

尺八譜の自動認識システム

中屋真紀 松島俊明
東邦大学理学部情報科学科

イメージスキャナで読み取った尺八譜画像から、譜字、拍子線など尺八譜記号を自動認識する研究を行っている。尺八譜に用いられる記号は手書き文字で構成され、また、記号同士の重なりが多いため、記号の切り出しと認識方法に工夫が必要である。都山流尺八譜を対象に研究を行っているが、認識アルゴリズムの改良により認識率が向上した。また、尺八には様々な流派があり、流派毎に使用する尺八譜は異なっているが、新たに竹保流尺八譜の認識を試みたので報告する。

Image Recognition for the Shakuhachi Tablature

Maki NAKAYA and Toshiaki MATSUSHIMA

Dept. of Information Sciences, Faculty of Science
TOHO University

Email: matusima@is.sci.toho-u.ac.jp

We are developing a system which recognizes Shakuhachi tablature image. Shakuhachi tablature mainly consists of handwritten characters and its symbols are frequently overlapped each other. It is required to design special algorithm for recognition of the Shakuhachi tablature, especially symbol separation. Although there are some styles in Shakuhachi tablature, our current target is Tozan-ryu style. With the modification for the recognition algorithm, we have achieved the higher recognition rate than the previous version. In addition, we have started to support the Chikuhō-ryu style and got the appropriate results.

1 はじめに

我々は尺八譜を対象とした認識・処理システムの研究を行っている。一つは電子ペンによる手書き入力が可能な尺八譜の入力編集システム(以下、尺八譜入力編集システムと呼ぶ)であり、別途報告済みである[臼井][Mat95]。今回、イメージスキャナにより入力した尺八譜画像を自動読み取りにより認識するシステム(以下、本システムと呼ぶ)について報告する。本研究はその一部が既に報告済みであるが[志村][Mat92]、その後、標準パターンの再構築、譜字切り出し方法の改良、認識アルゴリズムの改良、拍子線(音価記号)認識部の改良等を行った。

尺八譜には幾つかの流派があり、流派により異なっているが、幹音符に使用する譜字(尺八譜で用いる音符)で大別すると、「ロ」「ツ」「レ」「チ」「ハ」「ヒ」を使用する「ロツレ譜」と、「フ」「ホ」「ウ」「エ」「ヤ」「イ」を使用する「フホウ譜」に二分できる。ロツレ譜は江戸時代になってから用いられるようになった形式で、現在の多くの流派の尺八譜はロツレ譜である。フホウ譜は現在では少数派であるが、江戸時代以前から用いられていた形式であり、古典本曲な

どの古楽譜が多い[大辞典].

尺八譜や教本の入手の容易さから、本研究で最初の対象として選んだのは都山流である。本研究は、尺八譜研究のためのデータベース作成等の支援することを目的としているので、一つの流派だけに留まらず、様々な流派の尺八譜が認識できることが望ましい。都山流はロツレ譜であるが(図1)、竹保流はフハウ譜であり(図2)[酒井]、この2つの流派の認識が可能となることは、古楽譜や他の流派への拡張の点から見ても有意義である。

2 システムの構成

本システムは、尺八譜画像の入力装置としてイメージスキャナ(EPSON GT-6000)および制御用パーソナルコンピュータ(NEC PC9821AS)、認識プログラムの開発・実用性の計算機として用いるワークステーション(Sun SPARC Classic)で構成されている。本システムでの認識結果は、尺八譜入力編集システムで読み込み、誤認識の修正や認識対象外記号の入力等の編集が可能である。

3 認識アルゴリズム

既に報告済みの尺八譜認識アルゴリズムは、認識開始から認識終了までボトムアップ式に認識処理が進行するデータ駆動型であったため、認識過程の途中で誤りが生じると正しい認識結果を得ることができなかった。特に、譜字の切り出し範囲を指定するために拍子線位置の予測が必要となるので、拍子線予測位置が間違っているとその後の

キ キ	メ メ	ウ ウ	2 4
テ テ	ロ ロ	レ レ	イ イ
フ フ	シ シ	ウ ウ	キ キ
イ イ	レ レ	ロ ロ	イ イ
キ キ	テ テ	ロ ロ	キ キ
キ キ	シ シ	ロ ロ	キ キ
テ テ	メ メ	ウ ウ	テ テ
シ シ	レ レ	ウ ウ	テ テ
ウ ウ	シ シ	ウ ウ	シ シ
シ シ	レ レ	ウ ウ	シ シ

草津節

(群馬県民謡)

図1. 都山流尺八譜(草津節)

が が	ウ ウ	エ エ	(イ早稲) ウ ウ	草津節
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	
止	ウ ウ	ウ ウ	ウ ウ	

図2. 竹保流尺八譜(草津節)

認識が正しく行えない。そこで、拍子線位置の予測に概念駆動型の処理を取り入れ、認識率の向上を計った。

本システムにおける全体の認識処理の流れは図3のようになる。この認識過程の中で、“譜字の位置関係をチェック”、“認識結果をチェック”が概念駆動型の処理であり、ここで誤りがあると判断されると拍子線予測位置を変更して再度譜字の分離処理が行われる。以下、認識処理の流れに沿って各処理内容を説明する。

3.1 小節の分離

イメージスキャナで取り込んだ尺八譜画像の水平方向をX軸、垂直方向をY軸とし、まず、水平および垂直方向の周辺分布をとる。そして、その周辺分布の自己相関をとりその周期を求めることにより、小節線の幅および位置を推定する。

3.2 拍子線位置の予測

同じ列にある全小節の垂直方向の周辺分布を取り、周辺分布が大きい値を取る位置を拍子線予測位置として記憶しておく。周辺分布の値が大きい順に優先順位をつけ、優先順位の大きい位置から認識処理を行っていく。

3.3 譜字の分離

小節の左端から予測した拍子線位置までの画像を切り出す。拍子線予測位置が正しければ、切り出した画像中には譜字(休止符、息盗みを含む)のみが存在するはずなので、切り出された画像内に存在する黒画素領域をすべて切り出して、譜字の候補パターンとする。

譜字の分離は、境界線追跡により得られた閉領域内をマスクパターンとして、画像との論理積を取ってより行う。切り出された画像領域は切り出し元の画像から消去する。この操作を黒画素領域がなくなるまで繰り返し行う。

3.4 譜字の位置関係のチェック

切り出した譜字領域の位置関係から、先に予測した拍子線位置が適切か否かのチェックを行う。まず、切り出した譜字に対して垂直方向の重なり具合を調べる。譜字の重なり具合によって、以下の6種類の場が考えられる。

A. 譜字が1列に並んでいる場合

- 拍子線予測位置が正しい。
- 拍子線予測位置が、正しい拍子線位置よりも左側にある(譜字パターンが不完全である)。
- 拍子線予測位置が、正しい拍子線位置よりも

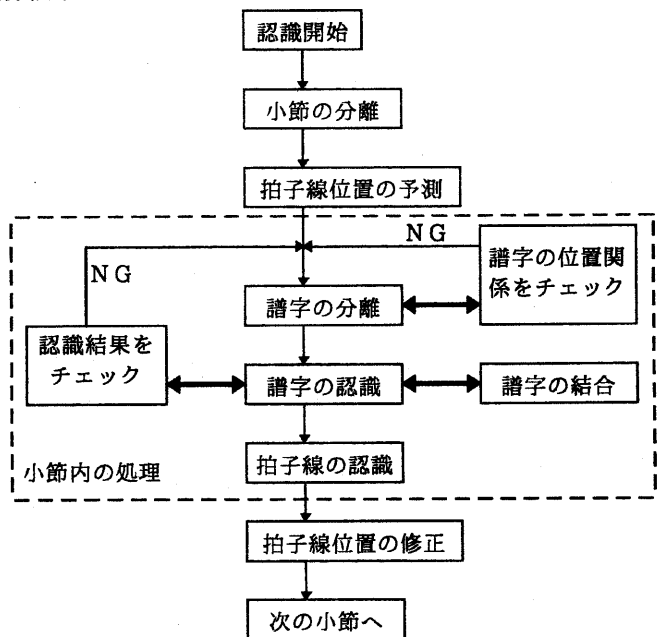


図3. 認識の流れ

右側にある(譜字パターンに拍子線が含まれている)。

B. 譜字が2列に並んでいる場合

- 拍子線予測位置が正しい(息盗みがある場合、2列になることもある)。
- 拍子線予測位置が、正しい拍子線位置よりも右側にある。

C. 譜字が3列以上並んでいる場合

- 拍子線予測位置が、正しい拍子線位置よりも右側にある。

従って、切り出した譜字が1列に並んでいる場合は、とりあえず拍子線予測位置が正しいとみなし、次の処理へ進む。

もし、予測した拍子線位置が間違っていれば、後段の処理で差し戻されるはずである。譜字が2列以上並んでいる場合は、各列の右端のX座標を拍子線予測位置の候補に追加する。左側にある列ほど譜字が並んでいる列と考えられるので、左に位置するものほど優先順位を高くつける。ここで追加された拍子線位置候補は、垂直方向の周辺分布から予測した拍子線位置よりも優先する。ここまでの処理に使用した拍子線予測位置は削除し、次に優先順位が高い拍子線予測位置を新たな拍子線位置として譜字の分離からやり直す。

3.5 譜字の認識

切り出した譜字領域の識別を行う。本システムで認識対象としている都山流の譜字は、幹音符および半音符の「口」、「ツ」、「レ」、「チ」、「人」、「ヒ」と、「ヒ」、「メツ」、「○」(四分休符)、「ヽ」(八分休符)、「一」(息盗み)、「|」(短線)である。作成した譜字領域を32×32画素に正規化し、標準パターンとのマッチングを取り類似度が最大のものを認識結果とするが、最大の類似度が設定した閾値に満たない場合は「認識不可能」とする。認識結果の信頼性と認識洩れとの兼ね合いを考えて適切な閾値を選ぶ必要があるが、実験結果を参考にして閾値は0.70に設定した。また、息盗みと付点譜字を意味する短線は譜字の大きさに特徴があるので、パターンマッチングではなく譜字パターンの縦横比で認識を行う。

3.6 譜字の結合

「ツ」や「メツ」は複数の黒画素領域からなるため、切り出された単独領域だけのマッチングでは認識できない。そのため、譜字領域を結合してから認識を行う必要がある。すなわち、譜字領域の認識結果が「認識不可能」、「メ」、「ヽ」の場合には、ほぼ同じ水平位置に存在する譜字領域を結合して新たな譜字領域を作成し、再度マッチングを行う。

3.7 認識結果のチェック

譜字の認識結果をチェックして、拍子線予測位置が適切であったかどうかの判断を行う。譜字認識部で正しく認識された譜字が存在すれば拍子線予測位置は正しいとみなされ、最終的な拍子線位置として決定される。ここで認識されなかった譜字に対しては閾値を緩めてもう一度認識を試みる。さらに、認識された譜字に対して水平方向の位置関係を調べ、同じ位置に複数の譜字パターンが存在すればここまでの処理で使用した拍子線予測位置は不適当とみなされる。その場合、認識された譜字の右側を新たに拍子線予測位置とし、譜字の分離からやり直す。

また、ひとつも認識された譜字がなければここまでの処理で使用した拍子線予測位置は不適当とみなされ、次に優先順位の高いものを新たに拍子線予測位置とし、譜字の分離からやり直す。

3.8 拍子線の認識

決定した拍子線位置から小節の右端までの画像を切り出す. 切り出した画像の左端から, 譜字の分離と同様にして拍子線を切り出しを行う. 切り出した拍子線の位置と長さから音価を決定する.

3.9 拍子線の修正

1 小節分の認識が終了したら, 次の小節の処理を開始する前に拍子線候補位置の修正を行う. 拍子線位置は小節の列ごとにほぼ同じ位置にあるので, 直前の小節において最終的に決定された拍子線位置は同じ列の他の小節でもほぼ同じはずである. そこで, 垂直方向の周辺分布から予測した拍子線位置候補の中で, 上で決定した拍子線位置と等しいもの, または一番近いものを選び, 優先順位の先頭にもってくる.

以上の処理を, 次以降の小節に対しても同様に行い, 全ての小節に対して処理が終了するまで繰り返す.

4 竹保流への対応

都山流用の認識プログラムを元に, 竹保流尺八譜の認識を試みた. 都山流では, 拍子線位置の予測を行うことにより譜字の分布範囲が特定できたため, 譜字と拍子線の分離を同時に行うことができた. それに対し竹保流では, 拍子線予測位置をもとに切り出した画像には, 譜字と歌詞が混在しているため, 拍子線位置の予測を行っても譜字の分布範囲を特定することはできない. また, 都山流では拍子線に縦線を主に用いるため, 垂直方向の周辺分布をとることで比較的容易に拍子線位置の予測を行うことができたが, 竹保流では縦線の他に横線や「フ, 下」などの記号も多用されるため, 周辺分布から拍子線位置の予測を行うことが困難である.

そこで, 竹保流では譜字の分布範囲を予測することにより, 譜字と拍子線の抽出を行うこととした. これにより, 譜字と拍子線が結合したパターンが数多く発生するため, 切り出し処理と認識処理を協調して実行し, 最も良い認識結果が得られるような分離位置を見つけながら認識を行うようにした.

5 認識結果

図4は図1に示した都山流尺八譜の認識結果である. 拍子線と譜字の結合が含まれているが, ほとんど正しく認識を行うことができています. また, 表1は, 10種類の都山流尺八譜を認識した結果である. 譜字の出現頻度にばらつきがあるが, 平均で95.3%とほぼ満足のいく結果を得ることができた. 画像の入力に要する時間を除いた認識時間は30秒前後である. 図5は図2に示した竹保流尺八譜の認識結果である. 譜字の存在しない楽譜のタイトルの部分を最初の小節として認識を行ったため, 一小節目の認識結果が誤っているが, それ以外の部分では拍子線を含めてほぼ完全に認識できた. この例では認識時間はほぼ30秒であったが, 譜字および拍子線の重なりが数多く存在する楽譜では, 最適な切り出し位置の探索に時間がかかるため, 認識に15分程度

表1. 譜字認識率 (都山流)

譜字	総譜 字数	正解 数	認識 率(%)
口	124	104	83.9
ロ	0	0	---
ツ	29	27	93.1
ッ	67	63	94.0
レ	144	138	95.8
レ	0	0	---
チ	75	74	98.7
チ	26	24	92.3
ハ	100	89	89.0
ハ	40	40	100
ヒ	1	0	0
ヒ	0	0	---
ヒ	15	15	100
メツ	8	8	100
一	23	14	60.9
。	38	38	100
、	12	12	100
！	22	22	100
合計	724	690	95.3

を要する楽譜もあった。

6 まとめ

都山流および竹保流の尺八譜の自動認識システムについて報告した。尺八譜では譜字同士あるいは譜字と拍子線の重なりが多いため、個々の記号を分離するのが困難であるが、譜字の切り出しアルゴリズムを工夫することにより、高い認識率を得ることが可能となった。

尺八譜は流派により譜字や拍子線の形状が異なり、またレイアウトも異なるので、全ての流派に対応した認識システムを構築するのは困難である。竹保流の譜字切り出しおよび認識アルゴリズムは都山流に適用可能であるので、これを都山流用のシステムに適用することで、都山流の尺八譜の認識率向上も期待できる。

謝辞: 尺八譜および尺八譜処理に関して、日頃より御助言および資料の御提供を頂いている坪井邦明氏(千葉職業能力開発短期大学校)、志村哲氏(大阪芸術大学)に感謝致します。

参考文献

- [志村] 志村哲, 坪井邦明, 松島俊明, 日本音楽の情報処理 - 尺八の場合 -, 情処研報 MUS-2-3, 1993
- [白井] 白井淑見, 松島俊明, Windows 版尺八譜の手書き入力編集システム, 情処研報 MUS-22-3, 1997
- [Mat95] T. Matsushima and R. Nagasawa, "Multimedia System for Shakuhachi Tablature," Proc. ICMC'95, pp. 487-488, 1995
- [Mat92] T. Matsushima, "Computerized Japanese Traditional Music Processing System," Proc. ICMC'92, pp. 121-124, 1992
- [大辞典] 尺八, 音楽大辞典, 第3巻, pp.1052-1063, 平凡社, 1982
- [酒井] 酒井竹保, 竹保流尺八の手引, 竹保流尺八宗家出版部, 1971

1:	(イ, 0)(ヤ, 0)(チ, 0)(ホ, 0)(フ, 0)(ハ, 0)
2:	(フ, 8)(休, 4)(ヤ, 4)(フ, 4)(フ, 4)
3:	(ホ, 4)(ウ, 4)(エ, 2)
4:	(エ, 4)(休, 4)(ヤ, 4)(イ, 8)(ヤ, 16)
5:	(エ, 2)(ウ, 4)(ホ, 4)
6:	(ウ, 4)(エ, 8)(ヤ, 8)(ウ, 4)(エ, 8)
7:	(ウ, 4)(ホ, 4)(ホ, 2)
8:	(休, 4)(ホ, 4)(ホ, 4)(フ, 4)
9:	(エ, 4)(ヤ, 4)(ウ, 4)(ホ, 4)
10:	(フ, 2)(ヤ, 2)
11:	(フ, 4)(休, 4)(ホ, 4)(ウ, 4)
12:	(フ, 2)(ホ, 4)(ヤ, 4)
13:	(エ, 2)(ヤ, 4)(ヤ, 4)
14:	(フ, 2)(フ, 2)(止)

図5. 認識結果(竹保流)

1:	
2:	(休, 4)(口, 8)(ハ, 8)
3:	(チ, 4)(レ, 4)
4:	(チ, 4)(息)(口, 8)(ハ, 8)
5:	(チ, 4)(レ, 4)
6:	(息)(休, 4)(チ, 4)(息)(レ, 4)
7:	(チ, 2)
8:	(チ, 2)
9:	(ハ, 8)(口, 4)
10:	(メツ, 2)
11:	(メツ, 2)(息)
12:	(レ, 4)(チ, 2)
13:	(メツ, 2)
14:	(口, 4)(ハ, 4)
15:	(ヒ, 4)(メツ, 4)
16:	(口, 2)
17:	(ヒ, 4)(ハ, 4)
18:	(ハ, 2)
19:	(休, 4)(ハ, 4)
20:	(ハ, 4)(口, 4)
21:	(メツ, 4)(休, 4)(レ, 4)
22:	(口, 2)
23:	(ハ, 4)(チ, 8)(ハ, 8)
24:	(レ, 2)
25:	(チ, 2)(?, 2)
26:	(ハ, 4)(口, 4)
27:	(チ, 2)
28:	(ハ, 4)(レ, 4)
29:	(メツ, 2)(息)
30:	(レ, 4)(レ, 4)
31:	(チ, 4)(チ, 8)(チ, 2)
32:	(チ, 2)
33:	(チ, 2)
34:	(休, 4)(ヒ, 8)(ハ, 8)
35:	(チ, 4)(レ, 4)(休, 4)
36:	(チ, 4)(休, 4)
37:	
38:	
39:	
40:	

図4. 認識結果(都山流)