



HAW HAMBURG

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

# Zwischenpraesentation

## Projekt FHL Winter 13

HAW Hamburg  
Dept. Informatik

25. November 2013

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

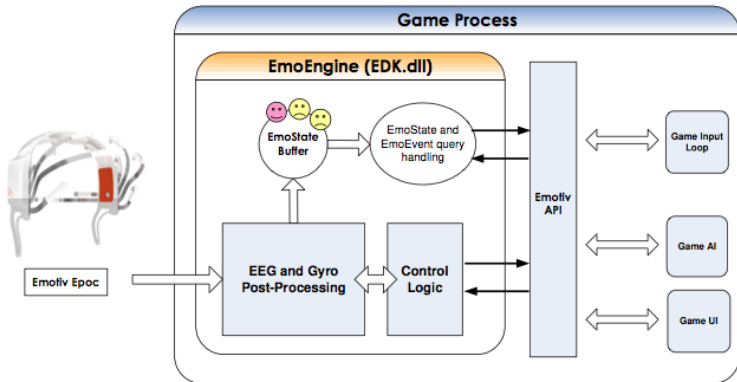
Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von  
Gitarreneffekte

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte



Die Emotiv-API (drei C-Header und entsprechende Binaries) bietet Zugriff auf Daten auf vier verschiedenen Ebenen:

- 1 rohe Messwerte der 14 Elektroden und des Gyroskops
- 2 Mimik-Ereignisse ("Expressiv Suite")
- 3 "Emotions-Werte" ("Affectiv Suite")
- 4 trainierte, wiedererkannte "Gedanken"-Muster ("Cognitiv Suite")

Wie die Daten der Ebenen 2-4 berechnet werden, bleibt leider ein Geheimnis der Hersteller-Firma.

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

**Datenanalyse**

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von  
Gitarreneffekte

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse**
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte

# Video "linkes Bein"

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Frequenzbänder  
und Sensorregionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



# Auswertung - erste Versuche

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc  
Datenanalyse

Datenanalyse  
Frequenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

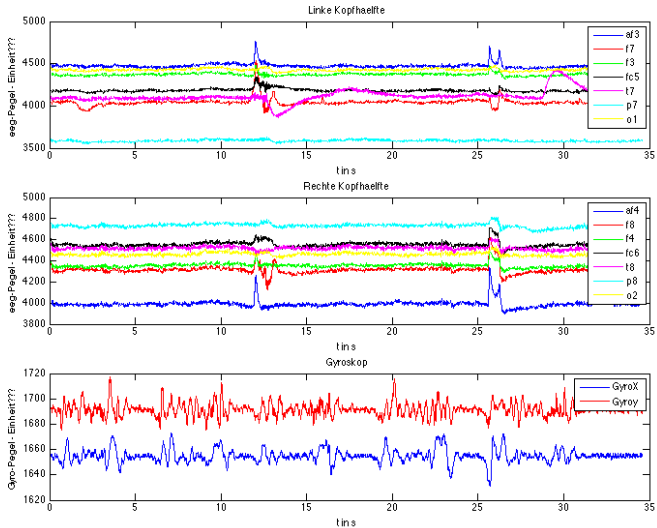
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von





# Auswertung - mit bwview

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

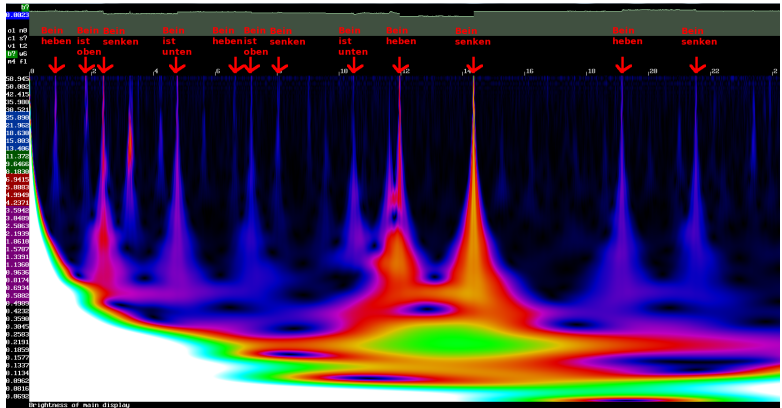
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

1 Emotiv Epoc

2 Datenanalyse

3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen

4 Emotiv Epoc API Wrapper

5 Torcs

6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung

7 Hardware

8 Abstrakte Kunst

9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte

# Analyse der EEG-Rohdaten mit Fokus auf Kognitive Belastung

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

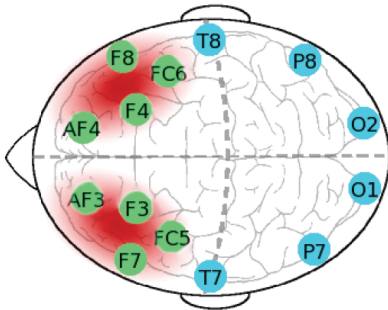
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



# Analyse der EEG-Rohdaten mit Fokus auf Kognitive Belastung

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

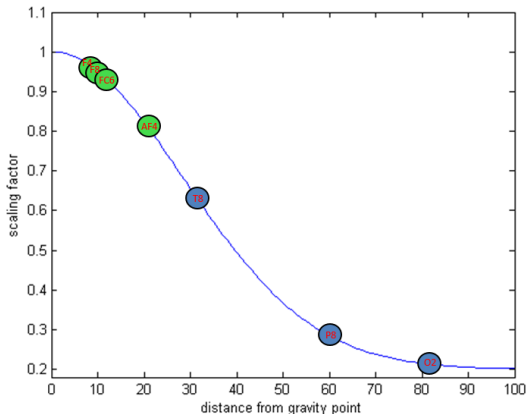
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



# Auswahl eines geeigneten Datensatzes

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

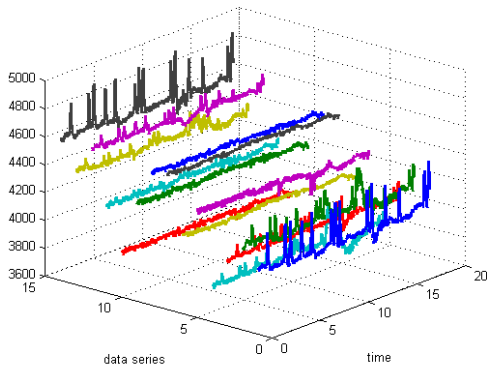
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



# Betrachtung des Frequenzspektrums

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

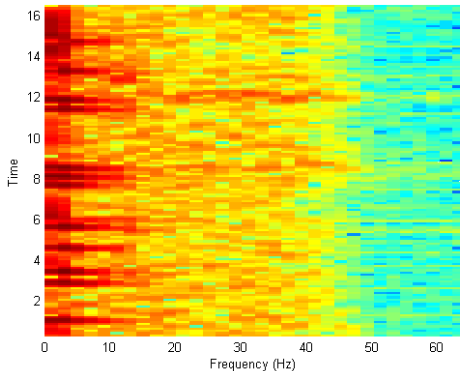
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von  
Sensoren



# Betrachtung des Frequenzspektrums

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

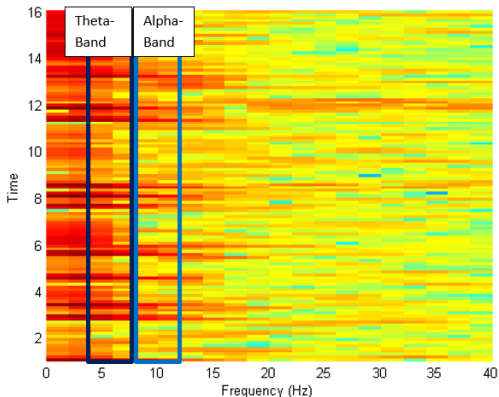
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

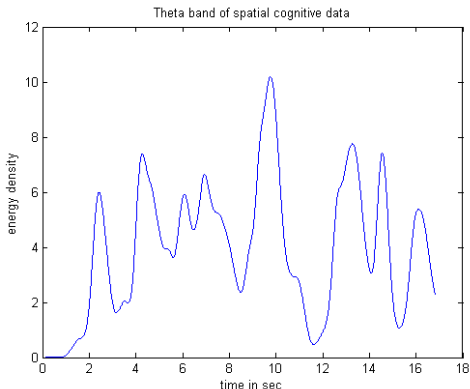
Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



- Anwendung der Gewichtungsfaktoren
- Zusammensetzen des räumlichen Signals
- Bandpassfilterung mit Durchlassbereich von 4 bis 7,5 Hz
- Betrachtung der Energiedichte





Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper**
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte

Die Emotiv Epoc API ist nativ C++ geschrieben. Sie ist dabei jedoch umständlich, und nur mühsam dokumentiert.

Deswegen: Entwicklung eines Wrappers fuer eine komfortablere Nutzung des EEG Headsets.

Die Emotiv Epoc API ist nativ C++ geschrieben. Sie ist dabei jedoch umständlich, und nur mäßig dokumentiert. Deswegen: Entwicklung eines Wrappers fuer eine komfortablere Nutzung des EEG Headsets.

Der API Wrapper ist in C++ geschrieben. Bei der Entwicklung wurde auf objektorientierte Prinzipien geachtet. Es wurde ebenfalls eine allgemeine Schnittstelle definiert, die es ermöglicht mit minimalem Aufwand unterschiedliche EEG Headsets zu nutzen

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von  
Gitarreneffekte

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs**
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte

# Torcs - The Open Racing Car Simulator

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

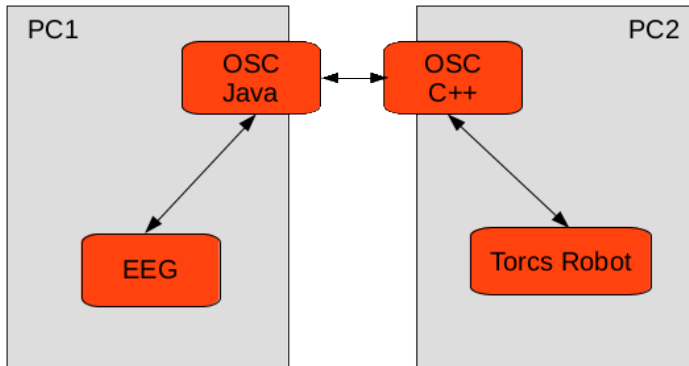
Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

- Open Source Lizenz - GPL
- 3D Rennspiel
- Fahrer programmierbar
- Gangschaltung per EEG
- <http://torcs.sourceforge.net/>



Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung**
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte



# Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Frequenzbänder  
und Sensorregionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

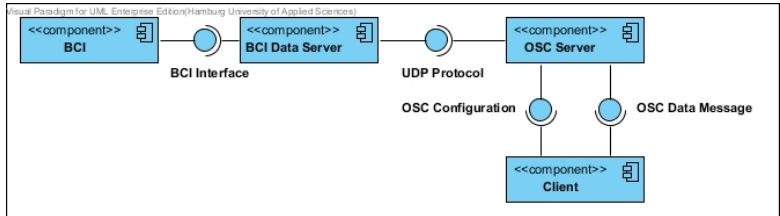
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



# OSC Server

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Frequenzbänder  
und Sensorregionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

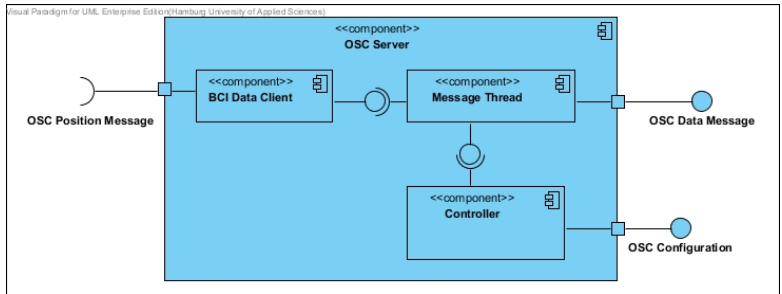
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



# Message Thread

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc  
Datenanalyse

Datenanalyse  
Frequenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

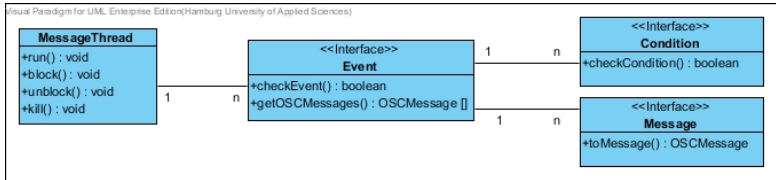
Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von



## Wieso Open Sound Control Nachrichten:

- 1 Plattform- und Sprachunabhängig
- 2 die asynchrone Kommunikation verhindert Deadlocks
- 3 einfacher Aufbau der Nachrichten
- 4 für die meisten Sprachen gibt es Open Source Implementierungen

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von  
Gitarreneffekte

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware**
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte

# Brain Control Interface (BCI)

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

Das BCI ist ein 1-Kanal EEG-Headset. Erfasst Entspannung- und Aufmerksamkeit auf Basis von EEG-Messungen.



Abbildung : Neurosky-Mindwave

Die Kinect ist ein Sensor für Bilderfassung.  
Der Tiefensensor, hat einen IR-Laserprojektor sowie ein CMOS Monochrom-Kameramodul.



Abbildung : Microsoft-Kinect

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst**
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte



# Mit den Händen malen und mit den Gedanken färben

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse  
Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

```
//Abstand zwischen den Händen berechnen
PVector abstand = PVector.sub(leftHand, rightHand);

//Abstand normieren (0-1)
abstand.normalize();

//Linien Farbe einstellen
applet.stroke(PApplet.map(attention, 0, 100, 0, 1) * 255,
               abstand.x * 255, abstand.y * 255);

//Lien Stärke einstellen
applet.strokeWeight(PApplet.map(meditation, 0, 100, 1, 10));
```

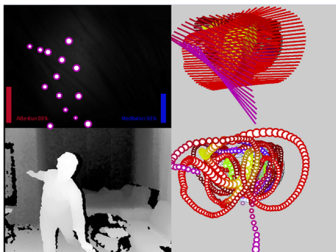


Abbildung : Abstrakte Kunst

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc

Datenanalyse

Datenanalyse Fre-  
quenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von  
Gitarreneffekte

- 1 Emotiv Epoc
- 2 Datenanalyse
- 3 Datenanalyse Frequenzbänder und Sensorregionen
- 4 Emotiv Epoc API Wrapper
- 5 Torcs
- 6 Verteilte Systeme mit OSC-Kopplung
- 7 Hardware
- 8 Abstrakte Kunst
- 9 Audio Aufnahme und Steuerung von Gitarreneffekte

# Playing Music

Projekt FHL  
Winter 13

Emotiv Epoc  
Datenanalyse  
Datenanalyse  
Frequenzbänder  
und Sensorre-  
gionen

Emotiv Epoc  
API Wrapper

Torcs

Verteilte  
Systeme mit  
OSC-  
Kopplung

Hardware

Abstrakte  
Kunst

Audio  
Aufnahme und  
Steuerung von

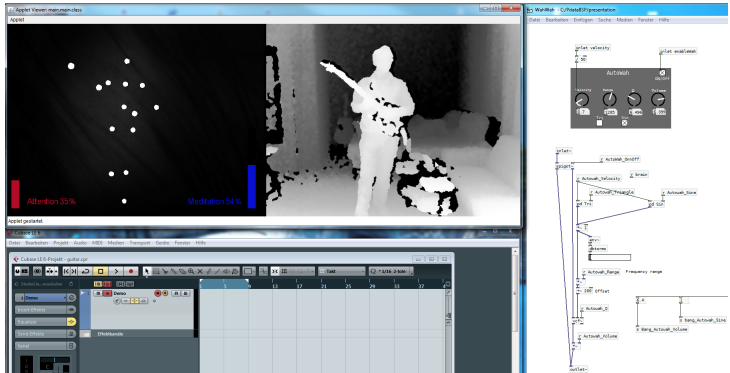


Abbildung : schnappschuss aus dem Video [Carlos Santana-Europa(cover)]