Analyse de représentations spatiales de la musique par des opérateurs simples de morphologie mathématique

Paul Lascabettes[1,2,3], Isabelle Bloch[2], Carlos Agon[3]

1. École Normale Supérieure Paris-Saclay, France
2. LTCI, Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris, France
3. STMS, Sorbonne Université, IRCAM, France

Objectifs

Comprendre comment utiliser les opérateurs de base de la **morphologie mathématiques** (MM) pour analyser la musique, en travaillant avec une représentation de type *Piano Roll*.

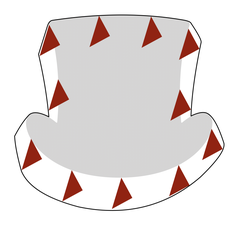
Contexte

- La MM provient du traitement d'images.
- La MM permet de modifier la forme des objets.
- La MM analyse les formes X dans les images à l'aide d'un élément structurant S.
- Il y a très peu d'applications à la musique.

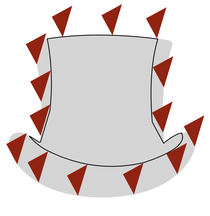
Morphologie mathématique

Il y a 4 opérations de base de MM :

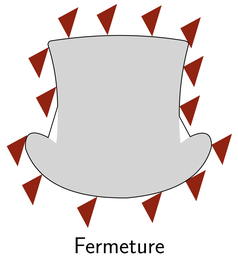
Dilatation : $X \oplus S = \{x + s \mid x \in X, s \in S\}$
Érosion : $X \ominus S = \{t \in E \mid S_t \subseteq X\}$
Fermeture : $X \bullet S = (X \oplus S) \ominus S$
Ouverture : $X \circ S = (X \ominus S) \oplus S$



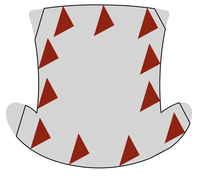
Dilatation



Érosion



Fermeture



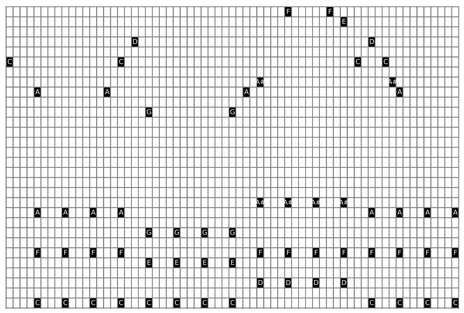
Ouverture

Applications à la musique

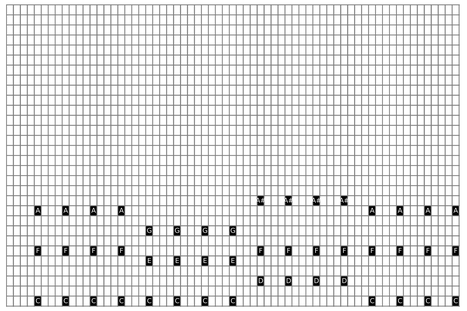
Il est possible d'appliquer les opérations de la MM à la musique en travaillant sur un *Piano Roll*.

- **Dilatation :** transposition chromatique et peut servir à la génération de rythme ou mélodie.
- **Érosion :** permet d'isoler l'origine de l'élément structurant lorsqu'il y a inclusion.
- **Fermeture :** peut enrichir certains intervalles.
- **Ouverture :** permet d'isoler les formes similaires à l'élément structurant.

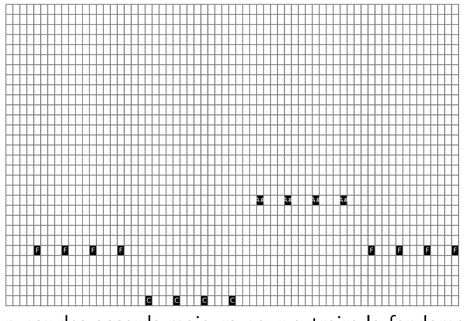
La table suivante propose des éléments structurants pour les 4 opérations de base de la MM.



Introduction adaptée de *Hey Jude* des *Beatles*.

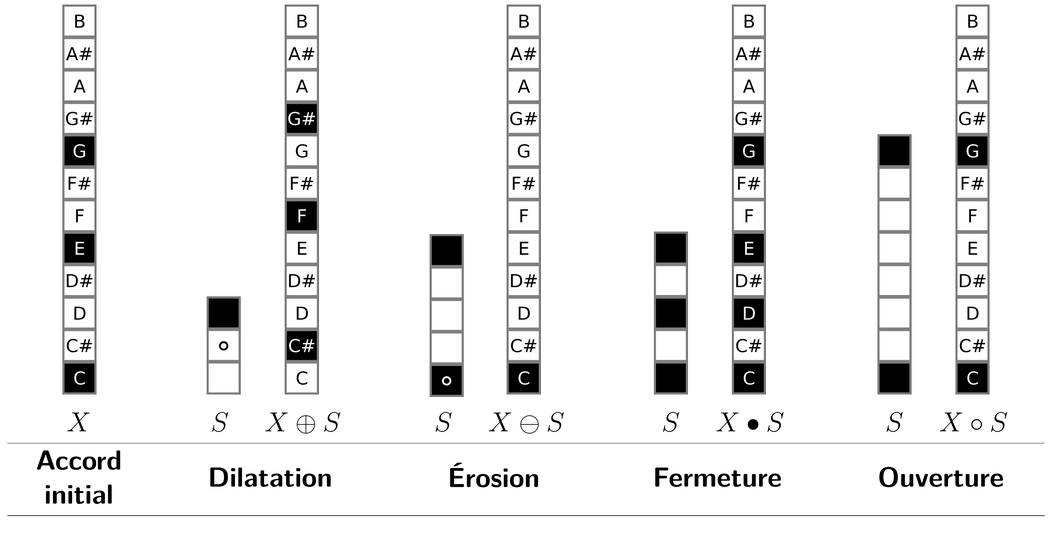


Ouverture par des accords majeurs pour extraire les accords.



Érosion par des accords majeurs pour extraire la fondamentale.

Table: Application des principaux opérateurs morphologiques à un accord majeur.



Conclusion

Grâce aux outils de la MM, il est possible :

- D'extraire, d'enrichir ou de transformer les accords.
- D'isoler la mélodie.
- D'extraire des motifs musicaux.

Ce sont de nouvelles méthodes d'analyse musicale.

Perspectives : Comparer les résultats avec un spectrogramme, utiliser d'autres opérations, travailler avec la vélocité (images à niveaux de gris)...

Contact

✉ paul.lascabettes@ircam.fr