

大量写真閲覧のためのフォトモザイク生成手法

坂本季穂^{†1} 伊藤貴之^{†1}

本論文ではフォトモザイクを写真ブラウザに活用する一手法を提案する。フォトモザイクは小さい写真をタイル状に並べて1枚の大きな画像を作る技法である。本手法はズーム操作型の写真ブラウザ CAT にこれを搭載し、ズームアウト時にはフォトモザイクを表示し、ズームイン時には個々の写真が閲覧できる仕組みを提供する。多くの場合において写真は時系列順に閲覧される。そこで本手法では一般的なフォトモザイクの生成手法ではなく、時系列順にタイル状に並べた写真群の色変換によってフォトモザイク風の画像生成を実現する。本論文ではフォトモザイク生成結果のユーザテストから、フォトモザイク化するのに適切な写真とはどのような写真であるかを議論する。

Photomosaic Generation for Photograph Collection Browsing

KIHO SAKAMOTO^{†1} TAKAYUKI ITOH^{†1}

We present a photo browser using photomosaic. Photomosaic is a technique to generate a large image by arranging many small images called “tiles”. The presented technique displays the photomosaic images on an image browser “CAT”, which features a zooming user interface. CAT displays representative images while zooming out, and individual images while zooming in. While the development of photomosaic generation algorithm, we remarked that many people browse their own photographs in the order of time series. To keep this behavior, we developed a photomosaic-like image generation algorithm which arranges the photographs in the order of time series and then adjusts their colors, instead of developing a general photomosaic generation algorithm. This paper introduces our user study to clarify what kinds of photographs are preferable for photomosaic generation.

1. はじめに

近年、カメラのデジタル化や小型軽量化にともない、個人の所有する写真のデータ量は膨大になってきた。これにより、大量写真を扱った写真ブラウザに関する研究や開発が数多く行われてきた[1, 2, 4].

本研究では、ユーザにより効率よく、というだけでなく楽しく印象的に写真を閲覧してほしいという思いから、大量写真の一覧可視化手法に加え、アーティスティックな写真の表現技法に着目し、それを取り入れた新しい写真ブラウザの開発に取り組んだ。ここで、写真の表現技法としてフォトモザイクに着目した。フォトモザイクとは、大量の小さな写真を元写真の色に合わせてタイル状に並べて作られた大きな一枚の画像である。フォトモザイクは遠くから見ると一枚の画像、近くで見るとそれを構成する一枚一枚の写真として楽しむことができる。

この表現技法をうまく利用できないかと本研究が着目したのが、ズーム率に合わせた詳細度制御を設けている階層型の大量写真の一覧可視化手法 CAT[2]である。CATは、階層化された大量写真を、ズームアウトの状態を高階層クラスタの代表写真を表示し、ズームインしていくとクラスタ内の個々の写真を表示する仕組みを持つ。ここで、CATの高階層クラスタの代表写真として、本手法で生成したフォトモザイクを搭載することで、マウスの簡単な操作によ

るズーム機能を利用し、フォトモザイクの特徴である遠近をとまなう閲覧を画面上で行うことのできる写真ブラウザが実現した。フォトモザイクの搭載により、これまで、代表写真の表示から個々の写真の表示の変わり目がスムーズではなかった問題が解決された。

本報告ではまず、フォトモザイクの新しい生成手法とそのCATへの搭載について論じる。続いて、どのようなフォトモザイクが代表写真として適切であるかを調査するユーザアンケート結果、およびその結果をもとに代表写真を自動的に選出する新たな手法について論じる。

2. 関連研究

2.1 ズーム操作インタフェースを有する写真ブラウザ

本研究ではズーム操作インタフェースを有する写真ブラウザとしてCATを利用している。CATは前処理として大量写真を多階層にクラスタリングし、各クラスタから代表写真を選出する。そして「平安京ビュー」[3]という大規模階層型データ可視化手法の配置アルゴリズムにもとづいて、各クラスタを表す長方形領域ごとに写真群を表示する。さらに、CATはズーム率に合わせた詳細度制御を設けており、ズームアウト時には図1(a)(b)のように高階層クラスタまたは低階層クラスタの代表写真を表示し、ズームイン時には図1(c)のように各々の写真の表示に切り替える。CAT以外の写真ブラウザでも、例えばPhotoMesa[4]にもズーム機能は搭載されているが、ズームアウト時に適切な大きさ

^{†1} お茶の水女子大学
OchanomizuUniversity

および形状で代表写真を表示する、という方針にもとづくズーム操作型写真ブラウザは我々が調べる限り CAT が初めての手法である。

CAT には「ズーム操作にともなった表示写真の切り替えが唐突に見える」という問題点があった。そこで CAT の代表写真部分に本研究で生成するフォトモザイクをはめ込むことで、フォトモザイクが有する「ズームアウトして見ると 1 枚の画像、ズームインして見ると個々の小さい写真」の効果によって、表示写真のスムーズな切り替えが可能になると考えられる。



図 1 CAT のズーム操作による写真表示例

- (a) (b) ズームアウト時は代表写真を表示
- (c) ズームイン操作により各々の写真を表示

Figure 1 Example of zooming operation of CAT.

- (a) (b) Display of representative images while zooming out.
- (c) Display of individual images when zoomed in.

2.2 フォトモザイク生成手法

フォトモザイクの生成手法は多数報告されている。AndreaMosaic [5]は、小さなブロック写真を色情報にもとづいて選択してタイル状に並べるといったオーソドックスな手法をとっている。また鶴飼ら[6]の手法では、ウェブ上でのコミュニケーションを目的としており、品質よりも生成速度を重視しながらも、色情報によるオーソドックスな手法をとっている。小島ら[7]は、色情報に加えブロック写真中の複数の特徴点を取ることで、色と形の 2 つの情報によってフォトモザイクを生成する。これらの典型的なフォトモザイク生成手法では、写真の整列順は色や形の局所的な類似度以外の意味を持たない。このような整列順で写真が配置された写真ブラウザは、任意の写真を探す上で便利とはいえない。そこで本報告では、従来のフォトモザイク生成手法とは違って、時系列順に整列した写真群からフォトモザイク風の画像を生成する手法を提案する。

3. 写真ブラウザのためのフォトモザイク生成手法

本章では、フォトモザイクを各クラスターの代表写真にすることで、スムーズなズーム操作インタフェースを実現する写真ブラウザを提案する。以下、フォトモザイク生成の

ために参照する写真を「代表写真」と称し、代表写真を格子状に分割した各領域にはめ込む写真を「ブロック写真」と称する。本手法が搭載するフォトモザイク生成手法は、個々の写真の探しやすさや、撮影順を追うように閲覧することを意識して、ブロック写真を撮影時刻順に並べる。そして、並べたブロック写真に対して色を加工することで、個々の写真の色合いを元写真に近づける。このとき、与えられた写真数よりもブロック数のほうが多い場合には、与えられた写真を時系列順に沿って反復的にブロックに埋めるものとする。

本手法では色の加工のために HSB 表色系を用いる。HSB 表色系とは、色相 Hue、彩度 Saturation、明度 Brightness を 3 軸とするカラーモデルである。ここで本手法は、代表写真とブロック写真の HSB 値から、生成するフォトモザイクを構成する各画素の RGB 値を算出する。ここでブロック写真全体の HSB 値の平均値を (h_1, s_1, b_1) とし、代表写真中の対応する領域全体の HSB 値の平均値を (h_2, s_2, b_2) とし、S 値および B 値について前者に対する後者の比を $s_{12} = s_2 / s_1$ および $b_{12} = b_2 / b_1$ とする。このときブロック写真の各画素における HSB 値 (h, s, b) に対して、以下の数式を適用することでブロック写真の色を加工する。

$$h = \bar{h}_2, \quad s = s' s_{12}, \quad b = b' b_{12}$$

この HSB 値の変換によって、ブロック写真の色相は代表写真の対応する部位の色相に置き換えられる。また、ブロック写真中の彩度および明度は、代表写真の対応する部位の彩度および明度の影響を受けつつも、ブロック写真中の各画素の値の変化率は保存される。言い換えれば、この HSB 値の変換は、写真中に写る事象や物体の形状的特徴を保存しつつ、写真全体を白黒やセピア色に変色させることに相当する。

以上の方法で生成されたフォトモザイク風の画像を図 2 に示す。図 2 (a) は 174 枚の写真を使って生成されたフォトモザイクであり、ブロックの大きさは横 60 画素、縦 45 画素である。ブロックは全部で 3648 箇所あるため、同一写真が約 21 回反復使用されている。この画像の一部を拡大表示したものを図 2 (b) に示す。これを見ると各々のブロックには建物や樹木が写っており、それらの色合いは実物とは全く異なるが、シルエットの形状からそれらが建物や樹木であることが理解可能である。そのままズームイン操作を進めると、本手法では図 2 (c) のように、表示する画像をフォトモザイクから元の写真に切り替える。結果として、提案手法によって加工した色が、元の色に切り替わって表示される。このとき、各ブロック写真は色相が変わるだけなのでスムーズに切り替え表示される。さらにズームイン操作を進めると、図 2 (d) のように各写真を大きく表示して閲覧することが可能となる。

このフォトモザイク風の画像を CAT に組み込むことで、ズームイン時には各々のブロックの色合いだけが各々の写真

のものに置き換わり、スムーズに各写真の表示に切り替わる。

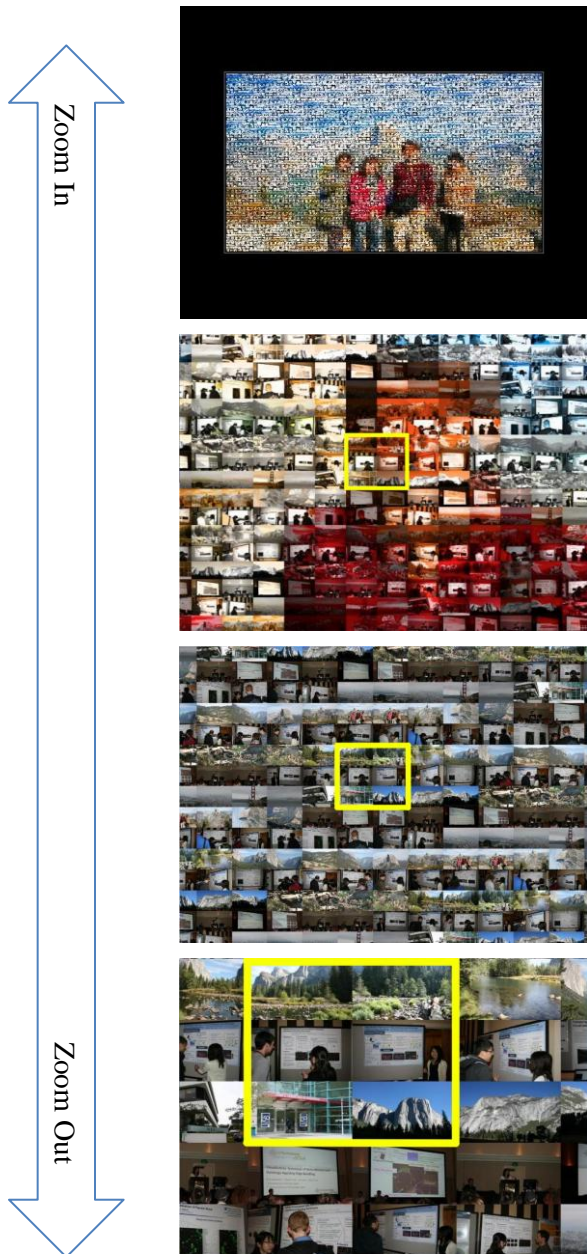


図 2 フォトモザイクとズーム操作

- (a) 本手法で生成したフォトモザイクを表示する
- (b) 拡大する
- (c) 元の色に切り替わる
- (d) 大きい元写真を閲覧できる

Figure 2 Zooming operation with a photomosaic image.

- (a) Photomosaic generated by our technique
- (b) Partial close-up
- (c) Switched to the original photographs
- (d) Close-up to some of the original photographs

4. フォトモザイクに関するユーザアンケート

写真ブラウザを手軽に使えるようにするためには、ユーザによる手動設定を減らすことが重要である。よって、CATのようなズーム操作インタフェースを有する写真ブラウザにおいて、代表写真の自動選出はユーザが手軽に利用するための重要な課題である。代表写真の自動選出はそれ自体が難しい課題であり、既に多くの研究が発表されている[8][9]。本研究においても代表写真の自動選出が大きな課題になるが、それ以前に、一般的な代表写真選択とフォトモザイク生成写真選択とで基準に違いがあるか否か、という議論が必要であると我々は考えた。

そこで我々はまず、どのような写真がフォトモザイクとして表示する代表写真として適切であるかを知るため、ユーザアンケートを実施した。ここで、回答者には旅行別にフォルダ分けされたいくつかの写真群を想像してもらい、それぞれの写真群から一枚だけ代表写真として選ぶならばどのフォトモザイクがいいか、といった内容の6項目の質問について回答してもらった。各項目には、こちらでテーマ別に仕分けた4〜8枚の本手法で生成したフォトモザイクが含まれており、該当写真を一枚ずつ閲覧しながらそれぞれが代表写真として適切かの判断を5段階で評価してもらった。なお被験者は15人であり、その中には提示する写真に関わりのある回答者と全く関わりのない回答者が含まれていた。

図3からわかるように、人物が前景物として写る画像が対象の場合、集合写真や1〜2人のアップ写真などのように、人物の顔のサイズが小さいまたは大きすぎるようなフォトモザイクはあまりいい評価を得られていない。これはモザイクにより人物を表現しきれないためである。その他の人物の写るフォトモザイクにおいても、評価は高いものの、人物の特定ができないために、自分の知る人物であったら面白そうというコメントをする回答者もいた。その人物を知る回答者でも特定不可能である場合もあり、知らない人には全く分からないのであれば、これは個人情報の保護につながるのではないかと考えられる。例えば、本研究をSNSなどのウェブサイトに組み込み、許可を与えられた人のみズームイン操作が許可されて、それ以外の人にはズームアウト状態で表示されるフォトモザイクのみが公開されるとする。そうすると、フォトモザイクに写る人物の知人以外には人物を特定しにくいので、被写体の個人情報を守りつつも、イベントの雰囲気を閲覧者全員に伝えることができる。

また、図3からわかるように、建造物などが大きく写る風景写真の中でも、ビッグベンやロンドンタワーが高評価を得ている。有名であるということも高評価を得た理由の一つと考えられるか、それと同時に、ビッグベンやロンドンタワーの写真が他の写真と比べて建造物と背景の色差が大

大きく、建築物を認識しやすい色分布となっていることが一因と考える。もし色差の大きい画像が代表写真として適切だと判断できるならば、この基準は代表写真の自動選出に利用可能である。さらに、色差にもとづく画像選出であれば、少なくとも真っ暗な画像や、全体が単色に塗られたような画像は選ばれにくくなる。

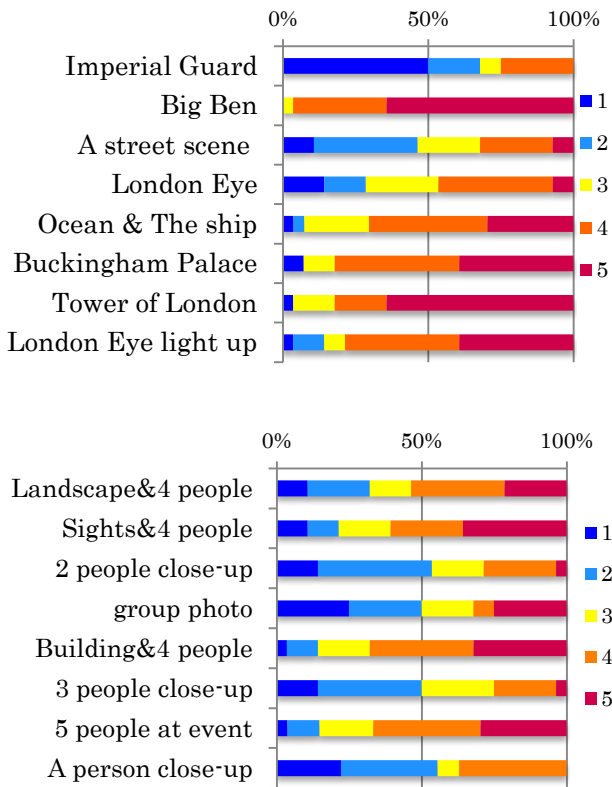


図 3 ユーザアンケートの結果 (上) 風景, (下) 人物の写るフォトモザイク

Figure 3 Result of user evaluation. (Upper) Landmarks in the photomosaic, (Lower) Persons in the photomosaic.

5. フォトモザイク生成対象写真の選出に関する議論

本研究は前章で述べたユーザアンケート結果にもとづいて、好ましいフォトモザイクを生成できると予想される写真の自動選出手法の開発を進めている。本章では、風景写真と人物写真のフォトモザイクの二つの場合について議論する。

大量の写真から代表写真を選ぶとき、多くの人が有名な建物や人物の写る写真を選ぶことが予想される。これは、前章のユーザアンケートからも分かるように、フォトモザイクの代表写真を選ぶときにも同じことが言える。しかし前章のユーザアンケート結果をさらに検証すると、一般的な写真群から代表写真を選出するのと、フォトモザイクとして適切な代表写真を選出するのでは、選出の基準が違うのではないか、ということが考えられる。以下の議論で

は、前章で示したユーザアンケート結果にもとづいて、適切なフォトモザイクが生成されると予想される写真の条件について述べる。

5.1 風景写真における条件

我々は、ユーザアンケートの結果から、風景の写るフォトモザイクに関して、次のような条件を考えた。まず、被写体と背景の色差が、フォトモザイクの代表写真としての適切さに関係していると考えた。図 4 (a) のように色差が大きいフォトモザイクでは、被写体と背景が明確に分離するため、何が写っているか把握することが容易である。一方で、図 4 (b) のように同系色が大半の領域を占めるフォトモザイクでは、被写体と背景が同化してしまい、何が写っているか把握しにくい。また我々は、これに加えて図 5 のように、被写体が大きく中央に位置するように撮影された写真が、フォトモザイクとして望ましいのではないか、という仮説を立てた。以上の条件が、風景写真からのフォトモザイク生成対象写真の選出において良好な条件となるのでは、と我々は考えた。

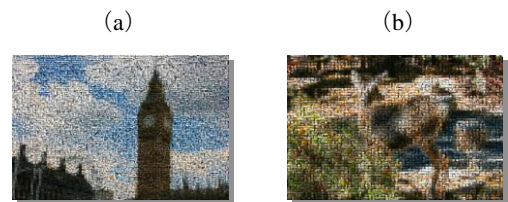


図 4 色差の (a) 大きい, (b) 小さいフォトモザイクの例

Figure 4 Examples of photomosaics containing (a) large or (b) small contrast.



図 5 青枠に囲まれる被写体が大きく、中心に位置する写真の例

Figure 5 Examples of preferable photographs, which take large landmarks as indicated by blue circles.

5.2 人物写真における条件

我々は前章のユーザアンケートの結果から、人物の写るフォトモザイクに関して次のような条件を考えた。まず、写る人物の顔のサイズが、フォトモザイクの代表写真としての適切さに関係していると考えた。もし、図 6 (a) のように、顔のサイズが大きすぎる場合、背景があまり写らないため、背景を楽しむことができない。また、図 6 (b) のように、顔のサイズが小さすぎる場合、モザイクが人物の特徴や顔を表現できていないため、何が写っているか把握しにくい。以上から、その間の適度なサイズの顔が写る写真がフォトモザイクにするのに良いと考えた。これに加え、風景の写るフォトモザイクと同様に、人物と背景の色差が

大きい写真が、フォトモザイクとして望ましいのではないかと考えた。以上の条件が、人物写真からのフォトモザイク生成対象写真の選出において良好な条件となるのでは、と我々は考えた。

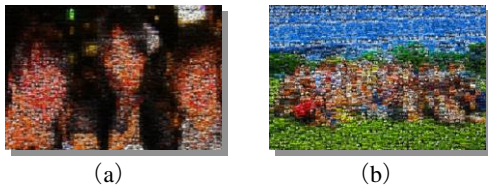


図 6 顔のサイズが (a) 大きい, (b) 小さい
フォトモザイクの例

Figure 6 Examples of photomosaics containing
(a) large or (b) small sizes of faces.

6. フォトモザイク生成対象写真の自動選出

本章では、前章までに記述した条件にもとづいて開発した、フォトモザイク生成対象写真の自動選出手法について述べる。

6.1 風景写真からの自動選出

5.1 節の議論にもとづいて我々は現在、風景写真からの選出手法を次のように開発している。

まず、OpenCV が提供する mean-shift 法によって写真を領域分割し、各領域の面積 (画素数) を集計する。また、同時に領域の重心を計算し、面積が大きいだけでなく写真の中央に近い領域を特定する。さらに、その領域と背景の色差を求める。以上の操作を全ての写真について反復することで、前景物と思われる領域の面積が大きく、かつ写真の中央に位置する写真を選出し、フォトモザイク生成対象写真とする。なお現時点での我々の実装では、後述する人物写真からの自動選出において、顔が検出されなかった写真を風景写真とする。

6.2 人物写真からの自動選出

5.2 節の議論にもとづいて我々は現在、人物写真からの選出手法を次のように開発している。

まず各々の写真に対して顔認識を適用し、人物顔と思われる矩形領域を抽出する。続いて各々の矩形領域の面積を求め、あらかじめ設定された適度な大きさの矩形領域を有する写真を選出する。こうして選出された写真の中から、6.1 節に示した手法と同様に、顔領域と背景の色差が大きい写真を選出し、フォトモザイク生成対象写真とする。

7. まとめ

本論文の前半では、フォトモザイクを利用した写真ブラウザについて述べた。本手法では、写真ブラウザ CAT における代表写真としてフォトモザイクを表示する。一般的な写真を代表写真に適用する限り不可能だったスムーズな画面遷移が、フォトモザイクを適用することによって可能にした。

本論文の中盤では、写真ブラウザの代表写真としてどのようなフォトモザイクが適切であるかを知るためのユーザーアンケート結果を紹介した。風景写真の場合には、被写体と背景の色差が大きい写真がフォトモザイク生成対象写真として望ましい可能性を発見した。また人物写真の場合には、人物の顔のサイズが大きくまたは小さく写りすぎている際に、何が写っているのか把握しにくいために、フォトモザイク生成対象写真としてあまり適切ではないという評価を受けた。

本論文の後半では、前述のユーザーアンケート結果がフォトモザイク生成対象写真の自動選出手法に有効であると仮定し、風景写真および人物写真におけるフォトモザイク生成対象写真の自動選出手法を示した。風景写真においては、被写体と背景の色差が大きく、かつ被写体の面積が大きく写真の中心に位置しているような写真を選出するようにした。また人物写真においては、人物の顔のサイズが大きすぎず小さすぎず適切な大きさで写っており、かつ人物と背景の色差が大きいものが選出されるようにした。

今後の課題は以下のとおりである。まずフォトモザイク生成対象写真の自動選出手法の実装を完成させ、本当にこの手法によって選出された写真から生成されたフォトモザイクが望ましいものであるかを検証したい。続いて、さまざまな写真群において本手法の有効性を検証することによって、本手法の問題点を再度抽出し、改良手法の提案につなげたい。

参考文献

- 1) J. Yang, J. Fan, D. Hubball, Y. Gao, H. Luo, W. Ribarsky, Semantic Image Browser: Bridging Information Visualization with Automated Intelligent Image Analysis, IEEE Visual Analytics in Science and Technology, 191-198 (2006).
- 2) A. Gomi, R. Miyazaki, T. Itoh, J. Li, CAT: A Hierarchical Image Browser Using a Rectangle Packing Technique, 12th International Conference on Information Visualization (IV08), 82-87 (2008).
- 3) T. Itoh, Y. Yamaguchi, Y. Ikehata, and Y. Kajinaga, Hierarchical Data Visualization Using a Fast Rectangle-Packing Algorithm, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 10(3), 302-313 (2004).
- 4) B. Bederson, PhotoMesa: A Zoomable Image Browser Using Quant um Treemaps and Bubblemaps, User Interface Software and Technology (UIST), 71-80 (2001).
- 5) AndreaPlanet, AndreaMosaic
<http://www.andreaplanet.com>
- 6) 鶴飼, 中, 遠藤, 山田, 宮崎, フォトモザイクアートを用いたウェブコミュニケーションシステム, 信学技法, 108(128), MVE2008-31, 25-30 (2008).
- 7) 小島, 高橋, 岡田, 視覚特性を考慮した装飾的フォトモザイク, 情報処理学会論文誌, 49(7), 2703-2711 (2008).
- 8) G. DiBlasi, G. Gallo, M. Petralia, Fast Techniques for Mosaic Rendering, Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging, 29-39 (2005).
- 9) W.-T. Chu, C.-H. Lin, Automatic Selection of Representative Photo and Smart Thumbnailing Using Near-Duplicate Detection, ACM Multimedia, 829-832 (2008).

【 この位置に改ページを入れ,以降のページを印刷対象外とする 】

- 1 J. Yang, J. Fan, D. Hubball, Y. Gao, H. Luo, W. Ribarsky, Semantic Image Browser: Bridging Information Visualization with Automated Intelligent Image Analysis, IEEE Visual Analytics in Science and Technology, 191-198 (2006).
- 2 A. Gomi, R. Miyazaki, T. Itoh, J. Li, CAT: A Hierarchical Image Browser Using a Rectangle Packing Technique, 12th International Conference on Information Visualization (IV08), 82-87 (2008).
- 3 T. Itoh, Y. Yamaguchi, Y. Ikehata, and Y. Kajinaga, Hierarchical Data Visualization Using a Fast Rectangle-Packing Algorithm, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 10(3), 302-313 (2004).
- 4 B. Bederson, PhotoMesa: A Zoomable Image Browser Using Quantum Treemaps and Bubblemaps, User Interface Software and Technology (UIST), 71-80 (2001).
- 5 AndreaPlanet, AndreaMosaic
<http://www.andreaplanet.com>
- 6 鶴飼, 中, 遠藤, 山田, 宮崎, フォトモザイクアートを用いたウェブコミュニケーションシステム, 信学技法, Vol. 108, No. 128, MVE2008-31, pp. 25-30 (2008).
- 7 小島, 高橋, 岡田, 視覚特性を考慮した装飾的フォトモザイク, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 7, pp. 2703-2711 (2008).
- 8 G. DiBlasi, G. Gallo, M. Petralia, Fast Techniques for Mosaic Rendering, Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging, 29-39 (2005).
- 9 W.-T. Chu, C.-H. Lin, Automatic Selection of Representative Photo and Smart Thumbnailing Using Near-Duplicate Detection, ACM Multimedia, 829-832 (2008).