

3G-2

多段階ニューラルネットワークを用いた
ピアノ自動演奏システムの構築に関する考察

○岡西正 木野弘樹 梶川嘉延 野村康雄

関西大学工学部電子工学科

1. はじめに

一流のピアノ演奏者は、音楽的知識を基にした芸術性に富んだ揺らぎによって聴衆に多くの感動を与える。我々はその揺らぎを演奏者の特徴として抽出することで、演奏者の特徴を持った演奏を実現できる自動演奏システム APS(Auto Performance System)の構築を行ってきた^{(1),(2)}。ここで問題となるのは、APSの核である演奏データ生成システム PDGS(Performance Data Generating System)を如何に形成して演奏者の特徴抽出を行うかである。従来は1基のニューラルネットワークを用いた PDGS (以下、NN-PDGS) によって APS を構築していた⁽³⁾。本稿ではこれを発展させ、3基の NN-PDGS を多段階に用いて構成される拡張型自動演奏システム E-APS(Enhanced Auto Performance System)について提案する。更にこのシステムに2基のエキスパートシステムを用いた PDGS (以下、ES-PDGS) も装備して、更に強固なシステムを構築する。

2. 従来の自動演奏システム APS

図1に従来の APS の構成を示す。演奏者の特徴を持った演奏データは演奏データ生成システム PDGS により生成される。また、この PDGS には演奏者の特徴を抽出する過程と、未知曲の演奏データを生成する過程がある。特徴抽出過程では、楽譜から読み取りとれる楽譜データと実際の演奏者の演奏データを照し合わせて演奏者の特徴を抽出する。その後、未知演奏データ生成過程では、システムにとって未知の曲であっても、楽譜データを与えるだけで特徴

抽出過程で抽出した演奏者の特徴を用いて、あたかも演奏者が演奏したような演奏データを得ることができる。

演奏データの生成は音符単位で行い、順序は音符の通し番号に従って行う (図2参照)。

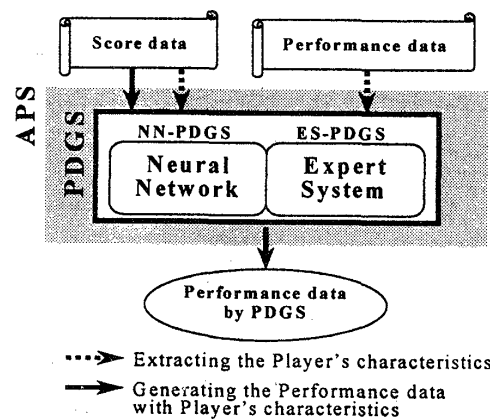


図1 従来の自動演奏システム APS

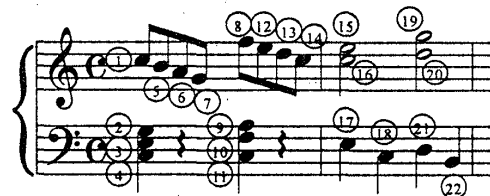


図2 APS の音符番号

3. 拡張型自動演奏システム E-APS

実際に図2の音符番号順に特徴抽出を行っても、優れた演奏データ生成を期待するのは困難である。第1の問題は、演奏者は左右の手の役割に応じた演奏を行っていると考えられるが、楽譜上段と下段を同じフィールドにならべてしまうため、手の役割がはっきりしないことである。この問題解決には、右手と左手に分割した処理が要求される。第2の問題は、楽譜上同時に演奏される音符に順序をつけて個別に特徴抽出するため、時間経過が曖昧になってしまうことである。この問題解決には和音を含まない単音の音符列にすることが必要である。そこで、こ

A Study on Construction of Automatic Piano Playing System by Multi-Step Neural Network.
Tadashi Okanishi, Hiroki Kino,
Yoshinobu Kajikawa, Yasuo Nomura
Department of Electronics, Faculty of Engineering,
Kansai University
3-3-35, Yamate-cho, Suita-shi, Osaka, 564-8680, Japan

これらの問題点を解決した拡張型自動演奏システム E-APS を提案する。図3に E-APS の未知演奏データ生成過程を示す。本システムの特徴は 3 基の NN-PDGS と 2 基の ES-PDGS を持っており、それぞれが役割を持った特徴抽出を行うことにある。

ここで、この E-APS の処理過程について説明する。まず、ES-PSGS1 及び ES-PDGS2 により、右手と左手の基本的な演奏ルールをエキスパートシステムを用いて導出する。次にそれらの演奏ルールから得られた演奏データを NN-PDGS1, NN-PDGS2 に入力して、右手と左手の特徴をニューラルネットワークによって学習する。ここまでは図4の音符番号に従って各音符の処理を行う。最後にそれぞれの NN-PDGS から得られた演奏データを NN-PDGS3 に入力して、図2の音符番号に従い、全ての音符の演奏データを生成する。

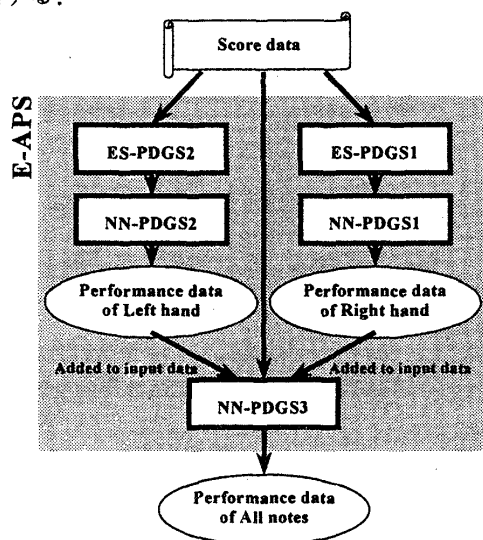


図3 拡張型自動演奏システム E-APS

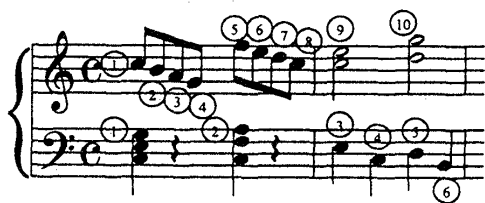


図4 E-APS の音符番号

4. シミュレーション

ここでは、実際に E-APS によって演奏者の特徴抽出を行い、未知演奏データを生成する。シミュレーションには、「ブルグミュラー 25 の練習曲」の中か

ら特徴抽出用の学習曲、及び未知演奏データ生成用の未知曲を選択した。

生成する演奏データは、音の強弱を表すヴェロシティと次の音符を演奏するタイミングを表すステップタイム、そして音符の長さを表すゲートタイムである。結果の評価は、演奏者の演奏データとシステムの生成演奏データを相関係数と二乗誤差を用いて比較する。

表1に示した APS と E-APS の演奏データ生成結果を比較すると、PDGS を複数基装備した E-APS の方が明らかに優れており、演奏者の特徴を反映した結果を得ることができた。実際に試聴を行っても E-APS の方が人間味のある演奏を実現していた。

表1 APS と E-APS の比較結果

	System type	Correlation coefficient	Square error
Velocity	APS	0.3979	2.50E-02
	E-APS	0.5961	1.27E-02
Step time	APS	0.2829	7.91E-04
	E-APS	0.5109	4.76E-04
Gatetime	APS	0.8921	8.50E-03
	E-APS	0.9589	4.37E-03

5. まとめと今後の方針

本稿では、ニューラルネットワークを多段階に用いて演奏者の特徴抽出を行う自動演奏システムの構築を行い、従来のものより飛躍的に演奏者の特徴を反映したシステム演奏を得ることに成功した。しかしながら、ステップタイムの結果は決して十分なのではなく、システム演奏の試聴時に不自然感を与える主たる要因となっていた。このステップタイムの改善は今後の大きな課題の一つである。また、本稿で用いたニューラルネットワークの代わりに、入出力関係を明示化できる GMDH ニューラルネットワークの導入についても現在検討中である。

【参考文献】

- (1)宮田他：平4 春季音講論集,2-7-4,Mar.1992
- (2)波田他：第55 回情処全大,Vol2,pp.4-5,Sep.1997
- (3)村上他：第54 回情処全大,Vol2,pp.269-270,

March.1997