

琉球大学学術リポジトリ

即時応答型音程トレーナーのユーザインターフェース設計について

| | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メタデータ | 言語: 出版者: 琉球大学 公開日: 2007-08-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 仲間, 正浩 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12000/1375 |

即時応答型音程トレーナーの ユーザインターフェース設計について

仲間正浩

Real-Time Response Pitch Discrimination Training System :
A User Interface Design

Masahiro NAKAMA*
(Received April 28, 1994)

Abstract

Music trainee has to obtain the faculty of accurate discriminating pitch. If he wants to produce beautiful harmony in singing in chorus or in playing in concert. However, it needs hard lessons to obtain the faculty. If he could make the training himself using the computer, the training result would be more satisfactory. But, there exist individual difference in the faculty among the trainees. Therefore it is useful to design Real-Time Response Pitch Discrimination Training System as a user interface in order to conform how far he could perform the correct pitch. The user interface has three variances. Firstly it shows degree of pitch difference. Secondly it shows "High/Low" and "Correct/Incorrect". Lastly it shows "Correct/Incorrect" only. These variances are considered to prevent trainee's higher dependence on the training system as well as to make his higher progress in performance.

1. はじめに

音楽は、音色、テンポ、強弱、音高（音の高さ：振動数）、音程（ある異なる音高間の差位の程度）の変化によって表現されるが、この中でも、音程を正しく確認し、音高を正しく発生させることに関しては個人差がかなり多くそのトレーニングも容易なものではない。しかし、合奏する場合や、伴奏と合わせる場合、和音を奏する場合等に、正しく正確に音程や音高がとれなければ美しいハーモニーを作ることができない。また、一人での演奏の場合においても、聞いている人に不安感を与

えてしまうことを考えれば、音程感（ある異なる音高間の差位の程度を認識する能力）のトレーニングは、非常に重要なものである。

本研究では、一人でも練習できる音程トレーナーのパーソナルコンピュータ上での実現を試みている。効率の良い効果的なトレーニングをするためには、あらかじめ体系立てられたトレーニングの流れ（トレーニングコースウェア）を考える必要がある。また、そのトレーニングコースウェアがスムーズに行われるようにするためにはコンピュータ側で、練習者に対するある一定の評価基準を設けることによって、練習者の実力を把握し、その

* Department of Computer Science, College of Education, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-01, Japan.

都度的確なアドバイスを与える必要がある。音程トレーナーの設計は、これらのことを考慮して行った。以下では、これまで行った音程トレーナーのユーザインタフェース設計の内容について報告する。

2. 従来の音程トレーニングと本研究で構築する音程トレーニング

これまで、音程トレーニング（ある異なる音高間の差位の程度を認識する能力の訓練）は、どの様に行われてきたのであろうか。それは、大きく、次の3つに分けられるであろう。

- (1) 音程感の確かなトレーナーに教えてもらう
- (2) ピアノや、キーボードを利用する
- (3) 電子チューナーなど、基準音の音程のずれが視覚で確認できるものを利用する。

この中でも、最も良いトレーニングを行うことが出来るのは、(1)の方法である。しかし、膨大な時間を要する個人練習も含めて全てのトレーニングをこの方法で行うのは、現実的に不可能である。従って、通常個人練習が多く行われることになり、その際には、(2)、(3)の方法でのトレーニングが行われる。これらの方法であれば、個人の体力と気力が続く限り何時間でも練習することが出来る。しかし、(2)については、その操作は、簡単であるが、まだ、しっかりとした音程感が備わっていないトレーニング初期の段階では、練習者は、自分の発している音の音高が正しい音高よりも、高いのか低いのかを確認することが困難であるため正しく音高を合わすことが難しい。また、(3)の方法では、音高のずれに関しては機械が表示してくれるので問題は無いが、発生させる音高を変更する度に煩わしい機械操作が必要になってくるため、かなりの無駄な時間をその操作に強いられることになる。演奏に両手を必要とするような楽器の練習においては、練習する意欲を失うという結果になることもあるであろう。また、この種の機械は、あくまでもチューニングをするためのものとして設計されていて、音程トレーニングのための配慮が成されていないので、あまりこれに頼りすぎてしまうと音程のずれを（練習者自身の聞き

た音だけで）認識する能力が育たなくなってしまうこともある。では、どのような方法をとれば、効率的で、効果的な音程トレーニングが可能になるのであろうか。コンピュータ上でこれを実現するとすれば、次のような条件

- (1) 音高のずれに対する指摘が的確にかつ迅速に出来ること
 - (2) 音程のトレーニングを練習者の能力に合わせた適切な手順で指導出来ること
 - (3) 練習者が煩わしい操作をすることなく練習を行うことが出来ること
- が必要となってくるであろうと考え、本研究では
- (a) マイクから入力された音の音高をコンピュータで瞬時に計算して、そのずれ（正しい音高との差）を練習者に表示する（図1）。

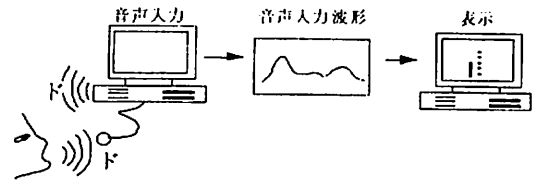


図1. 音程トレーナーのイメージ

- (b) 音程トレーニングのための効果的なコースウェアを持つ
 - (c) コンピュータへの入力をする際、キーボードやマウスでの操作を極力避けて、練習者の発する“音”を入力の情報として練習が出来るようなユーザインタフェースをもつ
- このようなソフトウェアを設計し、実現することで、上記 (1)、(2)、(3) の条件を満足するような音程トレーナーを実現することが出来ると考え、検討することにした。以下では、上記 (b)、(c)、を中心に、その検討結果を報告する。

3. 個々の練習者の音程認識能力の診断

ある二つの音の音程を合わそうとした場合、その音程を認識する能力にはかなりの個人差がある。従って、コンピュータ側から音程の誤りに対するアドバイスを与える場合、その能力差に合わせら

れるような設定を行っておく必要がある。
これを可能にするには、まず、練習者の音程認識能力をあらかじめ診断しておく必要がある。
例えば、ある練習者の発した音程の誤差が図2-(a)に示すとおりであれば、その音程誤差平均値は次式で求められる。(図2-(b))。

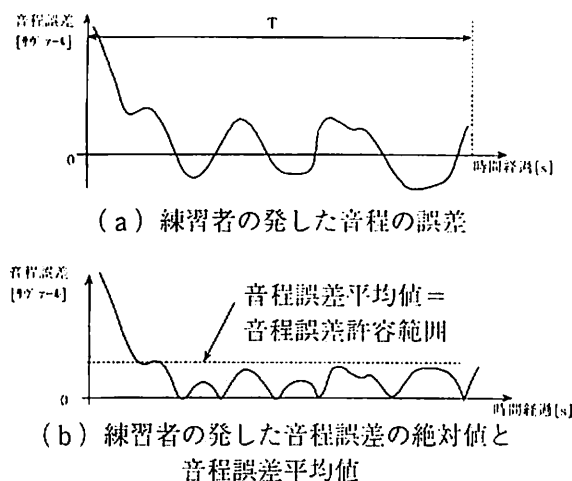


図2. 音程誤差許容範囲の決定法

$$\text{音程誤差平均値} = \frac{1}{T} \int_0^T |\text{練習者の発した音程の誤差}| dt$$

この様にして求めた値を音程誤差の許容範囲と決定し、これを、以後のコンピュータから練習者に対して与えるアドバイスの基準とする。これによって、個々人の能力にあった適切なアドバイスが与えられることになる。例えば、音程認識能力の劣る練習者に対して、高感度な目盛りと、厳しい音程判断基準を適用した表示をすれば、目盛りは、ほとんどふりきった状態になり、コンピュータは音程が当たっていると判断することはほとんどなくなってしまうので練習者は、混乱して、しまいには挫折してしまうであろう。逆に優れた音程認識能力を持つ練習者に対して、感度の悪い目盛りと甘い音程判断基準を適用すれば、練習者がさえもずれていると感じる音に対してもコンピュータは、常に正しい音程であると判断してしまうので、結果的に練習者に対して何のアドバイスも与えられなくなる。従って、上で述べたように、コンピュータが個々の練習者の能力に合わせたアド

バイスを与える様な機能を実現することはかなり重要であろう。

4. コンピュータから練習者に与える音程に関するアドバイス

上で、音程誤差許容範囲の決定方法を示したが、実際の練習においては、練習者は様々な音程のずれ(許容範囲内の音程誤差、範囲外の音程誤差、基準とする音よりも基準とする音よりも高い、低い等)を発するであろう。この様子を図3に示しておく。この図に示した様な音程のずれに対してのコンピュータ側からのアドバイス表示の一例を図4に示す。この例ではコンピュータ側から、練習者に対して、譜面上で演奏する音符を指示すると同時にその音符の音を発する。練習者は、この指示に従って、コンピュータからの音を聞きながら、それと同じ音高の音を発する。すると、コンピュータは、マイクから入力された練習者の発した音を分析し、その音高を計算し、基準となる音の音高とどれくらいの誤差があるのかを求める。その後、コンピュータ側からのアドバイスとして、図5に示すように、練習者の発する音の音程誤差、正確な音の音程、音程誤差許容範囲をそれぞれ、識別しやすいように表示する。

例えば、音程のずれが許容範囲内にあり、少し高い場合(図3-(a))は、図4-(a)、少し低い場合(図3-(b))は、図4-(b)のように、また、音程のずれが、許容範囲外にあり高い場合(図3-(c), (d))は、図4-(c), (d)の様に画面上に表示することによって練習者自身が自分の発している音が高いのか低いのかまた、音程がどの程度ずれているのかをすばやく的確に認識することが可能となる。このようなアドバイスをコンピュータから与えることによって、練習者の音程認識能力を少しでも高めていくことができると考える。

楽譜を用いた練習を行う場合、通常練習者は、譜面を注視することになるので、コンピュータ側からの指示の方法としては、視線が音程のアドバイスの情報表示に向けられなくても認識できるような表示方法を考えた(図5)。

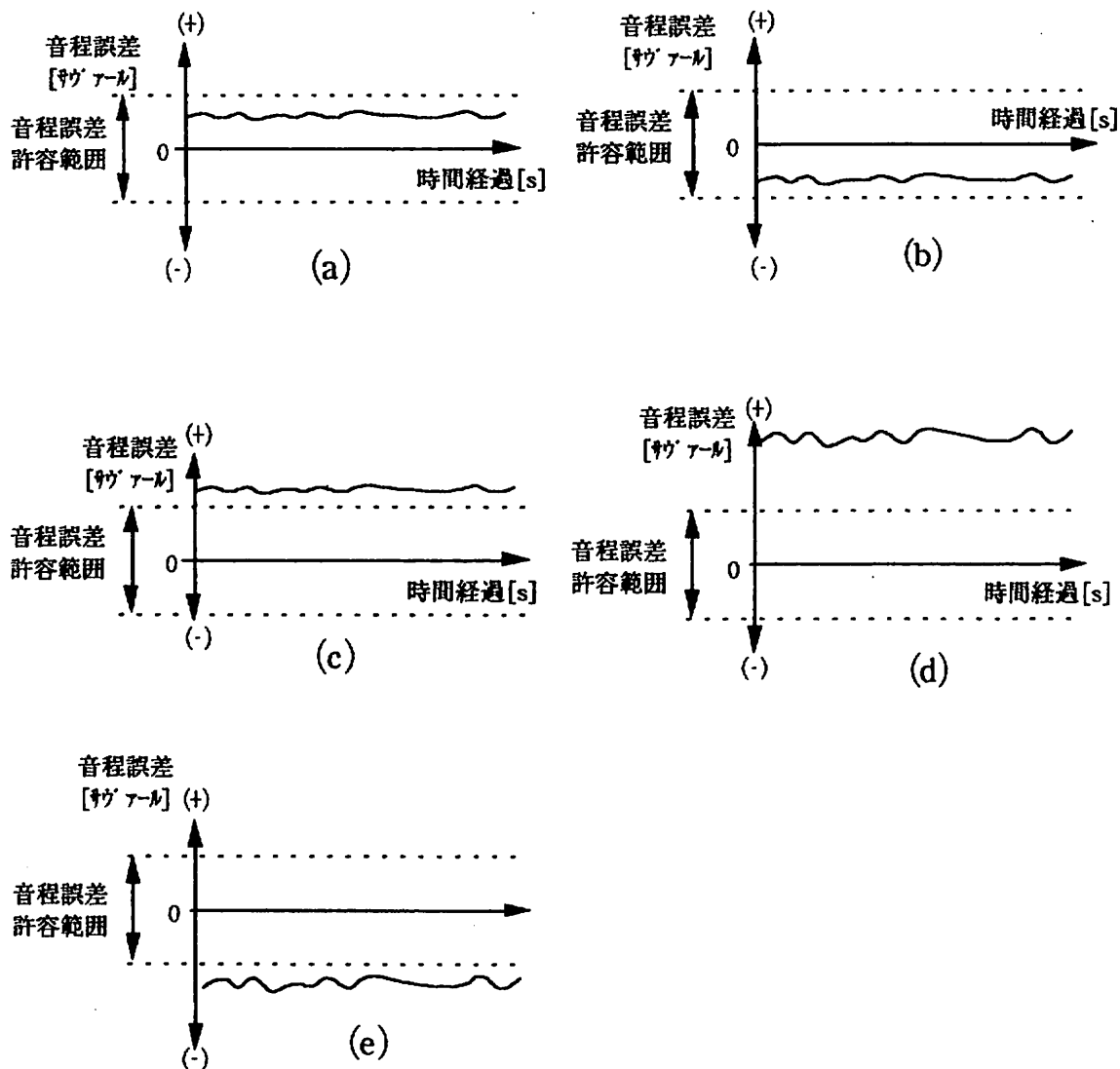


図3. 練習者の発した音の音程のずれの様子

破線：音程誤差許容範囲

実線：練習者の発した音の音程のずれ

- (a) 練習者が正しい音程に対して、許容誤差範囲内で、多少高めの音を発した場合
- (b) 練習者が正しい音程に対して、許容誤差範囲内で、多少低めの音を発した場合
- (c) 練習者が正しい音程に対して、許容誤差範囲外で、高めの音を発した場合
- (d) 練習者が正しい音程に対して、かなり高めの音を発した場合
- (e) 練習者が正しい音程に対して、許容誤差範囲外で、低めの音を発した場合

このようなアドバイスが与えられると、練習者は、自分の聴覚では判断できなくなるような音程の精度に対しての音程調整の指針を得ることが出来るので音を聞かなくても視覚だけで音程の調整が出来てしまう。従って、もし練習者がこのアドバイスに頼りすぎた場合、聴覚を使って、音の高低を判別する能力が育たなくなってしまうという副作用がおきてしまう可能性がある。コンピュータから常にこのような表示だけを行うとすれば、これは明らかに過度のアドバイスとなってしまふ。そこで、練習者が、次第に自分の聴覚だけで音の高低を判別できるようにしておく必要があると考え、コンピュータ側からのアドバイスは、

- (1) 音程の合、不合、高低、ズレの程度を表示する。(図4、5)
 - (2) 音程の合、不合、高低を表示する。(図6)
 - (3) 音程の合、不合のみを表示する(図7)
- この3段階に分けて与えることにした。このよう

に、段階を追って練習者に与える情報を減らし、練習者自身の聴覚による判断を促進させることによって、効果的に音程の認識能力を高めることが出来るであろう。

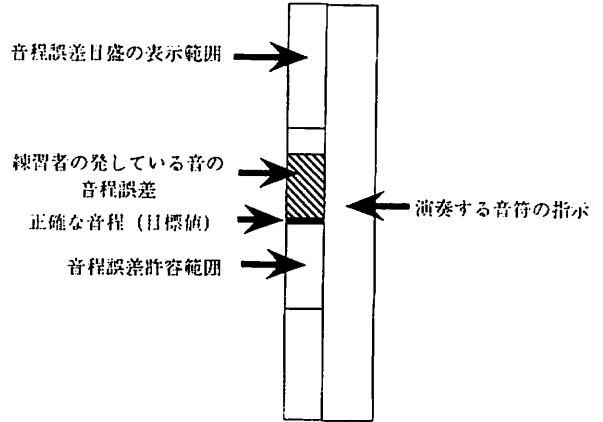


図5. 音程誤差表示目盛りの意味

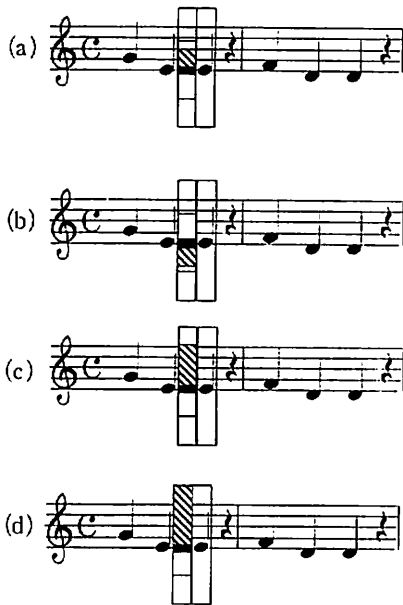


図4. 音程の高低と音程誤差の程度を表示するコンピュータ側からのアドバイス

- (a) 図2-(a)に対するアドバイス
- (b) 図2-(b)に対するアドバイス
- (c) 図2-(c)に対するアドバイス
- (b) 図2-(d)に対するアドバイス



図6. 音程誤差の高低を表示するコンピュータ側からのアドバイス

- (a) 図1-(c), (d)に対するアドバイス
- (b) 図1-(e)に対するアドバイス
- (c) 図1-(a), (b)に対するアドバイス

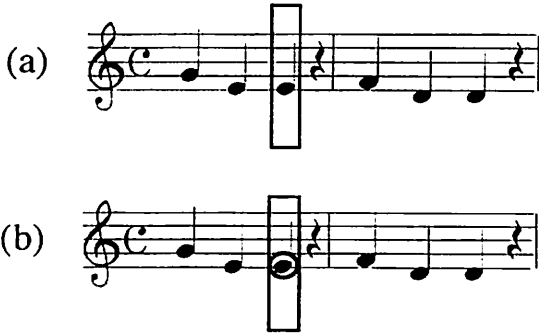


図7. 音程誤差の一致のみを表示するコンピュータ側からのアドバイス

- (a) 図1-(c), (a), (e)に対するアドバイス
- (a) 図1-(a), (a)に対するアドバイス

5. 音程練習の進行方法

音楽の練習をする際、必ずしも曲の最初から最後まで通すとは限らず、うまく演奏できない箇所を反復したり、とびとびに選択していくといった練習形態がよく用いられる。この様に、練習箇所や方法を変える度に煩わしいコンピュータ操作が必要であれば、練習の効率が著しく低下する事が考えられる。また、楽器などの練習を行う時には、両手が演奏に用いられる場合が多いので簡単なキー操作やマウスの操作さえも煩わしいと感じることになるであろう。従って、練習の効率を優先させれば、極力コンピュータの入力機器に触れずに練習が行えるように音程トレーナーを設計することが望ましい。

曲の練習をする際には、曲中の一つ一つの音の高さを確認しておく必要があるため、次のような順番

- (1) 表示された楽譜上の一つ一つの音符の音の音程を確認する
- (2) (1)で全ての音符の音を確認したら、リズムに合わせて練習する

での練習を行えるようなシステム設定をする予定である。ここで(1)に関しては、音符の演奏を一つ一つ順番に指示し、練習者が発する音の音程が

一致しなければ次の音符へは進まない(図8)様にコンピュータの動きを制御する。

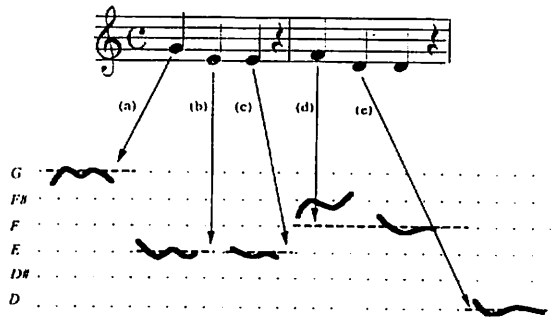


図8. 音程の一つ一つ確認する練習

破線太字: コンピュータが出す音の音程

実線太字: 練習者が出す音の音程

- (a), (b), (c), (e): 練習者が正しい音程(許容範囲内)の音の発したので次の音符に進む
- (d): 練習者が間違った音程(許容範囲外)の音の発したので次の音符に進む

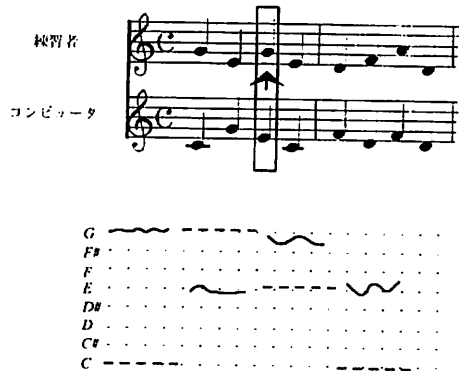


図9. 重奏トレーニング

重奏トレーニングに使用される譜例(上)とコンピュータと、練習者の発する音の動き(下)

破線太線: コンピュータの発する音の音程

実線太線: 練習者の発する音の音程

重奏トレーニングに使用に対しては、コンピュータが、コンピュータ自身が発するメロディーと練習者の発するメロディーが異なっても実時間の反応をするようなシステムを実現する

これによって、いったんこの練習のモードに入れば、練習者は、コンピュータに直接触れることなしに練習を進めることが出来る。

この様な練習を重ねて、かなりの音程認識が可能になってくれば、次の段階として、

(3) コンピュータからは、音を発しないで、練習者は、自分の音程の記憶を頼りに譜面上の音符を演奏する。

(4) コンピュータと練習者がそれぞれ異なる音符を発して重奏を行う。(図9)

以上のような練習を行う。(3)の練習によってある曲のおわりの音程がずれるのを防ぐことができるようになり、(4)の練習によって、美しいハーモニーを奏でることが出来るようになるであろう。

6. 結 び

これまでの提案で、以下の特徴

(1) 練習者の個々人の能力に合わせた適切な音程誤差に対するアドバイス

(2) 練習者がコンピュータから示されるアドバイスに頼りすぎてしまい、音程認識能力が育たなくなるという副作用を防ぐ段階的なアドバイスを与える方法

(4) 煩わしいコンピュータ操作を持たない練習方法

をもつ音程トレーナーのユーザインターフェースの設計案を示した。

今後の課題としては、以上で述べた設計案の実現、並びにその有効性の検証が挙げられる。さらに、音程誤差の許容範囲や、表示の方法をどのように変化させれば、最も効率的な認識能力の向上が望めるかを知るには、今後、実験的な検討を行なう必要があると考える。また、苦手な音高、音程の発見と提示の方法も具体的に検討する必要がある。

謝 辞

本研究の検討に熱心に協力された平成5年度卒業生の上野美智子さんと仲村美和さんに感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) アレクサンダー・ウッド 石井信生 (訳) : "音楽の物理"、音楽之友社、1976.
- (2) John R. Pierce : "The science of musical sound", Science American Books, 1983.
- (3) シェンドル、羽仁協子 (訳) : "ハンガリーの音楽育" 音楽之友社、1968.
- (4) 仲間正浩、新田保秀 : "即時応答型音程トレーナーの構想と実現方式について"、信学技報、ET93-105、1993.