

# Zu einer Automatischen Erkennung von Spielbewegungen am Klavier

Aristotelis Hadjakos, Erwin Aitenbichler, Max Mühlhäuser

Telekooperation  
Informatik  
TU Darmstadt  
Hochschulstr. 10  
64289 Darmstadt  
telis@tk.informatik.tu-darmstadt.de  
erwin@tk.informatik.tu-darmstadt.de  
max@tk.informatik.tu-darmstadt.de

**Abstract:** Das Einüben verschiedener Bewegungsmuster ist ein wichtiger Teil beim Erlernen des Klavierspiels. Die erlernten Bewegungsmuster werden beim Spiel vom Musiker abgerufen. Eine automatische Erkennung dieser Muster könnte neue Anwendungen in den Bereichen Klavierpädagogik, Musikpraxis und Musikmedizin ermöglichen. Wir präsentieren frühere Studien bei denen wir inertielle Sensoren verwendet haben, um pianistische Bewegungsmuster zu analysieren, und bei denen wir ein neues musikalisches Interface für den Klavierunterricht entwickelt haben.

## 1 Motivation

Das Einüben verschiedener Bewegungsmuster ist ein wichtiger Teil beim Erlernen des Klavierspiels. Die erlernten Bewegungsmuster werden beim Spiel vom Musiker abgerufen. Mit Hilfe von inertialen Sensoren, d.h. mit Akzelerometern und Gyroskopen, die am Körper des Spielers befestigt werden, kann die Bewegung des Spielers aufgezeichnet werden. Wir wollen Verfahren entwickeln, um aus den Sensordaten automatisch die zugrunde liegenden Spielbewegungen zu ermitteln. Die automatische Erkennung der Spielbewegungen könnte neue Anwendungen in den folgenden Bereichen ermöglichen:

- Klavierpädagogik, z.B. innovative Lernanwendungen, die die Spielbewegungen analysieren und beim Technik-Training eingesetzt werden können.
- Musikpraxis: z.B. die Entwicklung innovativer Instrumente, die sich intuitiv von geübten Musikern einsetzen lassen da sie auf traditionellen Spielbewegungen basieren.
- Musikmedizin, z.B. Anwendungen, die vor körperlichen Überlastungen beim Üben warnen können.

### 3 Verwandte Arbeiten

Peiper et al. haben elektromagnetisches Tracking genutzt, um verschiedene Artikulationen bei der Geige automatisch zu klassifizieren [PWG03]. Dazu werden Features aus den Sensordaten extrahiert. Auf Basis dieser Features erfolgt die Klassifikation mit Hilfe eines Entscheidungsbaums.

Rasamimanana et al. messen Position und Beschleunigung des Bogens einer Geige und benutzen die Daten um verschiedene Artikulationen automatisch zu unterscheiden [RFB06]. Features werden aus den Sensordaten extrahiert. Auf Basis dieser Features erfolgt die Klassifikation mit Hilfe von k-NN (k-Nearest-Neighbour).

Young hat eine Kombination verschiedener Sensoren für die automatische Klassifikation von Spielbewegungen bei der Geige verwendet [Yo08]. Unter anderem wurde auch ein inertialer Sensor mit sechs Freiheitsgraden, der am Bogen der Geige befestigt wurde, verwendet. Die automatische Klassifikation beruht auf einer Kombination von PCA (Principle Component Analysis) und k-NN (k-Nearest-Neighbour).

Wir wollen, unter Verwendung ähnlicher Methoden, Verfahren für eine automatische Erkennung von Spielbewegungen am Klavier entwickeln.

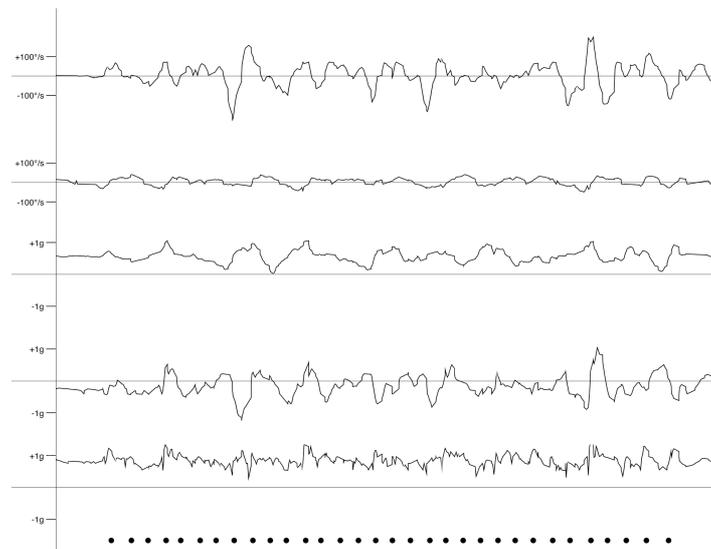


Abbildung 1: Sensordaten gemessen am Handgelenk eines Pianisten

## 4 Stand der Arbeit

Mit Hilfe eines Sensors haben wir Bewegungen beim Klavierspiel aufgenommen [HAM08b]. Der Sensor besteht aus dem 3-Achsen Akzelerometer ADXL330 von Analog Devices und dem 2-Achsen Gyroskop IDG300 von InvenSense, die über ein CREATE USB am Computer angeschlossen sind. Wir haben den Sensor an verschiedenen Stellen des Arms eines Pianisten befestigt und die auftretenden Drehraten und Beschleunigungen gemessen. Es wurden verschiedene Bewegungsmuster ausgeführt und anhand erstellter Grafiken (siehe Abbildung 1) analysiert. Verschiedene Spielmuster waren beim Betrachten unterscheidbar.

Wir haben ein musikalisches Interface entwickelt, das zwischen zwei Arten des Klavieranschlags unterscheidet, und zwar zwischen einem Anschlag bei dem der Finger ohne Beteiligung des Armes die Taste niederdrückt und einem Anschlag bei dem der Arm des Spielers beteiligt ist [HAM08b]. Dazu werden selbst gebaute Goniometer, mit denen sich die Winkel zwischen Ober- und Unterarm bestimmen lassen, am Spieler angebracht. Mit Hilfe dieser Sensoren und mit visuellem Tracking der Hände werden die verschiedenen Bewegungsformen erkannt und sonifiziert. Das Interface wurde mit Studenten der HfMDK Frankfurt (Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Frankfurt) evaluiert.

Als nächstes wollen wir einen annotierten Korpus von Klavierspielbewegungen erstellen. Mit diesem Korpus wäre es möglich, geeignete Mustererkennungsverfahren zu trainieren.

## Literaturverzeichnis

- [HAM08a] Hadjakos, A.; Aitenbichler, E.; Mühlhäuser, M.: The Elbow Piano: Sonification of Piano Playing Movements. NIME 2008 Proceedings, 2008.
- [HAM08b] Hadjakos, A.; Aitenbichler, E.; Mühlhäuser, M.: Potential Use of Inertial Measurement Sensors for Piano Teaching Systems. Proceedings of the 4th i-Maestro Workshop on Technology-Enhanced Music Education, 2008.
- [PWG03] Peiper, C.; Warden, D.; Garnett, G.: An Interface for Real-Time Classification of Articulations Produced by Violin Bowing. NIME 2003, 2003.
- [RFB06] Rasamimanana, N.; Fléty, E.; Bevilacqua, F.: Gesture Analysis of Violin Bow Strokes. Lecture Notes in Computer Science, S. 145-155, 2006.
- [Yo08] Young, D.: Classification of Common Violin Bowing Techniques Using Gesture Data from a Playable Measurement System, NIME 2008 Proceedings, 2008