

演奏された音長データからの音価決定法*

3T-4

久保 宏 野池賢二 瀧口伸雄 小谷善行
 (東京農工大学 工学部 電子情報工学科)

1 はじめに

ピアノによる実際の演奏の音長データに注目した自動採譜システムを開発した。1曲分の音長の出現頻度の度数分布をもとにテンポを推測し、これを音価判定の基準とする。また演奏データ中のある音Aから次の音Bまでの物理的な時間の長さ（インターバル）と、音Aについての鍵盤を押してから離すまでの物理的な時間の長さ（デュレイション）の対応関係から休符の存在確認を行った。これらの処理を経て最終的に音価を決定する方法を考案した。そして、音価決定方法の実現および実験を行うシステムを作成し、既存の楽譜とシステムの実験結果とを比較し、考察をおこなった。本稿では、この音価決定法と実験結果の考察について述べる。

2 音価決定法

2.1 テンポの推定

演奏イベントごとにテンポの推定や音価の判定を行うために、判定要素となる3つのパラメータを音長データから考えた。

- I(n) ... n 番目の演奏イベント発生から n+1 番目の演奏イベント発生までの物理的な時間の長さ（インターバル）
- D(n) ... n 番目の演奏イベント発生から終了までの物理的な時間の長さ（デュレイション）
- P(n) ... $D(n) / I(n) \cdot 100$ の値
 (nは整数値をとる)

本研究では、「個々の音は、弾きはじめから次の音の弾きはじめまでを占有している^[1]」という概念に基づいた。曲のおおよそのテンポを推測するために、縦軸を度数、横軸をインターバルとする1曲分の度数分布を考察する。

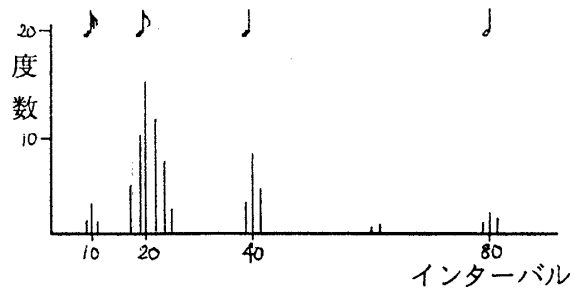


図1 ある曲のインターバルの度数分布

インターバルの度数分布のそれぞれの山と音符との対応を判定することができれば、各音符に対する物理的な時間の長さを求め、テンポを推測することができる。まず、4分音符の物理的な時間の長さをXとする。すると、8分音符は $2^{-1}X$ 、16分音符は $2^{-2}X$ というように各音符に対する長さが定義される。各音符の物理的な時間の長さに対応する軸（音符軸）と、各音符軸の中間点を境界線とする各音符ごとの地域（音符帯）を想定する。各音符軸、音符帯を度数分布表に対応させ、演奏イベントの山と各音符軸とがうまく対応するときのXの値を次の考えで求める。各音符帯に存在するすべての演奏イベントと、音符軸との距離を求める計算を各音符帯ごとに行い、これらの総和をXにおける評価値とする。Xをある程度の範囲で同じ過程を繰り返す。Xの範囲は一般的な楽譜のテンポ表記の範囲（♩=30~250）に準じるものとする。

各音符帯に存在する演奏イベントと音符軸との距離（ずれ）が最小のとき、それぞれの音符軸が対応すべき演奏イベントの最も山を代表する所にあると考えると、評価値の最小値を求めればよいことになる。4分音符=Xのときのn分音符の音符軸を $J_n(X)$ 、音符帯の範囲を $S_n(X)$ から $E_n(X)$ とあらわす。

音符帯に存在するそれぞれの演奏イベントと音符軸との距離の総和Tを求め、さらに対象するすべての音符でのTの総和（評価値）を求める。評価値の最小値は次の式で求めることができる。

$$\min_X \sum_{n=\alpha}^{\beta} \sum_{x=\gamma}^{\delta} f(x)(x - J_n(X))^2$$

$$\gamma = S_n(X), \delta = E_n(X)$$

Determination of Note Values from Musical Performance Data
 Hiroshi KUBO, Kenzi NOIKE, Nobuo TAKIGUCHI, Yoshiyuki KOTANI
 Tokyo University of Agriculture and Technology

今回は、二全音符から32分音符を対象としたので、 $\alpha=32$ 分音符、 $\beta=2$ 全音符となる。 $f(x)$ は x における度数である。

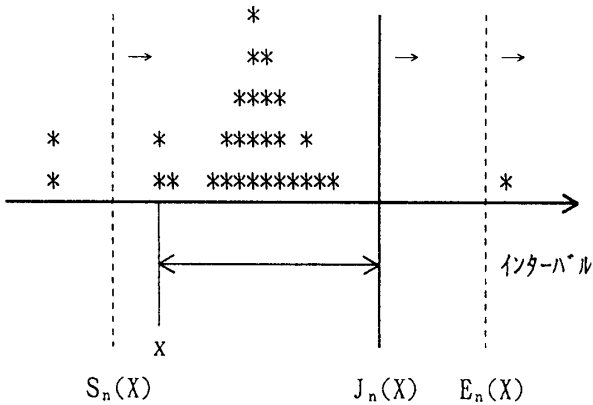


図2 n分音符帯における各変数

2.2 音価の判定

2.1で述べた方法で推定して4分音符の物理的な時間の長さをもとに、各音符の音符帯を求め、それぞれの演奏イベントの $I(n)$ がどこの音符帯にあてはまるかを調べる。

しかし、 $I(n)$ だけでは存在する休符を確認できない。そこで、 $P(n) < 100$ のときは休符が存在する可能性があると考え、 $I(n)$ があてはまる音符帯別に $P(n)$ の値から生成する音符や休符を求める。例えば、 $I(n)$ が4分音符の音符帯にあてはまったとき、 $P(n)=50$ なら8分音符と8分休符を生成させる。

$P(n) > 100$ のときも同様に $I(n)$ があてはまる音符帯別に $P(n)$ を調べるが、このときには休符は生成させない。以上のような処理で、全ての演奏イベントの音価を判定した。

3 実際の演奏による実験

この音価決定法がどの程度有効であるかを実際のピアノによる演奏で調べた。比較的簡単な3曲のピアノ演奏曲を実験の対象とした。これらの曲は、本方法の休符生成を考察するため、ほとんど休符が存在しない曲や、休符が多く存在する曲などが含まれる。そして、ピアノ経験のある2人の演奏者とシーケンサ(自動演奏装置)の演奏データを、本判定法を用いた採譜システムに通すことで比較、考察をおこなった。実験前に、シーケンサによる演奏を数回被験者に聞かせることで、ある程度のテンポ情報を与えた。

なお、演奏中の被験者にはメトロノーム等でのテ

ンポ情報はいっさい与えず、被験者各自でテンポを刻ませた。

4 実験結果からの考察

テンポ推定の結果は、既存の楽譜上のテンポ値から、+7%以内の誤差に収まった。かなり正確なテンポ値が推定されたといえる。実験結果を表1に示す。

表1 テンポ推定の実験結果

| 曲 | A | B | C |
|---------|----|-----|-----|
| もとのテンポ値 | 92 | 120 | 112 |
| 演奏者K | 98 | 127 | 117 |
| 演奏者Y | 97 | 126 | 113 |

音価判定の結果は、休符がほとんど存在しない曲や単旋律に近い曲では良好な結果が得られたが、そうでない曲は定量的に誤って判定された。全体的に「♪や♪がそれぞれ♪と♪に判定されるケースが多い。これらの要因から、デュレーションがインターバルに比べ、はるかに散らばりがあり、演奏者が鍵盤を離すことに対してあまり意識していないことがわかる。逆にインターバルは曲を通してかなりそろっているから、複旋律の曲でも旋律別に処理することができれば、より良好な判定結果が期待できる。しかし、演奏データから旋律を分ける処理は、曲の構造解析や調解析等の要因が関係してくると思われ、別の角度からの考察が必要である。

5 まとめ

本稿では、演奏された曲のテンポの自動推定や、休符も含めた音価判定法について述べた。まずまずの実験結果を得たことから、インターバルとデュレーションを用いた休符の判定法は有効であると思われる。より正確な判定結果を得ることが、次の実験テーマである。

参考文献

[1] 太田雅久 他 ピアノ演奏における緩急法の分析
甲南大学総合研究所 叢書2, pp53-74 (1986)
[2] 中島祥好 他 楽譜に記された時価と演奏者の実現する長さとの系統的なくい違いについて
日本音響学会誌43巻7号、pp. 478-487 (1987)