

# n グラムの手法を用いたピアノ運指の推論\*

6D-7

野口 賢治, 野池 賢二, 乾 伸雄, 野瀬 隆, 小谷 善行, 西村 恕彦  
 (東京農工大学 工学部 電子情報工学科)

## 1 はじめに

市販の楽譜には熟達者の校訂による指番号が振られている。運指番号列と音符の関係を n グラムの手法を用いて獲得し、未知の楽曲に対して運指の推論を試みた。n グラムに取り入れる要素は出現頻度、コストであり、それぞれを用いて推論を行う。

人間は音符の先読みや各指の動き易さ（例えば親指は他の指に比べて動き易い）を無意識のうちに計算し、適切な指番号を経験的に振っている。これが n グラムにより音符の先読みに対応できると考えた。

表 1: 運指のモデル

ノード	手の形, 複数打鍵
アーク	手の動き, 換え指

休符のようにどの鍵も押さえていない状態を一つのノードで表現する。このノードはすべてのノードに対してアークを持つ。親ノードと呼ぶ。

指の曲がり方などの物理的な手の形や動き、時間は考慮されない。

## 2 運指のモデル

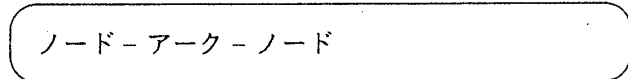
ピアノの鍵盤は 1 オクターブ内で白鍵と黒鍵が不規則な順序で並んでいる。本稿では E と F、B と C の鍵の間に仮想的に黒鍵があり、白鍵と黒鍵が交互に並んで配置された鍵盤を仮定している。この鍵盤により仮想鍵盤番号を定義した。中央の C を 60、C# を 61 とし、以後同様に音高に従って仮想鍵盤番号が振られている。1 オクターブは 14 の鍵で構成されるので MIDI のノートナンバーとは異なる。

運指はノードとアークによるグラフでモデル化した。ノードは手の静的な状態、アークは動的な状態を表す(表 1)。

静的な手の状態は各指間の距離と白鍵黒鍵どちらを押さえているかの情報で表す。距離は打鍵されている仮想鍵盤番号の差で定義されている。また複数打鍵の特殊運指技巧が使用されている場合はその情報も合わせて格納される。アークにはノード間の各指の移動距離、換え指の特殊運指技巧が格納されている。

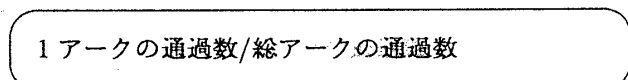
## 3 n グラムによる運指の獲得

運指既知の楽譜が入力されると、指番号と音高の n グラムによりグラフ上に出現頻度、コストが獲得される。2 接続とは次のようなパターンで表される。



### 3.1 出現頻度

出現頻度は特定の音高パターンの



である。この情報は n 接続の音高推移と共にノードに付加される。

### 3.2 コスト

コストの評価要素はノード、アークそれぞれに設定した。評価要素は次のとおりである。

- 指の移動距離
- 各指の占有度
- 運指技巧

\*Reasoning how to move fingers for Piano based on n-gram model,  
 NOGUCHI Kenji, NOIKE Kenzi, INUI Nobuo, NOSE Takashi, KOTANI Yoshiyuki, NISIMURA Hirohiko  
 Tokyo University of Agric. and Tech., Dpt. of Computer Science

を取り上げた。評価値は人間の被験者によって設定される。

指の移動距離のコストは仮想鍵盤距離と使用する指の組合せにより決定される。白鍵を C,D,E と順に 1,2,3 の指で弾く場合にはコストは最小になる。しかし C,D,E,F,G,A,B,C を順に 1,2,3,1,2,3,4,5 の指で弾く場合には、仮想鍵盤距離 1 に対して指番号 3,1 という組み合わせはコストが高くなる。

各指の占有度はノード、アークそれぞれにおいての使用中の指の割合によって決まるコストである。多くの指が使用されていればそれだけ他の指の動きが制限され、コストが高くなる。

運指技巧はここでは特殊な物だけを取りあげた。指と鍵が一对一に対応しない複数打鍵や換え指は広い音域を弾かなければならない場合に指の自由度を高めることが可能である。この技巧を用いることによりコストは大きく変化する。

## 4 運指の推論

次に獲得した情報から運指未知の楽曲に対する指番号列の推論を試みた。獲得時に親ノードから始めるのと同様に推論は親ノードから始める。

### 4.1 出現頻度、コストからの推論

獲得段階で得られた頻度情報を基に  $n$  接続に符合するアークの中から最も高い出現頻度の経路を通して指番号を出力する。入力する音符列は先頭から  $n$  接続ずつ切り出され符合する音高推移のパターンを現在のノードのハッシュテーブルから求める。コストからも同様に推論を行う。

### 4.2 獲得されていない音高の推移の場合

出現頻度からの推論では過去に獲得されていない音高の推移は出現頻度 0 となり、運指の推論がそこで中断してしまう。 $n$  接続で符号するアークが見つからなかった場合の対策としてコストによる推論を行う。入力された音符列から  $n$  接続のコストを求め運指番号を決定する。グラフ上に符合する次の  $n$  接続が現れた場

合には出現頻度による推論に戻る。

## 5 評価

運指が獲得された音符数と、推論された運指と市販譜の一致した指番号数で推論の妥当性を検討する。一致しなかった指番号についてさらに、市販譜が示す運指に相当する出現頻度あるいはコストとの差を求め偏差を評価値とする。

$n$  の値と獲得した音符数による評価値の変化を求め本システムの推論機構の評価を行う。

## 6 おわりに

$n$  グラムによる運指の推論について述べた。本システムでは片手だけの運指の推論である。両手の推論はこの他にパートの受け渡しの考慮を行わなければならない。これには旋律の判定などさらに行う必要がある

同じ曲でも校訂者によって運指は少しずつ異なる。校訂者別の運指を獲得しその出現頻度やコストの差を調査し評価値を求めることは興味深い。また、校訂者は楽曲の

- フレージング
- アーティキュレーション
- 強弱
- ペダル

なども運指を決定する上で重要な要素としている。これらをコストの要素として取り入れて評価値の変化を調査する予定である。

## 参考文献

- [1] J.S.Bach: インベンションとシンフォニア, 全音楽譜出版社, 1994