

# 情報可視化手法「平安京ビュー」による音楽情報の一覧表示

伊藤貴之 宮崎麗子 小田瑞穂 長澤槇子 渡辺知恵美

お茶の水女子大学大学院

E-mail: itot@is.ocha.ac.jp

情報可視化技術は、計算機に蓄積される大量の情報を一覧表示する、欲しい情報を対話的に探索する、などの目的で有用である。著者らは大規模階層型データを対象とした「平安京ビュー」という情報可視化手法を提案し、多くの適用事例を報告している。本報告では、著者らが「平安京ビュー」を用いて取り組んできた、音楽情報の一覧表示に関する事例をまとめて報告する。具体的には、コード進行に基づく楽曲クラスタリング結果の可視化、楽曲へのアイコン付与結果の一覧表示、3次元的組積型表現に基づく拡張手法を用いたコンテンツブラウザ、の3点について紹介する。

## Visualization of Musical Information Using "HeiankyoView"

Takayuki ITOH Reiko MIYAZAKI Mizuho ODA  
Makiko NAGASAWA Chiemi WATANABE

Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University

Information visualization techniques are useful to overlook large-scale information stored in computers, or interactively retrieve required information. We have presented "HeiankyoView", a technique for large-scale hierarchical data visualization, and its various applications. This paper presents various application of musical information visualization using HeiankyoView. The applications include the following three: 1) visualization of clustering results of tunes based on chord progressions, 2) all-in-one browser of matching of icon images to tunes, and 3) 3D contents browser representing them as three-dimensionally plied icons.

### 1. はじめに

音楽記録形式のアナログからデジタルへの移行、PC上の記憶領域の拡大と信号処理技術の進展、インターネットによる情報配信の高速化、ポータブル音楽プレイヤーの普及、さまざまな経緯をへて現在、個人のPCや音楽プレイヤーに蓄積される楽曲は膨大なものになっている。米国 Jupiter Research の調査によると、2004年時点で既に、PC上で音楽を楽しむリスナーのうち90%以上は、1000曲以上をPCに保存していた、というデータがある。

このような状況の中で、個人が保存する楽曲の中からいま自分が聴きたい楽曲を選択する、という作業は必ず

しも容易ではない場合がある。我々はパソコン等で楽曲を楽しむよりもずっと前から、CDプレイヤーやカセットテーププレイヤーなどのオーディオ再生機器を使って音楽を聴いてきた。これらの再生機器上での楽曲選択の操作は、メディアを挿入した後はトラックを選択するだけであり、パソコン等での楽曲選択の操作に比べてはるかに単純であった。それと比べてPC上での楽曲再生では、ユーザはCDやカセットテープに比べてはるかに大量の選択肢の中から楽曲を選ぶ必要がある。よってPC上で楽曲再生を支援するユーザインタフェースについては、現在でも議論の余地があると考えられる。

現在商品化されている楽曲選択のための多くのユー

ザインタフェースは、アーティスト名、アルバム名、作曲者名、といったメタ情報に基づいて楽曲を分類表示している。しかし時として、リスナーはメタ情報として記載されていない基準から楽曲を選択したい場合がある。例えば「明るい曲」「せつない曲」といった形容、雰囲気、嗜好などから楽曲を選択したい場合もあれば、「高度なテクニックを要するギターソロのある曲」というように構成要素から楽曲を選択したい場合もありえるだろう。このような目的意識もあって近年、音楽情報抽出(MIR: Music Information Retrieval)の研究が非常に活発に進められている。日本でも最近では、MIRを利用して主観的に楽曲を推薦する技術が商品化されている。

ところで、大量の情報を一覧表示する、あるいは大量の情報の中から欲しいものを対話的に探索する、という行為は楽曲再生に限らず、情報科学が対象とする非常に幅広い業務や用途において必要とされるものである。このような業務や用途のために、身の回りにある一般的な情報を画面表示する技術として、情報可視化(IV: Information Visualization)という技術が活発に研究されている。著者らは大規模階層型データを対象とした「平安京ビュー」という情報可視化手法[1]を提案し、多くの適用事例を報告している。

本報告では、著者らが「平安京ビュー」を用いて取り組んできた、音楽情報の一覧表示に関する事例をまとめて報告する。まず2章では「平安京ビュー」について説明する。3章では、コード進行に基づく楽曲クラスタリング結果の可視化の事例[2]を紹介する。4章では、楽曲へのアイコン付与結果の一覧表示の事例[3]を紹介する。5章では、3次元的組積型表現に基づく「平安京ビュー」の拡張手法と、それを用いた楽曲コンテンツブラウザ[4]について紹介する。

## 2. 平安京ビュー

日常生活に氾濫する情報の多くは、階層化された構造を持っている。計算機のファイルシステム、企業や大学の組織構造、図書館の書籍の分類、などはその典型的な例であろう。このように階層化された情報の全貌を、計算機のディスプレイで一望できたら、という要求は当然のように起こりえる。「平安京ビュー」は、そのような要求を満たす情報可視化手法として提案されている。

「平安京ビュー」は図1に示す通り、階層型データの葉ノードを長方形のアイコンで、枝ノードを長方形の枠で表現し、階層構造を2次元の長方形群の入れ子構造で表現し、その全体を一画面に表示することを目標とした

手法である。計算機のファイルシステムに例えるなら、葉ノードはファイルに、枝ノードはディレクトリに相当する。企業の組織構造に例えるなら、葉ノードは従業員、枝ノードは部・課・プロジェクトなどの集団に相当する。

「平安京ビュー」は、階層型データ中の葉ノードと枝ノードの親子関係よりも、階層型データ全体に分布する葉ノード群を全て一画面に表現することに主眼をおいた手法である。「平安京ビュー」に同様な目標を有する可視化手法として、Treemaps[5]の拡張手法であるQuantum Treemap[6]があげられる。文献[1]では、Quantum Treemapを含む関連手法と「平安京ビュー」の定量的評価結果がまとめられている。この評価結果の中で「平安京ビュー」は、長方形領域のアスペクト比、類似データにおける表示結果の類似度、において関連手法よりも良好な結果を示している。

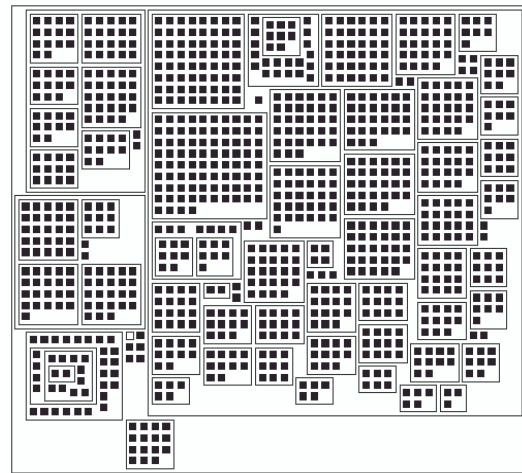


図1. 「平安京ビュー」による大規模階層型データの可視化の例。

「平安京ビュー」の適用事例は著者らによって既に、非常に広範囲にわたって報告されている。例として、計算機ネットワーク不正侵入履歴、クレジットカード不正利用履歴、薬物実験情報、遺伝子や蛋白質などの生命情報、医療シミュレーション、原子力システムの計測情報、新聞記事データベース、写真コレクション、といった分野での可視化の事例が報告されている。

## 3. コード進行に基づく楽曲クラスタリング結果の可視化

1章でも論じてきたとおり、個人の嗜好にしたがって楽曲を分類、検索、推薦する技術には一定の利用価値があると考えられる。そのためにはメタ情報だけでなく、楽曲の内部構造に踏み込んだ分析が重要であると考え

られる。このような目的意識の中で我々は、楽曲のコード進行に着目した。コード進行とは、楽曲の旋律に伴う和音（コード）の進行を指すものである。一般的に、同一の楽曲を多数の人が再編曲する場合、リズムやメロディは変化するがコード進行は変化しないことが多い。このことから、コード進行はポピュラー音楽において、不変性の高い基盤的な役割を果たしていることがわかる。また、コード進行は時代や作曲者によって同一のものが頻出する傾向があり、楽曲の個性や流行性につながることも多い。その意味からもコード進行は、楽曲分析の有用な要素であることがわかる。また最近では、ポピュラー音楽のコード進行を公開するサイトも出現している。よってポピュラー音楽に限定すれば、コード進行の分析は自力で MIR 技術を開発しなくても十分に実現可能である、という点でも利便性が高いと考えられる。

以上の議論に基づいて我々は、コード進行の類似度で楽曲をクラスタリングし、その結果を可視化する手法を提案した[2]。コード進行の分析手法は過去にもいくつか発表されている[7]が、我々は近親調などのスタンダードな音楽理論の導入と、流行や作風を左右する定型的なコード進行の発見を重視して、新しい手法を提案した。本手法ではまず、楽曲をブロック（4小節程度の短編）の集合に分割し、各ブロックについてコード進行パターンを列挙する。続いて各ブロックから抽出された「長さが同一のコード進行パターン」を収集し、収集されたパターンに対してコード間距離に基づくクラスタリングを適用することにより、1個以上の代表コード進行パターンを自動選択する。続いてブロックごとに、代表コード進行パターン（およびそのパターンから派生したパターン）の出現状況から特徴量を算出する。そして、その特徴量の集合として楽曲の特徴量を決定し、楽曲を単位としたクラスタリングを適用する。

本手法によるクラスタリング結果を「平安京ビュー」によって可視化した結果を、図2に示す。この可視化結果では、色のついた小さいアイコンが個々の楽曲に対応し、それを囲む長方形の灰色の枠がクラスタに対応する。アイコンの色は、各楽曲のメタ情報に基づいて選択的に割り当てられる。現状の我々の実装では、リスナー名、アーティスト名、発売年などで色分け表示することが可能である。このような色分け表示により、例えば、

- コード進行と好きな曲の相関性が高い楽曲クラスタや、多くのリスナーに幅広く聴かれる楽曲クラスタの発見。あるいは、主要なクラスタから外れた個性的なリスナーの発見。

- 同一アーティストによって繰り返し利用される特徴的なコード進行、あるいは多くのアーティストによって共有されるコード進行の発見。
- 特定の年代に流行したコード進行で構成される楽曲クラスタの発見。あるいは、時代を超えて普遍的に用いられるコード進行の発見。

というような現象を視覚的に発見できると考えられる。



図 2. コード進行に基づく楽曲クラスタリング結果の可視化の例。

#### 4. 楽曲へのアイコン付加結果の一覧表示

PCやポータブル音楽プレイヤーに蓄積された大量の楽曲の中から、いま聴きたい楽曲を選ぶとき、必ずしも現存するユーザインタフェースが好ましいとは限らない場合がある。リスナーが楽曲を選ぶとき、例えば特定の楽曲を聴きたいという明確な選択の意思がなく、漠然と「明るい曲が聴きたい」「せつない曲が聴きたい」という気分になることもあるかもしれない。そのような場合に、楽曲の印象を視覚的に表現するユーザインタフェースがあれば、リスナーはより直観的に楽曲を選択できるかもしれない。そこで我々は、楽曲の印象に沿った画像をアイコンとして提示し、それらを一画面に表示するシステム“MIST”を試作した[3]。

ここで重要な点は、何を基準にして楽曲に画像を組み合わせるか、という点である。容易に思いつく方法として、例えば「海」「山」といった具体的なキーワードをタイトルや歌詞から抽出し、それらを含む画像を組み合わせる、という手段が考えられるであろう。しかしこの方法は、全ての音楽ジャンルにおいて有効とは限らない。例えばクラシック音楽の中には、歌詞を持たず、タイトルも音楽用語だけで構成される、という楽曲も多数ある。よって、このような楽曲から意味のあるキーワードを抽

出することは不可能である。このような観点からMISTでは、楽曲の音響情報から特徴量を抽出し、それに基づいて印象の近い画像を組み合わせる。

MISTではまず、サンプル楽曲とサンプル画像を収集し、それらの特徴量を算出する。続いてユーザにサンプル楽曲を聴かせ、この楽曲に印象の合う画像をサンプル画像の中から選択させる。この選択結果を収集した後、サンプル楽曲の特徴量と、このサンプル楽曲に対して選出されたサンプル画像の特徴量の相関性を、ニューラルネットワークを用いて学習する。この学習結果に基づいて、個々の楽曲について、印象が合うと思われる画像の特徴値にもっとも近い画像を選択する。

コンテンツの意味に沿ったアイコン提示手法は、近年いくつか発表されている。例として、コンテンツのキーワードを表すイラスト画像の合成によってアイコンを生成する手法[8]や、コンテンツの音楽的意味にしたがって幾何学模様状のアイコン画像を合成する手法[9]がある。これらと違ってMISTは、ユーザが持参した任意の写真やイラストをアイコンで使うことを想定した手法である。

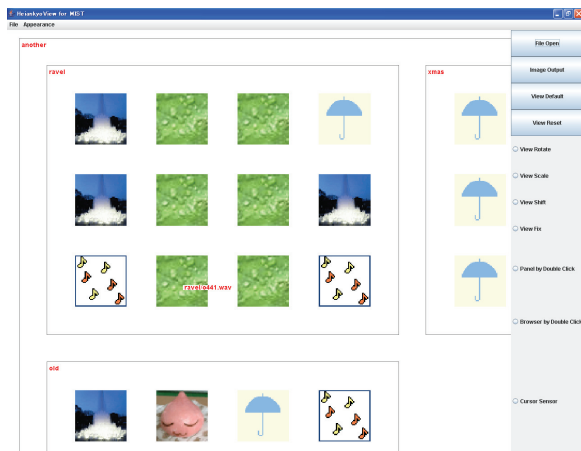


図 3. MIST によるアイコン表示の例。

MISTでは「平安京ビュー」を用いて楽曲ファイル群の階層構造を表現し、個々の楽曲をアイコン表示する。MISTによるアイコン表示の例を、図3に示す。MISTでは楽曲ファイル群を、音楽ジャンル、アーティスト名、アルバム名などで階層的に分類して、各曲に対して独立にアイコン画像を組み合わせることを想定している。このような表現方法によって例えば、「あるアーティストの中から、...な印象の曲が聴きたい」というように聴きたい曲を選ぶことが可能になるであろう。また例えば、「あるアーティストには...な印象の曲が多いけ

ど、別のアーティストには...な印象の曲が多い」というように、多くのアイコン画像を俯瞰しながら、アーティストやアルバムを視覚的に比較して楽しむ、というようなことも可能になるであろう。

## 5. 3次元組積型表現に基づく「平安京ビュー」を用いたコンテンツブラウザ

前章で提案した MIST によるアイコン画像表現に限らず、各楽曲を画像で表現するユーザインタフェースには、一定の効果があると考えられる。普及している楽曲再生ソフトウェアの中にも、アルバムジャケット写真などを自動的にダウンロードして楽曲に結び付けるように表示する機能が搭載されているものがある。しかし、ジャケット写真やアーティスト写真などで楽曲を表現した場合、以下のような点が気になるであろう。

- 同一アルバムに収録された全ての楽曲には、同一のジャケット写真が割り当てられる。同一アーティストの全ての楽曲には、同一のアーティスト写真が割り当てられる。このことによって情報の低い可視化結果を生じる可能性がある。
- 個々のアイコン画像をアイコンとして認識できる大きさで表示する、あるいはクリック可能な大きさで表示するとしたら、現在の PC 用の一般的なディスプレイで表示できる曲数はせいぜい数百曲であろう。万が一、それ以上のコレクションを全貌表示したいという要望があったとしても、それを満足するのは、そのままでは難しい。

これらの懸念を解消する一手段として、同一グループに属するコンテンツ画像を3次元的に重ねて表示する、ということが考えられる。このような表現を本報告では「3次元組積型表現」と称する。

従来の「平安京ビュー」と、3次元組積型表現による新しい「平安京ビュー」を用いて、同一の階層型データを表示した結果を、図4に示す。このデータは3段階にわたって楽曲群を階層化しており、両者の表示結果において上から2段階ぶんの階層を枠で表現している。両者を比較してわかるように、3次元組積型表現を採用したことで、個々の画像をより大きく表示することができる。

ところが、3次元組積型表現を採用することで、物体間の遮蔽が生じてしまい、階層型データの視認性や操作性が低下する問題がある。この問題は「クラッタリング」と呼ばれる重要な問題であり、2次元ユーザインタフェースや3次元CGの分野でもこれを回避する技術がいくつか提案されている[10,11]。



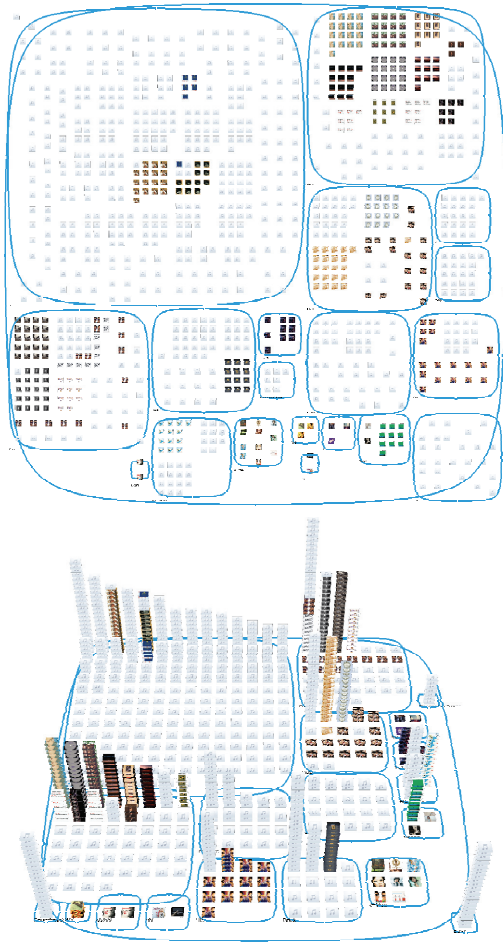


図4. (上)従来の「平安京ビュー」による表示結果、  
(下)3次元組積型表現を採用した「平安京ビュー」  
による表示結果。

我々は3次元組積型表現を採用した新しい「平安京ビュー」において、クラッタリングを回避するアルゴリズムを提案している[4]。以下、このアルゴリズムについて解説する。

本報告では、同一グループに属するコンテンツ画像を3次元的に積み上げたものを「組積」と呼び、組積を囲む矩形領域を「認識矩形」と呼び、提案手法では最初に、この認識矩形の位置と大きさを、3次元空間に配置されたコンテンツ画像の座標から求める。これにより、3次元空間に配置されたコンテンツ画像間のクラッタリングの問題は、投影面という2次元空間における矩形領域の干渉問題に置き換えられる。

続いて、文献[10]に類似した以下の処理を投影面座標系で行うことにより、認識矩形間の干渉を低減する配置を算出する。

1. 認識矩形の中心を入力点群としたドロネー三角形

分割を行う。

2. ドロネー辺で結ばれた認識矩形の対において、重なりがなくなるような理想的な相対位置を求める。具体的には、各認識矩形の対について、重なりがない場合には現在の位置を、重なりがある場合には重ならなくなるように両者を結ぶ直線上に平行移動した位置を、理想的な相対位置とする。
3. 2で得られた認識矩形の座標を自由変数として、認識矩形間の現在の相対位置と理想的な相対位置との差を最小二乗法で最小化する。また、視点移動前後の表示で大きな差が生じて位置関係が崩れないように、直前に表示した相対位置との差も最小化の入力情報とする。

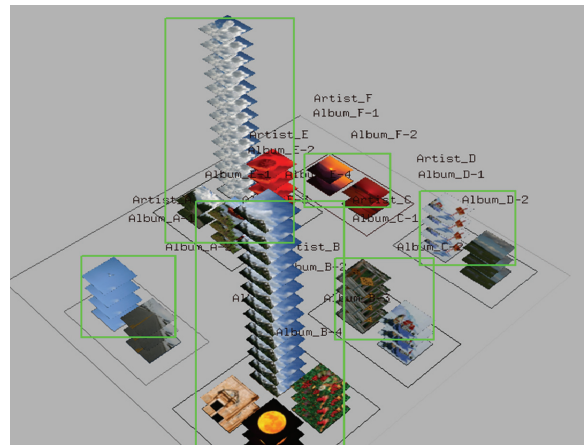
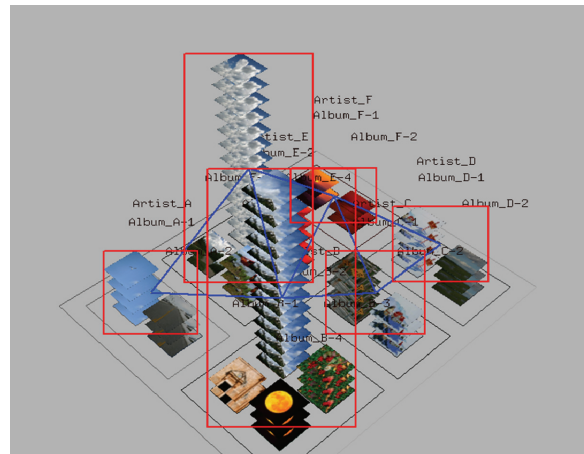


図5. (上)クラッタリング回避処理前、(下)クラッタリング回避処理後。

提案手法によるクラッタリング回避処理の前後の配置結果と、適用された認識矩形を、図5に示す。この結果から、提案手法によってクラッタリングが低減されていることが、視覚的に確認できる。

## 6. むすび

本報告では、著者ら自信が発表した階層型データ可視化手法「平安京ビュー」を紹介するとともに、これを音楽情報の一覧表示に適用した一連の事例を紹介した。

これらの事例は、現段階ではいずれも基礎検討のための試作レベルの研究成果である。またその評価も、現段階ではごく小規模なユーザテストと数値評価にとどまっており、日常利用レベルの本格的なユーザビリティテストには至っていない。今後の課題として、より本格的な開発と評価が必要であろうと考える。

今後この分野の研究を進めるにあたり、具体的なユースケースを意識することも重要であろうと考える。音楽コンテンツブラウザの研究目的は、必ずしも個人のPCやポータブルプレイヤーのプレイリストを補強するだけにとどまることはないだろう。むしろ、店頭やテーマパークの展示ディスプレイなどへの適用のほうが、より高い効果が得られるかもしれない。また、個人が聴く楽曲を探す目的のみならず、例えば市場分析や音楽理論教育など、専門性の高い目的での利用も視野に入れられると考える。

また本報告の事例はいずれも、1曲を1アイコンとして表現してきたが、よりマクロな情報、あるいはミクロな情報を可視化の単位とすることも考えられる。例えばアーティストや作曲者を1アイコンとしたマクロな情報の可視化や、逆に楽曲のパートやブロック(極論すれば音符1個)を1アイコンとしたミクロな情報の可視化にも、何らかの意義があると考えられる。

## 謝辞

一連の研究に対して貴重なご助言を賜りました、青山学院大学増永良文教授、静岡文化芸術大学長嶋洋一教授、産業技術総合研究所後藤真孝氏および西村拓一氏、お茶の水女子大学小林一郎准教授に感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 伊藤, 山口, 小山田, 長方形の入れ子構造による階層型データ可視化手法の計算時間および画面占有面積の改善, 可視化情報学会論文集, 26, 6, 51-61, 2006.
- [2] 長澤, 渡辺, 伊藤, Web から入手したデータに基づくコード進行を利用した楽曲類似度の提案と楽曲視聴支援システムの開発, 電子情報通信学会データ工学ワークショップ(DEWS2008), 2008.
- [3] 小田, 伊藤, MIST: 音楽用自動選択アイコンとその一覧表示に関する一提案, 第15回インタラクティブシ

ステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS), 115-116, 2007.

- [4] 宮崎, 伊藤, クラッタリングを回避する3次元情報可視化手法を用いたコンテンツブラウザ, 第15回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS), 113-114, 2007.

- [5] Johnson B., Schneiderman B., Tree-Maps: A Space Filling Approach to the Visualization of Hierarchical Information Space, IEEE Visualization '91, 275-282, 1991.

- [6] Bederson B., Schneiderman B., Ordered and Quantum Treemaps: Making Effective Use of 2D Space to Display Hierarchies, ACM Transactions on Graphics, 21, 4, 833-854, 2002.

- [7] 松田, 飯島, テキストマイニング技術の音楽情報への適用, 経営情報学会2002年春季全国研究発表大会, 186-189, 2002.

- [8] Setlur V., Albrecht-Buehler C., Gooch A. A., Rossoff S., Gooch B., Semanticons: Visual Metaphors as File Icons, Computer Graphics Forum (ERUROGRAPHICS 2005) 24, 3, 647-656, 2005.

- [9] Kolhoff P., Preub J., Loviscach J., Music Icons: Procedural Glyphs for Audio Files, IEEE SIBGRAPI '06, 289-296, 2006.

- [10] Watanabe N., Washida M., Igarashi T., Bubble Clusters: An Interface for Manipulating Spatial Aggregation of Graphical Objects, ACM User Interface Software and Technology, 37-43, 2006.

- [11] 吉田, 高橋, 西田, 嶋田, 運転経路が遮蔽されないカーナビゲーションシステム. Visual Computing / グラフィクスとCAD合同シンポジウム, 87-92, 2005.