

視行動データを活用したピアノ演奏学習者状態提示機能の開発

Development of piano performance learner state presentation function utilizing visual behavior data

寺岡 耕平[†]
Kohei Teraoka

中平 勝子[†]
Katsuko T. Nakahira

北島 宗雄[†]
Muneo Kitajima

1 はじめに

本稿では、ピアノ演奏学習を支援するため、視行動データを活用した学習者状態の提示機能を設計・開発する。一般的なピアノ演奏指導（レッスン）の流れについて説明する。

基本的な流れとして学習者は最初、講師（指導者）と

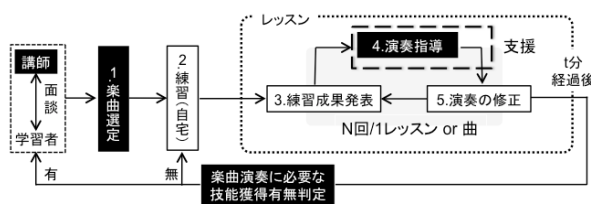


図 1 ピアノレッスンフローチャート

面談し楽曲の選定を行う。学習者は、レッスン日当日まで自宅で演奏練習を行う。レッスン日、学習者は練習成果発表のため、演奏を行う。その後、演奏の際の音の間違いや演奏速度などを、講師が学習者に対して指導する。演奏の仕方（打鍵、指、手の動かし方など）の改善なども実際に模範演奏を見せながら行う。そして、手本を見せた学習者に再度演奏してもらい、繰り返す。この際、学習者がその楽曲を演奏する技能を獲得出来ているかどうかを講師は確認する。楽曲演奏に必要な技能が獲得出来ていれば、学習者は講師と面談し、次に練習する楽曲を選定する。技能が獲得出来ていなければ、再度自宅で練習を行い、次のレッスン日を待つ。基本的にはこのような流れになっている。

コンクールや演奏会の前などでは、多少流れや指導方式が変動するものの大まかには上記のような流れである。図 1 のレッスン中、演奏指導から演奏の修正の過程

の内、ピアノ演奏時の指導支援に着目する。通常、ピアノ演奏指導法は、ピアノ演奏に必要な技能をどのように伝達するか、が研究の着眼点となるが、ピアノ教室における成人学習者に対する指導を考える時、指導者のピアノ演奏熟達度と学習者のそれについての大きな乖離や、成人を対象とした指導であるが故に起こり得る、指導者が持つ学習者への自宅練習に対する過度の期待と学習者が持つ「思った以上に身体が動かない」ことからくるストレスといった、指導者-学習者間の感覚のずれに着目されることはない。

本稿ではこのことも考慮し、上記の目標のために指導者と学習者の相互関係の改善を支援し演奏指導を補助するためのツール開発を検討する。

2 ピアノ演奏学習時の認知過程と視行動

ピアノ演奏時の認知過程を、読譜時の知覚・認知・行動過程を元に説明する。ピアノ演奏技能獲得過程については、既に藤間ら [1] が提案したものが笠原ら [2] によって再編されて提示されている。

ピアノ演奏技能獲得過程は知覚、認知、運動のプロセスをそれぞれ記憶、情報処理、オブジェクトに分けて記述されている。実際に聞いた音や読譜情報（音楽記号）などを視覚情報として感覚記憶に取り込み、それらは短期記憶へと送られる。ここでシンボル（音階）として取り込まれた音楽記号の情報を対応する長期記憶のシンボルと比較することで、対応させ短期記憶に一時的に格納する。この短期記憶を参考に鍵盤の操作や、眼や頭の動作による視線移動などを行う。新しく弾いた音や見た音楽記号を短期記憶に格納し、また長期記憶と比較するなどを繰り返すことで、弾いている音階と長期記憶の音階が合致するまで行う。そうして楽譜の最後に到達するまで一連の操作を行う。最後に、対応した音楽記号や音階などは長期記憶に格納される。

[†] 長岡技術科学大学

表 1 学習者データ構造

学習者		視線計測情報		楽譜	
フィールド名	内訳	フィールド名	内訳	フィールド名	内訳
氏名 (主キー)	学習者氏名	視線座標	視線の x, y 座標情報	氏名 (主キー)	楽譜名
プロフィール	過去の演奏学習履歴	計測経過時間	学習者のレッスン履歴	画像	画像情報
学習履歴	学習者のレッスン履歴	視線の種類	停留/衝動性運動	ページ情報	楽譜ページ情報
		計測日	何日に計測したか		
		計測楽譜名	計測した演奏楽譜		
		計測楽譜ページ	楽譜ページ情報		
		計測回数	何回目の計測か		
		計測被験者名 (主キー)	学習者氏名		

これがピアノ演奏技能獲得の一連の流れである。この内、笠原ら [3] は読譜時の視行動から、演奏者の熟達度を推定することを考えた。ピアノ演奏時の知覚・認知・運動過程を視行動のみに限定し、規範行動モデルとする。読譜における認知過程 [2] について、笠原らは下記のように説明している。

読譜時、外界からの情報として音楽記号などが感覚記憶に格納される。この情報は、その人間が注意を向けている情報 1 つしか短期記憶に格納出来ない。そのため、対象が演奏に必要な情報を注意する能力、即ちピアノ演奏熟達度によって短期記憶に格納される情報量は変化する。長期記憶の検索は、情報の使用頻度が多いほど内容を引き出しやすくなり、演奏熟達度に応じて短時間でより多くの情報を引き出すことが可能となる。長期記憶は、読譜や運動で情報が引き出されるほど、認知と運動の結合度が強くなり、読譜回数が増えるほど適切な情報処理が出来るようになる。

本論文では笠原らが作成した楽譜読譜時の知覚・認知・運動プロセスを考え方の基本として使用する。また、笠原らは演奏熟達度推定の際、独自の視線停留領域の基準を定め、それらを視線からの情報獲得範囲とし、その範囲の注視時間を情報獲得時間とすることで演奏熟達度の推定を行った。情報獲得範囲とは、読譜時の知覚・認知処理の結果を表すために示した量で読譜時、一度の視線の停留で獲得出来る情報量を表したものである。情報獲得時間とは、脳内で情報を検索するのに要する時間で、情報獲得範囲を注視する時間とすることで、情報獲得範囲内の情報を取得する際の検索時間を表す。

笠原らが再編した読譜時の認知・知覚・運動プロセスを図 2 として示す。

ここから視覚情報が短期記憶に入る際どの範囲の情報

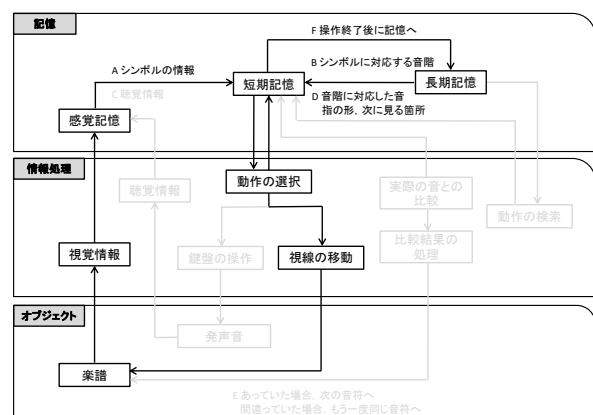


図 2 読譜時の認知・知覚・運動プロセス過程。[3] より引用

が取得出来るかどうか、また長期記憶との比較の結果どのような視線の動きに変化しているかなどを視覚化する。現状、視覚化出来る情報はいくつか候補があり、「情報獲得範囲」、「情報獲得時間」、「視線停留点」、「視線遷移」などが挙げられる。この内、本稿では、広範囲に有益な情報を示すことができ、直感的にその意味を理解出来るそうであるという理由で「情報獲得範囲」に着目する。

3 取得データについて

学習者状態を提示する上で必要とされる計測データは次の表の通りである。読譜時の視線計測を利用するため、視線計測情報が利用出来る。他にも、学習者の演奏熟達度などを把握するため、学習履歴やプロフィール情報なども取得可能である。今回、取得可能で使用を想定しているデータは表の通りになる。

各種データの使用用途について説明する。学習者情報は、学習者の個人情報である。学習者氏名は、本人情報を検索する際のタグとして利用する。プロフィールと学習者の学習履歴は、学習者氏名をタグとして学習者の今までにどういった演奏についてのことを学んできたかを示す用途に使用する。視線計測情報は、計測機器を利用して測定した読譜時の視線の情報である。視点座標情報と計測時間、視線種類情報を合わせることで視線の停留座標情報を読み取ることが出来る。視線の停留座標情報と計測時間情報を合わせ、笠原らの視線停留の考えを使用することで情報獲得範囲を求めることが出来る。視線計測情報にある楽譜名や日時、被験者名はタグとして情報を検索する際の参考になる。楽譜情報は、視線計測、演奏練習に使用する楽譜情報である。楽譜名は情報検索のタグとして使用する。

この内、可視化可能なデータや計算に必要なデータについて述べる。情報獲得範囲を可視化するのに必要な情報は、視線計測情報である。この内、視線の停留座標情報と計測時間情報を組み合わせ、笠原らの考え方を利用することで情報獲得範囲を求めることが可能となる。また、情報獲得範囲の座標情報と楽譜画像を組み合わせることで、楽譜のどの範囲の情報を獲得しているかどうかの可視化が可能となる。学習者の指導支援には過去の情報も必要である。そのため、学習履歴も可視化が必要である。学習履歴は、学習履歴情報とプロフィール情報を合わせることで過去の学習者の情報をまとめて可視化出来る。

以上の情報収集は、csv 形式で格納する。csv ファイルを 3 つに分けて記述する。その中身は次の通りである。

- 学習者氏名
- 学習者視線計測日
- 計測経過時間
- 計測楽譜名
- 計測楽譜ページ
- 計測回数
- 学習者履歴
- プロファイル
- 視線座標
- 視線の種類

この情報を元に各種情報を探索する。視線計測情報、学習者学習履歴情報を探索し読み込んで可視化処理を行う。

4 演奏学習者状態提示機能の特長

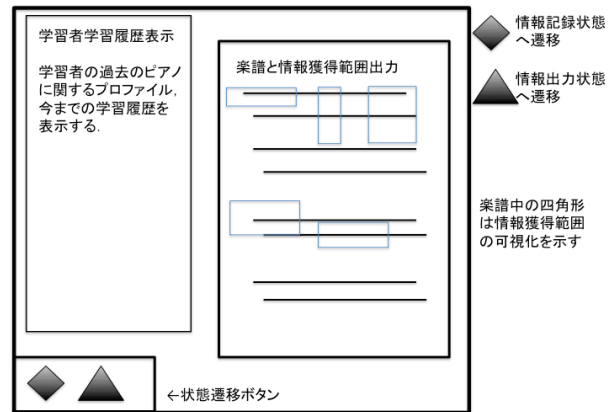


図 3 プロトタイプ:メイン画面図

指導者支援機能プロトタイプについて、詳細を解説する。使用想定端末はタブレットタイプのものとする。画面構成のプロトタイプを図 3 に示す。画面左上に指導を受ける側のプロフィールやこれまでの指導履歴などを表示する。プロトタイプフローチャートを図 4 に示す。

フローチャートは、開始から大きく二つの状態に選択して分岐する。

情報記録状態：学習履歴の入力や視線計測情報の処理を行う。視線計測を行い、生データを記録する。取得した生データを情報獲得範囲出力の処理に通すことで、情報獲得範囲の座標情報を生成する。情報獲得範囲の生成処理では、笠原らの考え方を用いて独自の視線停留領域を定める。その視線停留領域の内、 x 、 y 軸の最大、最小の値を用いて直方体の頂点とする。直方体の頂点座標が、情報獲得範囲の座標となる。また、同時に情報検索用のタグ情報も生成する。学習履歴情報は個人の学習履歴を入力することで、現状の情報に追加されて生成される。

情報出力状態：読み込んだデータを可視化状態で出力する。表示用情報を検索するためのデータ(情報検索タグ)を選択して、検索する。見つけた情報を取得し、可視化を行う。それぞれ、情報に合った出力方法でプロトタイプ画面に出力する。それら可視化状態で出力されたデータを、指導者が分析を行い演奏指導補助に利用する。他

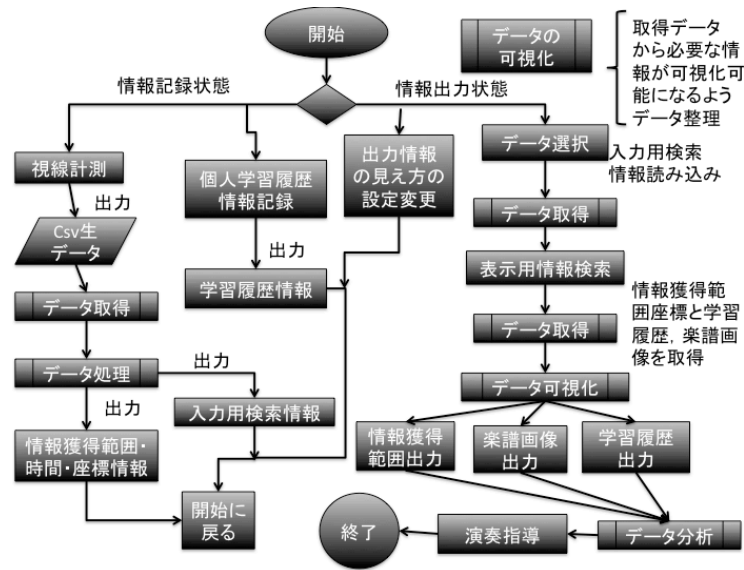


図 4 フローチャート図

にも、出力状態の見え方の設定も編集可能である。

本システムを利用するユーザはピアノ演奏指導者として設計する。支援アクティビティはピアノ演奏指導の補助、並びに指導時の意見の相違の緩和補助、互いに納得してもらうことを助ける。具体的な実装機能としては、楽譜上に透過した視線の停留領域を表した直方体（情報獲得範囲）の表示と、学習者の学習履歴やプロフィールの提示などである。特長としては、情報獲得範囲と学習履歴の表示である。過去の情報獲得範囲や学習履歴などを参考にすることで学習者側の考え方や学習の仕方を読み取り、それらを材料に話し合うことで互いの意見の相違に関する問題を緩和させられると考えている。視線計測は原則、指導の直前や直後に行うものとする。これは、ピアノ演奏指導の時間配分と形態によるものである。メイン画面は情報記録状態と情報出力状態に遷移することが出来る。情報記録状態では、視線計測機器による視線計測を行う。その後、計測情報を処理し、情報獲得範囲の座標情報まで変換を行う。他にも、学習履歴やプロフィールの記録などを行う。情報出力状態では、前述の csv ファイルを指定し、読み込む出力情報を探索し画面に出力する。他にも、楽譜と情報獲得範囲は過去のデータも表示することが出来る。

5 まとめと今後の課題

本稿では、ピアノ教室における成人学習者に対する指導補助に着目した、視行動データを活用したピアノ演奏学習者状態提示機能の開発を行った。指導補助は、ピアノ学習時の認知過程に基づいて行い、読譜時の認知過程からツールで視覚化する情報を定めた。計測した情報から、使用すべき情報、収集情報のデータ格納構造、プロトタイプの状態遷移について記述した。また、上記の機能は現在構築中である。今後は、作成したプロトタイプを、演奏指導を行う人達に実際に使用してもらう予備実験の計画などを考えていく予定である。実験環境や、被験者などを考え新しい機能や足りない点を見つけ改善を行う。

参考文献

- [1] 藤間渉：読譜視線分析によるピアノ演奏技能獲得過程の記述, 情報科学技術フォーラム公演論文集, 第 3 分冊 11 号, p559-p560, 2015.
- [2] 笠原翔平：読譜時の視行動時空間軌跡パターンによるピアノ演奏者の楽譜難易度要因推定, 情報科学技術フォーラム公演論文集, 第 3 分冊 15 号, p281-p282, 2016.
- [3] 笠原翔平：演奏熟達度に適合する楽譜選定支援のための読譜時視行動データ解析, 長岡技術科学大学修士論文, 2017.