

EMULATOR FÜR EIN MINIATUR-DATENERFASSUNGSSYSTEM

J. List, G. Wiesspeiner, M. Ladstätter, B. Luber

=BTI= Büro für Technologie und Innovation, A-8010 Graz

Institut für Elektro- u. Biomedizinische Technik, TU Graz

ZUSAMMENFASSUNG:

Zur Realisierung eigener Mess- und Steueraufgaben für das Miniatur-Datenerfassungssystem MicroMonitor3 wurde ein komfortabler Emulator entwickelt, der es gestattet, im Entwicklungslabor die Hard- und Software für jene Peripherie zu erproben, die in der Praxis beim Miniatur-Datenerfassungssystem verwendet werden soll. Darüber hinaus verfügt dieser Emulator über zusätzliche Hardware-Komponenten und Schnittstellen, die das Arbeiten mit dem System erleichtern und somit das Erstellen eigener Anwendungen unterstützen.

Damit ist es möglich, die Hard- und Software im Echt-Betrieb bereits unter Laborbedingungen zu testen und auf effiziente Weise spezifische Applikationen in kurzer Entwicklungszeit zu realisieren.

1. EINLEITUNG

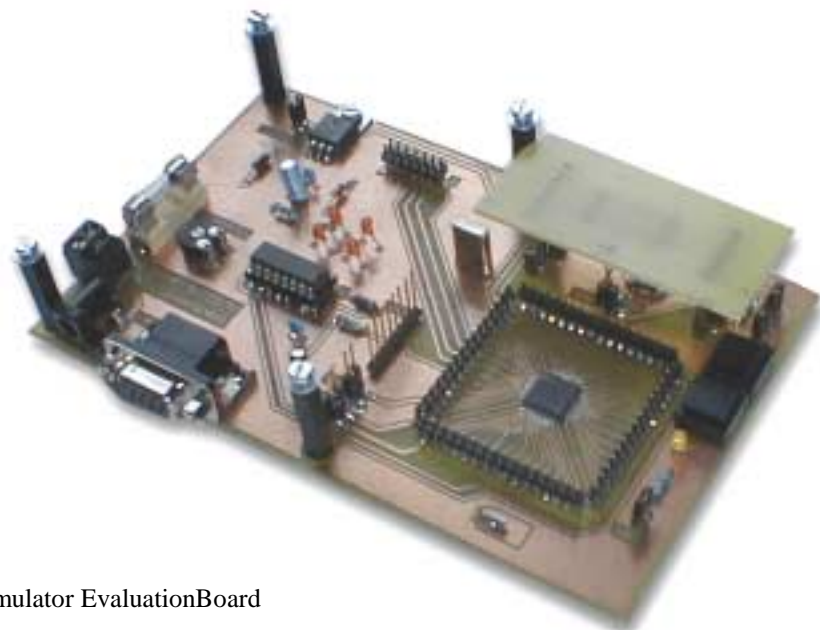


Abbildung 1: Emulator EvaluationBoard

In diesem Beitrag werden die Hard- und Softwarekomponenten, sowie deren Integration in den Emulator für das Miniatur-Datenerfassungssystem MicroMonitor3 (MM3) dargestellt, insbesondere auch Spezifikationen, Compiler, BIOS, C-Library und Betriebssystem.

2. HARDWARE-KOMPONENTEN

Der Emulator, auch EvaluationBoard genannt, besteht im Kern aus den gleichen Komponenten, die auch für das Miniatur-Datenerfassungssystem MicroMonitor3 [1] verwendet werden. Als Micro-Controller (μC) wird der MSP430F149 [2] von Texas Instruments verwendet, der Flash-Speicher K9F1208UOA-D [3] verfügt über 64 MB Kapazität und stammt von Samsung.

Als zusätzliche, beim Entwicklungs-Prozess unterstützende Hardware-Komponenten sind auf dem EvaluationBoard integriert:

- die für die Schnittstelle erforderliche Hardware,
- ein einstellbarer Spannungsregler,
- eine Reset-Taste,
- eine beliebig verwendbare Taste,
- eine beliebig verwendbare LED,
- und ein Hochfrequenz-Quarz.

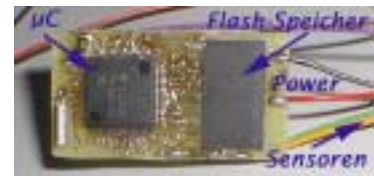


Abb. 2: MM3 30 x 20 mm

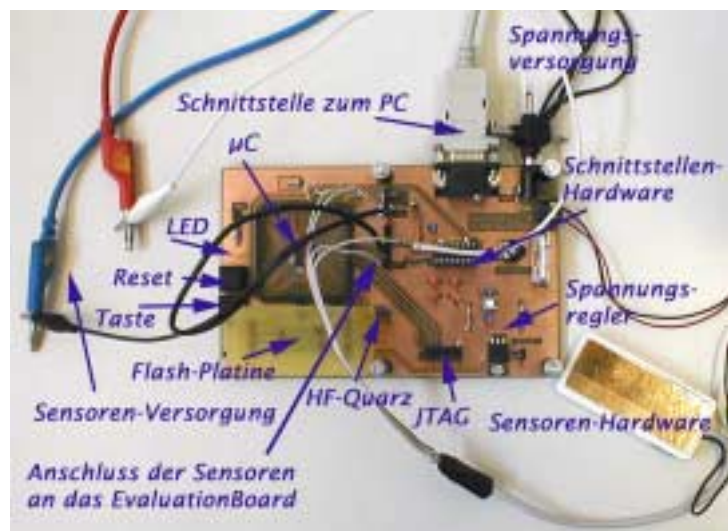


Abbildung 3: EvaluationBoard 160 x 100 mm

Darüber hinaus sind alle Pins des Micro-Controllers über Stiftleisten zugänglich, sodass der Micro-Controller nicht auf dem EvaluationBoard direkt aufgelötet werden muss, sondern über eine spezielle Controller-Platine aufgesteckt werden kann. Ebenso ist der Flash-Speicher über eine eigene Flash-Platine aufsteckbar und kann somit leicht getauscht werden.

Die Platine des Emulators verfügt über Stiftleisten für z.B. alle Analog-Eingangs-Pins, über die eine Modul-Platine aufgesteckt werden kann. Eine der eigenen Anwendung angepasste Modul-Platine (mit z.B. spezieller Sensor-Hardware) kann man zunächst für die ersten Tests in konventioneller Technik entwickeln, später dann miniaturisieren und wieder am Emulator ausgiebigen Tests unterziehen.

3. SPEZIFIKATIONEN DES EMULATORS

- Messauflösung des Emulators: 8 bzw. 12 Bit
- Messkanäle: 8 (über Stiftleisten zugänglich)
- Abtastfrequenz: max. 3277 Hz @ 8 Kanälen
- Aufnahmezeitdauer:
bis zu 17 h 22 min @ 8 bit @ 1 kHz @ 1 Kanal
- Emulator-Analog-Eingangssignal: 0 - 2,5 V
- 4 beliebig verwendbare Digital-Eingänge
- 8 beliebig verwendbare Digital-Ausgänge
- Schnittstelle: RS232 mit 115200 bps
- Stromverbrauch: max. 15 mA @ 9 V
- Abmessungen: 160 x 100 x 35 mm
- Gewicht: 114 g

4. SOFTWARE-KOMPONENTEN

Um das EvaluationBoard möglichst einfach für eigene Entwicklungsaufgaben nutzen zu können, wurden angepasste Software-Komponenten entwickelt. Ziel war es, dem Entwickler die zeitraubende, komplizierte Arbeit an hardwarenahen Zugriffsroutinen abzunehmen und ihm diese so zur Verfügung zu stellen, dass er sie leicht in seine eigene Software einbinden kann.

Eine weitere Anforderung war, den Programm-Download zum Emulator zu vereinfachen. Dieser erfolgt üblicherweise mit dem JTAG-Programmer (Flash Emulation Tool [4] von Texas Instruments [5]), mit dem auch das Debuggen der Software direkt im Compiler funktioniert. Der eigens entwickelte Programm-Download hingegen erfolgt mit Hilfe eines BIOS auf dem Emulator, das es ermöglicht, Programme über die Schnittstelle zu übertragen.

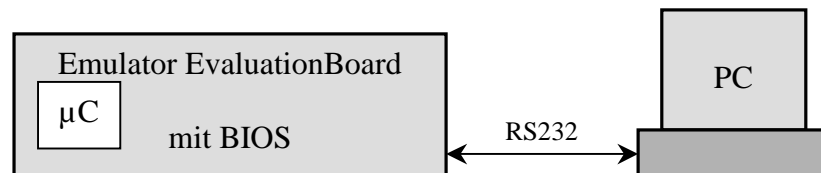


Abbildung 4: Download mittels BIOS über die Schnittstelle

Der Download der über den Compiler generierten Programm-Datei im TI-TXT-Format [6] erfolgt innerhalb weniger Sekunden und erfordert keine spezielle Programmier-Hardware, kann also über jeden PC mittels eines einfachen Terminalprogrammes erfolgen.

Um die Entwicklung eigener Software zu unterstützen, stehen folgende Komponenten zur Verfügung, die nun näher beschrieben werden:

- C-Compiler mit Debug-Funktionen
- BIOS mit Download-Funktion
- C-Library mit umfassenden Grundfunktionen
- Betriebssystem mit Command Line Interface (CLI)

4.1 COMPILER

Für den Micro-Controller MSP430F149 [2] stehen u.a. folgende C-Compiler als freie, jedoch limitierte Demo- bzw. Vollversion zur Verfügung:

- IAR Embedded Workbench for MSP430 [7]
- Archelon Quadravox AQ430 [8]
- ImageCraft ICC430 [9]

Die später ausführlicher behandelte C-Library wurde mit dem Compiler AQ430 erstellt, der über einen integrierten Debugger verfügt und ein einfaches Einbinden von Assembler-Code ermöglicht. Um die Software komfortabel am μ C debuggen zu können, sollte das Programmieren über den JTAG-Programmer (z.B. Flash Emulation Tool [4] von Texas Instruments [5]) erfolgen.

4.2 BIOS

Das „BIOS“ managt den Speicher-Zugriff auf Daten und Programme des Systems und es stellt ein eigenes Command Line Interface (CLI) zur Verfügung, das seine Befehle über die Schnittstelle erhält. Über dieses CLI wird auch der Download neuer Applikationen in den μ C (mittels im Compiler generierter Programm-Dateien im TI-TXT-Format [6]) ermöglicht.

Das CLI des BIOS verfügt u.a. über folgende Befehle:

w (W):	Starts Program-Download to MM3 using Send File	x (X):	Erases MSP-Flash-Memory
p (P):	Erases MSP-Flash-Memory and starts Program-Download to MM3 using Send File	r (R):	Shows Interrupt Vectors & Errors
		t (T):	Write-Test of Interrupt Vectors

4.3 C-LIBRARY

Die vom Compiler AQ430 einbindbare Library stellt in C umfassende Grundfunktionen für den Zugriff auf zum Beispiel

- Flash-Speicher
- ADC
- Uhr
- Schnittstelle

zur Verfügung.

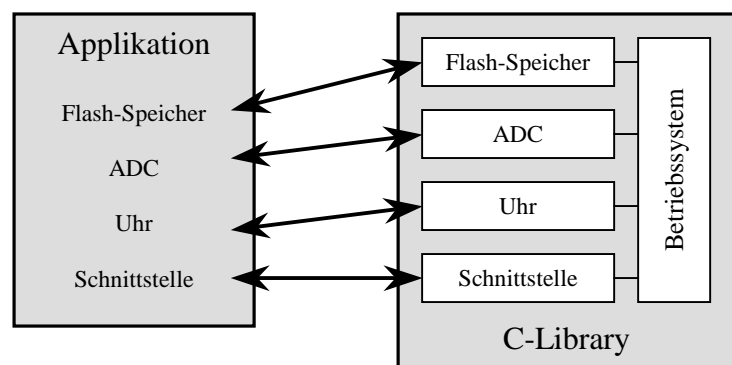


Abbildung 5: Einbindung der C-Library

Dadurch ist es nicht mehr erforderlich, sich intensiv mit den hardwarenahen Abläufen (z.B. für den Zugriff auf den Flash-Speicher) auseinanderzusetzen, und man kann sich somit auf die Applikation selbst konzentrieren.

4.4 BETRIEBSSYSTEM

Das Betriebssystem des EvaluationBoards basiert auf Grundfunktionen der C-Library und ist in ihr enthalten. Es kann in einer selbst entwickelten Applikation gestartet werden, wenn die C-Library eingebunden wird.

Die Bedienung des Betriebssystems erfolgt über das integrierte Command Line Interface, das seine Befehle über die Schnittstelle erhält.

Im CLI des Betriebssystems sind beispielsweise folgende Befehle vorhanden:

CT: Controller Test	Checks Controller and Flash Memory	AI: Analog Input	Sends one Analog Data Frame to PC directly
FE: Flash Erase	Erases whole Flash Memory (except Time)	DI: Digital Input	Sends one Digital Data Frame to PC directly
TR: Time Read	Reads Time from MM3 to PC	DO: Digital Output	Switches Digital Output Pins according PC Values
TS: Time Set	Writes Time from PC to MM3		
GO: Go	Starts Application of MM3		

Der Benutzer kann die Befehle entweder über ein Terminalprogramm eingeben oder er verwendet die eigens für den MicroMonitor3 entwickelte PC-Software MicroMonitor Communication [10], die ein einfaches Bedienen des Systems ermöglicht.

5. ANWENDUNGSBEREICHE

Die Hauptanwendung des Miniatur-Datenerfassungssystems MicroMonitor3 und somit auch des EvaluationBoards liegt im Bereich eines Datenloggers.

Ein anderer Anwendungsbereich liegt in der Verwendung als ADC/IO-Messkarte, da das EvaluationBoard über 8 Analog- und 4 Digital-Eingänge sowie über 8 Digital-Ausgänge verfügt.

Anwendungsbeispiele (ausführliche Beschreibung unter [10]):

- Entwicklung eines Messsystems für Belastungen in einem Tennisschläger
- Entwicklung eines Langzeit-EKG-Recorders

6. SCHLUSSBEMERKUNG

Da dem Miniatur-Datenerfassungssystem MicroMonitor3 ein breites Anwendungsspektrum offen steht, ist es gerade aus diesem Grund notwendig, die Software-Entwicklung möglichst zu vereinfachen und zu beschleunigen, um für jeden Anwendungsfall schnell eine optimal angepasste Software erstellen zu können.

Um diese Zielsetzung zu unterstützen, wurde das EvaluationBoard entwickelt. Das Gesamtpaket aus Hard- und Software (Emulator mit erweiterbarer Modul-Platine, BIOS, C-Library und Betriebssystem) fördert den Entwicklungsprozess in vielfältiger Weise und hilft insbesondere Entwicklungszeit einzusparen, da die Systemfunktionen bereits vorhanden sind und man sich daher mit komfortabler Unterstützung auf die Entwicklung eigener Applikationen konzentrieren kann.

7. LITERATURLISTE

1. M. Ladstätter, G. Wiesspeiner, B. Luber, J. List, „Miniatur-Datenerfassungssystem mit BGA-Flash“. Tagungsband Mikroelektronik 2003 (ME03), Österreich, Wien, Juli 2003
2. MSP430F149, 16-Bit Ultra-Low-Power Microcontroller, Texas Instruments, Datasheet: <http://www-s.ti.com/sc/ds/msp430f149.pdf>
3. K9F1208U0A, 64M x 8 Bit NAND Flash Memory, Samsung, Datasheet: <http://www.samsung.com/Products/Semiconductor/Flash/NAND/512Mbit/K9F1208U0A/K9F12XXX0A.PDF>
4. MSP430F13X/F14x Flash Emulation Tool MSP-FET430P140, Datasheet: <http://www-s.ti.com/sc/psheets/slas272d/slas272d.pdf>
5. Texas Instruments, 8505 Forest Lane, M/S 8671, Dallas, TX 75243, USA, <http://www.ti.com/>
6. TI-TXT File Format, Texas Instruments, <http://focus.ti.com/lit/ug/slau048c/slau048c.pdf>
7. IAR Embedded Workbench for Texas Instruments MSP430, IAR SYSTEMS AB, PO Box 23051, Islandsгатan 2, S-750 23 Uppsala, Sweden, http://www.iar.com/Products/EW/EW_Product.asp?name=EW430&manufacturer=Texas+Instruments
8. Quadravox, Inc 1708 N.Greenville Ave, Suite 608 Richardson, TX 75081, USA, <http://www.quadravox.com/aq430arm.htm>
9. ImageCraft Texas Instruments Development Tools, 706 Colorado Ave. #10-88, Palo Alto, CA 94303, USA <http://www.imagecraft.com/software/tdevtools.html>
10. B. Luber, G. Wiesspeiner, J. List, M. Ladstätter, „Messdatenauswertung für ein Miniatur-Datenerfassungssystem“. Tagungsband Mikroelektronik 2003 (ME03), Österreich, Wien, Juli 2003