

Map of Mozart

Rudolf Mayer, Thomas Lidy, Andreas Rauber

Technische Universität Wien
Institut für Softwaretechnik und Interaktive Systeme
Favoritenstraße 8-10, 1040 Wien
{mayer, lidy, rauber}@ifs.tuwien.ac.at

Abstract

Die "Map of Mozart" ist eine automatische generierte Musiklandkarte, die das Gesamtwerk von Wolfgang Amadeus Mozart zugänglich macht. Mittels der von uns entwickelten SOMeJB Methode erreichen wir ein automatisches Clustering von Musikstücken, basierend rein auf deren Audio-Inhalt. Dabei benutzen wir die Self-Organizing-Map, um aus der hochdimensionalen Repräsentation der Musikstücke in Form von „Rhythm Pattern“ Vektoren eine leicht erforschbare, zweidimensionale Abbildung zu generieren, in der inhaltlich ähnliche Stücke nahe bei einander liegen.

1. Einleitung

Musik wird in zunehmendem Maße elektronisch vertrieben: Anbieter stellen enorme Musiksammlungen online zum Verkauf zur Verfügung, Audioplayer speichern immer größere Sammlungen in immer kleineren Geräten. Um diese Mengen an Musik sinnvoll nutzen zu können, einen Überblick zu haben, welche Musik in einem Portal verfügbar ist, was in den letzten Wochen neu dazugekommen ist, bzw. sich rein für eine Stunde rasch eine nette Playlist als Hintergrundmusik zusammenstellen zu können, erfordert neue Interfaces.

Die Map of Mozart ist, inspiriert durch das Mozartjahr 2006, die erstmalige Analyse des Gesamtwerks des Komponisten, bestehend aus 2.442 Musikstücken mittels der erstmals 2001 vorgestellten SOMeJB (SOM-enhanced JukeBox) 4 Methode. Durch die Verwendung der Self-Organizing Map (SOM) 4 wird die gesamte Musiksammlung auf einer Karte sichtbar gemacht. Wie in einem großen Musikgeschäft, wo ebenfalls die einzelnen Verkaufsstände nach Musikrichtungen (manuell) sortiert sind, und einzelne Bereiche der Klassik, der Popmusik oder Volksmusik gewidmet sind, entstehen auf der Karte Bereiche (Inseln), die bestimmte klangliche Eigenschaften haben. Die Karte bietet so einen Überblick über die vorhandene Musik - aus der Größe der Bereiche kann abgelesen werden, wie umfangreich z.B. das jeweilige Musikgenre in der Sammlung vertreten ist.

Musiklandkarten - sei es als 2-dimensionales Kartenbild oder auch als 3D-Landschaft - können virtuell durchwandert werden, was einen spielerischen Umgang mit Musiksammlungen ermöglicht. Darüber hinaus bieten diese Karten aber auch eine hervorragende Möglichkeit, rasch eine Playlist als Hintergrundmusik zusammenzustellen: einfach einen bestimmten Bereich auf der Karte markieren, und schon kann man beispielweise ruhige Violinsonaten, dynamische Orchesterwerke oder Kammermusik hören, anstatt mühsam einzelne Verzeichnisse durchblättern und manuell einzelne passende Titel auswählen zu müssen. Weiters ist es möglich Pfade durch die Landschaft einzuzeichnen, z.B. angefangen von ruhigen Klaviersonaten über einige Lieder zu Arien und wieder zurück - wobei man vordefinieren kann, dass eine solche Rundreise z.B. 20 Minuten dauern soll. Alles weitere überlässt man dem Computer, der die Musik entlang dieses Pfads automatisch zusammenstellt.

2. Entstehung

Der Prozess zur Erstellung der Musiklandkarte aus den Audio-daten beinhaltet folgende Schritte.

Audio-Feature Extraction

Als erstes wurde ein Analyseverfahren angewendet welches spezifische Merkmale aus Musikdaten extrahiert - die sogenannte Audio Feature Extraction. Zur Analyse werden ausschließlich Akustikmerkmale verwendet, das Verfahren verfügt über keinerlei Wissen über Noten, Motive und andere musiktheoretische Strukturen der Werke. Die extrahierten Merkmale entsprechen einem sogenannten Rhythmus-Muster (Rhythm Pattern) 444, welches neben der Map of Mozart auch grafisch dargestellt wird. Das Rhythmus-Muster beinhaltet nicht nur Rhythmus im engeren Sinn, sondern auch kleinste Fluktuationen in hohen Frequenzbereichen. Daraus resultiert pro Musikstück ein hochdimensionaler Vektor (1440 Dimensionen), der das Stück inhaltlich beschreibt.

Self-Organizing-Map (SOM)

Als nächster Schritt wurden die extrahierten Musikmerkmale einem selbstorganisierenden Verfahren, der Self-Organizing Map (SOM) 4, übergeben. Die SOM ist ein neuronales Netz, das oft zur Projektion von hochdimensionalen Daten auf eine meist zwei-dimensionale Karte verwendet wird. Hierbei lernt der Computer aus den Merkmalen der Musik und versucht diese Schritt für Schritt auf der zwei-dimensionalen Karte so lange neu zu organisieren, bis eine möglichst kohärente Darstellung entsteht, bei der Musikstücke mit ähnlichen Merkmalen nahe beieinander liegen und solche mit wenigen Gemeinsamkeiten weiter entfernt. Diese Form der Darstellung der Daten erlaubt eine wesentlich einfachere Interpretation durch den Benutzer. Die Karten selbst können dabei beliebige Formen annehmen, von rechteckigen bis zu speziellen Formen, wie etwa der Silhouette Mozarts (Mnemonic SOM) 4.

3. Interaktion

Die resultierende Karte ermöglicht eine Darstellung, die auf einen Blick eine Übersicht über die gesamten Werke Mozarts gibt. Jedes Quadrat auf der Karte beinhaltet eine Gruppe von Stücken, die starke musikalische Gemeinsamkeiten in sich tragen. Benachbarte Quadrate beinhalten ähnliche Musikstücke. Je weiter zwei Quadrate voneinander entfernt sind, desto divergenter sind die musikalischen Charakteristika.

Durch viele ähnliche Quadrate entstehen ganze Bereiche (Cluster oder Inseln) von ähnlicher Musik, etwa findet man beinahe alle Opern die Mozart geschrieben hat im unteren Bereich der Map of Mozart, während Pianostücke am obersten Rand zu finden sind. Bei den Opern selbst finden sich unterschiedliche Bereiche wie z.B. Rezitative (im Nacken Mozarts). Im Bereich der Pianomusik versammeln sich Piano Sonaten und Piano Konzerte (wobei die Karte nicht primär versucht, Instrumente zu erkennen, sondern nur klangliche Eigenschaften analysiert).

Die Übergänge zwischen den musikalischen Merkmalen sind fließend, und so auch der Inhalt der Quadrate der Karte. An Grenzen zwischen stark unterschiedlichen Bereichen können auch leere Quadrate auftreten. Die Zuordnung entstand automatisch anhand von Computeralgorithmen auf alleiniger Basis des Audioinhalts der Musik. Aus diesem Grund kann es auch vorkommen, dass einige wenige Stücke nicht unbedingt dort liegen, wo man sie erwarten würde - wobei sich zeigt, dass auch Menschen bei der Einteilung von Musik in Kategorien oftmals keine Übereinstimmung finden.

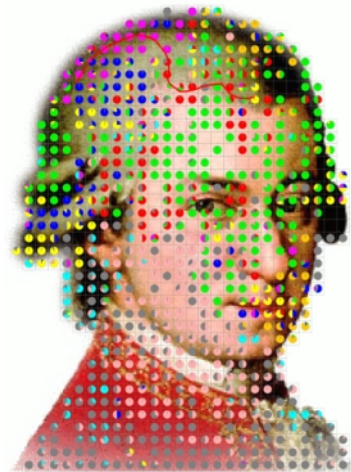
Als Zugang zur Karte wurde einerseits eine Desktop-Applikation entwickelt, die „PlaySOM“. Diese Applikation erlaubt ein- und auszoomen sowie das Markieren von Kartenbereichen. Aus den so selektierten Musikstücken kann dann eine Playlist erstellt werden. In eingeschränkter Funktionalität ist diese Software auch für Pocket-PCs entwickelt worden.

Um Musiklandkarten darüber hinaus einem größeren Publikum leicht zugänglich zu machen, wurde auch eine web-basierte Version erstellt.

4. Map of Mozart

Erstmals wurden das Gesamtwerk von Wolfgang Amadeus Mozart einer rein audio-basierten Analyse unterzogen. Diese Musikkollektion umfasst dabei 2.442 Stücke aus Opern, Symphonien, Sonaten, und anderen.

Die Form unserer Karte wurde dabei so gewählt, dass sie dem Umriss des faszinierenden Künstlers selbst entspricht.



Ganz automatisch finden wir somit die Opern von W. A. Mozart in einem Bereich wieder, während sich die Pianostücke in einem gegenüberliegenden Bereich befinden. Streichkonzerte, Violinsonaten, Serenaden - jeder einzelne Teilbereich der Map of Mozart

zeigt somit eine andere Gruppe von Werken mit ganz spezifischen Charakteristika, mit fließenden Übergängen. So finden sich z.B. die Streicherensembles (hellgrüne Kategorie) im Bereich des rechten Ohrs Mozarts, während etwa die Tänze (lachsfarbene Kategorie) links darüber im Bereich des Hinterkopfs angeordnet sind.

Wurden ganze Bereiche von ähnlichen Stücken gefunden, entstehen sogenannte "Cluster" oder Inseln. Starke Anhäufungen auf Inseln werden auf der Islands of Music Visualisierung sichtbar. Zusätzlich können die (manuell vorhandenen) Zuordnungen zu Kategorien als Kreisdiagramme eingeblendet werden.

Diese Art von Visualisierung erlaubt eine intuitive und auf einen Blick greifbare Darstellung der gesamten Werke Mozarts. Darüber hinaus ermöglicht sie das interaktive Browsen des Mozart-Archivs und das Abrufen zusätzlicher Informationen zu den Werken Mozarts.

Referenzen

[1]T. Kohonen. "Self-Organizing Maps Springer", Berlin, Germany, 2001.

[2]Thomas Lidy, Andreas Rauber. "Evaluation of Feature Extractors and Psycho-acoustic Transformations for Music Genre Classification.", Proceedings of the Sixth International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2005), pp. 34-41, London, UK, September 11-15, 2005.

[3]A. Rauber, E. Pampalk, D. Merkl. „Using Psycho-Acoustic Models and Self-Organizing Maps to Create a Hierarchical Structuring of Music by Musical Styles”, Proceedings of the 3rd International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2002), pp.71-80, October 13-17, 2002, Paris, France.

[4]A. Rauber, and M. Frühwirth. „Automatically Analyzing and Organizing Music Archives”, Proceedings of the 5. European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL 2001), Sept. 4-8 2001, Darmstadt, Germany.

[5]Rudolf Mayer, Dieter Merkl, Andreas Rauber. „Mnemonic SOMs: Recognizable Shapes for Self-Organizing Maps”, Proceedings of the 5th Workshop On Self-Organizing Maps Paris (WSOM 2005), pp. 131-138, September 5-8 2005, Paris, France.