

大量画像一覧可視化手法 CAT を用いた絞込み画像探索のための GUI

五味愛* 宮崎麗子* 伊藤貴之* Jia Li**

*お茶の水女子大学大学院 **The Pennsylvania State University

1. 概要

現在デジタルカメラの普及により、簡単にデジタル画像を作成することができるようになった。それゆえ、画像を扱うさまざまな分野において、大量の画像が蓄積されている。一方で、それらの大量画像を分類し、簡単に閲覧が行える画像閲覧システムの必要性が増している。特に、大量の医用画像や航空写真あるいは自然画像の自動分類における研究では、一画面上で、全体の大まかな分類結果の閲覧や、徐々に絞込むことで特定の画像を閲覧したいという要望がある。そこで、我々は大量画像の一覧可視化と詳細度制御の手法 CAT(Clustered Album Thumbnails)[1]を発表している。

CAT は、大量画像を階層化し、初期画面で高階層クラスタの代表画像を表示する。そして、ズームイン操作によって低階層クラスタの代表画像表示に切り替え、さらなるズームイン操作によって最終的に個々の画像サムネイルを表示する。このようなズーム率に基づく詳細度制御によって、CAT は人間の視覚能力とディスプレイの解像度に応じた適切な枚数の画像をシームレスに表示できる。

本報告では CAT の改良手法として、大量画像から特定の画像を効率よく探索するために、候補画像の適切な絞込みと、その画像群を効率よく閲覧するための GUI を提案する。本手法では、まず初期画面にてキーワード一覧を表示する。続いて選択したキーワードを含む画像群の階層をリアルタイムで構築し表示する。この操作により、効率的な絞込み画像探索を実現する。

本報告で扱う大量画像は、各画像に 1 個以上のキーワードがつけられている自然画像を用いる。CAT は、前処理として、キーワードと画素情報から 2 段階クラスタリングを適用する。さらに、各クラスタの代表画像を選択する。

図 1 に CAT の可視化例を示す。CAT は初期画面にてキーワード一覧を表示し、ユーザに 1 個以上のキーワードを選択させる(図 1(左))。続いて、選択したキーワードを含む画像群の階層を構築し、キーワードに基づいて分類された高階層クラスタの代表画像を表示する(図 1(左中央))。続いてズームイン操作に伴い、画素情報に基づいて分類した低階層クラスタの代表画像を表示する(図 1(右中央))。

“GUI for narrowing down images by using Hierarchical Image Browser CAT”

Ai Gomi*, Reiko Miyazaki*, Takayuki Itoh*, Jia Li**

*Ochanomizu University, **The Pennsylvania State University

{gomiai,reiko,itot}@itolab.is.ocha.ac.jp

最終的に個々の画像サムネイルを表示する(図 1(右))。

2. 関連研究

大量画像の一覧可視化に関する有名な手法として、PhotoMesa [2] が知られている。この手法は Quantum Treemap[3]という階層型データ可視化手法を用いて、画面を長方形領域に分割し、画像群を各領域に配置することで一覧可視化する、という点で本手法と類似している。ただし文献[2]では、2 段階以上の階層化を実現していない。また、大量画像を表示させた場合、多くのクラスタにおいて長方形領域が細長く潰れてしまうことがある。

本手法では、平安京ビュー[4]という大規模階層型データ可視化手法を適用して画像群を表示する。平安京ビューは、入れ子状に配置された長方形領域によって階層構造を表現する。また、長方形領域の縦横比を代表画像の縦横比にあわせて生成し、長方形領域に代表画像をマッピングすることで、すべての長方形領域における代表画像を適切な形状で一覧表示できる。

3. 処理手順

3.1 画像クラスタリング

CAT はまず、同じキーワードセットを持つ画像を同じクラスタに配属させる。本報告では、キーワードに基づくクラスタを高階層クラスタと定義する。続いて CAT では、高階層クラスタに属する画像群ごとに、画素情報に基づくクラスタリングを適用する。CAT では色と周波数成分から特徴ベクトルを計算し、bottom-up リンケージクラスタリングによって、特徴ベクトル間角度の小さい画像ペアを順次同じクラスタに併合する。このとき、各クラスタの画像数の均一化を試みながらクラスタを生成し、可視化結果の視認性の向上を目指す。本報告では、画素情報に基づくクラスタを低階層クラスタと定義する。

3.2 代表画像の選出

クラスタリング完了後に CAT は、それぞれのクラスタから代表画像を選出する。現段階では、画素情報から得られた特徴ベクトルがクラスタの中心に最も近い画像を、代表画像として選出している。

3.3 相互的なキーワード選択

CAT は初期画面として、キーワード選択画面を表示する(図 1 左)。そして、可視化の対象としたいキーワードをユーザが選択すると、CAT はそれらのキーワードを含む画像群の階層をリアルタイムに構築する。

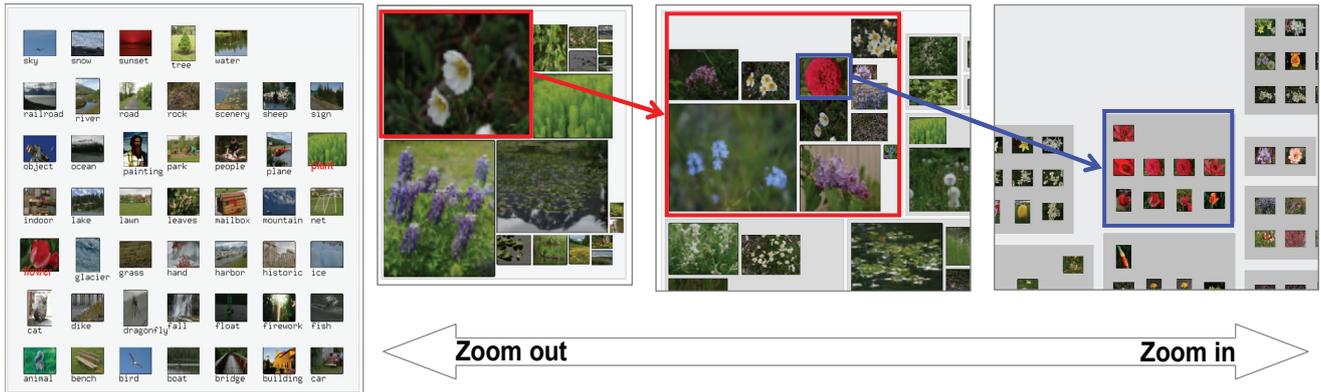


図 1. CAT による画像の一覧可視化とズーム操作の例。(左) キーワード選択画面。(ここでは”Flower”と”Plant”の 2 つのキーワードを選択。(左中央) 高階層クラスタの代表画像表示画面。(右中央) 低階層クラスタの代表画像表示画面。(右) 個々の画像サムネイル表示。

3.4 平安京ビューによる一覧可視化

以上の処理によって構築された階層構造を、平安京ビュー[4]により可視化する。平安京ビューでは木構造の葉と枝を、それぞれアイコンと入れ子状の長方形の枠で表現する。CAT では各々の画像をアイコンにマッピングするだけでなく、各々のクラスタの代表画像を、長方形の枠にマッピングする。そしてマウスのズーム操作に伴って、アイコン画像や代表画像の表示を切り替え、シームレスな詳細度制御を実現する。

文献[4]の中の実装テストにおいて平安京ビューは、長方形の縦横比の調節と、類似データにおける表示結果の類似性において、Quantum Treemap[3]を含む既存手法より優れていると評価されている。よって CAT では、長方形の縦横比の調節により、歪まずに代表画像を表示できるという点から、我々の手法である平安京ビューを階層構造の可視化に用いた。また平安京ビューは、不均一な深さを有する 2 段階以上の階層構造の可視化においても、Quantum Treemap より有利であると考えられる。

なお図 1 (左中央) のような画面配置において、画像の類似度の高いクラスタを画面上の近い位置に配置したい場合、主成分分析 (PCA) や多変量解析 (MDS) などを用いて表示するという手段が有効である。

4. 評価実験

我々は Microsoft Visual C++ および OpenCV を用いて CAT を実装した。テスト環境には Windows XP を搭載した PC を用い、横 384 画素、縦 256 画素の JPEG 画像 2360 枚を活用した。以下、10 人の学生被験者による特定画像を探し出す所要時間の測定におけるユーザテスト結果を示す(表 1)。

表 1 の結果からもわかるように、従来手法では、すべての高階層クラスタの代表画像の一覧から特定のクラスタを探さなければいけなかったが、改良手法では、特定のクラスタをキーワードにおいて絞り込むことで、効率よく特

定画像を探索することができる。また、従来手法と改良手法の切り替えを可能にすることで、ユーザの用途に応じて、効果的に画像群を閲覧することができる。

表 1. 特定画像を探し出す所要時間(秒)

	従来手法	改良手法
平均時間		

5. まとめ

本報告では、CAT の改良手法として、大量画像から特定の画像を効率よく探索するための、候補画像の適切な絞り込みと、その画像群を効率よく閲覧するための GUI を提案した。今後の課題として、以下の点を検討中である。

- ・ さまざまな画像データを用いた実験と考察。
- ・ メタデータによるクラスタリング手法の更なる検討。
- ・ GPU を用いた高速表示環境の実装。

参考文献

- [1] 五味, 伊藤, Li, CAT: 大量画像の一覧可視化と詳細度制御の一手法, 画像電子学会 Visual Computing / 情報処理学会グラフィクスと CAD 合同シンポジウム, pp. 1-6, 2007.
- [2] Bederson B., B., PhotoMesa: A Zoomable Image Browser Using Quantum Treemaps and Bubblemaps, Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 71-80, 2001.
- [3] Bederson B., Schneiderman B., Ordered and Quantum Treemaps: Making Effective Use of 2D Space to Display Hierarchies, ACM Transactions on Graphics, Vol. 21, No. 4, pp. 833-854, 2002.
- [4] 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視覚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, Vol. 26, No. 6, pp. 51-61, 2006.