

NightWatch — Innovatives Nachtsichtgerät

Ein Ingenieurprojekt von Schülern des TGM

Alexander Greiner, Gerd Krizek

1. Allgemeines

Mit **NightWatch** beginnt die neue Ära der Nachtsichtgeräte. Das System ist kostengünstig im Vergleich zu herkömmlichen Produkten (Röhrenverstärker) und wird einfach zu bedienen sein. Durch diese Aspekte ist die Anschaffung für den Privatanwender wie auch für Profis interessant.

Die primären Systemkomponenten bilden ein CCD (Charge Coupled Device), ein LCD (Liquid Crystal Display) und eine hochentwickelte Treiberschaltung, sowie eine leistungsfähige Spannungsversorgung.

Alle Teile werden in einem Helm montiert. Dieser muss unbedingt wasserdicht und stoßfest sein. Zur besseren Ausleuchtung des zu observierenden Bereiches werden zusätzlich zu den genannten Geräten mehrere IR-LEDs (Infrared Light Emitting Diode) am Helm montiert.

Neben diesem "Hauptgerät" entwickeln wir noch ein Nachtsichtgerät für Gewehrmontage.

Für die Leser dieser Zeitung wird aber wahrscheinlich die Verwendung von Mikroelektronik in unserem Projekt interessanter sein. Neben der für das Projekt verpflichtenden Aufgabenstellung entwerfen wir noch eine Entfernungsmessung mit Laser. Dieses Gerät soll ebenfalls auf dem Gewehr montiert werden. Bitte lesen Sie dazu unter Punkt 2 weiter:

2. Einführung

Eine Laserdiode sendet einen kurzen Lichtimpuls aus, welcher von dem zu messenden Objekt wieder zurückgeworfen, und von einer Fotodiode empfangen wird. Die zeitliche Verzögerung zwischen Abschicken und Empfangen des Impulses wird von einem, eigens für diese Applikation gefertigten, Zähler gemessen, in eine Entfernung umgewandelt und auf einem Display angezeigt. Der genannte Zähler wird in ein EPLD implementiert, die Auswertung der Messsignale und die Ansteuerung der Anzeige übernimmt ein 8051-Microcontroller.

Gerd Krizek

3. Sende- und Empfangsteil

Prinzip

Wir haben uns für eine direkte Laufzeitmessung entschieden. Es soll ein Laserimpuls ausgesendet werden, dessen Laufzeit gemessen wird. Die steigende Flanke, die an die Laserdiode geschickt wird, ist der Start-Puls eines hochfrequenten Zählers. Eine Photo-Diode registriert das reflektierte Signal. Dieses ist das Stop-Signal des Zählers. Der Zählerwert ist dann die Entfernung. Allerdings muss der Zählerwert mit der Taktfrequenz erst auf die Distanz umgerechnet werden.

$$d = |\text{Zähler}| \cdot \frac{1}{f_T} \cdot c$$

c ist die Lichtgeschwindigkeit, f ist die Taktfrequenz des Zählers bzw. die Frequenz des LSBs (least significant bit). Man könnte auch von der Abtastfrequenz des Systems sprechen.

Taktversorgung

Zuerst versuchten wir aus Interesse und zu Versuchszwecken, welche Taktfrequenzen wir mit einem rückgekoppelten invertierenden Schmitttrigger erreichen könnten.



Es gelang uns, einen 50MHz Takt zu erzeugen. Da dies zu gering für das von uns benötigte System ist, entschlossen wir uns, einen Quarzoszillator mit 100 MHz zu verwenden.

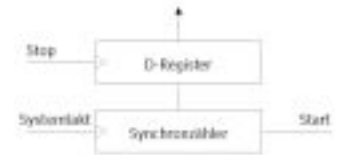
Zähler

Zähler sind bei schnell getakteten Systemen immer problematisch. Gewöhnliche synchrone Zähler erreichen nicht Frequenzen der Größenordnung, wie wir sie benötigen. Darum entschlossen wir uns zuerst für einen asynchronen Zähler. Da der Zähler entsprechend der Spezifikation eine Start- und eine Stopfunktion besitzen muss, benutzten wir ein D-Register, das die Werte übernehmen soll. Die Flanke, die an das D-Reg. geht, ist dabei

das Stop-Signal. Gestartet wird der Zähler mit Reset.



Als alternative Lösung wählten wir einen synchronen Zähler. Dazu benutzten wir ein besonderes Design eines synchronen Zählers, das höhere Taktraten verarbeiten kann, dafür allerdings einen größeren Platzbedarf hat. Die Start- und Stopfunktion mit D-Register ließen wir gleich.



Der Takt ist bei der synchronen Lösung ein globaler Systemtakt. Bei der asynchronen Lösung handelt es sich lediglich um den Takt des ersten Registers.

Implementierung

Wir wählten ein ALTERA EPLD der Serie MAX 5000 (EPM5032-DC). Es handelt sich um einen UV-löschbaren Baustein. Die MAX 5000 Serie ist auf hohe Geschwindigkeit hin ausgelegt.

Mit Hilfe der Implementationssoftware MAX PLUS konnten wir die asynchrone sowie die synchrone Lösung erfolgreich implementieren. Der Versuchsaufbau lieferte die erwarteten Ergebnisse.

Für welche der beiden Lösung wir uns entscheiden werden ist noch nicht fix, jedoch favorisieren wir die Lösung mit synchronem Zähler, da asynchrone Zähler bei hohen Frequenzen unangenehme Eigenschaften haben. "Hochfrequent" meint Systeme, bei denen die Laufzeit vom Takteingang zur höchsten Stufe in der Größenordnung der Periodendauer des Taktes liegt. Liest man zu einem bestimmten Zeitpunkt die Werte des Zählers aus, so haben die niederwertigen Stufen bereits neue Werte angenommen, bevor die höherwertigen Stufen von einer niederwertigen Stufe angesprochen wurden. Man kann sagen, dass der richtige Zählerwert zeitlich "verzogen" ist. Stoppt man den Zähler zu einem Zeitpunkt muss man eine Korrektur vornehmen. Um dies

zu vermeiden, werden wir uns wahrscheinlich für die Verwendung des synchronen Zählers entscheiden.

Alexander Greiner

4. Datenerfassung

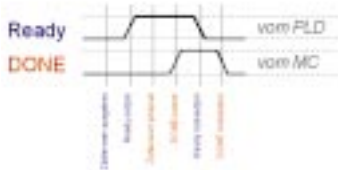
Es ging darum, von dem Zähler die gemessene Entfernung zu erhalten, und dann weiter zu verarbeiten. Die Steuerungshardware des Zählers und der Microcontroller (MC) kommunizieren miteinander über ein einfaches Protokoll. Der MC hat nun den Mittelwert von einer bestimmten Anzahl an Entfernungsmesswerten zu errechnen und auf einer Anzeige auszugeben. Aufgrund des Platzmangels im Chip, der geringen Stromversorgung und des niedrig zu haltenden Preises des Geräts war es unablässig, eine eigene MC-Umgebung für dieses Projekt zu schaffen.

Microcontrollersystem

Die elektronische Umgebung, die der MC AT89C51 von ATMEL Inc. benötigt, ist minimal. Daher führe ich diese im nachfolgenden Blockschaltbild gar nicht an.

Links im Bild muss man sich die Zähler-schaltung vorstellen. Mit den zwei Handshake-Leitungen READY und DONE teilen die Schaltungen einander deren internen Status mit und über den Datenbus wird der aktuelle Zählerwert zum MC geschickt.

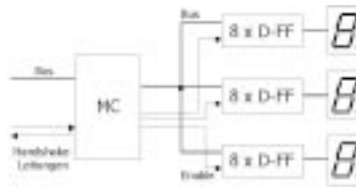
Dabei beginnt das PLD mit dem Hochziehen des READY-Signal, welches indiziert, dass die Messung abgeschlossen ist und der Zählerwert fertig zum Abholen ist. Der MC liest daraufhin den Wert ein und signalisiert dem PLD durch Hochziehen der Leitung DONE, dass der Wert eingelesen wurde. Beide Systeme legen die Leitungen dann sofort auf LOW.



Der Datenbus, über den der Zählerwert dem Microcontroller übergeben wird, ist in der derzeitigen Ausführung 8 Bit breit. Im MC wird nun der Zählerwert in einen Ringspeicher von zehn Elementen eingefügt und dann der Mittelwert über diese zehn Zählerwerte gebildet. Wenn nun der Ringspeicher leer ist, und nacheinander Werte hineinfließen, "schaukelt" sich der Mittelwert sozusagen "auf". Dies passiert aber so schnell, dass es dem Benutzer gar nicht auffällt.

Da der MC leider nur vier Ports besitzt, musste ich mir eine Ansteuerschaltung

für das dreistellige Display einfallen lassen. (Würde ich diese Schaltung nicht



verwenden, bräuchte ich drei (!) Ports zum Ansteuern der 7-Segment-LEDs.) Ich schaffte mir also einen Datenbus von 8 Bit Breite und drei Steuerleitungen zum Auswählen der LED. Der Datenbus wird an die Eingänge von drei 8-fach D-Flip-Flops angeschlossen und die Steuerleitungen werden mit den Takteingängen der FFs verbunden. Um jetzt eine LED zum Leuchten zu bringen, muss man nur den entsprechenden 7-Segment-Code des anzuzeigenden Zeichens auf den Datenbus legen und das FF zu selektieren. Die Daten werden nur beim entsprechenden FF übernommen und jeweils an der Einer-, Zehner- oder Hunderterstelle angezeigt, wobei die anderen LEDs natürlich gleich bleiben.

Microcontroller-Software

Die Software ist nicht sehr umfangreich (842 Byte) und modular aufgebaut. Daher werde ich hier nur zwei wichtige Programmteile anführen.



Nach dem Einschalten der Spannungsversorgung wird vom Watchdog-IC ein globaler RESET erzeugt, durch welchen der MC bei Adresse 0 anfängt, das Programm abzuarbeiten. Zuerst werden nun die Timer- und Interruptregister eingestellt, der Ringspeicher geleert und die 7-Segment-LEDs gelöscht. Danach wartet der MC auf das erste Handshake-Signal (siehe "Microcontrollersystem"). Wenn dieses richtig eingelangt, beginnt der Controller mit seiner "Arbeit", dem Messen, Bilden des Mittelwerts und Ausgeben des Werts auf dem Display. Diese Arbeitsschritte führt er solange aus, wie die Spannungsversorgung angelegt ist und kein RESET durchgeführt wird.

Die Messung läuft folgendermaßen ab: zuerst werden die Elemente des Ringspeichers jeweils um ein Element nach unten verschoben, um Platz für den neuen Wert zu machen, der danach eingelesen und in den frei gewordenen Speicherplatz ge-

schrieben wird. Dann erzeugt der MC das zweite Signal für das Handshake mit der

Messung durchführen



Steuerungshardware des Zählers. Im nächsten Schritt errechnet der MC den Mittelwert aller im Ringspeicher enthaltenen Zählerwerte.

5. Danksagung

Die Komponenten für das Grundgerät, den Nachtsicht-Helm, sind erstens sehr teuer und zweitens in Österreich nicht erhältlich. Daher mussten wir in den USA, Deutschland und Japan einkaufen. Finanzielle Unterstützung dafür erhielten wir von der Wiener Firma ELRESTA Ges.m.b.H., welche elektronische Regelungen, Steuerungen und Anlagen erzeugt. Für unser Teilprojekt Laservisier haben wir freundlicherweise von der Firma KETTNER Eduard Ges.m.b.H. & Co KG ein Luftdruckgewehr zur Verfügung gestellt bekommen. Als dritte Firma nenne ich DIALOG Elektrogeräte Vertriebsges.m.b.H., die uns bei der Programmierung der Microcontroller unterstützt hat.

6. Die Projektgruppe

Seit dem vorigen Schuljahr 1997/98 setzen wir uns aus Johann Fleischer, Alexander Greiner und Gerd Krizek zusammen. Gegründet als Entwicklergruppe im FTKL-Unterricht (Fertigungstechnik und Konstruktionslehre), haben wir uns bald den Namen Novatec gegeben. Unser zuständiger Projektbetreuer ist Prof. DI. Dr. techn. Günter Zandra.

7. Kontakt

Laufend können Sie neue Informationen von unserer Homepage im Internet herunterladen. Dort befindet sich auch eine genaue Beschreibung des Gesamtprojekts, Fotos der Komponenten und der Projektpräsentation sowie allgemeine Informationen zum Ingenieurprojekt am TGM.

InfoPool NightWatch:
<http://nightwatch.pcnews.at>

Wenn Sie noch Fragen zu unserem Projekt haben, kontaktieren Sie uns bitte per E-Mail unter nightwatch@pcnews.at.