzschrittmacher):

<https://de.wikipedia.org/wiki/Herzschrittmacher>

<https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/Herzschrittmacher-Aggregatwechsel.111367.0.html>

<https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Was-leisten-moderne-Herzschrittmacher,herzschrittmacher101.html>

<https://www.heise.de/security/meldung/Moechten-Sie-sterben-Malware-gegen-Herzschrittmacher-laesst-Hersteller-kalt-4133625.html>

<http://www.jcomputers.us/vol3/jcp0308-06.pdf>

<https://pdfs.semanticscholar.org/a4eb/20ca546c75f7012a63a1c4e0342a9d0cbbd5.pdf>

<https://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/cardiac-rhythm/pacemakers/azure.html>

<https://www.hackster.io/radio-energy-11/pacemaker-with-wireless-charging-capabilities-320274>

Quellen (Taschenrechner):

<https://www.theengineeringprojects.com/2015/12/design-simple-calculator-8051-microcontroller.html>

<https://education.ti.com/de/software/details/en/b7dada7fd4aa40ce9d7911b004b8c460/ti84plusoperatingsystem>