

ユーザインタフェースとしての音楽情報可視化

伊藤 貴之**

Music Visualization as User Interfaces

Takayuki Itoh

1. はじめに

音楽を純粹に音のみで楽しむ場面は意外と少ない。視覚的芸術と連動した音楽はバレエやオペラなどを含めると数百年の歴史を有する。20世紀以降の商用音楽においても、レコードやCDの発売時にジャケット写真が話題になる、またビデオクリップの映像が音楽自体よりも話題になる、ビジュアルジョッキーが音楽演奏を盛り上げる、といった形で視覚要素が音楽市場の発展に貢献してきた。一方でクラシック音楽愛好家の中には、楽譜を開いて目にしながら音楽を鑑賞する人もいる。以上のように、音楽鑑賞の多くの場面において視覚は重要な役割を有すると考えられる。さらに最近では、共感覚がもたらす視覚と聴覚の連動、例えば音を聴いて色を連想する、といった知覚現象を有する人が一定数いることも知られている。このことから、音楽鑑賞に関する視覚の効果は興味深い研究課題となっている。

一方で近年のマルチメディア技術の発達により、音楽鑑賞機器の主役は音楽再生専用機からコンピュータやモバイル機器に移り、ディスプレイや操作デバイスが手元にあることを前提とした音楽鑑賞環境を構築することが可能になった。本稿はこのような環境を前提として、ユーザインタフェースの一部としての情報可視化技術がどのように音楽鑑賞環境に貢献できるかについて議論する。本稿の前半では、音楽情報可視化手法のサーベイと分類、また音楽鑑賞のためのインタラクションの一部としての可視化手法を紹介する。本稿の後半では音楽情報可視化に関する著者らの研究を紹介し、今後の課題について議論する。

2. 本稿が前提とする可視化技術と音楽情報

可視化という単語は近年になって多様な場面で使われるようになったが、本稿では「コンピュータ等による計算処理によって得られた情報を図やグラフなどの形式で描画する技術」のみを可視化と称することにする。近年

ではビジネスやエネルギーの稼働状況を数値としてウェブなどに表示することを「可視化」と称することが多いが、このように単に数値化するだけで図示しない行為を本稿では可視化と称さない。また近年では警察の捜査の過程に対して「可視化せよ」という論調がよく見られるが、これもビデオ撮影や録音などの形で記録された情報を文章化するだけで図示や描画などの情報表現手段を含まない場合が多いので、本稿ではこのような行為を可視化と称さない。

また本稿では、演奏情報または録音情報として完成されているデジタル情報のみを、音楽情報として対象にする。端的に言えば、楽曲全体を演奏情報として記録したMIDI形式データや、完成された録音情報として流通しているWAV形式やMP3形式のデータのみを、音楽情報の対象とする。

3. 音楽情報可視化手法のサーベイと分類

本章では音楽情報可視化に関するサーベイやチュートリアルにおける当該分野の分類にならって、音楽情報可視化にはどのような手法があるかを概観する。

3.1 音楽情報可視化手法のサーベイ

Donaldsonら¹⁾は数百、数千といった規模の楽曲集合を対象とした音楽情報可視化に関するチュートリアルの中で、音楽情報可視化手法を

軸1: 「歴史・世代 ⇄ 類似度」

軸2: 「研究者・歴史家 ⇄ 一般消費者」

の2軸で分類している。さらに具体的な可視化表現形式として「木・グラフ・散布図・地図・時系列」などを例示し、さらにこれらの混合的手法や対話処理などが加わるとしている。以上の分類方針は、音楽に限定しない一般的な情報可視化手法の分類と非常によく合致する。さらにDonaldsonらは、計算機による音楽情報可視化の研究が始まる以前から、多くの人が楽曲間の相関図を手描きで記録に残しており、その多くは木・グラフ・散布図・地図・時系列などの表現形式に則っていることを示している。またDonaldsonは音楽情報可視化の入力情報を、スコア（楽譜などの記号演奏情報）または音響情報のいずれか、さらにそれに付与されるメタ情報や集合知などの関連情報で構成されるとしている。

Chan²⁾は、単一の楽曲を対象としてその構造を可視化

* 原稿受付 ****年**月**日

** 正会員 お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科
(〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1,
E-mail: itot@is.ocha.ac.jp)

する手法をサーベイしている。その結果として楽曲構造の可視化手法を、アート表現、楽譜のグラフィック表現や単純化、パフォーマンス表現、3次元表現、などの切り口から分類して議論している。

一方で Holm³⁾ は、どのような情報を入力として楽曲情報を可視化できるか、という観点から音楽情報可視化手法のサーベイと分類を論じている。その結果として音楽情報の中から、発売年、テンポ(に限らず音楽特徴量)、音楽ジャンル(およびそれを表現する視覚要素としてのカバー画像、色、アイコン、フォント、用語、アバタなど)、雰囲気や感情、などが入力情報として重要な要素であるとしている。

3.2 音楽情報可視化手法の分類

以上のサーベイ内容をまとめると、音楽情報可視化手法は以下の観点からの分類が可能であると考えられる。

- (1) 1曲を可視化するのか、多数の楽曲の集合を可視化するのか。
- (2) 表現形式は何であるか。一般的な情報可視化手法の表現形式(木・グラフ・散布図・地図・時系列など)に該当するとしたらどれに分類されるか。
- (3) 利用者は専門家なのか、一般消費者なのか。
- (4) 入力情報として何を想定するのか。楽譜情報か、音響情報か、それ以外か。
- (5) 対話処理を伴うか、伴わないか。

ここで(1)に着目したい。音楽情報可視化手法の多くは、特定の1曲を対象とするか、あるいは多数の楽曲の集合を対象としているが、そのいずれもが情報可視化自体の意義と深く関係している。情報可視化の目的の一つに、理解や鑑賞に時間を要する情報の概要を一目で眺めるといった点がある。音楽鑑賞は本質的に一定の時間を要するものであり、その概要や構造を短時間で理解するためには情報可視化が有用であると考えられる。また別の目的の一つに、多数の個体の集合で構成される情報に対して、その分布や関連性、時間変化などを概観するという点がある。音楽においてもこの目的は有効であり、数百曲、数千曲といった大規模な集合における分布や関連性、時間変化などの理解に情報可視化が貢献できる可能性は高いと考えられる。

続いて(5)に着目したい。音楽に限らず一般的に、情報可視化手法には対話処理を重視する手法と重視しない手法がある。後者は人による手描きの図と同様に、一枚の静止画として完成された情報を提示することを主目的としている。一方で前者は、可視化すること自体がゴールではなく、利用者がそれを閲覧して操作することにより、利用者が各自の判断や嗜好を交えて情報を獲得することを主目的としている。本稿では前者を支援する意味での音楽情報可視化について論じたい。

4. 能動的音楽鑑賞

対話処理を伴う形で音楽情報可視化を用いる意義を最も端的に表現したキャッチフレーズのひとつに、後藤が

提唱する「能動的音楽鑑賞」⁴⁾⁵⁾があげられる。能動的音楽鑑賞とは、単に再生される音楽を聴くだけの受動的な音楽鑑賞ではなく、音楽再生時の選曲操作や再生位置操作、映像や歌詞の表示操作、楽曲の検索操作、リミックスに代表される加工や二次創作、などの能動的操作を伴う行動全般を指す。

後藤自身が「能動的音楽鑑賞」の一環で発表している音楽鑑賞システムの中には、情報可視化を効果的に用いているシステムが多く見受けられる。MusicRainbow⁶⁾というシステムでは音響特徴量に関する楽曲間類似度を利用してアーティスト間の距離を求め、これに基づいて画面上のアーティストの位置を求めることでアーティスト群を表示している。また SmartMusicKIOSK⁷⁾というシステムでは、音響特徴の繰り返しに関する検出結果を表示することで、楽曲の繰り返し構造を可視化している。さらに Songle⁸⁾というシステムでは、楽曲の繰り返し構造に加えてビート構造、メロディライン、コード進行なども含めてポップス音楽の楽曲構造を総合的に表示している。また Songrium⁹⁾というシステムでは、楽曲の関連性を表現するネットワーク構造を表示することで、多数の楽曲情報を閲覧するためのナビゲーションを実現している。

これらの可視化が音楽鑑賞をどのように能動化しているのかについて考察する。SmartMusicKIOSKや Songleは特定の1曲の進行や構造を表示するものである。これを単純に閲覧することで音楽再生の楽しみの増強にもつながり、また再生位置操作のヒントにも使える。また、楽曲の細部加工、楽曲構造の理解、といった多様な目的のためのインタフェースとしても有効性が期待される。一方で MusicRainbowや Songriumは多数の楽曲やアーティストの集合を一覧表示するものであり、楽曲やアーティストの能動的な検索操作にも有効であり、また多数の楽曲やアーティストの関連性を理解するためのインタフェースとしても有効性が期待される。いずれにしても、可視化すること自体がゴールではなく、可視化結果を操作することが音楽鑑賞に関するユーザの楽しみや理解の拡大につながる、という点が重要であると考えられる。

そして次章で紹介する著者らの音楽情報可視化手法も、単に可視化結果を提示するだけでなく、選曲を中心としたユーザ操作を支援するという意味で、能動的音楽鑑賞のための研究の一種であると考えられる。

5. 著者らによる音楽情報可視化手法

著者は2005年に現職に就いてから音楽情報可視化に着手した。音楽情報可視化に関する著者の姿勢は前章までに紹介した議論と同様に、可視化すること自体を目標としているのではなく、インタラクション技術と組み合わせることでユーザの楽曲検索や楽曲理解などといった現実の音楽鑑賞シナリオに結びつけることを目的としている。以下、著者のグループが発表している音楽情報可視化手法をいくつか紹介する。

5.1 Colorscore: クラシック音楽の音楽構造の俯瞰表示

オーケストラなどの大編成を対象としたクラシック音楽の楽譜（スコア）から、短時間で楽曲の音楽構造を理解するのは容易ではない。著者自身も学生時代にアマチュア楽団の指揮者を経験しており、楽曲の全貌把握や練習計画には苦心してきた。指揮者に限らず、大編成の楽曲を扱う作曲家や編曲者、演奏者の多くは、曲の全体像を短時間で捉えたいという要求や、他の編成に手軽にアレンジしたいという要求を有する。このような要求を感的に支援するために著者らは、クラシック音楽のスコアの概観を可視化し、対話操作によってその情報を縮約表示する手法 Colorscore¹⁰⁾ を提案している。

例題曲としてチャイコフスキーの「花のワルツ」を用いた可視化結果を Fig. 1 に示す。パート数（楽譜の段数）は 16 段で、スコアでのページ数は 33 である。この可視化にあたって著者らは 5 種類の主題を旋律パターンとして指定し、さらに一般的なワルツのリズムを伴奏パターンとして指定した。Fig. 1 に示す可視化結果では 5 色の長方形領域が 5 種類の主題の出現箇所を示しており、各々の主題が楽器を変えて反復されているのが視認可能である。さらに Colorscore では、重要な旋律パターンを優先的に残しながら表示トラック数を削減する縮約機能もサポートしており、主に小編成演奏へのアレンジの参考として有用である。

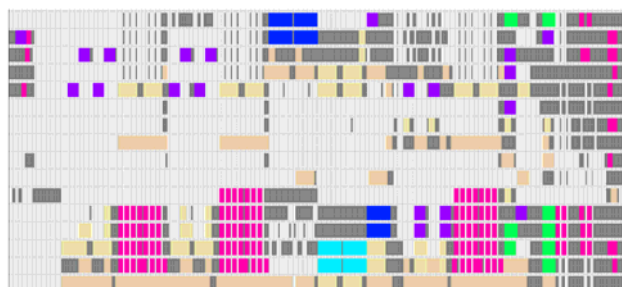


Fig. 1 Colorscore によるクラシック音楽の楽譜情報の俯瞰表示

5.2 MusCat: 抽象絵画表現による選曲支援

例えば知らない曲の中から BGM を選ぶといった作業が発生したとする。このような状況において曲名やアーティスト名などのメタ情報よりも、音響特徴や音楽特徴を直接提示したほうが、選曲のための効果的な情報となる可能性がある。著者らはこの点に着目して、抽象絵画のような視覚表現で音響特徴や音楽特徴を表現する MusCat¹¹⁾ を提案している。MusCat では 2 種類の抽象画像生成手法の切り替えによって楽曲の特徴を表現する。2 種類のうち一方は MFCC という手法によって得られる音響特徴の各ベクトルを四角形の色と大きさに置き換える抽象表現であり、他方はテンポや調性といった音楽特徴を円の色・大きさ・配置などに置き換える抽象表現である。MusCat では楽曲集合に対して音響特徴に基づくクラスターリングを施し、各楽曲および各クラスターに対して抽象画像を生成する。これをズーム型画像一覧表示インタ

フェースに適用することで、ズームアウト時には各クラスターの抽象画像を、ズームイン時には特定のクラスターに属する各楽曲の抽象画像を表示する。これによってユーザは、各自の視覚的直感とズーム操作によって楽曲を選ぶことができる。Fig. 2 は音響特徴にもとづく抽象画像の一覧とズーム操作を示した例である。

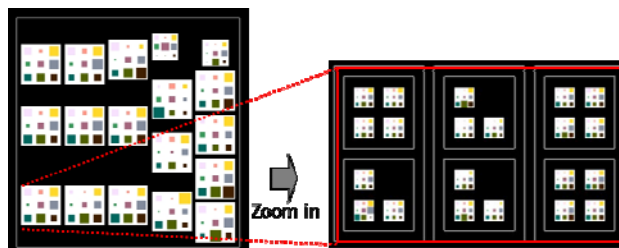


Fig. 2 MusCat による抽象画像の一覧表示とズーム操作

5.3 Lyricon: 複数アイコンによる選曲支援

著者らは音楽再生ソフトウェアの選曲表示機能の一環として、楽曲の印象や歌詞の内容に合ったアイコンを A メロ、B メロ、サビなどのブロックごとに選択し、再生時刻順に並べて表示させることで、曲の印象や内容の時間変化を視覚的に表現する手法 Lyricon¹²⁾ を提案している。Lyricon は歌詞内容と楽曲特徴の両面から楽曲に対するアイコンを選択し、Fig. 3 のように一覧表示する。このアイコン表示を見ることで、実際に曲を聴かなくてもその曲の歌詞の展開や音響特徴を想像できることが期待される。

具体的な処理手順は以下のとおりである。まず与えられた歌詞をブロックごとに分割し、各ブロックにおいてあらかじめ登録されたキーワードを抽出し、そのキーワードが属するカテゴリを特定する。続いてそのカテゴリに属する複数のアイコンの中から、楽曲の音響特徴量を参照して最も雰囲気合うアイコンを特定する。以上の 2 段階処理により、楽曲を構成する各ブロックのアイコンを特定し、これを並べることで歌詞の展開と音響特徴をビジュアルに表現する。具体的なカテゴリとして、著者らの実装では例えば「恋」「旅」「都会」「夏」「クリスマス」といった、歌詞のテーマになりそうな事象や風景を設定している。



Fig. 3 Lyricon によるアイコン表示の例

5.4 GRAPE: グラデーション画像でのプレイリスト表現

著者らの調査では約 80% の人が、ポータブル音楽プレ

イヤール上での音楽鑑賞時にはプレイリストを単位として選曲操作をしていると回答している。一方で Donaldson らのチュートリアル¹¹⁾によると、2009 年の時点でプレイリストを単位とした音楽情報可視化手法はほとんど発表されていない。著者らはこの点に着目し、グラデーション画像でプレイリストを表現する GRAPE¹³⁾ を提案している。GRAPE では各楽曲の代表的な音響特徴量から各楽曲の色彩を決定すると同時に、自己組織化マップを適用して各楽曲の画面上の位置を割り当てることで、長方形を格子状に分割した領域に各楽曲に対応する色を割り当てる。結果としてプレイリストを構成する各楽曲の色がグラデーションを構成し、プレイリスト全体の概略的印象を表現する。Fig. 4 にプレイリストを表現するグラデーション画像の例と、これをポータブル音楽プレイヤーで表示した例を示す。

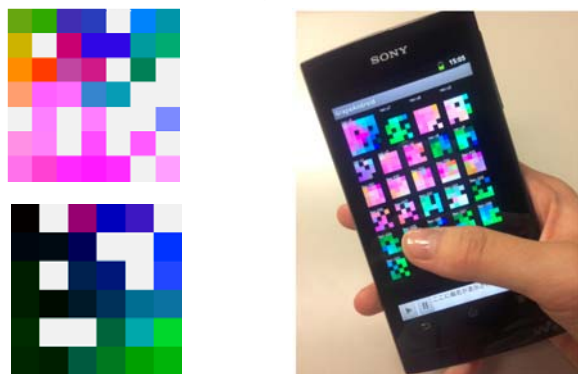


Fig. 4 GRAPE によるプレイリスト画像の生成例およびポータブル音楽プレイヤーでの表示例

5.5 MusiCube: 進化計算を用いたビジュアル音楽推薦

情報推薦技術の発展を追いかけるように近年では音楽推薦の研究が進んでいる。その一連の研究の中には、進化計算を含む最適化手法を適用してユーザの嗜好に近い楽曲群を推定する手法も多く発表されている。著者らは進化計算を用いた音楽推薦において、メタ情報ではなく音楽特徴量空間におけるユーザの嗜好領域を探索し、かつその進化計算の過程を積極的にユーザに提示する MusiCube¹⁴⁾ という手法を提案している。

Fig. 5 に MusiCube の画面キャプチャを示す。MusiCube では音楽特徴量のうち 2 個を選んで画面の縦軸と横軸に割り当て、用意された各楽曲を画面上の 2 次元座標系にプロットする。MusiCube はこの中から 1 曲を提示してユーザの評価入力を受け付け、これを反復することによって進化計算によってユーザの嗜好領域を探索する。画面上ではユーザが高く評価した楽曲と低く評価した楽曲を色分け表示することで、進化計算の過程およびユーザ自身の嗜好の傾向をビジュアルに提示する。著者らの実験では、MusiCube による進化計算過程のビジュアルな提示が、ユーザによる楽曲評価のブレを低下させ、結果的に満足度の高い推薦結果を導いている、という傾向を観察している。

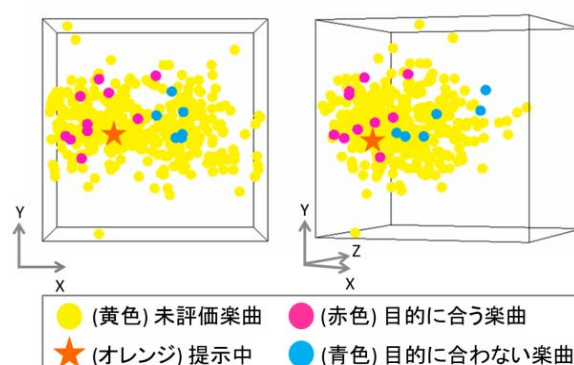


Fig. 5 MusiCube による音楽推薦の過程を表示した例

6. 議論と課題

著者自身が数年間にわたって音楽情報可視化の研究に着手した経験から、当該分野における課題について議論する。

音楽情報可視化はいくつかのサーベイからもわかるように、世界的には非常に多くの人が着手している研究課題であるが、日本国内ではまだ研究事例は少ないように感じる。この理由について、個人的には研究遂行の観点から 2 つの課題を感じている。1 つ目は音楽情報処理と情報可視化の両方を専攻することの敷居の高さである。これについては開発環境の充実によって状況が変わる可能性がある。情報科学の他分野の動向をみても、例えば画像認識では OpenCV、拡張現実では ARtoolkit といったオープンな開発環境の普及が研究の裾野を広げている感がある。音楽情報処理についても情報可視化についても同様に、開発環境のさらなる普及は近いうちに期待できるであろう。そして 2 つ目は研究結果の評価基準である。音楽も可視化も研究成果の可否には主観を伴うため、その評価には容易ではない面を含んでいる。音楽情報可視化はその問題点を二重に含んでいる研究課題であるため、なおさら研究成果の達成度を測るのが難しく、特に日本国内ではこの点においてまだコンセンサスが十分でない感がある。この点についての議論は今後も継続的に必要であろうと考えられる。

もっと本質的な議論として、音楽鑑賞者は本当に能動的に音楽を鑑賞したいのか、という点がある。著者らはこれまで、音楽情報処理技術と情報可視化（およびそのためのナイーブなデザイン）を単純に融合した研究を進め、ビジュアルな音楽情報提示がユーザにとって有益であることをアピールしてきたが、これを一般消費者に見せるだけで音楽鑑賞者の行動が一気に能動化するとまでは期待できない。現時点で著者は、以下のような形で音楽情報可視化を展開することに興味がある。

1) 将来的に音楽鑑賞定額配信が実現されれば、鑑賞可能な楽曲が無限に広がる可能性がある。そのような環境を見据えて、本当の意味でのスケーラブルな楽曲空間を俯瞰できる可視化技術や、未知の楽曲に関する印象や特徴

可視化情報学会誌特集・連載記事原稿見本

を推察できる可視化技術について考察したい。4章で紹介した Songrium は既にそのようなスケーラブルな楽曲空間を見据えた技術であり、同様な技術を研究する余地はまだあると考える。

2) 日常的に画面を眺める時間の多いメディアと連動した音楽鑑賞環境を構築することで、ビジュアルな技術と連動した新しい音楽の楽しみ方を創作できると考えられる。例えばゲーム・パズル・教育などの各種アプリにビジュアルな可視化と音楽鑑賞環境を組み込む、SNSなどで音楽情報可視化結果を共有して楽しむ、といった展開に著者は興味を持っている。

3) レコードやCDで音楽を流通させていた時代のビジュアルな要素を、現代の音楽鑑賞環境の上で復活させる、という発想にも興味がある。レコードやCDの時代にはジャケットを目にして楽曲を選ぶのが一般的な行動であり、またジャケット裏面等にあるライナーという説明を読んで別のアルバムやアーティストを知る機会が多かった。これと同じアナロジーでの選曲行為が、情報可視化とユーザインタフェースによって実現可能ではないかと考える。

4) ボーカロイドの流行などにより、音楽制作の分野においても消費者生成メディア(CGM)が増加している。ボーカロイドに限らず、作曲や楽典を専攻しない一般消費者による音楽制作のための技術開発は、今後ますます発展すると考えられる。これを支援する環境の一部として情報可視化やユーザインタフェースが貢献する余地も、まだ残っていると考える。

参考文献

- 1) J. Donaldson, P. Lamere, Using Visualization for Music Discovery, International Symposium on Music Information Retrieval (2009).
- 2) W. W-Y., Chan, A Report on Musical Structure Visualization, Hong Kong University of Science and Technology (2007).
- 3) J. Holm, Visualizing Music Collections Based on Metadata: Concepts, User Studies and Design Implications, Tampere University of Technology (2012).
- 4) 後藤, 音楽音響信号理解に基づく能動的音楽鑑賞インタフェース", 情報処理学会音楽情報科学研究会研究報告(2007), 2007-MUS-70-9, 59-66.
- 5) M. Goto, Active Music Listening Interfaces Based on Signal Processing, IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (2007), IV-1441-1444.
- 6) E. Pampalk, M. Goto, Musicrainbow: A New User Interface to Discover Artists Using Audio-based Similarity and Web-based Labeling, International Conference on Music Information Retrieval (2006), 367-370.
- 7) M. Goto, SmartMusicKIOSK: Music Listening Station with Chorus-Search Function, ACM Symposium on User Interface Software and Technology (2003), 31-40.
- 8) M. Goto, K. Yoshii, H. Fujihara, M. Mauch, T. Nakano, SONGLE: A Web Service for Active Music Listening Improved by User Contributions, International Society for Music Information Retrieval Conference (2011), 311-316.
- 9) M. Hamasaki, M. Goto, T. Nakano, Songrium: A Music Browsing Assistance Service with Interactive Visualization and Exploration of a Web of Music, International Conference on World Wide Web companion (2014), 523-528.
- 10) A. Hayashi, T. Itoh, M. Matsubara, Colorscore - Visualization and Condensation of Structure of Classical Music, Knowledge Visualization Currents: from Text to Art to Culture, Springer Edit Volume, ISBN-978-1-4471-4302-4 (2012).
- 11) K. Kusama, T. Itoh, Abstract Picture Generation and Zooming User Interface for Intuitive Music Browsing, Springer Multimedia Tools and Applications (2012), 10.1007/s11042-012-1108-y.
- 12) W. Machida, T. Itoh, Lyricon: A Visual Music Selection Interface Featuring Multiple Icons, International Conference on Information Visualization (2011), 145-150.
- 13) T. Uota, T. Itoh, GRAPE: A Gradation Based Portable Visual Playlist, International Conference on Information Visualization (2014), 361-365.
- 14) Y. Saito, T. Itoh, MusiCube: A Visual Music Recommendation System featuring Interactive Evolutionary Computing, International Symposium on Visual Information Communication & Interaction (2011).