

Informatique Musicale

Du signal au signe musical

Introduction

François Pachet & Jean-Pierre Briot

La musique a toujours été un terrain d'expérimentation privilégié de l'informatique. Les raisons en sont multiples, mais la principale est peut être que la musique entretient des rapports serrés avec les mathématiques, à la fois du discret et du continu. En effet, la discrétisation de la musique tonale (l'échelle dite tempérée aujourd'hui) depuis le XVIIe siècle permet d'employer de nombreux modèles mathématiques qui se prêtent aisément à l'informatisation. De même, la compréhension physique des structures vibrantes est à la base de la théorie spectrale de Fourier qui est au centre de la physique des signaux musicaux. Ce rapport dialectique entre discret et continu se transpose directement en musique avec l'opposition signe (la note, la partition) et signal (physique), d'où le sous-titre de ce livre.

Ainsi des applications musicales de l'informatique ont vu le jour avec l'apparition des premiers ordinateurs. On cite souvent les fameuses compositions de Hiller et Isaacson, réalisées entièrement par ordinateur en 1957 (Hiller et Isaacson, 1959), à l'aide d'un programme comprenant quelques règles simples d'harmonie. Plus tard et en France, Pierre Barbaud reprends ces techniques et développe des automates musicaux avec lesquels il compose des jingles et musiques de films (Barbaud, 1966). Mais l'application de l'informatique à la musique ne se limite pas à la réalisation d'automates. Aujourd'hui, toute la gamme des usages de la musique fait appel, voir relève directement, de l'informatique : de la composition à la synthèse sonore, de la spatialisation aux systèmes musicaux interactifs, de la compression à la distribution de musique par réseaux.

Ce livre n'a pas pour but de proposer un panorama exhaustif de la discipline. Celle-ci est déjà trop complexe pour se prêter à une telle entreprise. On peut citer néanmoins le *Computer Music Tutorial* de Curtis Roads (1996), qui présente un panorama relativement complet, mais qui malgré sa taille, ne peut traiter des divers sujets véritablement en profondeur.

L'objet de ce livre est plutôt de montrer que l'informatique musicale n'est pas – n'est plus – une simple collection de travaux plus ou moins isolés, mais une discipline à part entière. Même si l'informatique musicale est déjà fortement structurée en sous-domaines, nous avons choisi de la présenter de manière continue, par un parcours sillonnant le vaste chemin qui mène du signal physique au signe musical. Nous avons ainsi identifié un nombre restreint de thèmes (9) qui se prêtent particulièrement bien à une description pédagogique, de niveau ingénieur, et qui peuvent être vus comme des points d'entrée dans ce vaste paysage. Chacun de ces thèmes est suffisamment stabilisé pour faire l'objet de cours (DESS, DEA ou équivalent).

Ces thèmes sont classés en fonction de leur position dans le parcours « signal » « signe » qui n'est bien sûr qu'un parcours possible dans la discipline.

Ainsi, le chapitre 1 (analyse) traite de l'analyse des signaux audio par des techniques spectrales (Fourier). Ces analyses sont souvent la base de toutes les applications ayant à manipuler des signaux musicaux, que ce soit pour l'analyse de contenus (indexation) ou pour les applications temps réel.

Le chapitre 2 traite de la synthèse, domaine particulièrement spectaculaire, et qui monte en puissance, avec la disparition progressive des synthétiseurs « hardware » analogiques et l'importance nouvelle des cartes sons et autres périphériques audio pour les jeux vidéo.

Le chapitre 3 traite du problème de la spatialisation de sources sonores, qui connaît aujourd'hui de nombreuses applications, en particulier avec l'apparition de la norme 5.1 utilisée entre autres pour le *home cinéma*.

Le chapitre 4 traite des problèmes particuliers posés par le temps réel en informatique musicale. Dans ce domaine lui-même très riche, nous nous sommes concentrés sur les problèmes d'ordonnancement (*scheduling*), et du rapport entre langages haut-niveau et ordonnancement bas niveau, prenant l'exemple de MidiShare comme architecture canonique pour traiter ce problème.

Le chapitre 5 traite des problèmes algébriques liés à la modélisation de langages musicaux par grammaire et automates. Ce domaine, qui existe depuis les toutes premières applications de l'informatique (les automates de Hiller et Isaacson ou de Barbaud) reste encore aujourd'hui d'actualité avec le besoin pressant d'outils de génération musicaux de plus en plus évolués.

Le chapitre 6 traite de la notion de « problème musical » (et sa résolution), particulièrement important en composition assistée par ordinateur.

Le chapitre 7 traite des représentations symboliques du temps en musique, cruciales pour toutes les applications à la fois analytiques et génératives.

Le chapitre 8 présente les techniques principales pour la détection de patterns dans des représentations symboliques de la musique (partitions, Midi).

Enfin le chapitre 9 traite des techniques de programmation par contraintes qui sont de plus en plus utilisées pour la génération de musique de différents styles.

En outre, 3 chapitres plus techniques traitent de problèmes techniques généraux à l'informatique musicale (et à d'autres domaines).

Chapitre 10 : La transformée de Fourier.

Chapitre 11 : Les formats de représentations de la famille Mpeg.

Chapitre 12 : Le format Midi et les MidiFiles.

Le choix de ces thèmes est justifié en particulier par les demandes fréquentes d'informations sur ces sujets de la part des étudiants, et par leur utilité centrale dans les applications récentes de l'informatique musicale.

Références générales sur l'informatique musicale

Une bibliographie complète des livres traitant de l'informatique musicale prendrait probablement un livre entier. Un tel effort a d'ailleurs été entrepris mais non terminé par Davis dans (Davis, 1990). Nous citons ici quelques ouvrages, la plupart en anglais, qui peuvent donner des informations techniques sur l'informatique musicale en général. Les chapitres de ce livre renvoient vers des publications plus spécialisées.

Les éditions *MIT Press* et *Swets & Zeitlinger* entre autres proposent régulièrement de nouveaux titres de qualité dans différents domaines de l'informatique musicale.

- Balaban, Mira, Ebcioğlu, Kemal and Otto Laske. 1992. *Understanding Music with Artificial Intelligence*. MIT Press.
- Barbaud, Pierre. 1966. *Initiation à la Composition Musicale Automatique*. Dunod, Paris.
- Blauert, Jens. 1983. *Spatial Hearing*. MIT Press.
- Chemillier, Marc & Pachet, François, 1998. *Recherches et Applications en Informatique Musicale*, Hermes, Paris.
- Cope, David. 1991. *Computers and musical style*. A-R Editions.
- Cope, David. 2000. *The Algorithmic Composer*. A-R Editions.
- Davis, Deta S. 1990. *A Computer Music Bibliography*. A-R Editions (2 volumes).
- De Poli, Giovanni, Piccialli, Aldo and Curtis Roads. 1991. *Representations of Musical Signals*. MIT Press.
- Hiller, Lejaren, & Leonard Isaacson. 1959. *Experimental Music: Composition with an Electronic Computer*. McGraw-Hill, New York.
- Howell, Peter, West, Robert and Ian Cross. 1991. *Representing Musical Structure*. Academic Press.
- Roads, Curtis. 1996. *Computer Music Tutorial*, MIT Press.
- Roads, Curtis. 1989. *The music machine: selected readings from "Computer Music Journal"*, MIT Press.
- Roads, Curtis and John Strawn. 1987. *Foundations of computer music*. MIT Press.
- Roads, Curtis, Pope, Stephen Travis, Piccialli, Aldo and Giovanni De Poli. 1997. *Musical Signal Processing - Studies on New Music Research 2*, Swets & Zeitlinger.
- Rowe, Robert. 1993. *Interactive Music Systems, Machine Listening and Composing*, MIT Press.
- Rowe, Robert. 2001. *Machine Musicianship*, MIT Press.
- Schwanauer, Stephan & David Levitt. 1993. *Machine Models of Music*.
- Todd, Peter and David Gareth Loy. 1992. *Music and Connectionism*. MIT Press.