

Sujet: Modélisation d'informations musicales

Nom des tuteurs : Pierre HANNA et Myriam DESAINTE-CATHERINE

[Pierre.hanna@labri.fr](mailto:Pierre.hanna@labri.fr)

Nom et adresse du laboratoire d'accueil : LaBRI – 351 Cours de la Libération, 33405 Talence

Descriptif synthétique (maximum 10 lignes) :

De plus en plus de documents musicaux numériques sont disponibles en ligne (Internet, mobiles, ...). De nouvelles méthodes de navigation doivent être proposées aux utilisateurs, puisqu'à l'heure actuelle, seules les recherches sur des noms (titres, interprètes, ...) sont possibles. Le domaine de recherche d'information musicale (Music Information Retrieval) implique le développement de nouvelles méthodes de classification, d'indexation et de recherche pour les signaux musicaux audio. Un des principaux problèmes encore ouverts du domaine est l'estimation de la similarité entre des pièces musicales. Ce problème nécessite une expertise pluridisciplinaire dans des domaines variés tels que la théorie musicale, le traitement du signal audio, l'algorithmique de comparaison de structures de données, etc. Les systèmes d'estimation de la similarité musicale existant repose essentiellement sur la similarité du timbre. L'étude de l'adaptation d'algorithmes couramment appliqués dans des domaines tels que la bioinformatique ou la reconnaissance de chaînes de caractères, au contexte musical mène à des résultats prometteurs. Toutefois, cette adaptation au contexte musical soulève de nouveaux problèmes à la fois en informatique musicale, mais aussi en algorithmique de comparaison. De nombreuses méthodes prenant en compte les caractéristiques musicales telles que la mélodie, l'harmonie, le rythme, etc. doivent être développées et évaluées par des expériences d'écoute et sur des bases de données audio et symbolique existantes.

Présentation scientifique du projet

De plus en plus de documents musicaux numériques sont disponibles en ligne (Internet, mobiles, ...). De nouvelles méthodes de navigation doivent être proposées aux utilisateurs, puisqu'à l'heure actuelle, seules les recherches sur des noms (titres, interprètes, ...) sont possibles. Le domaine de recherche d'information musicale (Music Information Retrieval) implique le développement de nouvelles méthodes de classification, d'indexation et de recherche pour les signaux musicaux audio. Un des principaux problèmes encore ouverts du domaine est l'estimation de la similarité entre des pièces musicales. Ce problème nécessite une expertise pluridisciplinaire dans des domaines variés tels que la théorie musicale, le traitement du signal audio, l'algorithmique de comparaison de structures de données, etc. Les systèmes d'estimation de la similarité musicale existant repose essentiellement sur la similarité du timbre. L'étude de l'adaptation d'algorithmes couramment appliqués dans des domaines tels que la bioinformatique ou la reconnaissance de chaînes de caractères, au contexte musical mène à des résultats prometteurs. Toutefois, cette adaptation au contexte musical soulève de nouveaux problèmes à la fois en informatique musicale, mais aussi en algorithmique de comparaison. De nombreuses méthodes prenant en compte les caractéristiques musicales telles que la mélodie, l'harmonie, le rythme, etc. doivent être développées et évaluées par des expériences d'écoute et sur des bases de données audio et symbolique existantes.

Le travail de recherche pourra considérer l'un des problèmes suivants :

\* Algorithmes d'autosimilarité adaptés à la musique

La manipulation des grandes bases de données textuelles que constituent les dictionnaires, les génomes, ou les textes circulant sur le World Wide Web fait appel à des structures de données élaborées et à des algorithmes efficaces. L'arbre des suffixes est développé dans ces contextes pour la constitution d'index, car il permet une recherche rapide. Une généralisation de l'arbre des suffixes aux séquences musicales peut être envisagée. La classe de problèmes que nous souhaitons aborder est liée à la détermination de répétitions dans les séquences musicales. Les répétitions, soit contiguës, soit dispersées jouent un rôle très important dans l'indexation automatique de la musique (par exemple identification des refrains/couplets dans une chanson). Un certain nombre d'algorithmes ont été développés dans différents contextes notamment en génomique permettant d'obtenir les répétitions exactes dans une séquence. Toutefois, ces algorithmes ne sont pas tout à fait adaptés à l'analyse de séquences musicales, à cause principalement des inexactitudes possibles de motifs répétés. Les notions et les techniques théoriques fondamentales qui sont à la base des algorithmes exacts (telle que la notion de périodicité) restent applicables à la recherche approchée. Nous souhaitons donc les adapter afin de développer des algorithmes performants de recherche de répétitions dans les séquences musicales. Les applications sont très nombreuses : l'analyse de la structure musicale d'un morceau, la segmentation en couplets/refrains, la génération automatique de résumés, ou encore la synthèse de musique assistée par ordinateur.

\* Prise en compte du rythme

Bien que le rythme soit une propriété importante dans la perception de la musique occidentale, il n'est pas ou peu utilisé pour détecter des similarités musicales. Nous souhaitons donc nous intéresser à ce paramètre. De la même façon que nous sommes capables de taper du pied pour suivre les pulsations (temps) d'un morceau de musique, de nombreux systèmes (Peeters, Scheirer, Alonso, ...) ont été développés permettant d'estimer le tempo d'un morceau ou de localiser les pulsations (beat tracking). Nous nous intéressons alors à un modèle pour le rythme qui permettrait de prendre non seulement en compte le tempo d'un morceau mais aussi toutes les périodes dues aux subdivisions rythmiques de la pulsation. Les applications sont très nombreuses et concernent aussi bien la détection de style musical et la recherche par le rythme que l'analyse du jeu ou la pédagogie musicale.

\* Prise en compte des propriétés tonales

Nous souhaitons élargir la palette des propriétés musicales à prendre en compte en incluant les propriétés tonales, les séquences d'accords, l'harmonie, etc. L'apport de telles informations doit nous permettre de retrouver des proximités musicales alors que les séquences de notes des morceaux étudiés peuvent énormément différer, augmentant ainsi la pertinence musicale des résultats obtenus par les systèmes. Une première étape consiste à étudier les méthodes existantes d'estimation de la tonalité d'un morceau de musique au format symbolique, puis au format audio. L'extension de ces méthodes à la polyphonie pourra être étudiée dans un second temps, de façon à mettre en évidence dans ce cas certaines propriétés musicales relatives à l'harmonie d'un morceau. De nombreuses applications peuvent être envisagées pour de tels systèmes d'extraction de données musicales : par exemple, une société de droit d'auteurs pourrait détecter automatiquement un plagiat parmi de supposées créations...

\* Pédagogie instrumentale

d

Quelques systèmes informatiques ont déjà été développés pour la pédagogie instrumentale. Le projet VEMUS propose par exemple des applications interactives où un instrumentiste peut avoir un retour visuel et technique pertinent sur son jeu, en le comparant à un modèle. Le public visé est principalement l'instrumentiste débutant, même si certains développements du GRAME (Lyon) proposent récemment des retours plus techniques. Nous souhaitons adapter les systèmes de comparaison de musique de façon à développer un outil de comparaison du jeu instrumental à une partition. Il devra, comme les systèmes mentionnés précédemment, pouvoir détecter des erreurs de jeu évidentes au regard de la partition (fausses notes, mauvais rythme, ...). Mais la souplesse de la méthode utilisée doit nous permettre de fournir un retour plus technique pour l'instrumentiste avancé, en utilisant des comparaisons sur des paramètres musicaux plus fins (justesse, nuance, timbre, ...). Les travaux menés au LaBRI sur l'évaluation du jeu instrumental proposent par exemple une évaluation automatique du niveau technique d'un saxophoniste en suivant l'évolution dans le temps de paramètres sonores comme la fréquence de son vibrato, et ils pourraient être intégrés dans un tel système. Il s'agira alors d'être capable d'une part de traiter directement des signaux audio instrumentaux, c'est-à-dire d'en analyser les éléments musicaux pertinents, et il faudra ensuite adapter les systèmes de comparaison de séquences musicales au problème de l'évaluation du jeu instrumental.