

M2 ATIAM - UE Projets et applications musicales

TITRE DU SUJET

Auto-oscillations des instruments de musique : modèles, simulations, descripteurs et cartographies

DESCRIPTION

On propose dans ce projet de programmer, d'analyser et de piloter des modèles physiques de différents instruments (clarinette, saxophone, violon). L'objectif est d'aboutir à une synthèse sonore en temps réel, nourrie par un pilotage pertinent et contrôlée en MIDI. Cependant une difficulté récurrente se pose : quels sont les liens, on parle de « mapping », entre les caractéristiques des sons produits par les modèles, et les paramètres de ces modèles (ceux liés à la géométrie et/ou ceux contrôlés par l'instrumentiste) ?

Grâce à des descriptions simplifiées du fonctionnement de ces instruments une première étape consistera à programmer ces modèles sous Matlab.

Des expérimentations numériques permettront :

- d'écouter les signaux produits, c'est à dire les auto-oscillations de ces modèles.
- de montrer que les paramètres de ces modèles (ceux liés à la géométrie et/ou ceux contrôlés par l'instrumentiste) ont une influence très importante sur le comportement du modèle : fréquence, amplitude, régime périodique ou chaotique ...
- de prendre conscience de la difficulté de pilotage des modèles pour obtenir le comportement souhaité.

Pour maîtriser cette diversité de comportements, deux approches seront conduites :

- mise en oeuvre d'outils relatifs aux systèmes dynamiques pour comprendre les phénomènes observés : régimes, stabilité, bifurcations, étude énergétique, etc.
- mise en oeuvre d'outils de traitement de signal :
 - * réalisation de cartographies de descripteurs de signaux audios (énergie, hauteur, etc) dans l'espace des paramètres du modèle,
 - * détermination automatique des frontières entre régimes par apprentissage.

L'analyse des cartographies permettra de proposer un mapping, par exemple en repérant les combinaisons de paramètres qui maximisent justesse et énergie. Ces combinaisons optimales seront alors utilisées dans une version temps réel des modèles qui aura été préalablement programmée dans un environnement adapté comme par exemple : MaxMSP, PureDate, Faust, etc.

OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

- être capable de présenter les modèles physiques retenus et les hypothèses sous-jacentes,
- être capable de programmer ces modèles, dans des environnements voués à l'analyse numérique et à la synthèse sonore,
- mettre en oeuvre des notions liées à l'étude des systèmes dynamiques (stabilité, bifurcations, etc), au traitement du signal (descripteurs) et à l'informatique (apprentissage supervisé, programmation temps-réel),
- mettre en oeuvre une démarche pour passer de l'étude de la physique d'un instrument à la réalisation d'un synthétiseur temps-réel.

RESULTATS ATTENDUS

- implanter les différents modèles simples de clarinette, saxophone, violon en Matlab.
- outil de réalisation automatique de cartographies de ces modèles.
- synthétiseur temps-réel de ces instruments contrôlable par un clavier midi avec mapping déterminé en utilisant l'étape précédente.

INTERVENANTS

Thomas Hélie, Christophe Vergez

LOGISTIQUE, BESOINS TECHNIQUES

Postes de travail avec Matlab.

BIBLIOGRAPHIE

McIntyre, Shumacher, Woodhouse, *On the oscillations of Musical Instruments*, JASA, 74(5), pp. 1325-1345, 1983.

Ollivier, Dalmont, *Idealized Models of Reed Woodwinds. Part I : Analogy with the Bowed String*, Acta Acustica united with Acustica, 90, pp. 1192-1203, 2004.

Kergomard, *Instruments de musique à vent : Comment éviter le chaos pour faire de la musique ?*, Acoustique et Technique, numéro spécial sur le 4^{ème} CFA, pp. 15-22.

Maganza, Caussé, Laloé, *Bifurcations, Period Doublings, and Chaos in Clarinet-Like Systems*, Europhysics Letters, 1, pp. 295-302, 1986.

Gibiat, *Phase Space Representations of Acoustical Musical Signals*, Journal of Sound and Vibration, 123(3), pp. 529-536, 1988.

Missoum, Vergez, Doc, *Explicit mapping of acoustic regimes for wind instruments*, JSV, 333, pp. 5018-5029, 2014