**186.168 Projektpraktikum 8.0h / 12.0 ECTS**

# Aktivitätserkennung mittels Mobiltelefonen und Wii-Remote durch Bewegungsanalyse und Klassifikation

**Teilnehmer:**

Roman Hochstöger 0627154 066 932

Christoph Fuchs 0625267 066 932

**Betreut von:** Peter Rautek

Inhaltsverzeichnis

[Aktivitätserkennung mittels Mobiltelefonen und Wii-Remote durch Bewegungsanalyse und Klassifikation 1](#_Toc280779558)

[1. Verwandte Arbeiten 3](#_Toc280779559)

[2. Grundlegende Vorgehensweise 3](#_Toc280779560)

[2.1 Visualisierung der Daten 4](#_Toc280779561)

[2.2 Klassifikation am Handy 4](#_Toc280779562)

[2.3 Übertragung der Daten 4](#_Toc280779563)

[3. Mathematische Überlegungen 5](#_Toc280779564)

[3.1 Berechnung des zurückgelegten Weges 5](#_Toc280779565)

[3.2 Berechnung der relativen Beschleunigung in alle 3 Achsen 6](#_Toc280779566)

[4. Eingesetzte Hardware und deren Spezifikationen 6](#_Toc280779585)

[3.1 Smartphone 6](#_Toc280779586)

[3.1 Wii-Remote (mit MotionPlus) 6](#_Toc280779587)

[5. Klassifizierung 7](#_Toc280779588)

[6. Evaluierung 7](#_Toc280779589)

[7. Mögliche Einsatzgebiete 7](#_Toc280779591)

[Steuerung des MP3-Players 7](#_Toc280779592)

[8. Quellen 8](#_Toc280779593)

Einleitung

Der Einsatz der Bewegungsanalyse ist vielseitig und wird in verschiedenen Bereichen, wie zum Beispiel bei Spielkonsolen oder für realistische Animationen von 3D-Modellen, eingesetzt. Das Ziel dieses Praktikums ist es, die Aktivitäten von einem Smartphone sowie der Wii Remote auf dem Computer zu visualisieren. Des Weiteren sollen spezielle Aktivitäten von einem Smartphone mit Hilfe von Analysen der Handbewegungen bzw. Bewegungen des Gerätes erkannt werden.

Im Allgemeinen soll zunächst vom Benutzer die Art der Bewegung gewählt bzw. eingeschränkt werden. Zum Beispiel simuliert der Benutzer den Umgang mit einem Säbel. Nach ausgeführter Bewegung mit dem Smartphone, soll dieses im Stande sein, mit Hilfe der Bewegungsanalyse und eines Klassifikators die durchgeführte Aktivität so genau wie möglich zu identifizieren. Zusätzlich soll es möglich sein, dass neue Bewegungsmuster hinzugefügt werden können, und der Klassifikator mit diesen neuen Informationen trainiert werden kann.

# Verwandte Arbeiten

Wissenschaftliche Publikationen über Bewegungsanalyse bzw. Aktivitätserkennung dienen als Grundlage um sich einen Überblick über mögliche Vorgehensweisen zu verschaffen. Außerdem ist es wichtig, die Erfahrungen von anderen aus bereits durchgeführten Projekten in diesem speziellen Gebiet zu berücksichtigen um etwaige Probleme (zum Beispiel mit der Hardware) zu umgehen.

**Die folgenden Quellen zeigen das Ergebnis unserer Recherche auf:**

* Charakterisierung von Accelerometerdaten zur Auswertung von Sportaktivitäten [1]

Fehlt noch: Beschreibung in 2 Sätzen

* Classification of basic daily movements using a triaxial accelerometer [2]

Fehlt noch: Beschreibung in 2 Sätzen

* Titel: Activity recognition from accelerometer data [3]

Fehlt noch: Beschreibung in 2 Sätzen

* Titel: Hand gesture recognition of a mobile device user [4]

Fehlt noch: Beschreibung in 2 Sätzen

# Grundlegende Vorgehensweise

Im Prinzip geht es darum, aus der Bewegung des Handys auf die durchgeführte Aktivität zu schließen. Dafür müssen die speziellen Bewegungsdaten, welche von unterschiedlichen Sensoren geliefert werden, analysiert werden.

Mit Hilfe des Beschleunigungs- und des Magnetfeldsensors werden die benötigten Rohdaten aus dem Smartphone ausgelesen. Die wissenschaftliche Herausforderung des Projektes besteht darin, aus diesen Daten geeignete Merkmale zu extrahieren um den Klassifikator trainieren zu können.

## 2.1 Visualisierung der Daten

Nur mit gut gewählten Merkmalen ist es möglich, eine hohe Klassifikationsrate zu erzielen. Außerdem werden dadurch die unzähligen Informationen stark reduziert.

Das Finden dieser besonderen Eigenschaften stellt sich als äußerst schwierig heraus. Deshalb wird zunächst versucht mit Hilfe einer 3D-Visualisierung der durchgeführten Bewegung des Smartphones und der Wii im Raum in Echtzeit darzustellen. Da die WiiRemote über keinen Magnetfeldsensor verfügt, wird versucht diese durch das Gyroskop des WiiMotion Plus zu ersetzen, indem vor Verwendung immer eine Kalibrierung durchgeführt wird. Die gewonnenen Daten werden dann mittels OpenGl gezeichnet und könnten in etwa wie Abbilung1 aussehen.

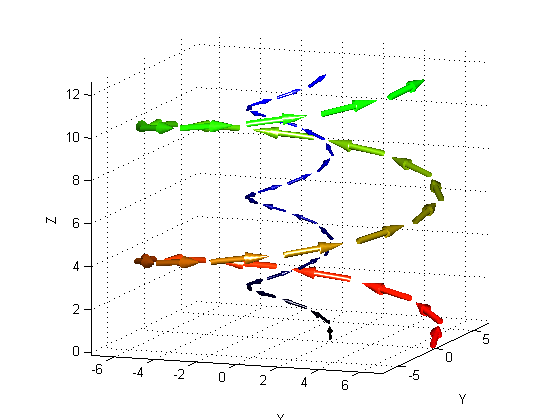


Abbildung 1 arrow visualization einer Spiralbewegung im Raum (Matlab)

## 2.2 Klassifikation am Handy

Durch die in der Visualisierung gewonnenen Daten sollen Merkmale gefunden werden, die für die Klassifikation gut geeignet sind.

Bei der Wahl der Merkmale müssen zusätzliche gewisse Eigenschaften betrachtet werden:

* Zeitliche Abhängigkeit
* Skalierung im Bezug auf Zeit (Gleiche Aktivitäten können sowohl schnell als auch langsam durchgeführt werden)
* Skalierung im Bezug auf Größe der Datenwerte (Gleiche Aktivitäten können sowohl intensiv als auch weniger intensiv durchgeführt werden)

Nachdem ein aussagekräftiger Merkmalsvektor gefunden wurde, muss ein Klassifikator mit einem Trainingsset, bestehend aus mehreren Merkmalsvektoren der einzelnen Aktivitäten, trainiert werden.

Nach erfolgreichem Training sollte der Klassifikator im Stande sein, durchgeführet Aktivitäten richtig klassifizieren zu können.

## 2.3 Übertragung der Daten

Da eine Echtzeitübertragung angestrebt wird, ist es notwendig eine dementsprechende Verbindung aufzubauen.

Für den Wii Controller mit Motion Plus wird eine Bluetooth-Verbindung verwendet, während das Smartphone mittels TCP und UDP-Verbindung über WiFi angesprochen wird.

# Mathematische Überlegungen

## 3.1 Berechnung des zurückgelegten Weges

Um den zurückgelegten Weg des Smartphones im dreidimensionalen Raum bestimmen zu können, werden die Beschleunigungswerte in Richtung aller drei Achsen ausgewertet.

Die gleichmäßige Beschleunigung setzt sich zunächst aus

zusammen. Es handelt sich dabei um die Änderung der Geschwindigkeit in Relation zur Zeitspanne . Lässt man diese Zeitspanne unendlich klein werden, so erhält man annähernd die momentane Beschleunigung .

Der zurückgelegte Weg nach einer gewissen Zeit bei gleichmäßiger Geschwindigkeit lässt sich durch ein einfaches Integral berechnen. Dabei müssen die beiden Anfangswerte, Geschwindigkeit und Weg zum Zeitpunkt 0, bekannt sein.

Es wird also zunächst die Geschwindigkeit benötigt, um den zurückgelegten Weg bestimmen zu können. Die Geschwindigkeit bzw. deren Vektor lässt sich wieder durch ein einfaches Integral aus der gleichmäßigen Beschleunigung berechnen. Dabei muss der Anfangswert bzw. Anfangsvektor der Geschwindigkeit bekannt sein.

Setzt man nun die beiden letzten Formeln zusammen, so kann der Weg anhand der gleichmäßigen Beschleunigung berechnet werden.

Da es sich aber in dieser Anwendung nicht um eine gleichmäßige Beschleunigung handelt, muss der zurückgelegte Weg nach jedem Zeitpunkt einer Sensormessung erneut berechnet werden.

Im Allgemeinen werden also nach jeder Sensormessung der bis zu diesem Zeitpunkt zurückgelegte Weg und die Geschwindigkeit herangezogen, um die aktuelle Position und Geschwindigkeit zu berechnen.

Die berechneten Positionsvektoren werden in einem dreidimensionalen Koordinatensystem festgehalten und ergeben somit die durchgeführte Bewegung im 3D-Raum.

## 3.2 Berechnung der relativen Beschleunigung in alle 3 Achsen

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben ist es notwendig die Beschleunigungswerte aller 3 Achsen zu wissen. Der Beschleunigungssensor des Smartphones liefert diese Werte, jedoch wird die Erdbeschleunigung ebenfalls miteinbezogen. Es gilt nun den relativen Beschleunigungsvektor, die tatsächliche Beschleunigung die das Smartphone erfährt, zu berechnen.

Der Sensor liefert den Messvektor welcher sich aus tatsächlicher Beschleunigung und Erdbeschleunigung zusammensetzt.

Wobei folgendes gelten muss:

# Eingesetzte Hardware und deren Spezifikationen

## 3.1 Smartphone

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sensor | Intervall | Messbereich | Genauigkeit | Typ |
| Beschleunigungssensor | 25Hz … 1500Hz | ± 2g Android API | 0.5mg/√Hz | BMA150 [5] |
| Magnetfeldsensor | 80 Hz | ± 300mT | ±2.0mT | AK8973 [6] |

## 3.1 Wii-Remote (mit MotionPlus)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sensor | Intervall | Messbereich | Genauigkeit | Typ |
| Beschleunigungssensor | 0.5Hz … 1600Hz | ± 3g | 10% | ADXL330 [7] |
| Dual-Axis Gyroskop | 140 Hz | ±500 - 2000 °/sec |  | IDG-600 [8] |

# Klassifizierung

1: Kurve anhand der Funktionspunkte ermitteln (B-Splines). Hier ist vor allem das Stichwort DigitalGeometrie wichtig !!!  
2: Parametrisieren der Kurve. Aus der 3D-Kurve eine 2D Kurve basteln  
3: Einer der folgenden Verfahren anwenden um Merkmale zu erhalten:  
  
(Gegebenfalls Kurven normalisieren??)  
  
a) Gradienten Berechnen  
    Dadurch erhält man Informationen über die Form der Kurve  
b) FFT  
    ist längenabhängig.....je länger die Kurve umso mehr Parameter. Generell sollen wir da die ersten 20. Parameter herannehmen  
c) Wave  
    wird lokal auf die Kurve angewendet

# Evaluierung

# 

# Mögliche Einsatzgebiete

Um den möglichen Einsatz der entwickelten Software zu zeigen, werden zusätzlich ein paar Anwendungen implementiert, welche ebenfalls die Aktivitätserkennung beinhalten (zum Beispiel als Steuerungselement).

## Steuerung des MP3-Players

## Quellen

* [1] Charakterisierung von Accelerometerdaten zur Auswertung von Sportaktivitäten

Autor: Matthias Altmann

Quelle: <http://tahiti.mis.informatik.tu-darmstadt.de/oldmis/People/kristof/Altmann_thesis.pdf>

* [2] Classification of basic daily movements using a triaxial accelerometer

Autor: M. J. Mathie, B. G. Celler, N. H. Lovell and A. C. F. Coster

Quelle: <http://www.springerlink.com/index/wm35501wq8352865.pdf>

* [3] Activity recognition from accelerometer data

Autor: Nishkam Ravi and Nikhil Dandekar and Preetham Mysore and Michael L. Littman

Quelle: <http://www.aaai.org/Papers/AAAI/2005/IAAI05-013.pdf>

* [4] Hand gesture recognition of a mobile device user

Autor: T. Scott Saponas, Jonathan Lester, Jon Froehlich, James Fogarty, James Landay

Quelle: <http://www.cs.washington.edu/homes/ssaponas/publications/UW-CSE-08-04-02.pdf>

* [5] BMA150 Beschleunigungssensor

Quelle: <http://storm.cis.fordham.edu/~gweiss/wisdm-papers/BMA150-accelerometer.pdf>

* [6] AK8973 Magnetfeldsensor

Quelle: <http://www.ic-on-line.cn/iol/datasheet/ak8973_4138699.pdf>

* [7] ADXL330 Beschleunigungssensor

Quelle: <http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADXL330.pdf>

* [8] IDG-600 Dual-Axis Gyroskop

Quelle: <http://www.dynacam3d.com/files/bibliographie/Wii-motion/IDG600_ProductBrief_English.pdf>