

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND
INFORMATIONSTECHNIK

INSITUT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK

Manuskript Diplomarbeit

Thema: Entwicklung von Methoden zur Analyse und Aufbereitung
biomedizinischer Messdaten

Vorgelegt von: Enrico Grunitz

Betreuer: Dr.-Ing. Sebastian Zaunseder
Dipl.-Ing. Fernando Andreotti

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Hagen Malberg

Tag der Einreichung: XX. MONAT 2012

Selbständigkeitserklärung

Mit meiner Unterschrift versichere ich, dass ich die von mir am heutigen Tag eingereichte Diplomarbeit zum Thema

**Entwicklung von Methoden zur Analyse und Aufbereitung biomedizinischer
Messdaten**

vollkommen selbständig und nur unter Zuhilfenahme der angegebenen Quellen und Hilfsmittel erstellt habe. Zitate fremder Quellen sind als solche gekennzeichnet.

Dresden, den 14. August 2012

Inhaltsverzeichnis

Selbständigkeitserklärung	2
Abkürzungsverzeichnis	4
1. Einleitung	6
1.1. Motivation	6
1.2. Zielstellung	6
1.3. Abgrenzung	7
1.4. Unisens	7
1.4.1. Implementierungsdetails	8
2. Präzisierung der Aufgabenstellung	10
2.1. Anwendungsfälle	10
2.2. Anforderungen	11
2.3. Testszenarien	11
3. Entwurf	12
3.1. Konzept	12
3.2. Datenbehandlung	12
3.2.1. Datenstruktur	12
3.2.2. Dateibehandlung	12
3.2.3. Speichermanagement	12
3.3. Benutzerführung	12
3.3.1. grafische Benutzeroberfläche (GUI)	12
3.3.2. Datenvisualisierung	12
4. Realisierung	13

5. Ergebnisse	14
5.1. Erfüllung der Anforderungen	14
5.2. Evaluation der Nutzeroberfläche	14
6. Diskussion	15
6.1. Bewertung der Evaluation	15
6.2. Ausblick	15
6.3. Grenzen	15
Tabellenverzeichnis	16
Abbildungsverzeichnis	17
Literaturverzeichnis	18
A. UML Dokumentation	19
B. Daten CD	20

Abkürzungsverzeichnis

GUI grafische Benutzeroberfläche

LGPL *GNU Lesser General Public License*

1. Einleitung

1.1. Motivation

Ergebnisse von angewandten Biosignalverarbeitungsmethoden werden aus mehreren Gründen oftmals manuell betrachtet. So erfordert die Entwicklung neuer Methoden häufig eine Verifikation der Ergebnisse und eine eventuelle Korrektur der automatisch generierten Ausgabe. Zusätzlich ist eine schnelle visuelle Überprüfung von Ergebnissen, nur um einen ersten Eindruck über den Effekt einer Änderung an einer Methode zu bekommen, ein Mittel, dass in der Entwicklungsphase gern genutzt wird. Daher besteht eine Notwendigkeit eines Werkzeugs welches die Visualisierung übernimmt und den Entwickler bei der Editierung seiner Daten unterstützt.

Ein solches Werkzeug kann durch die Definition und Festlegung von Standarddateiformaten zu einer Vereinheitlichung von Datenformaten führen. Durch eine Bereitstellung eines solchen Werkzeugs für Dritte kann auch eine Grundlage für die Kooperation verschiedener Institutionen geschaffen werden. Um solche Kooperationen zu unterstützen sollte es, aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen, wenig spezialisierte Anforderungen an seine Umgebung stellen.

1.2. Zielstellung

Das Ziel dieser Arbeit ist ein Programm zu Entwickeln und Umzusetzen, dass unterschiedliche (Bio-) Signale grafisch darstellt und dem Nutzer die Möglichkeit bietet Zeitpunkte und -intervalle innerhalb des Signalverlaufs zu markieren und mit Kommentaren zu versehen. Hierbei soll insbesondere die gleichzeitige Darstellung mehrerer Signale unterschiedlicher Natur und Ausprägung unterstützt werden. Die Erstellung und Bearbeitung von Markierungen soll leicht verständlich in der GUI geschehen. Zudem soll eine Grundlage geschaffen werden, parallel aufgenommene Signale in einem Datensatz zu vereinen. Zusätzlich soll eine mögliche zukünftige Erweiterung der Funktionalität ermöglicht und unterstützt werden. Daher ist eine klare Gliederung der Einzelkomponenten gefordert und die Dokumentation des Quelltextes sowie der einzelnen Programmteile Bestandteil

der Aufgabenstellung. Neben der Programmiererdokumentation soll auch eine separate Dokumentation für die Benutzer des Programms zur Verfügung gestellt werden.

1.3. Abgrenzung

1.4. Unisens

Das vom Forschungszentrum Informatik und Institut für Technik der Informationsverarbeitung der Universität Karlsruhe entwickelte Datenformat Unisens dient der Speicherung und der Dokumentation von Sensordaten. Es ist konzipiert, Daten verschiedener Sensoren innerhalb eines Datensatzes zu speichern. Ein Datensatz ist im Dateisystem durch ein eigenes Verzeichnis und eine Headerdatei `unisens.xml` hinterlegt. In der Headerdatei werden alle Informationen über die Bestandteile des Datensatzes, deren Formatierung und ihre semantischen Zusammenhänge gespeichert. Messwerte eines Sensors werden üblicherweise in einer Datendatei innerhalb des Verzeichnisses abgespeichert. Eine solche Datendatei wird als *Entry* in dem Datensatz bezeichnet. Alle Metainformationen zu den Sensordaten werden in der Headerdatei abgespeichert, so dass die Datendateien immer nur die reinen Messdaten enthalten. Als mögliche Sensordaten werden sowohl kontinuierlich abgetastete Signale als auch ereignisorientierte Daten unterstützt. Unisens unterscheidet zwischen vier Arten von Daten:

Signale (*Signal*)

Signale sind kontinuierlich abgetastete, numerische Messdaten. Sie zeichnen sich durch eine beliebige aber konstante Abtastrate und ihre Abtastauflösung aus. Zudem können Signale aus mehreren Kanälen bestehen, die aber alle in ein und derselben Datei abgespeichert werden.

Ereignisse (*Event*)

Ereignisse sind diskrete Zeitpunkte die mit einer textlichen Beschreibung versehen sind. (z.B. Triggersignale) Sie zeichnen sich durch einen Zeitstempel und einer kurzen Beschreibung aus. Optional können noch Kommentare zu einem Ereignis hinzugefügt werden.

Einzelwerte (*Value*)

Einzelwerte sind eine Kombination der beiden oben genannten Datenarten. Sie beinhalten numerische Werte die zu bestimmten Zeitpunkten aufgenommen wurden. Mit ihnen ist es möglich Daten zu speichern, die nicht in festen Zeitintervallen gemessen werden.

Proprietäre Daten (*Custom data*)

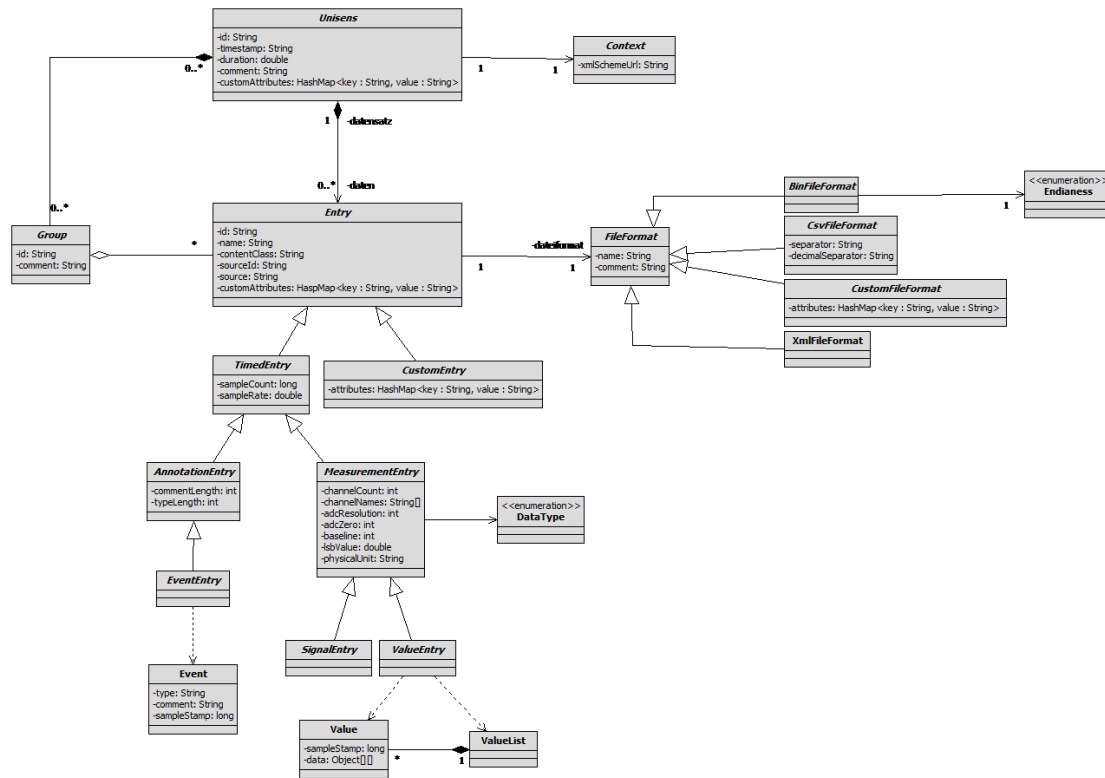


Abbildung 1.: Klassenübersicht der von Unisens definierten Schnittstellen

Mit dieser Art können anwendungsspezifisch Daten gespeichert werden, die durch die drei oben genannten Arten nicht erfasst werden können.

1.4.1. Implementierungsdetails

In diesem Abschnitt wird kurz auf einige Details der Umsetzung des Unisens-Formates eingegangen. Unisens ist in Java implementiert und wird unter der GNU Lesser General Public License (*LGPL*) zur Verfügung gestellt. Die bereit gestellte Bibliothek ist auf zwei Einzeldateien aufgeteilt: `org.unisens.jar` und `org.unisens.ri.jar`. Bei der ersten Datei handelt es sich nur um die Definition der Schnittstellen der einzelnen Klassen. Die eigentliche Umsetzung der Funktionalität ist in der zweiten Datei abgespeichert und die Klassennamen sind durch den Suffix „Impl“ erweitert. Im folgendem soll sich der Begriff Basisimplementierung auf diese funktionelle Umsetzung beziehen. Wenn man schon vorhandene Unisensdatensätze benutzen möchte reicht es aus, die Schnittstellendefinition zu kennen und zu nutzen. Sollen hingegen konkret Objekte erstellt werden, muss auf die Basisimplementierung zurückgegriffen werden. Eine Übersicht der Klassenstruktur und der von außen ersichtlichen Attribute ist in Abbildung 1 dargestellt. Die unterstützten Signalarten sind auch in der Klassenstruktur erkennbar:

Signale	<code>SignalEntry</code>
Ereignisse	<code>EventEntry</code>
Einzelwerte	<code>ValuesEntry</code>
Proprietäre Daten	<code>CustomEntry</code>

Tabelle 1.: Signalarten und die dazugehörigen Klassen

Aufgrund der Ableitung der Klassen `EventEntry` und `ValuesEntry` von `TimedEntry` ist ersichtlich, dass die Zeitpunkte von Ereignisdaten und Einzelwertdaten werden über eine virtuelle Abtastrate bestimmt werden. Der Zeitpunkt eines jeden *Event*- oder *Value*-Eintrags ist als ganzzahlige Samplenummer dieser Abtastrate gespeichert. Die Zeit eines Ereignisses, relativ zum Messbeginn, errechnet sich somit $Zeitpunkt = \frac{Samplenummer}{Abtastrate}$. Möchte man die Möglichkeit Ereignisse für jeden beliebigen Datenpunkt eines Datensatzes zuordnen zu können, dann muss die virtuelle Abtastrate als das kleinste gemeinsame Vielfache aller vorhandenen Abtastraten gewählt werden.

Durch einen Fehler in der Basisimplementierung kann es vorkommen, dass beim Laden eines vorhandenen Unisensdatensatzes in dem Gruppen definiert sind eine `NullPointerException` auftritt. Insbesondere tritt dieser Fehler auf, wenn innerhalb der Headerdatei der Gruppeneintrag nicht hinter den Dateneinträgen steht.

Die Schnittstellendefinition des Unisensformats stellt nur Methoden zum Lesen und Anhängen von Datenpunkten an den Datensatz bereit. Somit wird ein Einfügen, Löschen oder Verändern von Datenpunkten innerhalb eines Dateneintrags nicht unterstützt. Sollen diese Funktionen vorhanden sein, so muss diese Funktionalität selbst implementiert werden.

2. Präzisierung der Aufgabenstellung

2.1. Anwendungsfälle

Der Anwender möchte ...

- a) einen Datensatzes laden. Dieser Datensatz umfasst mehrere (Bio-) Signale die sowohl mit einer konstanten Abtastrate erfasst wurden als auch Signale die nicht zu äquidistanten Zeitpunkten abgetastet wurden.
- b) einen geladenen Datensatz mit allen Änderungen speichern. Hierbei sollen auch Einstellungen gespeichert werden, die die optische Präsentation widerspiegeln.
- c) sich Informationen zu dem geladenen Datensatz und seinen beinhalteten Signalen anzeigen lassen und verändern.
- d) bestimmte Signale des Datensatzes auswählen und sich diese in ihrem Verlauf anzeigen lassen (Signalansicht). Hierbei möchte er Bildschirmgröße der einzelnen Ansichten verändern.
- e) die Signalansicht bezüglich der Zeit- und der Amplitudenachse vergrößern und verkleinern können (Zoomen). Entlang der Zeitachse möchte er sie verschieben können (Scrollen). Signaleverläufe die parallel aufgenommen wurden, sollen auch zusammen gescrollt werden.
- f) in einer Signalansicht mehrere Signale mit denselben Achsen darstellen lassen. Zum Beispiel um ein Roh- und ein verarbeitetes Signal miteinander vergleichen zu können.
- g) einen Amplitudenbereich eines Signals optisch hervorheben.
- h) einzelne Zeitpunkte im Signalverlauf mit einer Markierung versehen und kommentieren. Diese Markierung kann sowohl für ein bestimmtes Signal gelten, aber auch für alle Signale des Datensatzes.
- i) einen Zeitabschnitt markieren. Die Markierung der Abschnitte soll analog zur Markierung von Zeitpunkten erfolgen.

- j) die Markierungen verändern (zeitlich verschieben, umbenennen) oder löschen.
- k) Markierungen gemeinsam mit dem Datensatz aber auch unabhängig vom Datensatz abspeichern.

2.2. Anforderungen

2.3. Testszenarien

3. Entwurf

3.1. Konzept

3.2. Datenbehandlung

3.2.1. Datenstruktur

3.2.2. Dateibehandlung

3.2.3. Speichermanagement

3.3. Benutzerführung

3.3.1. GUI

3.3.2. Datenvisualisierung

4. Realisierung

5. Ergebnisse

NOTIZ: Speicherplatzbedarf bei speicherung in int16 und double

5.1. Erfüllung der Anforderungen

5.2. Evaluation der Nutzeroberfläche

6. Diskussion

6.1. Bewertung der Evaluation

6.2. Ausblick

6.3. Grenzen

Tabellenverzeichnis

1.	Signalarten und die dazugehörigen Klassen	9
----	---	---

Abbildungsverzeichnis

1.	Klassenübersicht der von Unisens definierten Schnittstellen	8
----	---	---

Literaturverzeichnis

- [1] CHLEBEK, P. : *User Interface-orientierte Softwarearchitektur*. Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 2006
- [2] COOPER, A. ; REIMANN, R. ; CRONIN, D. : *About Face 3. The Essentials of Interaction Design*. Wiley Publishing, Inc., 2007
- [3] COOPER, A. ; REIMANN, R. ; CRONIN, D. : *About Face. Interface und Interaction Design*. Hüthig Jehle Rehm GmbH, 2010. – Übersetzung der amerikanischen Originalausgabe [2]
- [4] RUPP, C. ; QUEINS, S. ; ZENGLER, B. : *UML 2 glasklar*. Carl Hanser Verlag, 2007

A. UML Dokumentation

B. Daten CD

Inhalt

- ./**Diplomarbeit** elektronische Form dieser Diplomarbeit
- ./**Diplomarbeit/src** L^AT_EX-Quelltext dieser Diplomarbeit
- ./**Programm** Quellcode des in dieser Arbeit umgesetzten Programms
- ./**Literatur** gesammelte Literatur