

# Applikationen modellbasierter Entwicklung für eingebettete und biomedizinische Signalverarbeitung

## Projektleitung

Prof. Dr.-Ing.  
Thomas Felderhoff

## Zeitraum

2009–2010  
2011–heute

## Förderung

Fachhochschule  
Dortmund  
Forschungsbudget

## Kontakt

Prof. Dr.-Ing.  
Thomas Felderhoff  
Fachbereich  
Informations- und  
Elektrotechnik  
Fachhochschule  
Dortmund  
Sonnenstraße 96  
44139 Dortmund  
Tel.: 0231 9112-386  
E-Mail: felderhoff  
@fh-dortmund.de

## 1 Einleitung

Die Verarbeitung von Signalen ist den Menschen und allgemein den Lebewesen eine Selbstverständlichkeit. Über unsere Sinnesorgane nehmen wir unsere Umwelt wahr, analysieren die vielfältigen Eindrücke und agieren nach gewissen Entscheidungsmustern. Die Wahrnehmung der Umwelt geschieht u.a. durch hören (Verarbeitung von Audio-Signalen) oder sehen (Verarbeitung von Bild/Video-Signalen).

In der Technik gibt es entsprechende Sensoren, die die Erfassung von Audio-, Bild und Video-Signalen ermöglichen. Mit wissenschaftlichen Ansätzen ist es möglich, die so gewonnenen Signale zu verarbeiten, auf gezielte Kriterien hin zu untersuchen und so zu analysieren, dass Eigenschaften dieser Signale deutlich werden.

Damit nun technische Ansätze ähnliche Aufgaben übernehmen können wie unser Gehirn, kommen leistungsfähige Digitale Signalprozessoren zum Einsatz. Diese verarbeiten digitale Signale, das sind zeit- und wertdiskrete Signale, die durch Analog-Digital-Wandler gewonnen werden.

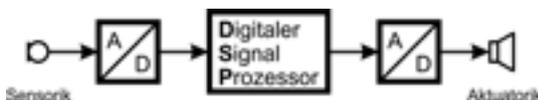


Abb. 1: Verarbeitungskette

Die Abbildung 1 stellt solch eine Verarbeitungskette dar, die zusätzlich die Digital-Analog-Wandlung benutzt, damit die erzielten Ergebnisse in unserer analogen Welt weiter verwendet werden können.

## 2 Forschungsstrukturen und -themen

Im Institut für Informationstechnik (IfIT) und dem daran angeschlossenen Forschungsschwerpunkt Process Improvement for Mechatronic and Embedded Systems ist die (Digitale) Signalverarbeitung eine ausgewiesene Kernkompetenz. Projekte mit unterschiedlichen Partnern aus der Wirtschaft und der Wissenschaft kommen vornehmlich aus den Bereichen

1. Audio-Verarbeitung
2. Fahrerassistenz und
3. Biomedizintechnik;

sie alle haben als gemeinsames Ziel, eine Verbesserung der Sicherheit oder Lebensqualität für den Menschen.

## 2.1 3D-Audio-Verarbeitung

Die Verarbeitung von Audio-Signalen gehört zu den klassischen Anwendungen der Digitalen Signalverarbeitung. Da die Effekte einer vollständigen Verarbeitung auch unter Verwendung von Digitalen Signalprozessoren erlebbar sind, sind die Grundlagen in der Lehre und insbesondere in Praktika verankert. Für weiterführende Arbeiten ist im IfIT ein 3D-Audio-Kreis aufgebaut, der über 16 Lautsprecher beschallt werden kann. Die Signalverarbeitung erfolgt auf einem BlackFin BF537 Signalprozessor, der eine Rechenarithmetik im Festkommazahlenformat besitzt. Hierdurch lassen sich Themen bearbeiten, die den Herausforderungen der Anpassung und Optimierung auf Festkommazahlenformate zuzuordnen sind.



Abb. 2: Ausschnitt des 3D-Audio-Kreises und Ansteuerung der 16 Lautsprecher

## 2.2 Fahrerassistenz

Die Automobilbranche setzt seit Jahren immer mehr Sensoren im Kraftfahrzeug ein, um sowohl den Zustand des Fahrzeugs als auch der Umwelt zu analysieren bzw. zu beobachten. Als Fahrer

möchte man die Entscheidungsgewalt über das Fahrzeug behalten; eine Assistenz, also eine im Hintergrund unaufdringlich ablaufende Unterstützung wird mehr und mehr akzeptiert, zumal damit meistens eine Steigerung der Sicherheit oder des Komforts verbunden ist.



Abb. 3: Fahrsimulation am IfIT

Im IfIT können an der vorhanden Sitzkiste sowohl Entwicklungen an neuen Bedienkonzepten von Fahrerassistenzsystemen getätigt werden als auch Fahrsimulationen durchgeführt werden, die zurzeit eine automatische Fahrspurerkennung zum Ziel haben. In Zukunft wird aus der Analyse der Fahrzeugposition bezogen auf eine Fahrspur aktiv ins Lenkverhalten eingegriffen werden können. Autonomes Fahren in simulierter Umgebung unter Einbeziehung realer Komponenten wird möglich, denn die in Abb. 4 dargestellten Ergebnisse einer automatischen Fahrspurerkennung sind extrem vielversprechend.



Abb. 4: Automatische Fahrspurerkennung

### 2.3 Biomedizintechnik

Einen wesentlichen Anteil an einer automatisierten Analyse medizinischer Messdaten kann die (Digitale) Signalverarbeitung beisteuern. Bei zeitabhängigen Signalen, wie z. B. der Aufzeich-

nung von Herztönen, lassen sich durch gezielte Zeit-Frequenz-Analysen Artefakte erkennen. In Abb. 5 ist der Originalsignalverlauf eines Herztons in blau dargestellt. Das dazugehörige Spektrum ist in Abb. 6 zu sehen. Anhand der gleichmäßigen Abstände zwischen den gut zu erkennenden Peaks ist sofort auf ein periodisches Signal zu schließen. Reduziert man den exakten Informationsgehalt auf die 20 leistungsstärksten Spektralanteile (rot), dann erhält man bereits eine relativ gute Näherung.

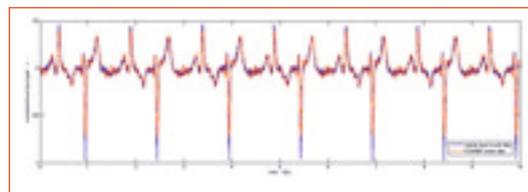


Abb. 5: Zeitverläufe eines Herztons

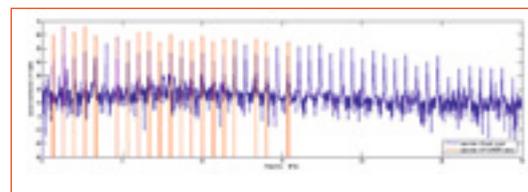


Abb. 6: Spektrum eines Herztons

Aber auch die Kenntnisse von Bildverarbeitungs-algorithmen lassen sich erfolgreich in den Bereich der Biomedizintechnik übertragen. Mithilfe klar detektierter Kanten lässt sich eine gezielte Weiterverarbeitung starten, wenn z. B. Bildbereiche als Gewebe oder Knochen klassifiziert werden. Abb. 7 zeigt dies exemplarisch.

### 3 Modellbasierte Entwicklung

Alle aufgezeigten Applikationen für Signalverarbeitung werden im IfIT modellbasiert entwickelt. So werden erzielte Ergebnisse immer gegen die Spezifikation bzw. die Erwartungen verifiziert. Der grundsätzliche Vorteil einer modellbasierten



Abb. 7: Kantendetektion bei einer Röntgenaufnahme

Entwicklungsmethodik liegt darin, dass man sich in einem bestehenden Modell einem einzelnen, speziellen Aspekt widmen kann. So entsteht nach und nach ein umfassendes Modell für die jeweilige Applikation. Diese methodische Arbeitsweise ist gerade auch in der Wirtschaft von besonderem Interesse, da so eine teamorientierte Arbeitsweise gefördert wird und gleichzeitig der Rahmen für eine effiziente und zielgerichtete Arbeitsweise vorgegeben wird.

Insofern schafft die modellbasierte Entwicklung die Möglichkeit, dass an komplexen Themengebieten gearbeitet werden kann, indem über einzelne Projekt- und Abschlussarbeiten konkrete Aspekte behandelt werden und zur Vervollständigung des Modells beitragen. Andererseits ist das Erlernen, Anwenden und Praktizieren solch einer methodischen Arbeitsweise für die Studierenden von Vorteil für den Einstieg ins Berufsleben.

Firmen schätzen die Anwendung dieser Methodik insbesondere in Forschungsk Kooperationen wegen ihrer Transparenz bei der Verifikation von Projektergebnissen und der damit verbundenen impliziten Qualitätssicherung.

#### **4 Ausblick**

Die einzelnen Applikationen werden in den nächsten Jahren weiter ausgebaut. Hierbei besitzt der Bereich der (Bio)Medizintechnik aufgrund seiner Aktualität eine hohe Dynamik und Priorität. In Kürze wird der sechsbeinige Laufroboter FRoDo des IfIT auch per Gedanken steuerbar sein. Dazu werden Hirnströme aufgezeichnet, ausgewertet und führen so zur Beeinflussung der Bewegungsrichtungen von FRoDo. Zur Stärkung des Knowhows im Bereich der Mechatronic wird ein Arm künstlich nachgebildet und soll dann auch nach den gleichen Mechanismen unterschiedliche Bewegungsabläufe ausführen.