

ニューラルネットによる 和音付けの一手法

柴多 直樹 島津 秀雄 高島 洋典
日本電気(株) C & C 情報研究所

1. はじめに

筆者らは先に文献⁽¹⁾において、対象を長調の童謡に絞って、扱う音階と和音は自然長音階とその上の三和音と限定してニューラルネット(以下ANNと略記)によって行った和音付けについて報告した。そこで得られた知見をもとに、取り扱う音階を12音音階に拡張し、また当所で開発した自動編曲システム⁽²⁾⁽³⁾に実装して作成した演奏出力につき主観評価を行った結果について報告する。

2. ANNによる和音付け

計算機による自動編曲の研究の進む中で、その処理の一部分である和音付け処理につき、その方法がいくつか提案されている。筆者らは和音付けが一種のパターン連想であるとの見解から、多層のフィードフォワード型のANNによって実現する事を考え先に報告した。このとき入力層には対象のメロディーを表わすシンボル列を与え、出力層には教師信号としてそれらに付けるべき和音のシンボルを見せてトレーニングした3層の誤差逆伝播型のANNを用いた。入出力信号の呈示法については童謡という対象ジャンルでは、固定長(4小節)でフレーズや和音進行が切れ易い事から、NetTalk型の呈示法は利用せずに、まとまりのあるフレーズ長で入出力を行っていた。

本報告においてもその考えを引き継ぎ、入力にはまとまりのあるフレーズを固定区間長で与え、教師信号としてはそれらのメロディーに対して付けるべき和音列を与えるものとする。入出力の表現に付いては音階の拡張と和音の増加に伴い新しく定義した。

3. システム構成

3.1 ANNの構成

文献⁽¹⁾で用いたANNは入力層・中間層間の結合が部分結合であったが、その後の評価を行い、本報告では層間全数結合のANNを用いた。

部分結合と全数結合の比較データとして、表1に部分結合及び層間全数結合のANNの同一データで学習を進めた場合の誤差二乗和の推移の例を示す。同一学習回数では、全数結合の方が誤差二乗和は小さくなっている。表1(1)に見る学習パターンでの両者の誤差二乗和に比べ、表1(2)の未学習パターンに対する誤差二乗和は、両者にそれほど大きな隔たりがない。部分結合を用いたANNは、総結合数が全数結合ANNの2/3であり計算時間向上の有利さはあるものの、部分結合ANNが和音付けに関して質的に優位であるという結論は得られなかった。

全数結合の構成とすることでパソコンベース自動編曲システムに当社製パーソナルニューロコンピュータ Neuro07のような全数結合用アクセラレータを使うことが出来るようになり、和音付け処理の高速処理が可能になった。

3.2 入出力ノードの再定義

ANNへの入力メロディーの表現は文献⁽¹⁾で用いた表現を7音音階から12音音階に拡張したものをを用いる(図1参照)。これは、よく用いられる短音階に、自然的

・和声的・旋律的の3種類があり、実際の旋律においてはこれらの3つの音階が混合して現われるケースもあり、7音に限定するのは困難であることによる。

先の報告ではANNの出力である和音の表現は、メロディーに付けるべき和音を長音階上の3和音に限定したため、出力層のユニットは、あるハーモニックリズムにおける単一の和音名が割り当てられていた。しかし、この表現では和音数の増加にともない出力ユニットの数が増加する。和音の機能に注目し、現われる和音を限定された和音に書き換えて出力ユニット数の増加を抑えることも可能だが、ユーザによる和音付けのカスタマイズを考えると、

- ・和音の書換えには、「慣れ」が必要であること、
- ・和音の種類減少による「面白味」の減少が予想されること、

から1ユニット/1和音という表現は不適切である。そこで市販の楽譜等に現われる和音をそのままに近い形で使用できる表現法を考える。

先の報告では出力に和音名を用いていたが、ダイアトニックな三和音が根音から一意に決定できることから、根音の持つ機能に注目してメロディーから根音を連想していたと解釈することができる。12音音階に拡張する場合でもこの根音の機能に注目することが可能であると考へ、まず音階方向に12個の根音を表わすユニットを用意する。さらに和音の構成音を表わすために音階中の音を表わすユニットを用意して、1和音を根音と構成音の集合の組で表わす事とする(図2参照)。この表現によると本手法におけるANNはメロディーより連想される音を和音付けの結果として出力することになる。

4. シミュレーション

4.1 ANN出力の処理

和音の構成音数は、自動編曲システム⁽²⁾⁽³⁾の演奏部の和音の構成音数(4声)に合わせた。出力層のユニットはしきい値による切捨て処理の後、出力値順に最大4音を選択する。この作業では、和音の構成音数や構成音間の音程を保証していないので通常[根音、3度、5度、第4音]等と構成すべき和音のうち、主音以外の音が欠けることが起こり得る。

和音付け処理部に続く編曲部で選択された伴奏パターンによっては4声全てが揃っていることを前提として作成されたアルペジオ(分散和音)使用パターンが存在するが、ANNの出力する和音には構成音が省略されているケースが有り得るため、不自然感を与えることがあるがこの問題は今後の課題である。

4.2 トレーニング

短調かつ4拍子の演歌33曲⁽⁴⁾より文献⁽¹⁾と同様に12音階でデータを作成した。メロディーは時間軸方向には8分音符単位で量子化し、調の影響は音名の代わりに階名を用いることにより排除する。メロディー・和音進行共に4小節毎に区切り、和音は1小節に2つとしてトレーニングデータセットを作成した。

上記の方法で得られた198パターンを用い、1000エ

ポックの学習を行い、その時点で誤差二乗和が 63.96 になった。誤差逆伝播学習の計算におけるシグモイド係数は 1.00、 δ 項の係数は 0.01 とし、計算式は文献^[5]によった。

5. 主観評価

上記の ANN で生成される和音の主観評価を試みた。ネットワークの学習セットに含まれていない演歌^[4] 6 曲に

- ① 本手法による学習済みの ANN
- ② 従来法として文献^[3]の方法

の 2 通りの方法で和音付けを行い、計 12 曲を 19 人の被験者に聞かせ、和音付けが自然であるかどうかを 5 段階評価 (5: かなり自然である ~ 1: かなり不自然である) で判断した。その結果、和音付け方法①②それぞれについて評価値 3.13、2.91 を得た。F 検定により、和音付けの自然さについて本手法①がルールによる従来法②と有意差がないことがわかった。

6. まとめ

7 音音階の童謡を対象として得られた結果をもとに、音階を 12 音音階に拡張し、さらに和音の表現法を和音名レベルから構成音レベルに変更した ANN ベースの和

音付けモジュールを自動編曲システムに実装した。

また、主観評価により従来と変わらない程度の「自然な」和音付けをしているという結果を得た。これにより、進行規則を明示する事なく十分自然な和音進行を得ることが可能という感触を得た。

最後に今後の課題として

- ・ 任意長のメロディー (フレーズ) に対する和音付け
 - ・ ANN によるフレーズ生成等アレンジの可能性の調査
 - ・ 主観評価への音楽経験・嗜好の影響の検討
- を考えている。

[参考文献]

[1] 柴多他「ニューラルネットワークによる自動編曲の試み」、信学 1989 年春期大会、p6-265
 [2] 藤井他「メロディー構造を利用した編曲支援システム」情処 38 回全国大会 pp1869-1870、1989
 [3] 藤本他「パーソナルコンピュータミュージックシステム」情処 35 回全国大会 pp2787-2788、1987
 [4] 浅野純編「演歌・ムード歌謡のすべて」、全音楽譜出版社
 [5] J. L. McClelland, D. E. Rumelhart, "Explorations In Parallel Distributed Processing", MIT Press, 1987

回数	全数結合	部分結合
0	1458	1402
1	320.0	325.5
10	133.3	167.7
100	15.25	24.36
1000	1.289	3.385

(1) 学習パターン (75 パターン)

回数	全数結合	部分結合
0	433.9	414.6
1	100.4	111.4
10	65.66	76.63
100	64.63	67.23
1000	70.87	74.55

(2) 未学習パターン (22 パターン)

表 1 誤差二乗和

Time ↓	Root						Chord Tone							
	C	D	E	F	G	A	B ^b	C	D	E	F	G	A	B ^b
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0

•
• Chord Tone of Am = {A C E}

図 2 教師信号パターンの例 (音名は便宜的につけたもの)

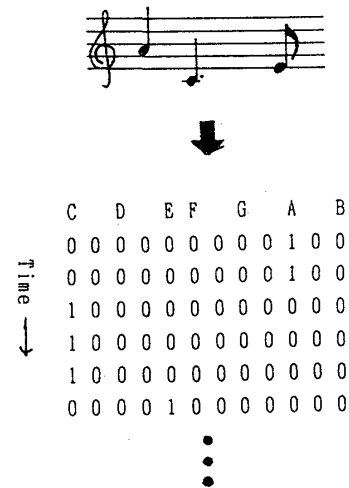


図 1 入力パターンの例 (音名は便宜的につけたもの)