

Extraction de motifs et classification automatique de partitions musicales

Encadrants: Raphaël Fournier-S'niehotta et Philippe Rigaux (équipe Vertigo)

Introduction

La recherche d'information musicale (*Music Information Retrieval*) recouvre un ensemble de domaines centrés sur la représentation de la musique et son exploitation pour des objectifs variés : analyse, extraction de connaissance, recommandation, interrogation. L'équipe Vertigo développe depuis plusieurs années une approche basée sur la description des contenus par le langage de la notation musicale, considéré comme un codage symbolique structuré de l'information. Nous proposons une thèse visant à extraire des motifs descriptifs récurrents de cette représentation et à construire des outils exploratoires pour de grandes collections de documents. Ils devront notamment permettre la *classification automatique* des pièces en catégories hiérarchiques et la *recherche d'information par facettes*.

Contexte

L'équipe Vertigo du CNAM Paris (<http://cedric.cnam.fr/lab/equipes/vertigo/>) étudie principalement la fouille de données (*data mining*) appliquées à des données complexes, dont les données musicales, partitions ou documents audio. Les travaux autour de la plateforme Neuma (<http://neuma.huma-num.fr>) ont contribué à mettre en ligne des collections d'œuvres d'horizons très divers et à en faciliter la consultation, la recherche et l'analyse (voir par exemple [1]).

Le langage de la notation musicale est utilisé traditionnellement pour le codage des partitions. Nous le considérons, dans sa forme numérisée, comme un codage symbolique structuré de l'information musicale permettant des opérations fines et robustes. Les travaux de l'équipe portent sur l'application de cette approche à l'organisation de grandes collections de documents, à l'extraction de connaissances et de méta-données, à la transcription automatique de documents audio [2, 3, 4, 5]. Nous souhaitons maintenant exploiter les possibilités de l'apprentissage automatique (*machine learning*) sur des données symboliques, en particulier en terme de classification. *Le sujet de thèse porte sur l'extraction de motifs et la classification des pièces musicales en exploitant leur représentation notée.*

Objectifs et approches

La notation musicale numérisée s'effectue dans des formats de fichiers tels que MusicXML et MEI, reposant sur un codage XML et une représentation arborescente de l'œuvre. La fouille de motifs doit permettre d'extraire de l'information en trouvant des ensembles de balises pertinents pour reconnaître des structures musicales. La difficulté consiste notamment à trouver le bon niveau de granularité pour permettre l'abstraction, et ne pas se perdre dans des détails ornementaux. Les motifs obtenus devront correspondre à des fragments musicaux significatifs, que ce soit en termes mélodiques, rythmiques, stylistiques voire instrumentaux. La recherche de séquences de motifs fréquents sera une suite immédiate de ce travail. On explorera aussi des ensembles de motifs plus complexes, par exemple sous forme de graphes.

L'objectif de ces travaux est de disposer d'un ensemble de caractéristiques (*features*) associées à chaque œuvre. On abordera ensuite la question de la classification proprement dite. La définition d'une nouvelle mesure de similarité efficace (éventuellement construite à partir de mesures existantes) permettra de commencer à regrouper des motifs (ou ensembles de motifs). Cette première phase de classification se poursuivra par une phase de classification d'œuvres, avec l'ambition de pouvoir reconnaître et distinguer des genres, des périodes voire des auteurs. La confrontation aux classifications existantes assurera la validation des travaux, en collaboration étroite avec des experts en musicologie.

En termes applicatifs, ces outils de classification pourront servir de base à la création d'un *moteur de recherche à facettes* ou d'un système de recommandation (filtrage par le contenu) permettant l'exploration et la découverte de contenu dans de grandes collections d'œuvres. Le code sera *open source* et intégré à la plateforme Neuma¹ (Django/Python).

La candidate ou le candidat doit avoir de solides bases en informatique et mathématiques appliquées (M2 ou ingénieur), en particulier la recherche d'information et l'apprentissage. La maîtrise à un bon niveau d'un langage de programmation comme Python ou Java est indispensable.

Les candidatures s'effectuent par mail aux adresses fournier@cnam.fr et philippe.rigaux@cnam.fr, avec au moins un CV et une description du profil (ou lettre de motivation).

¹<http://neuma.huma-num.fr>

Échéancier

Nous disposons d'une collection de données importante donnant pour chaque pièce différentes représentations : audio, symbolique (partition), MIDI. Les travaux et leur validation pourront s'appuyer sur ce jeu de données selon l'échéancier suivant :

1. (Année 1) État de l'art ; extraction de motifs descriptifs structurés à partir de la représentation notée et / ou des représentations audio.
2. (Année 2) Mise en œuvre de méthodes d'apprentissage pour la classification hiérarchique d'une collection basée sur les motifs extraits
3. (Année 3) Applications : navigation dans une grande base de partitions ; recherche scalable à facettes étendant les résultats de [1].

Références

- [1] Philippe Rigaux and Nicolas Travers. Scalable searching and ranking for melodic pattern queries. In *International Society for Music Information Retrieval Conference, ISMIR 2019, Delft (NL)*, 2019.
- [2] R. Fournier-S'niehotta, P. Rigaux, and N. Travers. Is There a Data Model in Music Notation? In Richard Hoadley, Chris Nash, and Dominique Fober, editors, *Intl. Conf. on Technologies for Music Notation and Representation (TENOR'16)*, pages 85–91. Anglia Ruskin University, 2016.
- [3] S. Cherfi, C. Guillotel, F. Hamdi, P. Rigaux, and N. Travers. Ontology-Based Annotation of Music Scores. In *Intl. Conf. on Knowledge Capture (K-CAP'17)*, 2017. Austin, Texas, Dec. 4-6 2017.
- [4] R. Fournier-S'niehotta, P. Rigaux, and N. Travers. Modeling Music as Synchronized Time Series : Application to Music Score Collections. *Information Systems*, pages 35–49, 2018.
- [5] Francesco Foscarin, Florent Jacquemard, Philippe Rigaux, and Masahiko Sakai. A Parse-based Framework for Coupled Rhythm Quantization and Score Structuring. In *MCM 2019 - Mathematics and Computation in Music*, volume Lecture Notes in Computer Science of *Proceedings of the Seventh International Conference on Mathematics and Computation in Music (MCM 2019)*, Madrid, Spain, 2019. Springer.