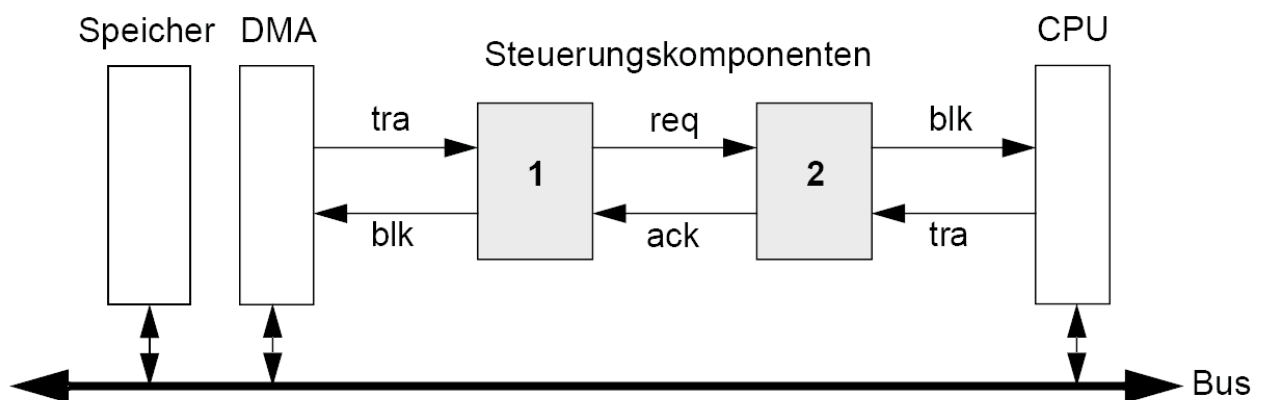


Technische Informatik 1 - HS 2011

Übung 4

Datum: 03.11.2011

1 I/O-System, Bus-Arbitrierung



Ein Speicher, ein DMA Modul und ein Prozessor (CPU) kommunizieren über einen gemeinsamen Bus. Die Arbitrierung zwischen DMA und CPU erfolgt über die Steuerungskomponenten 1 und 2.

Kommunikation zwischen CPU/DMA und den Steuerungskomponenten:

Falls $blk=0$ gilt, teilen DMA und CPU der jeweiligen Steuerungskomponente 1 bzw. 2 durch $tra=1$ mit, wenn sie einen Block Daten übertragen wollen. Die jeweilige Steuerungskomponente antwortet mit $blk=1$, falls eine Übertragung möglich ist. Nach der Übertragung setzen die DMA bzw. CPU das Signal $tra=0$ und die Steuerungskomponente antwortet mit $blk=0$.

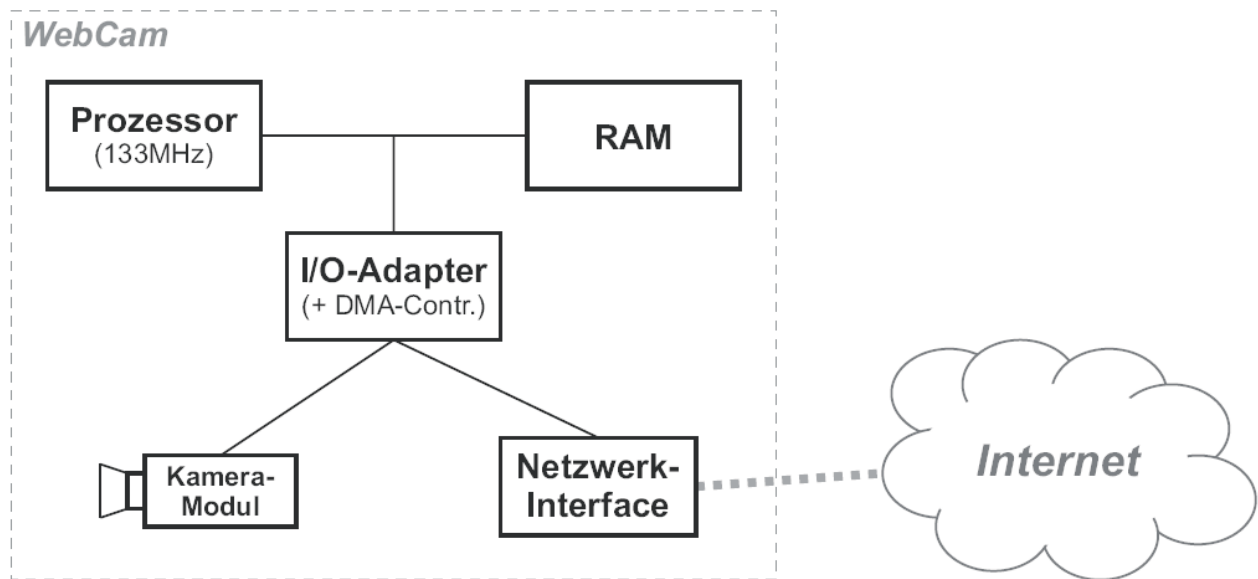
Kommunikation zwischen den Steuerungskomponenten:

Falls das DMA Modul einen Block übertragen will und $ack=0$ gilt, setzt die Steuerungskomponente 1 das Signal $req=1$. Falls die CPU derzeit keine Übertragung durchführt und auch keine Übertragung anfordert, antwortet die Steuerungskomponente 2 mit $ack=1$ und das DMA Modul kann seinen Block übertragen. Ansonsten überträgt die CPU zunächst ihren Block. Nachdem das DMA Modul seinen Block übertragen hat, antwortet die Steuerungskomponente 1 mit $req=0$ und die Steuerungskomponente 2 setzt daraufhin $ack=0$.

Spezifizieren Sie die Funktionen der Steuerungskomponenten 1 und 2 durch jeweils einen endlichen Moore-Automaten. Zur Vereinfachung der Notation können Sie davon ausgehen, dass alle Signale implizit den Wert 0 besitzen, falls sie nicht durch einen Automaten den Wert 1 erhalten.

2 I/O-System "WebCam"

Gegeben sei eine "WebCam", bestehend aus den Systemkomponenten: Prozessor (CPU), Arbeitsspeicher (RAM), I/O-Adapter (mit integriertem DMA-Controller), Digitalkamera-Modul und Netzwerk-Interface (NI).



Spezifikation der System-Komponenten

- Prozessor (CPU):
 - Taktfrequenz: 133 MHz;
 - Wortbreite (Daten): 16 bit.
- Arbeitsspeicher (RAM):
 - Benötigte CPU-Taktzyklen für einen RAM-Lesezugriff (CPU/Speicher-Bus): 4
 - Benötigte CPU-Taktzyklen für einen RAM-Schreibzugriff (CPU/Speicher-Bus): 6
 - Wortbreite (Daten): 16 bit
- I/O-Adapter (Übergang vom CPU/Speicher-Bus zum I/O-Bus):
 - Benötigte CPU-Taktzyklen für einen Lesezugriff (auf Kamera oder Netzwerkinterface): 6
 - Benötigte CPU-Taktzyklen für einen Schreibzugriff (auf Netzwerkinterface): 10
 - Wortbreite (Daten): 16 bit
- DMA-Controller (integriert in I/O-Adapter):
 - Aufsetzen eines kompletten DMA-Transfers benötigt 1150 CPU-Taktzyklen.
- Digitalkamera-Modul (am I/O-Bus):
 - Auflösung des Bildsensors: 640 x 480 Pixel; 24 bit pro Pixel
 - Belichtungsdauer des Bildsensors (CCD): 15 ms
 - Integrierter Bildspeicher für 1 Bild
- Netzwerk-Interface (am I/O-Bus)
 - Verbindet die “WebCam” mit dem Internet
- JPEG-Bildkompressions-Algorithmus (Software):
 - Benötigt insgesamt 2 Mio. CPU-Taktzyklen, um ein Bild (640 x 480 Pixel, 24 bit pro Pixel) aus dem Arbeitsspeicher zu lesen, zu komprimieren und wieder im Speicher abzulegen.

- Reduziert den Speicherplatzbedarf eines Bildes um 85% (konstant)

Funktionsspezifikation des Gesamtsystems

Belichtung des Bildsensors → Datentransfer (Roh-Bilddaten) vom Kamera-Modul in den Arbeitsspeicher (RAM) → JPEG-Kompression → Datentransfer (der komprimierten Bilddaten) ins Netzwerk-Interface → Übertragung der Bilddaten ins Internet.

Hinweis: der ganze Ablauf erfolgt sequenziell. Schreib- und Lesezugriffe können also nicht gleichzeitig erfolgen.

- Wieviele kBytes RAM muss für die Speicherung von einem Bild (unkomprimiert) mindestens vorgesehen werden?
- Wieviele CPU-Taktzyklen benötigt die Übertragung eines unkomprimierten Bildes vom Kamera-Modul in den Arbeitsspeicher (RAM), wenn der Datentransfer vollständig vom DMA-Controller ausgeführt wird?
- Wie lange (in ms) dauert die Übertragung eines komprimierten Bildes vom RAM ins Netzwerk-Interface mittels DMA?
- Wie gross muss die Bandbreite der Internet-Verbindung mindestens sein, damit die vorliegende "WebCam" genau 3 (jeweils aktualisierte) JPEG-Bilder pro Sekunde ins Internet einspeisen kann?
- Wieviele aktualisierte JPEG-Bilder pro Sekunde kann die vorliegende "WebCam" maximal ins Internet einspeisen, wenn die Bandbreite zwischen Netzwerk-Interface und Internet als "sehr gross" (z.B. basierend auf Glasfaser-Technologie, >10 Gbit/s) angenommen wird?

3 Input / Output (Eingabegeräte)

Bei einem Computer werden Ereignisse der beiden Eingabegeräte Tastatur und Maus behandelt. Bei der Tastatur ist ein Ereignis das Drücken oder Loslassen einer Taste, bei der Maus führt jede Bewegung um einen Pixel zu einem Ereignis. Im Folgenden wollen wir für diese zwei Anwendungen bestimmen, ob eine Behandlung mittels Polling oder mittels Interrupt mehr Vorteile bietet. Gehen Sie von den Angaben in der Tabelle aus. Als "maximale Verzögerung" wird die maximal tolerierbare Zeit vom Auslösen des Ereignisses bis zum Abschluss der Behandlung bezeichnet. Der Overhead beim Polling beträgt $5\mu s$ pro Vorgang, der Interrupt-Overhead beträgt $50\mu s$.

	Ereignisrate	Behandlungszeit	maximale Verzögerung
Tastatur	6/s	$500\mu s$	$600\mu s$
Maus	5000/s	$15\mu s$	$150\mu s$

- Berechnen Sie die Polling-Raten, welche für die Tastatur und für die Maus erforderlich sind, damit die maximalen Verzögerungszeiten nicht überschritten werden.
- Berechnen Sie für beide Ereignistypen den Zeitanteil, welchen der Computer mit der Behandlung der Ereignisse (inkl. Overhead) verbringt, je einmal mit Polling und einmal mit Interruptsteuerung. Wie (Polling oder Interrupt) würden Sie die Ereignisse behandeln?

4 Input / Output (Plattenspeicher) (Zusatzaufgabe)

Gegeben sei eine Festplatte mit 4 Schreib-/Leseköpfen. Die Magnetoberflächen sind so beschaffen, dass sich höchstens 400 Spuren pro Zentimeter schreiben lassen, und auf jeder Spur können maximal 40'000 Bits pro Zentimeter gespeichert werden. Der Aussenradius r_{\max} der beschreibbaren Fläche der Platten ist 4.1cm.

- (a) Wie gross sollte der Innenradius r_{\min} der beschreibbaren Fläche gewählt werden, damit die Festplatte möglichst viele Daten fassen kann? Gehen Sie davon aus, dass auf allen Spuren die gleiche Menge Daten gespeichert wird (und die Aufzeichnungsdichte auf keiner Spur die angegebenen 40'000 Bits pro Zentimeter überschreiten darf). Tipp: Finden Sie zuerst eine Formel für die Festplattenkapazität in Abhängigkeit von r_{\min} und suchen Sie dann das Maximum.
- (b) Mit wievielen Umdrehungen pro Minute kann die Platte aus Teilaufgabe (a) betrieben werden, wenn die Laufwerkselektronik höchstens 50 MBit pro Sekunde lesen kann?
- (c) Welchen Aussenradius r_{\max} muss die Festplatte mindestens haben, so dass 100 MB Bruttodaten gespeichert werden können?