

電子ふめくり

渡邊 朋子

お茶の水女子大学 人間文化創成科学研究科 理学専攻

概要

日常的なピアノ演奏者にとって、楽譜をめくる動作である「ふめくり」は演奏を妨げるために、自動化したいことのひとつである。本研究はこの「ふめくり」を人間の自然な動作によるキュー指示で行うための試みについて述べる。

本研究では、予めスキャンした楽譜データを用意してこれを液晶モニタに表示し、キュー動作としてフットペダルの踏み込みを行うことにより、液晶モニタ上に次の楽譜を表示することとしている。この他に考えられるキュー動作として、口の開閉や足の位置移動などが考えられるが、これらと比較検討の結果フットペダルの採用に至った経緯についても報告する。

Turning score electronically

Tomoko Watanabe

Ochanomizu University

Abstract

The motion sequences to turn the score interrupts the piano player's performance, especially for the expert player. These motions should be substitute for the computer effort. This paper describes a sample trial to turn a score by using the cue instruction of the human native action.

First I prepare the scanned score data in advance, then show them on a LCD monitor. To turn the displayed score, only a step on a foot pedal as a cue action should be required. There are another conceivable cue actions like "open and shut ones mouth" or "foot's position movement", but compare these ideas with the idea of foot pedal and consider them, I adopt the idea of foot pedal. I also report the details to adopt the idea of foot pedal.

1. はじめに

・楽譜を手でめくる事の問題点

楽器の演奏をしていると、楽譜のページ変わり目で楽譜をめくる。この「楽譜をめくる」という行為は、演奏する楽器が何であれ、演奏の妨げになる。演奏者は自分の演奏を中断しないように、あれこれと工夫していることが多い。楽譜の端に予め折り目を付けてめくっておくなどはこうした工夫の一例である。こうしてふめくりと演奏を両立させてきた。

しかしこうした工夫にも限界がある。ページをめくる箇所はいつも演奏が「中断」されるため、その前後の演奏と合わせて滑らかに弾く事が出来難くなる。そこで滑らかに弾けるよう新たな練習が必要となったりする。しかし本来、ふめくりの問題が解決されていれば演奏者はこうした練習からは解放され、自分が苦手とするその他の部分の練習により専念する事が出来よう。更に、楽譜をめくるという行為は演奏とは全く異なる「動き」である。本論文では主としてピアノ演奏を取り上げるが、ピアノ演奏は主に両腕が横にスライドする事で曲を弾き進めていく。主な腕の動きは左右である。しかし楽譜をめくる際には腕を上下に動かす。この動作は演奏のついでは出来ない。「わざわざ」楽譜をめくる、と表現する所以はここにもある。

又、薄い楽譜で1曲のみを演奏するなら楽譜をめくることに専念できるが、通常演奏者が自宅などで練習する場合には数曲をまとめて練習することが多い。こうした場合には、複数の楽譜を同時に譜面台に乗せることになる。この場合には、狭い譜面台が大量の楽譜で混雑してしまい、いっそう楽譜がめくり難くなる。

このように今まで行ってきた「手で楽譜をめくる」という行為には大いに改善の余地がある。そこで本研究では演奏に忙しい手ではなく手以外から出すキュー動作に従ってふめくりを行えないかと考えた。これが本研究の動機である。

2. 電子ふめくりの方法案

この研究では最終的にふめくりのキューとしてペダルを採用したが、他にもいくつかの方法を検討した。本節では検討した上で排除した方法を挙げ、それらを採用しなかった理由について述べる。

1：膝の動き

膝の動きでふめくりをする方法。電子ピアノの鍵盤の下からレーザーダイオードを用いた投光機を装着し、床に受光機を置いておく。膝を横にスライドさせ鍵盤下から出ているレーザー光を遮る事で電子スイッチを働かせ、ふめくりの信号とする案。

2：唇の動き

唇の動きの変化でふめくりの信号とする方法。唇の動きを読み取る専用のビデオカメラを設置し、唇の動きを画像解析して変化を読み取って、ふめくりの信号とする。例えばビデオカメラに常時閉じた口を提示していて口を開けて歯を見せた状態をふめくりの信号とする案。

3：脇の動き

脇を閉める事でふめくりの信号とする方法。洋服の脇の部分にスイッチを予め装着し、ふめくりの部分に差し掛かったら脇を閉めてス

イチを押す、ふめくりの信号とする案。

4：手でのスイッチング

シンセサイザーの奏者のように鍵盤の側面などにスイッチを付け、それを押す事でふめくりの信号にする案。

これらの案を採用しなかった理由を以下に挙げる。

1：膝

足はペダルを踏み込むという動作には慣れているが、膝をスライドさせるという行為は足にとっては不慣れた動作となる。例えばレーザー光を遮るために両膝を合わせるといった簡単と思われる動作でも演奏の最中に行うには多少なりとも練習が必要と思われ、本研究の趣旨に合致しない。また、右足はペダル操作で忙しい。

2：唇

ピアノに限らず楽器を演奏していると無意識の内にメロディーを口ずさむ事がよくある。するとふめくりの箇所差し掛かったら一旦口ずさんでいるのを止めてふめくりの信号を送る口の形を改めてしなければならない。これは不自然な行為であり、一瞬でも演奏を中断させてしまう可能性がある。

3：脇

ピアノの演奏では通常、脇は閉めて弾く。楽曲によっては高音部を弾いたり低音部を弾いたりするため脇は必然的に開く。従って脇が開く時にふめくりの部分に差し掛かったら、脇を閉めてふめくりのための信号を送ることとなり、これでは演奏を妨げてしまう。

4：手

そもそも手を演奏に集中させたいという動機からの研究なのでこの案は不採用とする。

ピアノ演奏においては「踏む」という動作はペダルアクションで既に慣れている。一連の案の中でフットペダルをキューとする方法は演奏者にとって違和感が一番少ないため採用した。しかし今回採用しなかったこれらの案を、さらに複雑な指示を与える為に用いる可能性は残している。

3. フットペダルについて

この節では、ピアノについているフットペダルについて述べ、採用したペダルの位置をどこにするかについて議論する。

・フットペダルの機能

ピアノには基本的にフットペダルが3本ついている。右は音を響かせるペダル。中央は音を消すペダル。左は主に、音の響きを消しながら演奏する場合に使う。ペダルを踏む頻度は、右のペダルが圧倒的に多い。中央のペダルは夜間に練習する時などに使用するが、固定して使うので一度踏み込んだら離してしまっても元に戻らない。よってこのペダルに常時足を乗せておく必要はない。左のペダルは、チェンバロ風に弾いたりする時に使う場合もあるが、通常では滅多に使わない。従って、両足がペダル操作で忙しいという事は考え難く、足でふめくりの指示を出す余裕は充分にある。

・フットペダルの位置

ピアノのフットペダルは通常固定されているが、フットペダルも固定するかについて議論する。足のサイズは男女差によっても異なるし、大人と子供でもやはり異なる。従って最適と感じる位置も異なる事が予想される。また、利き足は各々異なり、ペダルに使っていない方の足を普段何処に置いているかも異なる。よって、固定する事なく、電動ミシンのペダルスイッチのように好きな場所に置いて使う事とした。

4. コントロール用ペダルの作成

足でふめくりをするために、足による押下げの信号をふめくりに還元する事を以下のようにして実現した。フットペダルを踏み込むという動作を、マウスのクリックに還元する事で、楽譜をめくるという行為をさせる事にした。図1に概念図を示す。

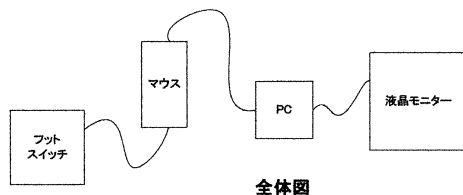


図1 概念図

今回使用したペダルである CASIO SP3 はカシオのサステインペダルであり、楽器のオプションとして販売されているものである。

このペダルを調べてみると

- 1：抵抗が入ったスイッチとなっていて、完全には導通しない。
- 2：よってこのままマウスに繋ぐと何か不具合（例えば、マウスが動作するのに必要な電

流が流れないなど）が起こる可能性があるの
で、マウスを調べた。

3：マウス側でフットペダルとスイッチがつながる回路を調べると、非導通時には、電圧が 3.2V（抵抗無限大）。導通時には電流が 24 μ A（この値は大変小さい）、抵抗は 0、電圧は 0 だった。

4：3 から、電圧が 3.2V であるマウスに抵抗値が 460 Ω であるフットペダルを繋いだ時に流れる電流はオームの法則 $E=IR$ より、

$3.2 \div 460 = 0.006957...$ よって 6.9mA が流れるはずだが、現実にはマウスに流れる電流は 24 μ A であったから電流制限回路が働いていると考えられる。よってそのまま繋げて動作するし、流れる電流は小さいので安全であると結論し今回は特に付加回路を用いない事とした。



図2 フットペダルの電極とコネクタ

尚、図2に示すとおりフットペダルの電極を安全に取り出しやすくする為にコネクタを用いている。

5. ペダル以外の環境

この節ではふめくりを行うために用意したペダル以外の環境について論ずる。

表 1：機器一覧

電子ピアノ	CASIO	AP-25
液晶モニタ	SHARP	IT-20-M1
フットペダル	CASIO	SP3
USB マウス	ELECOM	M-M20WH

1：スキャンした楽譜の解像度

楽譜は解像度 300dpi でスキャンして取り込んだ。この解像度で取り込んだ理由は、楽譜を画像としてこのような高解像度で取り込み、液晶モニタに解像度を落として（低解像度で）表示する際には情報が落ちないので、演奏中にモニタに表示されている楽譜の一部を拡大して詳細を確認するといったような事も行うことが出来る。しかし、その逆である低解像度で取り込んだ楽譜を高解像度でモニタに表示する際には情報が落ちるという問題点があるため、改めてモニタに表示された楽譜を拡大すると情報落ちの為読み取りが困難となる場合がある。また解像度が高いと、紙に再度楽譜を印刷しても印刷物の品質が落ちないというメリットがある反面、高解像度であると情報量が多い為モニタへの表示速度が落ちるというデメリットもある。よって表示速度と画質の両方を勘案した結果、300dpi という解像度に落ち着いた。

2：液晶モニタのサイズ

液晶モニタは手持ちがいくつかある中から楽譜を表示させても見かけの大きさが変わらないものを選んだ。

3：ふめくり用プログラム

このプログラムは開発用統合環境 Visual Studio.net 2005 上の C#で開発した。プログラムサイズは約 200 行だった。この統合環境

はビットマップを表示するための pictureBoxなどを貼り付けると、これに対応するプログラムのソースコードが自動的に作成されて、ファイルに挿入されていくため、プログラムの行数はあまり意味を持たず、プログラムの規模の尺度にはなりにくい。このプログラムは C#の基礎があれば 1 時間ほどで作成できる程度のごく簡単なものである。プログラムを動作させると楽譜が見開きで表示される。画面の左側にカーソルを置いてマウスをクリックすると楽譜の最初のページへジャンプし、右側に置いてクリックすると次のページを順次表示する。本研究では基本的な機能である「ふめくり」のみを作成した。



図 3 全体像

6．考察

・ペダルと演奏

実際に足によるふめくりを行ってみると、思っていた以上に、自然なふめくりを行うことが出来た。懸念として、ページが変わる部分でタイミング良くフットペダルを踏むことができるかどうか、何度か練習が必要だろうと予測していたが最初から問題なくふめくりが可能だった。これは、足がペダルを踏むという動作に慣れており、ペダルが 3 つなのか

4つなのは大きな問題ではないためである。

・モニタの使用

ペダルを押下げてから画面が切り替わるまでのタイムラグが大きく演奏の妨げになるのではないかと心配していたが、これも問題は無かった。通常の奏者は、初見の楽譜で無い限り楽譜を注視して演奏しているわけではなく、楽譜を見たり両手を見たりと視線は一点に集中し難い。また、筆者はもともと楽譜を手でめくりに慣れていて、そこに時間的な遅れがあることを当然のように受け入れている為に、タイムラグを感じないのかもしれない。

モニタのサイズについては、楽譜の見開きのサイズとほぼ同じ大きさのものを選んでいく為、楽譜が紙からモニタに変更した事による見難さなども感じる事は無かった。実際には楽譜のサイズに比べてもモニタに表示される譜面は若干小さくなるが、上述の通り演奏に支障を来す程の問題にはなっていない。但し、楽譜が混んでいて、更に初見の楽譜であるような場合は考慮が必要かもしれない。

・ペダルの踏み間違え

敢えてピアノのペダルと形の異なるペダル(図3の左下に提示してあるが細長い形状のペダルではなく、黒い正方形の物)を選んだ為、演奏中にピアノのペダルとふめくりの為のペダル(スイッチ)を押し間違えるという事も無い。さらに奏者の任意で場所を決められる。

7. まとめ、課題と展望

今研究ではフットペダルによるふめくりを

提案した。手でふめくりをすることに比べれば遥かに負担は少ないものの、やはり足でスイッチを押下するという行為も演奏の邪魔になる。そこで今後の課題として足で踏まずとも現在演奏している部分を認識しふめくりの箇所に至ったら自動的にふめくりをしてくれるシステムの開発である。その足がかりとしてはMIDIを利用してコンピュータで解析を行い、モニタ上で現在演奏している箇所を示すシステムを開発したい。最終的にはアコースティックピアノの音情報からの自動ふめくりを行いたいと考えている。

また、指揮者用のインタフェースとして、ペダル数を増やして、右端ペダルで指揮者用楽譜の上段、下段のコントロール、中央ペダルで特定の楽譜の拡大表示、現存のペダルで楽譜送りといった機能を付けて指揮者に試用してもらい感想を聞くという事も考えている。

参考文献

[1]武田晴澄、西本卓也、篠田浩一、嵯峨山茂樹：確率モデルによる多声楽曲 MIDI 演奏からの楽譜推定、情報処理学会研究報告、2003-MUS-050、pp21~26 (2003)

[2]武田晴澄、西本卓也、嵯峨山茂樹：リズムベクトルを用いた MIDI 演奏データからのテンポの変動の推定、情報処理学会研究報告、2003-MUS-051、pp59~64 (2003)

[3]小暮啓一、VisualC#2005 入門編、秀和システム、ISBN：978-4-7980-1396-1

[4]鈴木雅臣、トランジスタ回路の設計

CQ 出版、ISBN-10 : 4789830489

[5]渡邊朋子、電子ふめくり、お茶の水女子大学 2006 年度卒業論文(2007)