

Synthèse musicale réaliste

Les différents fichiers nécessaires au TD se trouvent ici:

<http://dept-info.labri.fr/~mrobine/TMJV>

1 Composantes de la synthèse musicale réaliste

Nous retrouvons ici les 3 composantes établies lors de l'analyse de l'interprétation : physique, technique et expressive. Elles peuvent être modélisées pour réaliser une synthèse musicale réaliste.

1.1 Composante physique

1.1.1 Modèles physiques d'instruments

La performance est dépendante des caractéristiques structurelles de l'instrument et de ses accessoires. Au saxophone, la forme du bec, les nervures du bois de l'anche – sa *force* – ou la forme conique du corps de l'instrument sont autant de facteurs influant sur la performance sonore. La synthèse par modèle physique consiste à produire un son à partir de la description physique d'un objet et de la manière dont il est utilisé pour produire un son. Il s'agit généralement d'une mise en équation simplifiée des contraintes physiques liées à l'instrument.

Fletcher et Rossing présentent une étude générale sur les familles d'instruments et les modèles physiques associés. Dans ce domaine, de nombreux modèles sont proposés, spécifiques aux différentes excitations qui produisent le son (corde, lèvres, anche, ...). Vergez et Rodet proposent par exemple en 2001 un modèle de trompette incluant le modèle des lèvres du trompettiste. Avanzini *et al.* exposent en 2001 la problématique de la modélisation du piano, avec notamment l'excitation de la corde et l'interaction marteau-corde. Ystad introduit en 1999 un modèle de flûte en temps réel prenant en compte à la fois l'aspect perceptif et l'aspect physique du son produit à la flûte.

1.1.2 Physiologie de l'instrumentiste

Il est évident que la physiologie de l'interprète influe sur sa performance. Certains modèles physiques évoqués ci-dessus prennent en compte des données physiologiques de l'instrumentiste, telles que les lèvres du flûtiste par exemple. Nous distinguons la physiologie de l'instrumentiste de ses gestes. Le volume d'air expirable, une main avec des doigts courts, les propriétés du larynx sont des données physiologiques, alors que la direction de l'air expiré, ou les mouvements de la main sont des gestes musicaux.

Fuks explique par exemple en 1997 comment la composition de l'air soufflé par un musicien varie en fonction du temps de l'expiration, et altère ainsi la performance des instrumentistes à vent. La biomécanique du musicien a souvent été étudiée, notamment à travers l'aventure des robots musiciens décrite par Kapur en 2005. Après des études sur la musique, la physique, l'anatomie et la mécanique, Vaucanson est le premier à présenter en 1738 un automate musicien, le *flûteur automate*. L'université de Waseda propose aujourd'hui le robot flûtiste WF-4 qui respecte de nombreuses contraintes physiques.

1.2 Composante technique

Cette partie n'est pas vraiment exploitée pour la synthèse réaliste. On pourrait cependant imaginer rendre cahotique un passage trop rapide au piano, modifier le timbre d'un instrumentiste contrôlant mal ses notes *forte* ou simuler un certain niveau technique dans un but pédagogique.

1.3 Composante expressive

Le *Royal Institute of Technology* (KTH) de Stockholm propose à partir de 1991 des règles pour la performance expressive. Une de ces règles établit par exemple que dans une séquence de huit notes, une note sur deux peut être jouée un peu plus longtemps. Cette règle de *notes inégales* est utilisée dans le jazz et la musique baroque. D'après le KTH, il y a trois types différents de règles pour la performance musicale expressive:

- Les règles de différenciation, qui accentuent les différences entre les notes de la gamme (Do, Ré, Mi, ...) et entre les durées de notes (croche, double-croche, ...).
- Les règles de groupement, qui gèrent l'appartenance d'une note à un groupe de notes. En musique, cette appartenance existe à différents niveaux, le phrasé en est un exemple. Les effets possibles sont l'insertion de micro-pauses entre les notes n'appartenant pas au même groupe, ou un ralentissement du rythme en fin de groupe.
- Les règles d'ensemble, qui conservent un ordre dans les ensembles de notes. Elles synchronisent les différentes notes dans chaque voix pour répondre aux exigences des autres règles, en raccourcissant ou allongeant certaines notes. Elles gèrent aussi les accords de notes et les intervalles.

Le KTH propose un logiciel de synthèse réaliste : *Director Musices*. Il s'appuie sur des règles d'expressivité. Le paramétrage de ces règles est illustré ici :

http://www.speech.kth.se/music/performance/performance_rules.html

2 TP : Effets d'interprétation

Essayer de rendre plus réaliste que le logiciel `timidity` l'interprétation de *Carmen*. Les fichiers non interprétés sont *carmen.mid* et *carmen.wav*. Proposer vos propres effets, en fonction de votre compréhension des notions musicales et avec les outils à votre disposition. On pourra par exemple :

- appliquer des effets d'amplitude en fonction des hauteurs de note présentes dans le son;
- ajouter un peu de bruit lors des attaques de note;
- modifier légèrement la fréquence des notes jouées en fonction de leur hauteur;
- utiliser le format MIDI et la bibliothèque `midifile` pour faire des modifications sur les événements temporels, les nuances ou la hauteur des notes. Essayer d'implémenter une règle utilisée dans *Director Musices*.