Projektbericht 5. Semester

Name1 und Name2

28. Februar 2012

Inhaltsverzeichnis

Im Rahmen des embeddedOptiBiohash Projektes im 5. Semester sahen wir uns neben der Hauptaufgabe mit einer Reihe an weiteren Fragestellungen konfrontriert, die teils gegeben wurden aber überwiegend selbst gestellt waren.
So haben wir uns unter anderem mit folgenden Fragen beschäftig:

- Welche Lizenstechnischen Freiheiten haben wir? z.B. um Quelltext aus anderen (freien) Bibliotheken zu nutzen
- Gibt es Dokumentation zum Quelltext, bzw Minimalbeispiele um sich reinzufinden und mit der Plattform vertraut zu machen.
- Gibt es alternativen zur proprietären IDE, die in zur Verfügung gestellten Evaluierungsversion nur recht kleine Firmare flashen kann, die ohne technische Einschränkungen und auf richtigen Betriebssystemen funktioniert?

Dazu sollen wir noch, von den Betreuern gestellt, einige Tests zu Alterungsprozessen mit einem gegeben Datensatz und dem Biohash machen.
Im nachhinein Implementieren wir dann - die eigentliche Aufgabe- ein Konzept für eine mögliche graphische Oberfläche, die den Biohash auf dem Gerät nutzbar macht?
Die Dokumentation unterteilt sich gemäß der einzelnen Arbeitspakete in autarke Abschnitte, die auch losgelöst voneinander stehen können.

- FOSS-Lizensen
- Fosstoolchain
- Alterungstest
- Implementierung

1 Organisation

Die allgemeine Kommunikation war gut, die meist wöchentlichen Meetings zum feststellen des Fortschrittes und absprechen der nächsten Schritte ebenso. Unterstützend könnte man dazu Projektverwaltungssoftware wie Trac oder Redmine einsetzen, bei der auch Arbeitspakete erstellt, gewissen Personen als Bearbeiter und anderen als Hypervisor zugewiesen werden können. Damit kann man den Fortschritt auch gut verfolgen,wenn man sich mal nicht trifft und man selbst sieht auch auf einem Blick wo man steht.

Zudem hat man durch die Notizen zur den Arbeitspaketen auch gleiche eine Art Doku, wodurch sich der Aufwand dafür minimieren würde. Eine Intensivere nutzung von SCM, bzw erstmal ein zuverlässiges und Zeitgemäßes SCM wär auch wünschenswert. In Projekten mit mehreren Entwicklern, die auch verteilt arbeiten sollte sowas heutzutage zum allgemeinen Arbeitsfluss gehören. Die vorteile dafür sind gemäß der Device "commit early and often"man selbst und andere sehen sofort was als letztes verändert wurde und in einem kurzen knackigen Kommentar für die Log auch ohne in die Source zu gucken. man kann das ganze auch ein Bugtrackingsystem koppeln (siehe trac/redmine) und kann Bugs fillen und zu den commits zuordnen. Es kann auch ein Buildserver angebunden werden, der je nach policy z.b. commitgesteuert Testet (siehe TDD) oder einfach so versucht das Projekt zu bauen und bei einem Fehler wird sofort Alarm geschlagen um regressionen zu vermeiden.

Eine zusätzliche Verbesserung wäre es die Quelltexte durch ein Dokutool (z.b Doxygen) zu jagen um damit eine dedizierte Dokumentation über die Funktionen, quasi der API, zu haben. So kann man auch mal außerhalb der Entwicklungsumgebung sich gedanken zum Programmablauf machen.

2 Lizenzen

„Softwarelizenzen erklären, wie derjenige, der die Rechte an der Software hält (für gewöhnlich der Autor), sie verwendet sehen will und welche Freiheiten oder Einschränkungen sie besitzt. Ohne eine Lizenz könnten viele Verwendungsmöglichkeiten der Software verboten sein.“[1]

2.1 Freie Lizenzen

Freie Lizenzen haben die Besonderheit dem Benutzer die vier Freiheiten die Software zu benutzen, zu studieren, zu modifieren und weiter zuverbreiten zu gewähren. Dadurch gehen für den Nutzer viele Vorteile einher. Unter anderem vermindert er das Risiko, dass seine Investition (Einrichtung, Schulung der Mitarbeiter) nicht verpufft, wenn der Hersteller sein Produkt einstellt oder Pleite geht.

Einige Freie Software Projekte wurden daher aus der Insolvenzmasse pleitegegangener Firmen herausgelöst oder wie Blender freigekauft[2]. Die bekanntesten Floss Lizenzen sind die der GPL und BSD Familie. Da gibt es für die verschiedenen Freiheitsgrade diverse Abwandlungen und vor allem bei von den BSD-Lizenzen viele Modifikationen, die auf die Bedürfnisse der Autoren angepasst sind.

2.2 Copyleft und Copyright

Die wesentlichen Unterschiede wurden ja im Vortag beim Projekttreffen besprochen und die Art der Lizenz im Vorfeld schon festgestellt und im Treffen bestätigt. Ob die Liziensierung unter einer BSD mit den Bibliotheken von Keil möglich ist, müsste aber nochmal geprüft werden.

Wenn man sich im klaren ist was man selber mit dem Programm machen will und was andere mit Kompilat und Quelltexte machen dürfen kann man sich auf eine spezielle Lizenz festlegen.

2.3 Lizenzen im Projekt

Um einen Vorschlag für eine passende Lizenz zu machen wurden die Quelltexte des Projekts untersucht. Dabei wurden im groben die folgenden vier Quellen ausfindig gemacht.

- vom Keil Compiler
- von Stepover
- aus Auftragsarbeit
- von der FH erstellt

[1] http://fsfe.org/projects/ftf/faq-what-is-licensing.de.html
[2] http://www.blender.org/blenderorg/blender-foundation/history/

Die Herrkunft der Quelltexte bringt natürich enormes Gewicht in den Auswahlprozess der Lizenzfindung. Zum einen können schon einzelne Codezeilen das ganze Werk infizieren, zum anderen geben Lizenzen auch gewissen Anforderungen an das Projekt mit. Die gplartigen Lizenzen verlanden unter anderem, dass das Werk zu jederzeit compilier und ausführbar ist. Man kann also keine essentiellen Bibliotheken proprietärer Herrkunft benutzen.
Einige hardwarenahe Bibliotheken stammen direkt auf dem Pool des Keil Compilers und unterliegen einer einem eingeschränkten Nutzungsrecht, der im Lizenzvertrag oder EULA der IDE nachlesbar ist.
Über die Quelltexte von Stepover kann nur Stepover verfügen und über die aus den Auftragsarbeiten je nach Vertragsgestaltung auch Stepover oder der Auftragsprogrammierer.
FH intern kann nach Zustimmung der einzelnen Entwickler die Lizenz recht ungezwungen festgelegt werden. Man sollte nur beachten, dass man nach deutschen Recht kein Urheberschaft abtreten kann, sondern nur die Nutzungsrechte. Da im allgemeinen mit den Studenten keine (Arbeits)Verträge geschlossen wurden, in denen geregelt ist wer und in welchem Umfang die Nutzungsrechte an den erstellen Quelltexte hat bedarf es der Zustimmung des Autors.

3 Werkzeuge

Software für eingebettete Systeme wird im groben wie normale Software erstellt, aber man brauch noch einige Hilfsmittel. Neben dem Editor, Compilersuite und Debugger wird noch ein Hilfsmittel benötigt um die Software auf das System zu bringen, da hat sich in der Entwicklung ein sogenanntes On Chip Debugger (OCD) etabliert. Im Folgenden wird kurz das vorgegebene Werkzeug betrachtet und ein überblick über alternative Möglichkeit gegeben.

3.1 Keil IDE

Die Keil IDE läuft leider nur auf einer sehr eingeschränkten Anzahl von Plattformen und ist nicht Möglich das Programm auf anderen Plattformen auszuführen, selbst wenn man die Windows API bereit stellt.

Zum anderen ist eine Vollwertige recht kostspielig. Die Evaluationsversion hat als einzige mir bekannte eineschränkung, dass nur Binarys bis zu einer bestimmten Größe geflasht werden können.[3]

Wenn man also die IDE toll oder unentbehrlich findet, kann man sich ab einer gewissen Projektgröße die Vollversion kaufen oder man flasht das Kompilat dediziert auf die Microcontroller Unit (MCU).

3.2 Firmware frei erstellen

Es gibt natürlich unzählige alternativen, die Firmware anders zu erstellen. Ein sehr beliebter Aufbau ist die einzelne Bestandteile Editor, Compiler, Debugger und Flashtool als eigentständige Werkzeuge zu haben und mit Makefiles zu steuern. Dieser modulare bietet im gegenzug zur proprietären IDE den Vorteil, dass man einzelne Bestandteile bei Bedarf ausstauschen kann. Es könnte sich zum beispiel herrausstellen, dass man einen anderen Compiler nutzen muss und der lässt sich dann einfach in den Makefiles austauschen. Es gibt auch IDEs die den austausch von Compilern ermöglichen. Ein weiterer Vorteil ist, dass jeder Entwickler seinen lieblingseditor auf seiner lieblingsplattform nutzen kann und bei Bedarf auch Buildserver aufgestellt werden können.

Buildserver spielen bei der Quallitätssicherung eine große Rolle. In Verbindung mit Source Code Management Software[4] lassen sich auch Continous Integrations Systeme[5] aufbauen. Dadurch wird die Quallität der Software erhöht, die Bugdichte verringert und Regressionen vermieden[6].

[3] Kompiliert wird die Source aber komplett!
[4] auch bekannt unter Revisionsverwaltung
[5] `http://en.wikipedia.org/wiki/Continuous_integration`
[6] Vorrausgesetzt es wird von allen richtig angewand

3.2.1 Die Gnu Compiler Collection

In den letzten Jahren wurde der Gnu C Compiler (gcc) auch kontinuierlich für ARM CPUs optimiert. Es gibt aber auch eine ältere Benchmarks[7] die dem GCC schon vor 5 Jahren als gut im vergleich zu anderen Compilern einstuften. Bei der Recherche ist auch aufgefallen, dass Benchmarks aus den Reihen der Compilerhersteller unverhältnismäßig viel besser waren als der GCC im Vergleich zu unabhängigeren Benchmarks. Daher wird auf explizete Vergleiche und Zahlen verzichtent, zum anderen war es in dem knappen Zeitrahmen nicht möglich eigenen Tests zu fahren.

Als freie C-Bibliothek für baremetal Systeme wird sehr oft die unter BSD stehende Newlib[8] empfohlen. Die Newlib ist eine sehr schlanke C-Bilbiotheke, die speziell für den einsatz auf eingebetteten Systemen entwickelt wurde. Wenn man aber Anwendungen für die Ausführung auf einem Betriebssystem baut, brauch man eine andere C-Bibliothek. Für GNU/Linuxsysteme gibt es da unter anderem die uClibc.

Wenn es schon verschiedene C-Bibliotheken gibt, gibt es auch verschieden optimierte Compiler. So kann der GCC für Linux oder "none"Targests gebaut sein. None steht für ohne Betriebssystem. Und die ABI ist meitens auch im Präfix mit angebenen. So verwendet man für baremetal Systeme heutzutage einen arm-none-eabi-*[9].

3.2.2 OpenOCD

Um das Kompilat nun auf das Target zu bekommen, brauch man noch ein Flashtool. Da hat sich als Software das OpenOCD[10] etabliert. Das kann mit vielen verschiedenen JTAGPods zusammen arbeiten und unterstützt eine vielzahl von ARM Mikrontrollern.

Nachdem man sich OpenOCD installiert und einen unterstützten JTAGPod hat, muss man sich noch eine Configurationsdatei für sein Target suchen oder selbst erstellen und es kann losgehen.

Vom Arbeitsfluss her ist das so konzipiert, dass der Openocd als mit dem JTAGPod spricht und als Serveranwendung über den Port 3333 eine GDB-Schnittstelle und über Port 4444 eine Schnittstelle für Telnet bereitstellt. Wenn man sich per Telnet mit dem OpenOCD verbindet, kann man diverse Operationen auf dem Microcontroller ausführen. Zum beispiel Anhalten, Resetten, Register auslesen, Register schreiben, den Flash auslesen und den Flash beschreiben.

So kann man eine Intelhexdatei aus dem Keilcompiler mit

```
flash write\_image erase firmware.hex 0 ihex
```

in den Flash schreiben.

Debuggen kann man mit OpenOCD auch.

---

[7] http://www.compuphase.com/dhrystone.htm

[8] `http://sourceware.org/newlib/`

[9] Den Linuxkernel compiliert man folglich mit einem anders optimitierten gcc als die Binaries zur Auführung vom Betriebsystem

[10] `http://openocd.sf.net/`

3.3 Buildserver

Nachdem Buildprozess mit dedizierten Tools und Makefiles sauber partitioniert wurde kann man ihn auch auf andere Rechner ausgliedern. So kann man sich skalierbare Buildcluster bauen oder einen einfachen Buildserver. Das bietet einem die Möglichkeit nach jedem Codecheckin das gesamte Projekt zu bauen und im Fehlerfall dem verursachendem Entwickler und den Projektleiter zeitnah RÜckmeldung geben, wenn etwas schiefläuft.

So vermeidet man nichtnur langwierige Fehlersuche, sondern es bietet sich auch gleich an Arbeitsweisen aus dem Test Driven Development[11] zu übernehmen. Da wird das verhalten der Software vorab definiert und nur bei erfüllung der Spezifikationen kommt es in den Produktivzweig. Die Vorteile von TDD beschriebt James Grenning sehr gut in Test Driven Development for Embedded C[12].

Zudem ersparrt man sich durch TDD auch einen Großteil des langwierigen Debugging, was vor allem auf Mircokontrollern noch komplizierter ist.

Aufgrund der knappen Zeit aber auch aufgrund mangelnder Resourcen wurde kein Buildserver aufgesetzt aber aus persönlicher Empfehlung wurde ein kurzer Blick auf e2factory[13] geworfen. Das Tool bietet SCM integration, automatiserte Builds und andere Features die im Unternehmensumfeld benötigt werden. Es wird von einem auf eingebettete Systeme spezialisierten Betrieb entwickelt und auch produktiv von anderen Betrieben eingesetzt.

3.4 Dokumentationen

Obwohl viele der Meinung sind, dass der Quelltext genug Dokumentation sei lässt es sich nicht abstreiten, dass eine gute Seperate Dokumentierung der API oder des Verhaltens der Software eine praktische Sache ist.

Natürlich macht Dokumentation schreiben nicht so sonderlich viel Spaß und alles nochmal zu Tippen, nur nich in Befehlen für die Maschine erklärt, sondern in menschenlesbarer Umschreibung auch nicht. Daher kann man sich mit Doxygen[14] Dokumentation aus den Quelltexten erstellen lassen. Doxygen unterstützt verschiedene Exportformate, wobei sich meistens HMTL empfielt, weil das im Webbrowser interaktiv verwendbar ist.

Es gibt auch graphische Frontends zum erstellen der Steuerdateien für Doxygen.

[11] `http://en.wikipedia.org/wiki/Test-driven_development`
[12] `http://pragprog.com/book/jgade/test-driven-development-for-embedded-c`
[13] `http://e2factory.org/`
[14] `http://www.stack.nl/~dimitri/doxygen/`

4 Alterungstest in Matlab

Für die Vergleiche der einzelnen Datensätze war es notwendig den vorhandenen Quellcode zu modifizieren. Anfangs stand also primär das Verständnis für den Hashalgorithmus als solchen sowie dessen Implementierung in Matlab im Vordergrund. Dies nahm einige Zeit in Anspruch, da die Umsetzung des Algorithmus zwar mathematisch kompakt aber dadurch schwer verständlich, implementiert worden ist. Als der Quellcode ausreichend modifiziert war fiel uns nach der ersten Versuchsreihe auf, dass die Werte unrealistisch hoch bis hin zu unmöglich waren. Indiz dafür war, dass die Kollisionsrate und die Reproduktionsrate jedesmal bei 0 lag. Dies hätte eine Verifizierung unmöglich gemacht. Die Ursache dafür war letztendlich, dass für die Simulation ein Toleranzvektor mit dem Wert 0 verwendet wurde. Um also realistischere Werte zu erzielen setzten wir diesen auf 1 mit dem Ergebniss, dass sich die Aussagekraft der Werte deutlich besserte. Nach der ersten Versuchsreihe fiel uns auf, dass die Ergebnis unrealistisch bis hin zu unmöglich waren. Indiz dafür war dass die CR und die RR jedesmal bei 0 lag. Was eine Verifizierung unmöglich gemacht hätte. Ebenfalls war der Treshold zu hoch. Uns fiel uns dann auf, dass die Ursache hierfür der Toleranzvektor war. Dieser war in der bisherigen Umsetzung immer auf 0. Für das weitere Testverfahren nutzen wir dann einen Toleranzvektor von 1. Anschließend hatten die Ergebnisse auch eine wesentlich bessere Aussagekraft. Die besten Ergebnisse lieferten die Daten welche zeitnah aufgenommen und auch verifiziert wurden. Die Durchschnittswerte betrugen dabei:

$$EER : 0{,}027950\ Treshold : 13{,}0561\ RR : 0{,}064906$$

Diese sind deutlich geringer als der Vergleich der Samples welche einen zeitlichen Abstand von 1-2 Monaten haben. Hierbei liegen die Durchschnittswerte bei:

$$EER : 0{,}104641\ Treshold : 19{,}8423\ RR : 0{,}010566$$

Ähnliche Werte wurden auch beim Vergleich jüngerer Referenzdaten mit älteren Verifikationsdaten (Tabelle 1), älterer Referenzdaten mit neueren Referenzdaten (Tabelle 2) und älterer Verifikationsdaten mit neueren Verifikationsdaten (Tabelle 3). Zwischen der Aufnahme dereinzelnen Datensätze lag jeweils ein Zeitraum von einem Monat. Basierend auf diesen Daten haben wir dann bei der Implementation auf dem Gerät einen maximalen Treshold von 20 gewählt.

Tabelle 1: jüngere Referenzdaten vs ältere Verifikationsdaten

R2 vs. V1	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,183870	19,5686	0,007547	0	0,496230
pin	0,135180	18,2946	0,007547	0	0,496230
pseudonym	0,109580	23,4906	0,003774	0	0,498110
symbol	0,144660	25,6645	0,003774	0	0,498110
woher	0,093405	24,7493	0,011321	0	0,494340

R3 vs. V1	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,206380	20,0517	0,000000	0	0,500000
pin	0,193000	20,9760	0,000000	0	0,500000
pseudonym	0,137170	25,3649	0,003774	0	0,498110
symbol	0,156560	23,9185	0,007547	0	0,496230
woher	0,098103	23,6676	0,015094	0	0,492450

R3 vs. V2	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,121180	15,8864	0,007547	0	0,496230
pin	0,116660	16,6171	0,011321	0	0,494340
pseudonym	0,103180	23,3284	0,022642	0	0,488680
symbol	0,053443	16,4594	0,018868	0	0,490570
woher	0,078964	22,3582	0,022642	0	0,488680

Tabelle 2: ältere Referenzdaten vs neuere Referenzdaten

R1 vs. R2	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,171200	17,3263	0,003774	0	0,498110
pin	0,128400	17,2437	0,011321	0	0,494340
pseudonym	0,093423	20,8107	0,007547	0	0,496230
symbol	0,074450	19,2118	0,003774	0	0,498110
woher	0,094381	20,4945	0,000000	0	0,500000

R1 vs. R3	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,227050	18,9436	0,003774	0	0,498110
pin	0,173500	18,8044	0,007547	0	0,496230
pseudonym	0,115290	21,9081	0,011321	0	0,494340
symbol	0,104090	20,5692	0,018868	0	0,490570
woher	0,120010	22,0654	0,015094	0	0,492450

R2 vs. R3	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,144320	16,3755	0,011321	0	0,494380
pin	0,113010	16,4593	0,003774	0	0,498110
pseudonym	0,077918	21,1759	0,007547	0	0,496230
symbol	0,088011	20,7354	0,030189	0	0,484910
woher	0,060803	22,1775	0,011321	0	0,494340

Tabelle 3: ältere Verifikationsdaten vs neuere Verifikationsdaten

V1 vs. V2	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,147440	21,6426	0,000000	0	0,500000
pin	0,132110	19,9980	0,007547	0	0,496230
pseudonym	0,089150	25,2292	0,000000	0	0,500000
symbol	0,132170	25,3248	0,026415	0	0,486790
woher	0,072075	24,2250	0,000000	0	0,500000

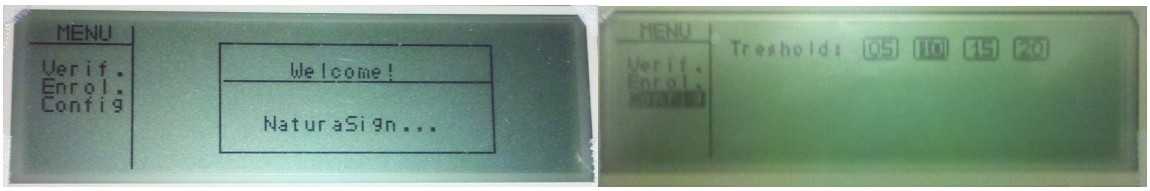
V1 vs. V3	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,161760	21,7612	0,000000	0	0,500000
pin	0,161990	20,5092	0,003774	0	0,498110
pseudonym	0,125430	27,2934	0,003774	0	0,498110
symbol	0,140030	25,6114	0,015094	0	0,492450
woher	0,087514	25,1348	0,007547	0	0,496230

V2 vs. V3	EER	Thr.:	RR	CR	CRR
77993	0,142370	18,8079	0,011321	0	0,494340
pin	0,105540	19,5032	0,011321	0	0,494340
pseudonym	0,077908	25,6772	0,007547	0	0,496230
symbol	0,049057	21,6198	0,015094	0	0,492450
woher	0,075088	25,0508	0,003774	0	0,498110

5 Implementierung

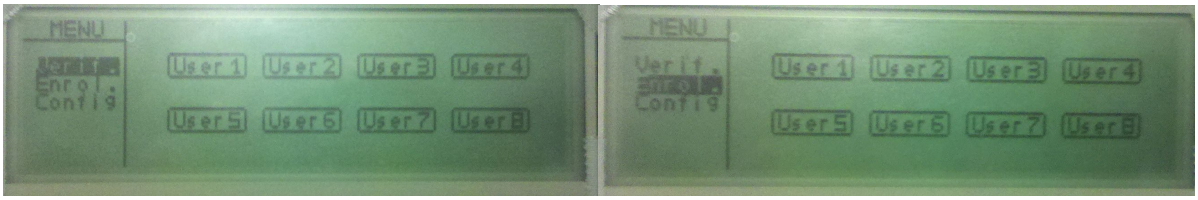
Die Implementierung gestalltete sich überwiegend in der main.c. Da diese mit am schlechtesten auskommentiert war, war eine Rekapitulaion des bereits vorhandenen Quellcodes sehr schwierig. Wir entschlossen uns daher die main.c schrittweise neu herzuleiten und die Verwendung der einzelnen Headerdateien zu verstehen. Die ersten GUIs die somit entstanden waren einfache Konstrukte aus Linien und Text. Im nächsten Schritt implementierten wir die ersten Buttons und die dazugehörigen Funktionen. Aufbauend darauf enstand ein simpler Taschenrechner für dessen Eingabe ein 3x4 Pinpad und jeweils ein Button für die jeweilige Grundrechenart. Wir kamen danach zu dem Punkt an dem wir uns ein Konzept für die eigentliche Nutzeroberfläche überlegen mussten. Dabei entschieden wir uns für die Menüführung welche bereits in der orgninalen main.c implementiert war, da diese durch die Menüauswahl auf der rechten Displayseite eine intuitive Bedienung ermöglichte. Die Menüpunkte ermöglichen dem Nutzer Zugriff auf die Enrollement-, Verifikations- u. Konfigurationsfunktionen zu nehmen. Nach der Initialisierung wird auf dem Display eine Willkommensanzeige dargestellt. (Abbildung 1a) Beim Enrollement und der Verifikation werden jeweils 8 Buttons angezeigt welche für die Auswahl des aktuellen Nutzers zustädnig sind. Die Buttons wurden einem Frame in der Anordung 4x2 zugeordnet, damit mussten wir die Buttons nicht einzeln zeichnen lassen sondern konnten durch ein einmaliges zeichnen des Frames alle Buttons darstellen. (Abbildung 2) Um den Quellcode weiterhin zu verkürzen nutzten wir den Frame mit den Buttons wie bereits erwähnt sowohl für den Enrollementprozess sowie für die Verifikation. Das heißt bei einem Klickevent wird die Abfrage gestellt welche Menüpunkt aktiviert ist und erst danach erfolgt der Aufruf der Funktion. Diese Funktion ist bisweilen aber nur für User1 implementiert. Um die Tresholdeinstellung aus dem Konfigurationsmenü in die Verifikation mit einfließen zu lassen haben wir die Funktion dafür geringfügig modifiziert. Wir haben einen zusätzlichen Übergabeparameter und eine Abfrage ob die Hammingdistanz den gesetzten Treshold überschritten hat hinzugefügt. Ausserdem erfolgt in der Funktion noch die Ausgabe ob die Verifikation erfolgreich war oder eben nicht.(Abbildung 3) Das zweite Frame ist demzufolge für das Konfigurationsmenü geschaffen. Dort besteht die Möglichkeit den Treshold für eine gültige bzw. ungültige Verifikation auf die Werte 5, 10, 15 und 20 zu setzten (Abbildung 1b). Sollte hier keine weitere Einstellung des Nutzers erfolgen wird die Verifikation mit einem Treshold von 10 durchgeführt. [15]

[15] Quellcode: 6



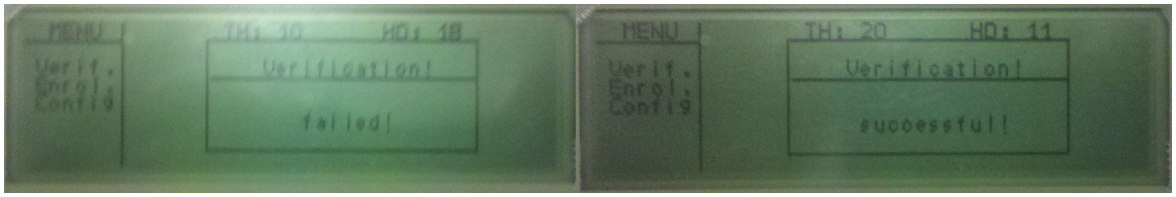
(a) (b)

Abbildung 1: Willkommensanzeige und Konfigurationsmenü



(a) (b)

Abbildung 2: Nutzerauswahl beim Enrollment und der Verifikation



(a) (b)

Abbildung 3: Ergebnisse der Verifikation

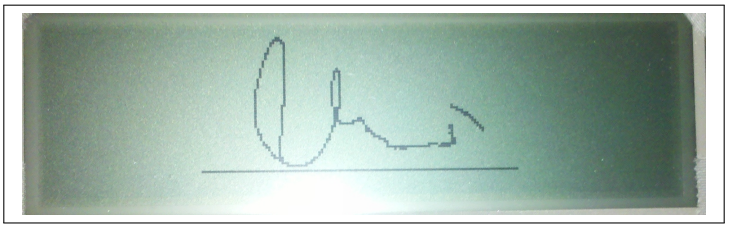


Abbildung 4: Unterschrift

6 Quellcode

6.1 main.c

```
1  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
   // $Id: main.c 155 2009-10-23 13:10:11Z student $
3  //
   // $Author: student $
5  // Copyright by Simple Solutions, Stephan Schirrmann, Martin Miedreich
   //
7  // $Project$
   //
9  // File Description:
   //
11 ////////////////////////////////////////////////////////////////////

13 #include <LPC23xx.H>
   #include <stdio.h>
15 #include "type.h"
   #include "config.h"
17 #include "hiduser.h"
   #include "ports.h"
19 #include "touch.h"
   #include "spi.h"
21 #include "display.h"
   #include "rtc_nvram.h"
23 #include "timer.h"
   #include "serial.h"
25 #include "usbcmd.h"
   #include "pll.h"
27 #include "ethernet.h"
   #include "flash.h"
29 #include "dc.h"
   #include "gui.h"
31 #include "authentication.h"
   #include "main.h"
33
   #define DATA_BUF_SIZE 43
35
   // BioHash
37 #include "biohash.h"

39 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
   // FIFO variables
41 ////////////////////////////////////////////////////////////////////

43 tSampleData sample_fifo[SAMPLE_FIFO_SIZE];
   uint8_t fifo_wr = 0;
45 uint8_t fifo_rd = 0;

47 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
   // USB
```

```
49 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////

51 BYTE InReport[HID_IN_REPORT_LENGTH]; // HID IN  Report => Touch data
   BYTE OutReport[HID_OUT_REPORT_LENGTH]; // HID OUT Report => only for tests
53

55 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////
   // Misc. variables
57 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////

59 BOOL power_up_done = 0;

61 unsigned char pkt_counter;
   unsigned char line_num;
63 unsigned char last_z;
   unsigned char drawing_enabled;
65 unsigned char check_rotate_button;
   unsigned char restart_touch_read; // This is set from usb_set/get_report
       to initiate reading the ADC
67

69 uint8_t dpy_x;
   uint8_t dpy_y;
71
   uint8_t fcount;
73
   // Globale Variablen (nicht mit extern in main.h gekennzeichnet), nur fuer
        die main sichbar
75 struct IntervalMatrix im_ref;
   struct BioHash bioHash_ref;
77 struct BioHash bioHash_cur;
   uint16_t tv[ANZ_MERKMALE];
79

81 uint8_t main_cmd = 0;
   uint16_t FrmBaseAddr = 0;
83



85

87 // Funktion "pausiert" das System um x
   void delay_ms(long time) {
89   unsigned long inner, outer;

91   for (outer = 0; outer < time; outer++) {
       // seed the ndrng
93     for (inner = 0; inner < 10000; inner++)
         ;
95   }

97 }
```

```
99 ////////////////////////////////////////////////////
   int main(void) {
101   uint8_t i; //Zaehlvariable
      uint8_t j = 0;
103   uint8_t hdtresh = 10;

105   // GUI Komponents //

107   struct DpyButton button2;
      struct DpyButton button3;
109   struct DpyMnuButton m_button1;
      struct DpyMnuButton m_button2;
111   struct DpyMnuButton m_button3;
      struct DpyLine line2;
113   struct DpyLine line3;
      struct DpyLine line4;
115   struct DpyFrame1 mainframe;
      struct DpyFrame1 confframe;
117
      struct DpyRectangle welcRec;
119
      struct DpyButton u_button1;
121   struct DpyButton u_button2;
      struct DpyButton u_button3;
123   struct DpyButton u_button4;
      struct DpyButton u_button5;
125   struct DpyButton u_button6;
      struct DpyButton u_button7;
127   struct DpyButton u_button8;

129   struct DpyButton conf_button1;
      struct DpyButton conf_button2;
131   struct DpyButton conf_button3;
      struct DpyButton conf_button4;
133
      DpyButton conf_buttons[4];
135   DpyButton buttons[8];
      DpyMnuButton m_buttons[3];
137


139   // Positionierung und Groesseneinteilung der Elemente
      welcRec.posX = 14*CHAR_WIDTH-2;
141   welcRec.posY = 1*CHAR_HEIGHT-1;
      welcRec.width= 20*CHAR_WIDTH+2;
143   welcRec.height=6*CHAR_HEIGHT+1;

145   line2.posX1 = 14*CHAR_WIDTH;
      line2.posY1 = 3*CHAR_HEIGHT;
147   line2.posX2 = 34*CHAR_WIDTH;
      line2.posY2 = 3*CHAR_HEIGHT;
149
      line3.posX1 = 7*CHAR_WIDTH+2; //Verti. Linie fuer das Menue
```

```
151   line3.posY1 = 0;
      line3.posX2 = 7*CHAR_WIDTH+2;
153   line3.posY2 = 8*CHAR_HEIGHT;

155   line4.posX1 = 0;//hori. Linie fuer das Menue
      line4.posY1 = 1*CHAR_HEIGHT;
157   line4.posX2 = 7*CHAR_WIDTH+2;
      line4.posY2 = 1*CHAR_HEIGHT;
159
      u_button1.posX = 11*CHAR_WIDTH;
161   u_button1.posY = 2*CHAR_HEIGHT;
      u_button1.name = "User1";
163   u_button1.clicked = FALSE;

165   u_button2.posX = 18*CHAR_WIDTH;
      u_button2.posY = 2*CHAR_HEIGHT;
167   u_button2.name = "User2";
      u_button2.clicked = FALSE;
169
      u_button3.posX = 25*CHAR_WIDTH;
171   u_button3.posY = 2*CHAR_HEIGHT;
      u_button3.name = "User3";
173   u_button3.clicked = FALSE;

175   u_button4.posX = 32*CHAR_WIDTH;
      u_button4.posY = 2*CHAR_HEIGHT;
177   u_button4.name = "User4";
      u_button4.clicked = FALSE;
179
      u_button5.posX = 11*CHAR_WIDTH;
181   u_button5.posY = 5*CHAR_HEIGHT;
      u_button5.name = "User5";
183   u_button5.clicked = FALSE;

185   u_button6.posX = 18*CHAR_WIDTH;
      u_button6.posY = 5*CHAR_HEIGHT;
187   u_button6.name = "User6";
      u_button6.clicked = FALSE;
189
      u_button7.posX = 25*CHAR_WIDTH;
191   u_button7.posY = 5*CHAR_HEIGHT;
      u_button7.name = "User7";
193   u_button7.clicked = FALSE;

195   u_button8.posX = 32*CHAR_WIDTH;
      u_button8.posY = 5*CHAR_HEIGHT;
197   u_button8.name = "User8";
      u_button8.clicked = FALSE;
199
      button2.posX = 27*CHAR_WIDTH;
201   button2.posY = 7*CHAR_HEIGHT;
      button2.name = "Cancel";
```

```
203   button2.clicked = FALSE;

205   button3.posX = 14*CHAR_WIDTH;
      button3.posY = 7*CHAR_HEIGHT;
207   button3.name = "Ok";
      button3.clicked = FALSE;
209

211   m_button1.posX = 1*CHAR_WIDTH;
      m_button1.posY = 2*CHAR_HEIGHT;
213   m_button1.name = "Verif.";
      m_button1.clicked = FALSE;
215
      m_button2.posX = 1*CHAR_WIDTH;
217   m_button2.posY = 3*CHAR_HEIGHT;
      m_button2.name = "Enrol.";
219   m_button2.clicked = FALSE;

221   m_button3.posX = 1*CHAR_WIDTH;
      m_button3.posY = 4*CHAR_HEIGHT;
223   m_button3.name = "Config";
      m_button3.clicked = FALSE;
225
      conf_button1.posX = 20*CHAR_WIDTH;
227   conf_button1.posY = 1*CHAR_HEIGHT;
      conf_button1.name = "05";
229   conf_button1.clicked = FALSE;

231   conf_button2.posX = 24*CHAR_WIDTH;
      conf_button2.posY = 1*CHAR_HEIGHT;
233   conf_button2.name = "10";
      conf_button2.clicked = TRUE;
235
      conf_button3.posX = 28*CHAR_WIDTH;
237   conf_button3.posY = 1*CHAR_HEIGHT;
      conf_button3.name = "15";
239   conf_button3.clicked = FALSE;

241   conf_button4.posX = 32*CHAR_WIDTH;
      conf_button4.posY = 1*CHAR_HEIGHT;
243   conf_button4.name = "20";
      conf_button4.clicked = FALSE;
245
      m_buttons[0] = m_button1;
247   m_buttons[1] = m_button2;
      m_buttons[2] = m_button3;
249
      // hinzufuegen der Userbuttons in das array welches spaeter in den frame
          eingebunden wird
251   buttons[0] = u_button1;
      buttons[1] = u_button2;
253   buttons[2] = u_button3;
```

```
    buttons[3] = u_button4;
    buttons[4] = u_button5;
    buttons[5] = u_button6;
    buttons[6] = u_button7;
    buttons[7] = u_button8;

    // hinzufuegen der Configbuttons in das array welches spaeter in den
       frame eingebunden wird
    conf_buttons[0] = conf_button1;
    conf_buttons[1] = conf_button2;
    conf_buttons[2] = conf_button3;
    conf_buttons[3] = conf_button4;


    mainframe.buttonLst = buttons;

    mainframe.buttonLstLen = 8;

    confframe.buttonLst = conf_buttons;

    confframe.buttonLstLen = 4;



    ConfigurePLL();

    // ETM OFF!
    PINSEL10 = 0;

    init_ports();
    init_serial();
    // Test: disable ADC
    FIO0SET = SPI_TOUCH_CSN; // P0.16 = SS_TOUCH = 1
    FIO0DIR |= SPI_TOUCH_CSN; // P0.16 = SS_TOUCH

    SPI_Init();
    rtc_init();
    touch_init();
    init_display();
    init_usb_serial_number();
    dpy_send_cmd8(DPY_CTRL0 | DPY_CTRL1, DPY_CMD_DISPLAY_REV);

    // draw version number
    dpy_set_cursor(200, 0);
    dpy_draw_char('V', DPY_DRAW_INVERTED);
    dpy_draw_num8(USB_DeviceDescriptor[13], DPY_DRAW_INVERTED);
    dpy_draw_char('.', DPY_DRAW_INVERTED);
    dpy_draw_num8(USB_DeviceDescriptor[12], DPY_DRAW_INVERTED);


    // Delay for Logo Display
    delay_ms(800);
```

```
305   dpy_send_cmd8(DPY_CTRL0 | DPY_CTRL1, DPY_CMD_DISPLAY_NORMAL);
      delay_ms(800);
307
      power_up_done = 1;
309   timer_init();
      touch_calibrate(0);
311
      drawing_enabled = true;
313   LED_ORANGE_OFF
      LED_GREEN_ON
315
    #define TOUCH_RX_PLATE  1500.0
317 #define TOUCH_RY_PLATE   150.0

319     dpy_clear();
      dpy_set_cursor(0, 0);
321



323
      set_flash_cur_adr(FLASH_START_ADR_REF); //Schreibadresse der
          Referenzdaten im Flash ROM festlegen
325
      // Anzeige nach der Neuinitialisierung
327   dpy_draw_rect_struct(welcRec);
      dpy_draw_line_struct(line2);
329   dpy_set_cursor(18*CHAR_WIDTH, 2*CHAR_HEIGHT);
      dpy_draw_string(" Welcome!", strlen(" Welcome!"), DPY_DRAW_SOLID);
331   dpy_set_cursor(16*CHAR_WIDTH, 5*CHAR_HEIGHT);
      dpy_draw_string(" NaturaSign...", strlen(" NaturaSign..."),
          DPY_DRAW_SOLID);
333


335   // Dauerschleife
      while(1){
337     dpy_draw_line_struct(line3); //Menue zeichnen
        dpy_draw_line_struct(line4); //Menue zeichnen
339     // Setzt den Cursor
        dpy_set_cursor(1*CHAR_WIDTH, 0*CHAR_HEIGHT);
341     // Schreibt einen String an Cursorposition
        dpy_draw_string(" MENU", strlen(" MENU"), DPY_DRAW_SOLID);
343     // Setzt den Cursor
        dpy_set_cursor(1*CHAR_WIDTH, 2*CHAR_HEIGHT);
345     dpy_draw_mnuButton_struct(m_buttons[0]);
        dpy_draw_mnuButton_struct(m_buttons[1]);
347     dpy_draw_mnuButton_struct(m_buttons[2]);

349     //Fragt Sensor ab

351     get_next_touch();
        //if(is_touched())
353     //{
          LED_GREEN_ON
```

```
355         LED_ORANGE_OFF
            touch_normalize_xy();
357         touch_calc_z();

359         dpy_set_cursor(34*CHAR_WIDTH, 4*CHAR_HEIGHT);

361         //Displaykoordinaten berechnen basierend auf Sensordaten
            dpy_x = touch_x * ((float) DPY_XSIZE / (float) TOUCH_OUTPUT_RANGE_X)
                ;
363         dpy_y = touch_y * ((float) DPY_YSIZE / (float) TOUCH_OUTPUT_RANGE_Y)
                ;


365
            //If Button area is touched, change status
367         //wenn einer der beiden Menupunkte zum Enrollment oder Verifikation
                gewaehlt worden ist
            if(!m_buttons[2].clicked && (m_buttons[0].clicked || m_buttons[1].
                clicked)){
369         // ueberpruefe, dass nich 2 Buttons gleichzeitig aktiv sind
            for(i=0;i<mainframe.buttonLstLen;i++){
371           if(is_button_touched(mainframe.buttonLst[i], dpy_x, dpy_y)){
                for(j=0; j<mainframe.buttonLstLen; j++){
373             if(buttons[i].name!=buttons[j].name)
                buttons[j].clicked = FALSE;
375           }
              //aktiviere Button falls er vorher inaktiv war und zeichne frame
                  neu
377           if(!mainframe.buttonLst[i].clicked){
                mainframe.buttonLst[i].clicked = TRUE;
379             dpy_draw_multiframe_struct(mainframe);
              // deaktiviere Button falls er vorher aktiv war  und zeichne
                  frame neu
381           }else
              {
383             mainframe.buttonLst[i].clicked = FALSE;
                dpy_draw_multiframe_struct(mainframe);
385           }
            }
387         }
            }
389
            //If Button area is touched, change status
391         // wenn das Konfigurationsmenu angewaehlt worden ist
            if(m_buttons[2].clicked){
393         for(i=0;i<confframe.buttonLstLen;i++){
              // ueberpruefe, dass nich 2 Buttons gleichzeitig aktiv sind
395           if(is_button_touched(confframe.buttonLst[i], dpy_x, dpy_y)){
                for(j=0; j<mainframe.buttonLstLen; j++){
397             if(conf_buttons[i].name!=conf_buttons[j].name)
                conf_buttons[j].clicked = FALSE;
399           }
```

```
            //aktiviere Button falls er vorher inaktiv war, weise Wert zu
                und zeichne Frame neu
401         if(!confframe.buttonLst[i].clicked){
              confframe.buttonLst[i].clicked = TRUE;
403           // jenachdem welcher Button angeklickt worden ist weise dem
                Treshold den zugehoerigen Wert zu
              switch(i)
405           {
                 case 0:  hdtresh = 5; break;
407              case 1:  hdtresh = 10; break;
                 case 2:  hdtresh = 15; break;
409              case 3:  hdtresh = 20; break;
               default:  hdtresh = 20; break;
411           }
              dpy_set_cursor(9*CHAR_WIDTH, 1*CHAR_HEIGHT);
413           dpy_draw_string("Treshold:", strlen("Treshold:"),
                DPY_DRAW_SOLID);
              dpy_draw_multiframe_struct(confframe);
415         //deaktiviere Button falls er vorher inaktiv war und zeichne
              Frame neu
            }else
417         {
              confframe.buttonLst[i].clicked = FALSE;
419           dpy_set_cursor(9*CHAR_WIDTH, 1*CHAR_HEIGHT);
              dpy_draw_string("Treshold:", strlen("Treshold:"),
                DPY_DRAW_SOLID);
421           dpy_draw_multiframe_struct(confframe);
            }
423       }
        }
425     }

427     //If m_Button area is touched, change status
        for(i=0; i<3; i++){
429       if(is_mnuButton_touched(m_buttons[i], dpy_x, dpy_y)){
            if(!m_buttons[i].clicked){
431           m_buttons[i].clicked = TRUE;
            }else
433         {
              m_buttons[i].clicked = FALSE;
435         }
              for(j=0; j<3; j++){
437           if(m_buttons[i].name!=m_buttons[j].name)
              m_buttons[j].clicked = FALSE;
439         }
            // zeige Userframe falls Enr. oder Ver. Menu ausgewaehlt wurde
441         if(!m_buttons[2].clicked && (m_buttons[0].clicked || m_buttons
              [1].clicked)){
              dpy_clear();
443             dpy_draw_multiframe_struct(mainframe);
            }
445         //ansonsten zeige das Konfigurationsmenu an
```

```
            else{
447           dpy_clear();
              dpy_set_cursor(9*CHAR_WIDTH, 1*CHAR_HEIGHT);
449           dpy_draw_string("Treshold:", strlen("Treshold:"),
                  DPY_DRAW_SOLID);
              dpy_draw_multiframe_struct(confframe);
451         }
          }
453     }

455     // sollte keiner der der Menupunkte gewaehlt worden sein zeige den
            Willkommensbildschirm an
        if(!m_buttons[0].clicked && !m_buttons[1].clicked && !m_buttons[2].
            clicked){
457       dpy_clear();
          dpy_draw_rect_struct(welcRec);
459       dpy_draw_line_struct(line2);
          dpy_set_cursor(18*CHAR_WIDTH, 2*CHAR_HEIGHT);
461       dpy_draw_string(" Welcome!", strlen(" Welcome!"), DPY_DRAW_SOLID);
          dpy_set_cursor(16*CHAR_WIDTH, 5*CHAR_HEIGHT);
463       dpy_draw_string(" NaturaSign...", strlen(" NaturaSign..."),
              DPY_DRAW_SOLID);
        }
465


467
// ------------ ENROLLMENT ---------------------------//
469 // sollte der Nutzer sich in Menupunkt Enr. befinden und der Button fuer
    User1 geklickt worden sein
    if(buttons[0].clicked && m_buttons[1].clicked){ // Enrollment
471     dpy_clear();
        delay_ms(180); // Fuer 180 ms den gedrueckten Button darstellen
473     buttons[0].clicked = FALSE;
        m_buttons[1].clicked  = FALSE;
475     // rufe funktion aus authentication.c auf
        enrollment(&im_ref, &bioHash_ref, FLASH_START_ADR_REF);
477   }

479 // ------------------- Verifikation ---------------------//
    // sollte der Nutzer sich in Menupunkt Ver. befinden und der Button fuer
    User1 geklickt worden sein
481   if(buttons[0].clicked && m_buttons[0].clicked ){ // Verifikation
        dpy_clear();
483     delay_ms(180); // Fuer 180 ms den gedrueckten Button darstellen
        buttons[0].clicked = FALSE;
485     m_buttons[0].clicked  = FALSE;
        // rufe funktion aus authentication.c auf
487     verification(&im_ref, &bioHash_ref, &bioHash_cur,
            FLASH_START_ADR_REF, hdtresh);
      }
489 }
```

```
491 }
```

src/main.cpp

6.2 authentication.c

```
verification(&im_ref, &bioHash_ref, &bioHash_cur, FLASH_START_ADR_REF,
    hdtresh){
...
  struct DpyLine line2;
  struct DpyRectangle verRec;

  verRec.posX = 14*CHAR_WIDTH-2;
  verRec.posY = 1*CHAR_HEIGHT-1;
  verRec.width= 20*CHAR_WIDTH+2;
  verRec.height=6*CHAR_HEIGHT+1;

  line2.posX1 = 14*CHAR_WIDTH;
  line2.posY1 = 3*CHAR_HEIGHT;
  line2.posX2 = 34*CHAR_WIDTH;
  line2.posY2 = 3*CHAR_HEIGHT;
...
 if(hd<hdtresh){
  dpy_draw_rect_struct(verRec);
  dpy_draw_line_struct(line2);
  dpy_set_cursor(17*CHAR_WIDTH, 2*CHAR_HEIGHT);
  dpy_draw_string(" Verification!", strlen(" Verification!"),
      DPY_DRAW_SOLID);
  dpy_set_cursor(18*CHAR_WIDTH, 5*CHAR_HEIGHT);
  dpy_draw_string(" successful!", strlen(" successful!"), DPY_DRAW_SOLID);
 }
 else{
  dpy_draw_rect_struct(verRec);
  dpy_draw_line_struct(line2);
  dpy_set_cursor(17*CHAR_WIDTH, 2*CHAR_HEIGHT);
  dpy_draw_string(" Verification!", strlen(" Verification!"),
      DPY_DRAW_SOLID);
  dpy_set_cursor(20*CHAR_WIDTH, 5*CHAR_HEIGHT);
  dpy_draw_string(" failed!", strlen(" failed!"), DPY_DRAW_SOLID);
 }
 ...
 }
```

src/veri.cpp

Glossary

baremetal Systeme Im Vergleich zu heute gängigen PCs haben eingebettete Systeme oftmals kein Betriebssysten sondern die Application läuft direkt auf der Hardware. Das ist dann ein sogenannten baremetal System.. 8

floss Free and open Software ist bezeichnet Software die gemeinhin als „Freie Software“ bekannt ist. Dem Anwender werden die freiheit gegeben die Quelltexte der Anwendung zu studieren, die Anwendung zu modifizieren, mit anderen zu teilen und zu Nutzen wie er es will.. 5

gcc Gnu C Compiler. 8

MCU Microcontroller Unit. 7

OCD On Chip Debugger. 7