

機械学習を利用した音楽情報からの特徴抽出*

4M-1

加藤栄一 大和田勇人†

東京理科大学理工学研究科‡

はじめに

一人の人が触れることのできる曲には限りがあり、私たちは多くの名曲を知ることができずにいる。そこで楽曲の持つ特性を解析し、自分の好む曲の特性とを比べることで新たな名曲との出会い演出することができないだろうか。音楽情報は特に演奏者や聞き手の音楽的感性や主観の影響を受けやすく、音楽の嗜好を決める要因は必ずしも知覚されている訳ではない。そこで雑多なデータの中から有益な法則を発見するデータマイニングの技術を人間の感性情報に適用し、普段知覚し得ない知識を帰納的に導くものとする。本研究では聞き手の好みに合わせてお勧めの曲の選別を行うシステムの構築を目的とし、まず機械学習の手法を用いて楽曲と作曲者の特徴抽出を行う。

曲の構造解析

楽曲が作曲者によってどのように組み立てられているのかを楽譜情報から認知科学的手法で分析した GTTM (A Generative Theory of Tonal Music) 理論[1] というものがある。GTTM では楽曲は節構造をもっており、それらが階層をもった木構造を形成していると考えられる。そこでこの節構造となるカデンツ(基本終止形)を基本単位とし、さらにカデンツを構成するコードを最小単位とした解析を行う。

相関ルール分析

そもそも人間には旋律に対して安定性を求める暗黙の合意が存在する[Meyer 60]。実際人間が安定を感じるカデンツの組み合わせは非常に限られていて、ヒット曲のお約束コード進行というものが存在すること

が経験的に知られている。コードは旋律のような直接的な影響ではなく、曲の全体の流れを作り出し、緊張感や安定感などの雰囲気を作り出す。いかに聞き手の心を捉えるコード進行を作るかは作曲者の腕の見せ所であり、個性であるといえる。ここでは作曲者の持つ個性の解析に相関ルール (Association rules) [2] を利用する。相関ルールとは同時確率や条件付き確率の高い組み合わせのことであり、事例の相関関係を求めることができる。これにより曲を構成するカデンツをトランザクションとし、どのようなカデンツを形成し、その中で作曲者がどんなコードを選択しているのかルールを求める。

今回は相関ルールの構築に Apriori アルゴリズムを用いた。Apriori アルゴリズムは支持度 (support) と確信度 (confidence) という二つの指標を用いた相関ルールの手法で、それぞれの閾値から逐次的に探索空間を縮小し非常に高速な処理ができるという特徴をもっている。

DP マッチング

相関ルールの入力にはコードにのみ着目しているためスリーコードの曲など繰り返しの多い曲はデータ数が増えてしまうという問題点が発生してしまう。よって繰り返しの部分を消去する必要があるのだが、この判断基準に DP マッチング (動的計画法) [3] を利用した類似度を利用している。これは楽曲の節構造を n 個のメロディ N_n に分解し、任意のメロディ N_i, N_j に対して旋律の音高列の一致率から類似度 $s(i, j)$ を求める

この類似度に閾値を設けることで ABC・ABC というコード進行の場合それが一つの旋律の繰り返しであるのか、それとも二つで一つの単位節を形成している

* Information extraction of music Data using Machine learning

† Eiichi Kato, Hayato Ohwada

‡ Faculty of Sci. and Tech., Science University of Tokyo

のかを判別する。

帰納論理プログラミング ILP の利用

さらに相関ルールはあくまでも数的処理であり、楽典規則に沿わない多量のルールが生成し、有益さの判断には音楽的背景知識と熟練を要する。

そこで次の処理として一階述語論理を利用した帰納推論を行う帰納論理プログラミング(以下 ILP)の手法を利用する。ILP はその柔軟な表現力から感性情報への適用は注目を浴びており、同様の音楽情報への研究に Widmer[4]の ILP を用いて実際の演奏から感性情報のルール化を行ったものなどがある。

一階述語論理を利用することで音楽構造や、楽典知識などの音楽の知識表現をルールの作成に取り入れることが可能となる。

具体的な例としてはカデンツを形成するための T・SD・D の順序法則や増音やダイアトニックコードなどの音楽的知識を取り入れて表現している。

評価実験

作曲者は決して同じ曲を作ることはない。しかし我々は作曲者の作る曲の中に確かに作者の特徴を知覚することができる。実験では作曲者の個人認証に的を絞り、ジャンルや、楽器編成など他の要因の影響を受けにくいサンプリング対象として、同一グループ内に2人の作曲家を持つグループのデータを利用した。それぞれの楽曲を単位節に分解し、DP マッチングののち377の入力データから44のルールを生成した。

生成したルールの中で特徴的であったものを次に示す。左は生成ルール、右にそれぞれの作曲者ごとの確信度である。

生成ルール	作曲家 A	作曲家 B
G <-	63.6%	70.5%
Em <-	29.4%	28.2%
Em <- C D	41.5%	47.3%
G <- C D	78.3%	72.4%

作曲家 A の場合、事象 G が発生する確信度が事象 C と D が発生している時に増加する割合が作曲家 B の割合に比べて大きくなっている。逆に作曲家 B の

場合には同様のことが事象 Em において発生している。この差が個性の値としてプロファイルすることができる。このことからお勧めの曲の選出なども、聞き手の好む楽曲のプロファイルとの特徴空間の距離として表現できる。

決定木の作成

最後に楽曲の節構造を扱うのではなく、楽曲の持つリズムやテンポなどの事例からの特徴解析に決定木生成システム C5.0 を利用した。決定木は連続な値の予測に適さないとされるものの、命題の明確な情報からの規則性の発見分類に適している。楽曲情報としては発表形態、楽器構成シングルカットされたかなど12の属性使用して決定木を作成し。事例数 57 、生成した木のサイズは7で予測誤り率は 3.0%等の結果を得た

おわりに

個人の特徴の抽出に今回は相関ルールを用いているが、これは情報の majority からの頻出性を有益なデータとしている、しかし破棄された minority も個性としては高い有効性を示しているのではないかという疑問が生まれた。音楽などの感性情報の場合には特に後者の重要性が感じられ、それらの重み付けが今後の課題となる。

参考文献

- [1]Lerdahl and Jackendoff : " A Generative Theory of Tonal Music ". MIT Press(1983)
- [2]Rakesh Agrawal, Tako Imielinski, and Arum Swami. "Mining association rules between sets of items in large databases." Proceedings of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pages 207-216, May 1993.
- [3]Dannenberg : " Music Understanding by Computer ", Computer Science Reserch Review ,Carnegie Mellon School of Computer Science ,pp,19-28,1987/1988
- [4]Gerhard Widmer・F Modeling the Rational Basis of Musical Expression, Computer Music Journal, Vol. 19, No. 2, pp. 76 - 96, 1995