

インタラクティブで柔軟なデジタル写真群動的表示法

北村 喜文^{†1} 高本 恵介^{†2} 高嶋 和毅^{†1} 伊藤 雄一^{†2}

横山 ひとみ^{†1} Gengdai Liu^{†3} Sriram Subramanian^{†4}

一度に多くの写真を同時にインタラクティブにディスプレイ上に表示することができる新しい方法を提案する。写真の配置に対するさまざまな要求事項を取捨選択することができ、また、その場での利用者とのインタラクシオンに応じて写真群のレイアウトをリアルタイムに柔軟に変化させるため、創発の考え方によるアルゴリズムを採用する。個々の写真の表示位置や大きさのパラメータを時間の関数と考え、それぞれが隣接する写真との局所的な関係等によって決まる方向へと時々刻々変化させる。その結果として、写真群全体の大局的なレイアウトを自動的に変化させ、インタラクシオンなどの外乱がなければ、ある十分な時間が経過すると収束する。本稿では、アルゴリズムを説明した後、いくつかの動作例を紹介し、簡単な評価実験の結果を示して、今後の応用について議論する。

An Interactive and Flexible Display Method of Digital Photographs

YOSHIFUMI KITAMURA^{†1} KEISUKE TAKAMOTO^{†2} KAZUKI TAKASHIMA^{†1} YUICHI ITOH^{†2}
HITOMI YOKOYAMA^{†1} GENGDAI LIU^{†3} SRIRAM SUBRAMANIAN^{†4}

A novel algorithm is proposed that dynamically displays a set of digital photographs with interactively selected principles. A variety of photograph arrangements can be flexibly achieved based on user needs. In order to achieve such flexibility, we introduced an approach based on emergent computation. Actual examples and results of user study demonstrate that people pleasantly viewed dynamically displayed photographs.

1. はじめに

デジタル写真を撮る機会はますます増え、これらをディスプレイ上で閲覧する機会も確実に増してきている。写真の数が多くなるにつれ、メタデータを使って条件をいろいろ変更してディスプレイ上で並べる順を変えたり、類似の写真をもとめて表示しながら閲覧したりといったニーズも増えている。このような機能を効率的に実現する技術やツールも多く提案されているが、いずれも、条件の選択や表示方法に関して固定的なものが多く、やや事務的に写真を扱わせることを目的にしているものが多かった。そのため、撮影した写真を楽しもうとする際にはこういった機能はあまり利用されず、実際には、ある順にソートされたサムネイル表示で一覧しつつ特定の写真を随時拡大表示させたり、スライドショーやデジタルフォトフレーム等を使って、たまたま表示された順に写真を見たりといった利用に留まっている場合が多かった。これは、条件の

選択や表示方法に柔軟性が欠落していたことに原因があると思われる。

そこで、個々の写真を生物のように常に動かしながらか表示することで、多くの写真を柔軟に見せることができる新しい方法を提案する。提案手法は、写真の配置に対するさまざまな要求事項もインタラクティブに取捨選択することができる。また、写真に付加された各種のメタデータや画像特徴量などを活用して多くの写真を柔軟にグルーピングしながら一覧しつつ、インタラクティブに一部の写真を拡大して表示すること等もできる。本研究では、このような柔軟な機能を実現するため、創発の考え方によるアルゴリズムを利用する。個々の写真の表示位置や大きさのパラメータを時間の関数と考え、それぞれが隣接する写真との局所的な関係等によって決まる方向へと時々刻々変化させる。その結果として、写真群全体の大局的なレイアウトを変化させる。ある十分な時間が経過すると、やがてあるレイアウトに収束する。

本稿では、このような写真群表示法のアルゴリズムを説明した後、いくつかの動作例を紹介し、簡単な評価実験の結果を示して、今後の応用を議論する。

^{†1} 東北大学 電気通信研究所 / Tohoku University

^{†2} 大阪大学 大学院情報科学研究科 / Osaka University

^{†3} 西安電子科技大学 / Xidian University

^{†4} ブリストル大学 / University of Bristol

2. 関連研究

2.1 デジタル写真の閲覧

多くのデジタル写真をディスプレイ上にうまく表示させるため、さまざまな工夫がされてきた。たとえば、大量の写真を階層的にフォルダ分けし、隙間が少なくなるように画像をレイアウトするもの¹⁾²⁾³⁾、隙間なく表示された一覧に写真を追加・削除する際の計算量を削減する方法⁴⁾、画像特徴量に応じて写真を二次元平面上に散布図の形で配置するもの⁵⁾、注目している写真の周囲に意味的に類似した写真をレイアウトするもの⁶⁾などがある。他にも、写真の撮影日時情報に着目してカレンダー状に写真をレイアウトするもの⁷⁾、同様に時系列に沿って円弧状に画像を並べるもの⁸⁾、写真の位置情報に着目して写真のタグを位置情報と対応した位置に表示する手法⁹⁾、こういったメタデータを利用して選択的に画像を3次元的に表示するもの¹⁰⁾、視点を元にしたVirtualな3次元空間に写真を配置するもの¹¹⁾、撮影時の時間的密度に注目してグループ化するもの¹²⁾、撮影場所や人物に応じて写真を集めて表示するもの¹³⁾、サムネイルとして密に並ぶ画像群の中でフォーカスされた画像をやや大きく表示するための領域をボロノイ線図を用いて決めるもの¹⁴⁾などがあるが、多様な配置を単一の手法で柔軟に実現できるものはなかった。

時間軸を利用して多くの写真を見せる方法として、スライドショーに注目した研究も多い。たとえば、スライドショーを見ている人の活動に着目してアノテーションを付加しようとする例¹⁵⁾や、写真の意味的関連性に基づいて表示する写真の順序を決める例¹⁶⁾などがある。また、複数枚の写真を同時に表示するように拡張したスライドショーとして、タイル分割した画面に音楽に合わせて写真を順に表示する例¹⁷⁾、花火のメタファを用いて画面上に表示する例¹⁸⁾などがある。

2.2 フォトコラージュと組み合わせ最適化問題

複数枚の写真を貼り合わせて一枚絵の形にしたものをフォトコラージュという。複数の写真を一度に見ることができるので効果的であるが、限られたスペース内にうまく収める幾何学的な処理と、写真の色や内容などに立ち入った意味的処理が必要になる。これを自動または半自動的に作成する研究例として、Stained Grass Photo Collages¹⁹⁾、Picture Collage²⁰⁾、AutoCollage²¹⁾、Mediating Photo Collage Authoring²²⁾などがある。

これらでは、写真のレイアウトを決めるために、フ

ォトコラージュの良さを評価するエネルギー関数を定義して、これを最小化するという組み合わせ最適化問題を解くアプローチをとる場合が多い。たとえば、複数の写真を何らかの価値観や尺度で画面上に並べようとする場合、その並べ方の良さ（または美しさ）や、重なり回避などのさまざまな要求事項に対する満足度（または達成度）をエネルギーに置き換え、その全体としての総和を評価して最小化する手法がとられる。その最適解を求めるために、局所探索の枠組みを使用したメタヒューリスティックスと呼ばれる発見の手法による近似アルゴリズムがよく用いられてきた²³⁾。

しかし、何か変更がある度に全体としての解をその都度評価する必要があるため、計算に時間を要していた。また、そのため、写真の配置に関する要求事項（価値観や尺度）などの条件を柔軟に入れ替えてさまざまなレイアウトを試すといったことができなかった。

2.3 創発アルゴリズム

創発アルゴリズムは、トップダウン的に与えられたアルゴリズムによって決定論的に問題解決しようとするのではなく、明示的な要素間の局所的な相互作用からシステムの大域的な秩序を形成し、また逆に、その大域的挙動が要素の振る舞いを拘束するという双方向の動的過程を通して、新しい秩序を柔軟に形成する手段としてよく用いられる。最も典型的な例は、鳥の群れの集団行動シミュレーションで使われているBoidで、衝突回避や速度同調といった周りの鳥との間の相互作用を考慮して単純に生成される個々の鳥の行動を集めることによって群れ全体の行動を生成する²⁴⁾。その後この考え方をを用いて、群衆シミュレーション等の研究も盛んに行われてきた（最近の例²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾）。Boidを拡張して、時系列データの可視化に応用した例²⁸⁾や、動物の表面の斑点や縞のテキスチャ生成に応用した例²⁹⁾もある。またユーザインタフェースでも、GUIにおけるグラフィカル・オブジェクトのレイアウト決定などに利用されてきた³⁰⁾。

3. 創発による写真群動的表示アルゴリズム

3.1 アルゴリズムの概要

個々の写真毎に次の3種のパラメータを制御するものとする。

- ・ウインドウ内での表示座標
- ・表示サイズ
- ・ウインドウ面内での回転角度

これらをそれぞれ時間の関数として考え、時々刻々連続的に変化させることで動きを表現する。

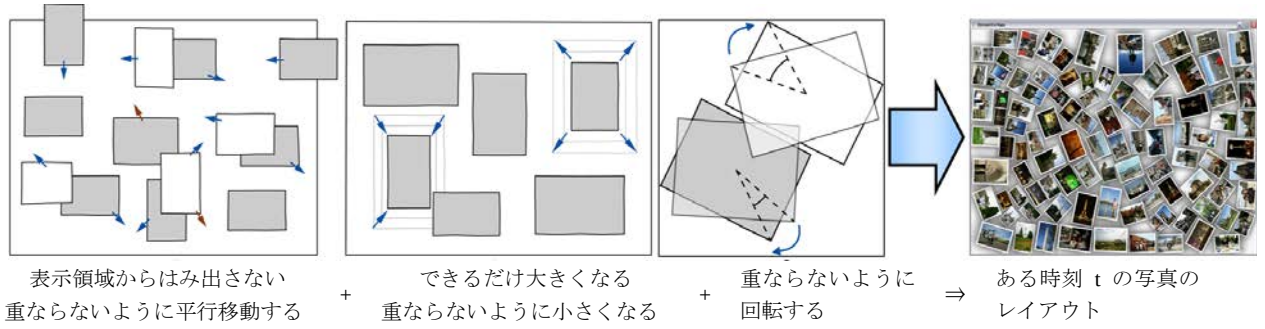


図 1: 複数の要求事項の組み合わせにより幾何学的なパッキングに属する要求事項を満足する概念

これら3種類のパラメータを x とし、その単位時間あたりの変化量 dx/dt を(1)式で求める。

$$\frac{dx}{dt} = f(\vec{x}) + \eta \quad (1)$$

本アルゴリズムでは、写真の並べ方に対する要求事項としてあらかじめ定義しておいた $f(\vec{x})$ によってパラメータを変化させ、そこにノイズ η を加える。局所解に陥る場合は相対的に η を大きくなるように制御し、ランダム性を高めることにより、局所解から脱出させることができる。この式を(2)式に示す形で複数組み合わせ、徐々に全体としての最適な方向へ移行するアプローチをとる。 w_i は重みを表わす。

$$\frac{dx}{dt} = \sum_i \{w_i f_i(\vec{x}) + \eta_i\} \quad (2)$$

P を一つの写真データ、 I を適当な入出力装置の情報、 $\vec{P}$ を全写真データとし、各写真の位置を $Position(P)$ 、表示サイズ（基準に対する倍率）を $Scale(P)$ 、回転角度を $Rotation(P)$ とする。それぞれに対応する要求事項の数を n, m, l として、(2)式を(3)式の形にして用いることとする。これは一つの写真データ P のパラメータを制御するものであるため、全写真について(3)式を計算する。なお、 $f_{Pi}(\vec{x})$ 、 $f_{Si}(\vec{x})$ 、 $f_{Ri}(\vec{x})$ はそれぞれ、各写真の位置、サイズ、回転角度の変化を表わす関数である。次章の試作例では単位時間ごとに全写真について計算するが、計算負荷を削減するために一部の写真についての計算を省略する方法も考えられる。

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} Position(P) = \sum_i^n \{f_{Pi}(I, \vec{P}) + \eta_i\} \\ \frac{d}{dt} Scale(P) = \sum_i^m \{f_{Si}(I, \vec{P}) + \eta_i\} \\ \frac{d}{dt} Rotation(P) = \sum_i^l \{f_{Ri}(I, \vec{P}) + \eta_i\} \end{cases} \quad (3)$$

3.2 複数の要求事項による処理

写真の配置に対する要求事項として、幾何学的なパッキングに属するものと、意味的なマッピングに属す

るものの2種類を考え、それぞれの例を示す。

幾何学的なパッキング

- ・ できるだけ大きくなる
- ・ 他の写真と重ならないように平行移動する
- ・ 他の写真と重ならないように小さくなる
- ・ 表示指定領域からはみ出さない
- ・ 他の写真と重ならないように、または特定の目的のために回転する

意味的なマッピング

- ・ 人が注目している写真を拡大する
 - ・ 類似した属性を持つ画像を引き寄せる
- それぞれについて説明する。

3.2.1 幾何学的なパッキング

幾何学的なパッキングに属する要求事項として、他の画像と重ならないという条件を考える。今、使用する写真の枚数を N として、他の写真と重なっていれば逆方向に移動する機能の例を(4)式に示す。 $Avoid(P, P_i)$ は画像 P が P_i と重なっていた場合に P が逃げる方向を示すベクトルであり、 $Adjacency(P)$ は画像 P と重なっている画像の集合である。また、ウインドウなど表示領域として指定している領域から画像がはみ出していれば内側に留める機能の例を(5)式に示す。 L, B, R, T はそれぞれウインドウなど表示領域の左端、下端、右端、上端の座標を、 $L(P), B(P), R(P), T(P)$ はそれぞれ画像 P の左端、下端、右端、上端の座標を、 A_l, A_b, A_r, A_t は係数を表す。これらの機能を表す概念を図1に示す。

$$f_{translation}(I, \vec{P}) = \sum_i^N Avoid(P, P_i) \quad \text{if } P_i \in Adjacency(P) \quad (4)$$

$$f_{mold}(I, \vec{P}) = \sum_i^N \begin{cases} A_l \cdot \{L - L(P_i)\} & \text{if } L(P_i) < L \\ A_b \cdot \{B - B(P_i)\} & \text{if } B(P_i) < B \\ A_r \cdot \{R - R(P_i)\} & \text{if } R(P_i) > R \\ A_t \cdot \{T - T(P_i)\} & \text{if } T(P_i) > T \end{cases} \quad (5)$$



図 2: 回転を考慮しない場合の幾何学的パッキングの例

次に、写真 P が他の写真と重なっていない場合に拡大する機能の例を(6)式に、写真を縮小することで重なりを回避する機能の例を (7)式に示す。ただし二つの写真が重なっていた場合に大きい方を縮小するものとし、写真サイズの最大値を $Scale_{max}$ とする。

$$f_{enlarge}(I, \tilde{P}) = \sum_i^N A_{s2} \{ Scale_{max} - Scale(P_i) \} \quad (6)$$

$$\text{if } Adjacency(P_i) = \phi \wedge Scale_{max} > Scale(P_i)$$

$$f_{shrink}(I, \tilde{P}) = \sum_i^N A_{s1} \{ Scale_{min} - Scale(P_i) \} \quad (7)$$

$$\text{for all } P_j \in Adjacency(P_i),$$

$$Scale(P_j) < Scale(P_i) \wedge Scale_{min} < Scale(P_i)$$

その他の幾何学的なパッキングに関する機能も同様に実現できる。

3.2.2 意味的なマッピング

意味的なマッピングの最も単純なものとして、人が注目している写真を拡大する機能の例を(8)式に示す。 $Attention$ は人が注目している写真の集合であり、マウスカーソルの重畳や視線検出装置などによって得られるものとする。

$$f_{attention}(I, \tilde{P}) = A_{a1} \cdot \{ Scale_{max} - Scale(P) \} \quad (8)$$

$$\text{if } P \in Attention$$

注目写真に類似した属性を持つ写真を引き寄せる機能の例を(9)式に示す。 $Similarity(P, P_i)$ は写真 P と P_i の類似度、 $Threshold$ はその閾値を表わす。類似度が閾値よりも高ければ P は P_i に近づき、閾値よりも低ければ遠ざかる。写真を画像解析して得られる特徴量やタグの関連度などから類似度は計算されるものとする。

$$f_{attraction}(I, \tilde{P}) = \begin{cases} \sum_i^N A_{a2} \{ Similarity(P, P_i) - Threshold \} \\ \quad \cdot \{ Position(P_i) - Position(P) \} \\ \quad \text{if } Similarity(P, P_i) \geq Threshold \\ \sum_i^N A_{a2} \{ Similarity(P, P_i) - Threshold \} \\ \quad / \{ Position(P_i) - Position(P) \} \\ \quad \text{if } Similarity(P, P_i) < Threshold \end{cases} \quad (9)$$



図 3: 回転を考慮した場合の幾何学的パッキングの例

その他の意味的なパッキングに関する機能も同様に実現できる。

3.3 人とのインタラクション

人は、マウス、タッチパネル、視線検出装置など適当な入力装置を介して表示される写真群とインタラクションを行う。複数の人がそれぞれ入力装置を使用する場合もある。また、音声認識などによって検出されるキーワードを入力とすることも考えられる。出力側としては、ディスプレイの解像度やその台数、設置場所、さらに表示ウィンドウの大きさなどが可変パラメータであると考えられる。これらの入出力装置に関する情報は、前述の式では全て I として扱っているが、次章では、複数のマウスを用いた例を示す。

4. 試作と実行例

統合開発環境として Microsoft Visual Studio 2008, その他のライブラリ等として Windows User API, Microsoft .Net Framework 3.5, DirectX SDK (November 2008), Microsoft XNA Game Studio 3.1, プログラム言語としては C# を用いて提案手法を実装した。

3.2 節で述べた写真の並べ方に対する要求事項とそれを実現する機能は、実行中いつでも ON と OFF を切り替えられるように実装する。

提案手法によって、多数の写真が動的に表示される様子を順次説明する。図 2 は、写真の回転を考慮しない場合の幾何学的パッキングの例を示す。つまり、個々の写真は、表示領域として指定している領域からはみ出さない範囲でできるだけ大きくなろうとし、また平行移動するか小さくなることで、他の写真との重

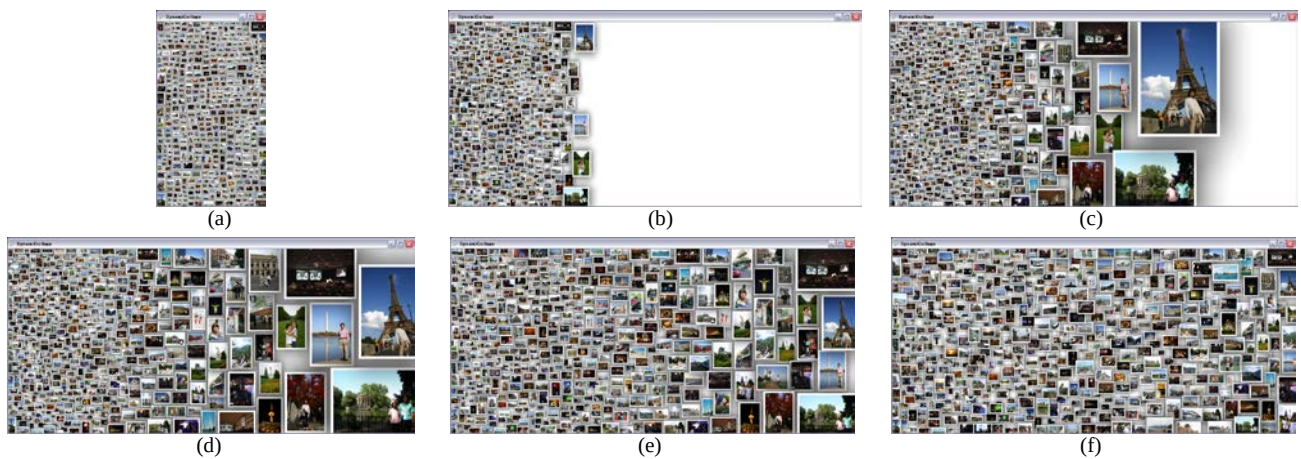


図 4: 制約条件の 1 つであるウインドウサイズが変化した場合のパッキングの例



図 5: 注目している写真が拡大する例



(a) 初期状態 (b) 注目写真に類似写真が集まった例

図 6: 注目写真の属性に類似した写真を引き寄せた例

なりを回避する. 図 2(a)は 75 枚の写真を読みこんだ直後で, ウインドウ中のランダムな初期位置に表示されている. その後, 同図(b)(c)と時間が経過するに従い, 個々の写真が大きくなろうとする動きと重なりを回避しようとする動きの間でバランスがとられ, ある程度の時間が経つと (約 5-6 秒後) 同図(d)のように, 自然に隙間なく並ぶようになる. 図 3 は, 図 2 の条件に加えて, 回転を考慮した場合の幾何学的パッキングの例を示す. これは, テーブル上面に水平に配置されたディスプレイを囲む 4 辺から人が見るような場合に有効である.

図 4 は, 制約条件の一つである表示領域 (ウインドウ) のサイズが変化した場合の幾何学的パッキングの例である. 同図(a)の状態では, 狭い領域に多くの写真が押し込められているので各写真は非常に小さくなっているが, 同図(b)の時にウインドウのサイズが右

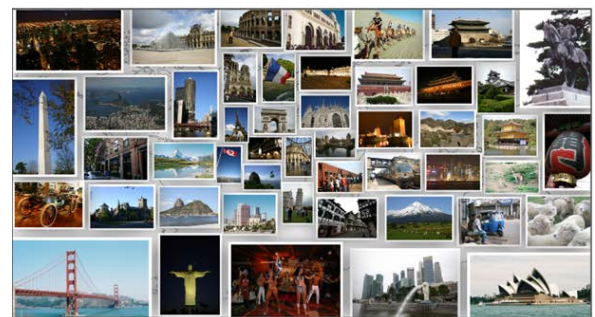


図 7: 撮影場所に応じて地図上の対応する箇所に写真が集まる例

に広げられ, スペースができると, 同図(c)(d)(e)のように写真は徐々に右に広がり, やがて全ての表示領域を覆うようになる. 十分な時間が経過すると, 大きさと重なり回避でバランスがとれ, 同図(f)のように再び全ての画像のサイズはほぼ均等になる.

図 5 は注目されている写真が拡大している例を示す. ここで, 注目は適当な入力装置によって検出されてい

るものとし、この例では中央下部の写真に重畳する赤いカーソルがそれを表している。図 6 は類似の属性を持つ写真が集まる様子を示している。同図(a)を初期状態として、左下隅付近の写真（黒系）と右上隅付近の写真（青系）にそれぞれ注目しているとする。そしてある時間が経過すると、同図(b)のように、類似の属性を持つ写真がそれぞれ集まるようになる。この例では、2 個のマウスを用いてそれぞれの注目写真にマウスカーソルが重なっていると、写真の色成分で類似度を計算するものとする。また図 7 はこの応用として、写真の撮影場所を示すメタデータによって、背景の世界地図上の対応する箇所に、時間が上から下に推移するに従って画像が集まる様子を示している。

図 8 は、多くの人の顔が写っている約 200 枚の写真の中から、カーソルが重畳され注目している写真に写る人と同一人物が写っている写真が集まっている例である。ここでは、写っている人の名前等に関するメタ情報は、適当な顔認識手段や手作業によってあらかじめ付与されているものとする。図 9 は、同様に各写真に与えられているメタ情報を用いて、マウス等で描いた閉曲線の中に写真を集めている例である。同図(a)中の左側の赤い閉曲線と右側の緑の閉曲線の内側には、それぞれ、A 氏の名前をメタ情報として持つ写真と B 氏の名前をメタ情報として持つ写真が集まっている。そしてこれら 2 つの閉曲線が重なる部分には、A 氏と B 氏両方が写っている写真が集まっている。また、同図(b)の左の赤い閉曲線の中には動物の写真、右の閉曲線の中にはオーストラリアの写真が集まり、両閉曲線が重なる部分には、オーストラリアの動物の写真（この例ではカンガルー）が集まっていることがわかる。図 10 は、ある家庭の 2 人娘の誕生から高校生までの約 17 年間の成長の様子を写した約 450 枚のスナップ写真を、撮影日時によって左から右へと時系列的に写真をソートして表示している例である。

5. 評価実験

5.1 処理速度

本手法の計算量は、写真の配置に関する要求事項の種類と数、それに写真の枚数によって決まると考えられる。目安として計算機（Windows 7 64bit, Intel Core i7 CPU 3.2GHz, 12GB RAM, Nvidia Geforce GTX285）上で、3.2.1 節で述べた 4 つの要求事項を順次利用し、基準画像として 512×320 の jpeg 画像の枚数を変え、表示するウインドウの大きさを 1024×768 として、10 秒間の平均値としてフレームレート(fps)を計測してみ

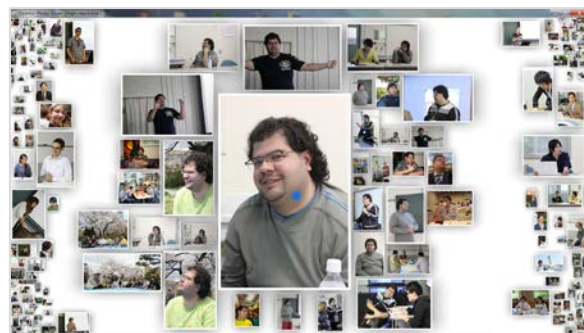
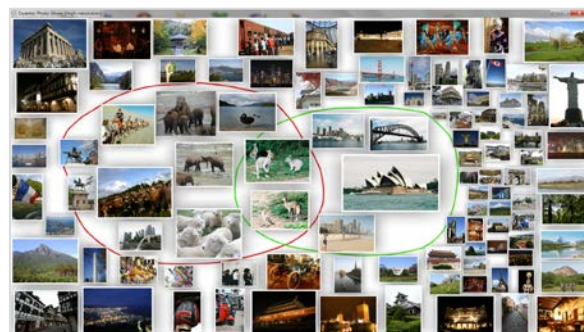


図 8: 同一人物の顔写真が集まっている様子



(a) A 氏と B 氏



(b) 動物とオーストラリア

図 9: メタ情報を用いて写真を集めている例

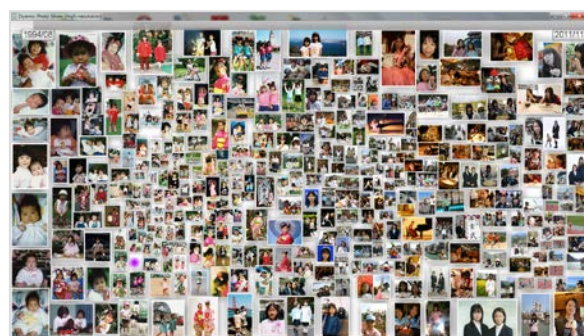


図 10: 撮影時日によって写真を並べている例

たところ、図 11 のような結果が得られた。いずれの要求事項の条件の場合でも、680~700 枚程度までは約 60fps の表示速度が出ていたが、写真の枚数をそれ以上増やすと低下をはじめ、780 枚で数 fps となった。写真の配置に関する要求事項の数が増えると速度が低下する傾向にあるが、中でも、(4)式の重なりを回避する平行移動と(6)式の重なっていない場合に拡大す

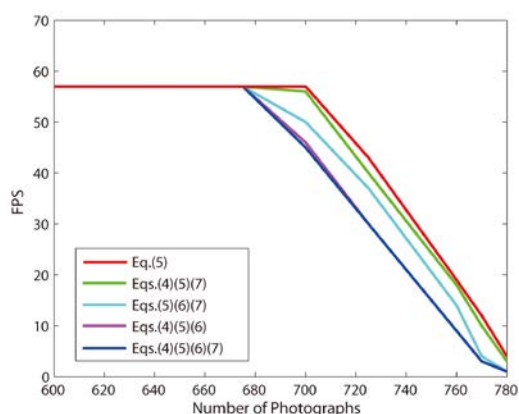


図 11: フレームレートの変化

る機能を用いた場合に、より速度の低下が見られた。また、(7)式の縮小機能を用いないと頻繁に重なりが生じるため、より速度が低下する傾向も見られた。これらのことから、試作した写真の配置に関する要求事項の中では、重なりを検出と回避に関わるものが最も処理速度の低下を招くことが確認できた。

5.2 主観評価

著者らの研究所で行われたオープンハウスで、来場者に本手法による図 4～9 に示した写真セットと機能のデモを見せ、また実際に操作してもらい、その後、アンケートに答えてもらった。家族・友人や個人を含め、33 組から回答を得た。1 組の人数は 1～4 人で平均 2.0 人、年齢は 5～61 才で平均 27.5 才であった。

強くそう思う(5)から全くそう思わない(1)までの 5 段階で回答してもらったところ、家で家族と使ってみたくとの問いには平均 4.21 (標準偏差 0.81)、職場や学校で使ってみたくとの問いには平均 3.79 (標準偏差 0.88)、楽しかったかという問いについては平均 4.60 (標準偏差 0.55) の回答が得られた。また、提案手法を何人を使ってみたくと尋ねたところ、10 人以上との回答が 9 組、以下、8～9 人が 0 組、6～7 人が 3 組、4～5 人が 10 組、2～3 人が 9 組、1 人との回答が 1 組、無回答が 1 組であった。

実際に 2 名程度の複数人で体験してもらった例が多かったが、アンケートからは、2～5 名程度で、家で家族と一緒に本手法を楽しみたいと思っている方が多いことも分かった。これは、どんな写真を本手法で見たいかを自由記述で答えてもらったところ、旅行の写真、家族や子供の写真という回答が多くあったことから裏付けられる。また、10 名以上で使ってみたくという回答も多かったが、これは、職場や学校で楽しみたいと思う回答者に多く見られた。また、来場者は新しい技術にそもそも興味がありポジティブに受け取

る傾向があると思われるので、あくまで参考程度ではあるが、本手法によって楽しい写真の見せ方を提供できていたようである。

6. 議論

本手法では、写真の配置に関する要求事項をそれぞれインタラクティブに ON と OFF を選択することができるが、複数を利用する場合には、これらの中で競合が生じることも考えられる。しかし、隣接する写真との局所的な関係の合成によって決まる方向へと時々刻々変化し、その結果として、写真群全体の大局的なレイアウトが変化する。また場合によっては局所解に陥って写真の動きが鈍くなることもあるが、この場合にはノイズによっても脱出可能である。実際、4 章と 5 章で述べた実行例では、描画に影響を及ぼさない程度の小さなノイズを一定して加えていたが、局所解に陥る際にはノイズを大きくするようなことも考えられる。また、これによって描画される写真の振動が大きくなってしまいう場合には、描画前に適当なフィルタを用意することも考えられる。

主観評価では、我々が用意した写真セットを使用したにも関わらず、楽しんでもらえたようであるが、自分たちの写真を使ってもらえば、もっと喜んでもらえたと思う。さらに、実際に体験してもらっている様子を見てみると、1 人で体験してもらった場合よりも、家族や友人など複数人で一緒に体験してもらった場合に、より盛り上がりを見せていた。最近では、写真共有サイトやソーシャル・ネットワーキング・サービスを用いて、撮影した写真を多くの人に見てもらえることもできるようになったが、同じ部屋にいる家族など、ネットワークを介さない同一場所に居る人たちと一緒に写真を楽しむためのツールは、現状では限られているように思う。本手法はこういった応用に向いていると思われる。また、職場や学校など、比較的社会的关系が多彩な場でより多くの人たちと楽しむ様子を観察し、その成果を対人コミュニケーションの支援や活性化につなげることも有意義と思われる。

7. おわりに

個々の写真を生物のように動かしながら表示することで、多くの写真を柔軟に見せることができる新しい方法を提案した。本手法は、写真の配置に対するさまざまな要求事項もインタラクティブに取捨選択することができ、写真に付加された各種のメタデータや画像特徴量などを活用して多くの写真を柔軟にグルーピン

グしながら一覧しつつ、インタラクティブに一部の写真を拡大して表示すること等もできる。このような柔軟な機能を実現するため、本手法では、創発の考え方によるアルゴリズムを利用した。

今後多くの人に手軽に利用してもらうには、JavaScript 等による Web プログラムとして実装することも検討が必要かもしれない。また本手法を用いた今回の実装では、取り込んだ写真を単に閲覧するという範囲に留まっている。今後は、整理や印刷、またメタデータの自動取得や編集、写真共有サイトとしての展開やソーシャル・ネットワーク・サービスとの連携を通した他人との共有など、写真にまつわるエコシステム全般に関しても検討したい。また、街頭などで複数の人の注目を集める必要があるデジタルサイネージなどへの応用も検討したいと考えている。

参 考 文 献

- 1) Benjamin B. Bederson: PhotoMesa: a zoomable image browser using quantum treemaps and bubblemaps, Proc. of ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 71–80, 2001.
- 2) Joe Geigel and Alexander Loui: Using genetic algorithms for album page layouts, IEEE Multimedia, Vol. 10, No. 4, pp. 16–27, 2003.
- 3) 五味愛, 宮崎麗子, 伊藤貴之, リジア: CAT: 大量画像の一覧可視化と詳細制御のための GUI, 画像電子学会誌, Vol. 37, No. 4, pp. 436–443, 2008.
- 4) Brian C. Atkins: Adaptive photo collection page layout, Proc. of International Conference on Image Processing, pp. 2897–2900, 2004.
- 5) 武者義則, 広池敦, 杉本晃宏: 類似画像検索における特徴量空間の可視化インタフェース, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-D-II, No. 10, pp. 1626–1633, 1999.
- 6) Jack Kustanowitz and Ben Shneiderman: Meaningful presentations of photo libraries: rationale and applications of bi-level radial quantum layouts, Proc. of ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries, pp. 188–196, 2005.
- 7) Adrian Graham, Hector Garcia-Molina, Andreas Paepcke, and Terry Winograd: Time as essence for photo browsing through personal digital libraries, Proc. of the ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries, pp. 326–335, 2002.
- 8) Morgan G. Ames and Lilia Manguy: PhotoArcs: ludic tools for sharing photographs, Proc. of ACM Multimedia, pp. 615–618, 2006.
- 9) Shane Ahern, Mor Naaman, Rahul Nair, and Jeannie Hui-I Yang: World explorer: visualizing aggregate data from unstructured text in geo-referenced collections, Proc. of 7th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries, pp. 1–10, 2007.
- 10) 堀辺宏美, 伊藤貴之: PhotoLab: ユーザの思考を支援する画像閲覧インタフェースの開発, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会報告, No. 63, pp. 31–36, 2008.
- 11) Noah Snavely, Steven M. Seitz, and Richard Szeliski: Photo tourism: Exploring photo collections in 3D, ACM Transactions on Graphics (Proc. of SIGGRAPH), Vol. 25, No. 3, pp. 835–846, 2006.
- 12) 綾塚祐二: Album Weaver: 密度の高い写真群からアルバムを紡ぐ, 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), pp. 7–12, 2007.
- 13) Ai Gomi and Takayuki Itoh: A personal photograph browser for life log analysis based on location, time, and person, Proc. of ACM Symposium on Applied Computing, pp. 1245–1251, 2011.
- 14) Paolo Brivio, Marco Tarini, Paolo Cignoni: Browsing large image datasets through Voronoi diagrams, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 16, No. 6, pp. 1261–1270, 2010.
- 15) 渡邊恵太, 塚田浩二, 安村通晃: PhotoLoop: 写真閲覧時の活動を利用したアノテーションシステム, 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, 2007.
- 16) 矢次耕太郎, 藤村直美, 牛尼剛聡: Insightful Slideshow: 意味的関連性に基づいた写真スライドショー自動構成手法, 第2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM2010 論文集, F1-2, 2010.
- 17) Jun-Cheng Chen, Wei-Ta Chu, Jin-Hau Kuo, Chung-Yi Weng, Ja-Ling Wu: Tiling slideshow, Proc. of ACM Multimedia, pp. 25–34, 2006.
- 18) 堀辺宏美, 伊藤貴之: 花火風に写真を眺めるブラウザ Phopper の試作, 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), 2009.
- 19) Andreas Girgensohn and Patrick Chiu: Stained glass photo collages, Proc. of ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 13–14, 2004.
- 20) Jingdong Wang, Long Quan, Jian Sun, Xiaou Tang, and Heung-Yeung Shum: Picture Collage, Proc. of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 347–354, 2006.
- 21) Carsten Rother, Lucas Bordeaux, Youssef Hamadi, and Andrew Blake: AutoCollage, ACM Transactions on Graphics, Vol. 25, No. 3 (Proc. of SIGGRAPH), pp. 847–852, 2006.
- 22) Nicholas Diakopoulos and Irfan Essa: Mediating photo collage authoring, Proc. of ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 183–186, 2005.
- 23) Yossi Borenstein and Riccardo Poli: Structure and metaheuristics, Proc. of Conference on Genetic and Evolutionary Computation, pp. 1087–1094, 2006.
- 24) Craig W. Reynolds: Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model, Proc. of SIGGRAPH, pp. 25–34, 1987.
- 25) Nuria Pelechano, Jan M. Allbeck, Norman I. Badler: Virtual crowds: methods, simulation, and control, Morgan and Claypool Publishers, 2008.
- 26) S. Patil, J. van der Berg, S. Curtis, M. C. Lin and D. Manocha: Directing Crowd Simulations using Navigation Fields, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 17, No. 2, pp. 244–254, 2011.
- 27) Richard Kulpa, Anne-Helene Olivierxs, Jan Ondrej, Julien Pettre: Imperceptible relaxation of collision avoidance constraints in virtual crowds, Proc. of SIGGRAPH Asia, pp. 138:1–138:10, 2011.
- 28) Andrew Vande Moere: Time-varying data visualization using information flocking boids, Proc. of IEEE Symposium on Information Visualization, pp. 97–104, 2004.
- 29) Greg Turk: Generating textures on arbitrary surfaces using reaction-diffusion, Proc. of SIGGRAPH, pp. 289–298, 1991.
- 30) 細部博史: ユーザーインターフェースにおける制約解消法の研究動向, コンピュータソフトウェア, Vol. 17, No. 6, pp. 73–85, 2000.