メディア操作　データベース　歌唱　体験デモ

Orpheus 任意の歌詞から自動作曲する

深山 覚　　嵯峨山 茂樹

（嵯峨山グループ：東京大学大学院情報理工学系研究科）

概要　コンピュータによる自動作曲は古今様々な方法で試みられているが，単に曲を作らせるというだけでは用いるアルゴリズムの自由度が高すぎ，その結果自動作曲システムの評価はシステムから生成される楽曲自体がおもしろいかどうかという，芸術的価値観に依らざるを得なかった．本システムでは自動作曲のアルゴリズムを，古典的な歌唱曲作曲において重要とされる「韻律に沿った旋律をつくる」という制約を満たすように設計し，生成された曲が制約を満たしているかを検証することで工学的に評価できる形で自動作曲を実現した．また作曲家にも評価を依頼し，音楽性についての評価も実施した．

キーワード：自動作曲, 韻律, 動的計画法, Orpheus

1. はじめに

自動作曲システム Orpheus を開発した．本システムに任意の歌詞を入力すると，その歌詞に基づいて歌唱曲が自動作曲され，伴奏つきの合成歌唱音声と楽譜が出力される．

一般にコンピュータで自動作曲するというだけでは，作曲のためのアルゴリズムへの制約は少なく，まして作曲される曲のジャンルも自由な場合は，作曲システムの評価は生成された曲の主観的な評価に依らざるを得ない．

そこで本システムの設計においては，自動作曲される曲のジャンルを古典的な歌唱曲に限定した上で，そのような歌唱曲は歌詞の韻律の上下に逆らわないように旋律が作曲される点 [1] に着目し，歌詞の韻律に基づいて旋律を生成する方法を用いて自動作曲システムを実現した．

2. 歌詞の韻律を用いた自動作曲

2.1 歌唱曲作曲のモデル

音楽の三要素は和声・リズム・旋律とされている．作曲家はこれらの三要素について同時に考慮しながら曲を創作していると考えられる．

しかし [1] で示唆されているように，ある和声進行を想定した後にそれに適合する旋律を考えることは，和声の機能を強調できる効果的な作曲法として十分想定できる．またリズムについても，歌唱曲においては歌詞により音符数が決定されてしまうため，和声と旋律とは独立にリズムを設計しても全体の曲想を大きく逸脱させることはないと考えられる．

そこで以上のような仮定に基づき，和声進行とリズムを独立に設定した後に歌唱旋律および伴奏を生成する，図 1 に表されるような歌唱曲作曲モデル [2] を考える．

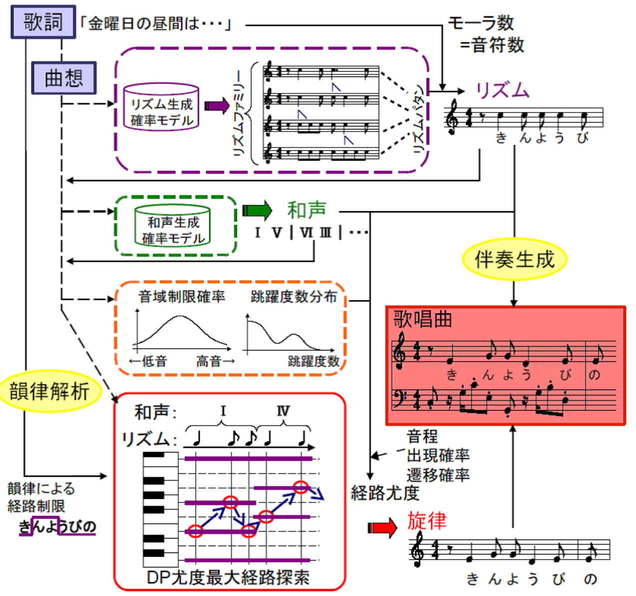

図 1　歌唱曲の作曲モデル ([2] より引用 , 一部改変)

2.2 Orpheus の実装

Orpheus は 2.1 で述べた歌唱曲作曲モデルを実装し，任意の入力歌詞に対して作曲できるようにしたインタラクティブな自動作曲システムである．

Orpheus による処理は，入力歌詞を解析する部位，和音進行と旋律のリズムを決定する部位，旋律を生成する部位，合成音声による歌声生成部位に分けることができる．

2.2.1　入力歌詞の解析

漢字仮名交じり文として入力された歌詞は，日本語テキスト読み上げソフト GalateaTalk[3] を用いて，歌詞の読みと韻律が解析される．

2.2.2　和音進行と旋律のリズムの決定

和声進行は，あらかじめ用意された和声進行ライブラリの中からユーザが選ぶことで決定される．今後，和声学によるルールや既存の楽曲の和声進行の n-gram 統計を用いて和声進行を自動生成する拡張も可能である．

また，旋律のリズムは入力歌詞によって決まる旋律の音符数に基づいて決定される．
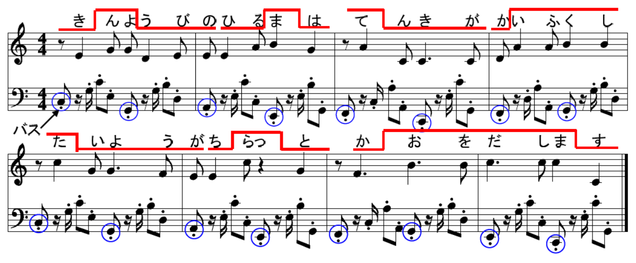
図 2　Orpheus で生成された楽曲

歌詞は 2 小節単位などの旋律 1 フレーズに相当する長さで幾つもの部位に区切られ，それぞれの部位に含まれる歌詞の音符数に従って音符に音符長が割り当てられる．この際， 1 曲を通じて統一感のあるリズムを生成するために，音符数の増減に従って音符長を分割したりつなげたりするリズムの木構造を用いて，音符数に対応する旋律のリズムを決定する．

2.2.3　旋律の生成

旋律は図 1 に示されるように音程間の遷移の経路として考えることができる．そこで旋律の生成とは，考えうるすべての旋律の経路から，与えられた和声進行とリズムによる条件と，歌詞の韻律によって与えられる音程の上下の制限を，音楽理論からの逸脱のない範囲で最大限同時に満たすものを探索する問題として定式化できる．Orpheus では旋律経路に課される制約を確率重みによって与え，尤度最大経路を動的計画法によって効率的に探索することで，求める旋律を生成している．

2.2.4　歌声の生成

生成された旋律と入力された歌詞は歌声生成エンジン hts_engine[4] によって歌声に変換される．

この歌声はさらに和音進行に基づいて生成された伴奏と合成され，伴奏つきの歌として Orpheus から出力される．

3. 出力結果の評価

Orpheus によって生成された曲の楽譜を図 2 に示す．歌詞の韻律の上下に従って旋律が生成されていることを見て取ることができる．

また作曲家による評価も行った．生成結果 59 曲について 1 人の作曲家が 5 段階評価した結果，音楽理論上の逸脱があるかにについては， A:27 B:17 C:5 D:6 E:4， また曲が音楽的であるかについては A:15 B:22 C:17 D:2 E:3 であった．音楽理論上の逸脱については C 以下の評価が全体の 3 分の 1 程度に抑えられているのに対し，音楽的であるかについては C 評価が 4 分の 1 程度を占めており，これは今後 Orpheus に音楽的な曲がより生成されるような改良が必要なことを示している．

4. システムの運用状況

4.1 Web 上での Orpheus 公開

Orpheus をより多くのユーザに試してもらうため，Orpheus は web サーバ上の cgi プログラムとして実装され，現在インターネットに公開されている [5].

4.2 外部発表と評価

2007 年 10 月，Orpheus は展覧会「機械じかけの音楽」に展示され，多くの来館者が自動作曲を体験した．またこれにより 1000 曲近く自動作曲された楽曲データを収集でき，さらにはシステムの楽しさやインパクトなどの点で好評を博した．

2008 年 3 月，Orpheus は情報処理学会主催の「インタラクション 2008」に出展され，優秀と認められるインタラクティブ発表に贈られる，「インタラクティブ発表賞」を受賞した．

2008 年 7 月，日本科学未来館において開催された「予感研究所 2」に出展し，多くの家族連れに自動作曲を手軽に体験してもらうことができた．

5. 今後の方向性

5.1 様々な音階への対応

与えられている和声進行が同じであっても，旋律に用いる音の出現確率分布を変化させることにより様々な音階による自動作曲を実現できる．例えば，音階の 2 番目と 6 番目の出現頻度を少なくすれば沖縄風の五音階による作曲が可能である．

作曲に使う音階の差し替えは曲想に大きく影響を与えるため，自動作曲によって生成できる曲の雰囲気のヴァリエーションを増やすことができる．

5.2 既存の曲からのモデル学習

作曲に用いた確率のパラメータを特定の作曲家やジャンルの既存の曲から学習することで，たとえばモーツァルト風やカントリー風の曲生成も可能になると考えられる．

また現在 Orpheus の課題となっている音楽性についても，ジャンルや有名な作曲家に特化して学習を行うことで，生成される曲の音楽性の評価が高くなることも期待される．

参 考 文 献

[1] 長谷川良夫：作曲法教程 , 音楽之友社 , 1950.

[2] 中妻啓 , 酒向慎司 , 小野順貴 , 嵯峨山茂樹：歌詞の韻律を用いた自動作曲 , 日本音響学会春季研究発表会講演論文集 , pp.739-740, Mar, 2007.

[3] Galatea Project, http://hil.t.u-tokyo.ac.jp/~galatea/

[4] 酒向慎司 , 宮島千代美 , 徳田恵一 , 北村正：隠れマルコフモデルに基づいた歌声合成システム , 情報処理学会論文誌 , vol.45, no.3, pp.719-727, Mar, 2004.

[5] 米林裕一郎 , 中妻啓 , 西本卓也 , 嵯峨山茂樹：Orpheus: 歌詞の韻律を利用した Web ベース自動作曲システム , インタラクション 2008 予稿集 , Mar, 2008