

位置情報付き画像を用いた 単語概念の時間変化の分析

電気通信大学 柳井研究室

ボルドビレグサイハン 及川雄介 伊藤祥文 柳井啓司

はじめに

- 近年web上位置情報付き画像が増加
 - スマートフォンやGPS機能付きカメラの普及
 - オンラインアルバムサービスの普及



www.panoramio.com



www.flickr.com

研究目的

- 画像を季節ごとに分類
- 代表画像を表示させることで
単語概念 (Word identity) の時間変化を分析



春の「もみじ」



秋の「もみじ」

研究目的

- 地域別に表示させることで
単語概念の地域性を分析

アメリカ合衆国



ドイツ



日本



イタリア



「家」

関連研究

● 川久保らの研究(WWW 2011 poster)

- 地域別の代表画像を抽出、データセットを作成
- SIFT+BoFやカラーヒストグラムを用いて特徴量抽出
- VisualRankを用いて画像を選出

GeoVisualRank [\[usage\]](#)

15番目の画像
visualrank: 1.192025
画像名: 7650000
経度: 139.63314700000000

Nouns: noodle, antique, support, square, starfish, statue_of_liberty, tower, burger, sun, monster

Adjectives: ancient, antique, best, beautiful, best, better, mg, black, blue

Cities: Tokyo
Bias: Positive Bias
Top n: 100
Feature: color,BoF 50%
alpha: 0.90

Status: sushi
Word: tokyo
City: tokyo
Top n: 30
Feature: color,BoF 50%
Bias parameter: a: 0.90

0-9
1.224978 | 1.223935 | 1.215314 | 1.204764 | 1.203649 | 1.201894 | 1.200400 | 1.199768 | 1.199481 | 1.198349

10-19
1.197320 | 1.197066 | 1.196973 | 1.195713 | 1.194524 | 1.193025 | 1.192654 | 1.191121 | 1.189212 | 1.188755

20-29
1.187144 | 1.186968 | 1.186031 | 1.185337 | 1.183192 | 1.182320 | 1.181765 | 1.181030 | 1.178401 | 1.178397

30-39
1.178239 | 1.177116 | 1.176210 | 1.175689 | 1.175410 | 1.174733 | 1.173692 | 1.173123 | 1.172540 | 1.171710

40-49
1.171479 | 1.171247 | 1.171128 | 1.171012 | 1.170870 | 1.169000 | 1.167964 | 1.167740 | 1.165240 | 1.163702

方針



画像の収集



特徴量抽出



画像集合の分割



代表画像の選出



結果の表示



単語概念の分類

手法：画像の収集

- Yahoo Flickr Creative Commons 100M(YFCC100M)
- 内、位置情報付き画像およそ560万枚
- 名詞250語、形容詞100語について画像のリスト生成



方針

画像の収集



特徴量抽出



画像集合の分割



代表画像の選出



結果の表示

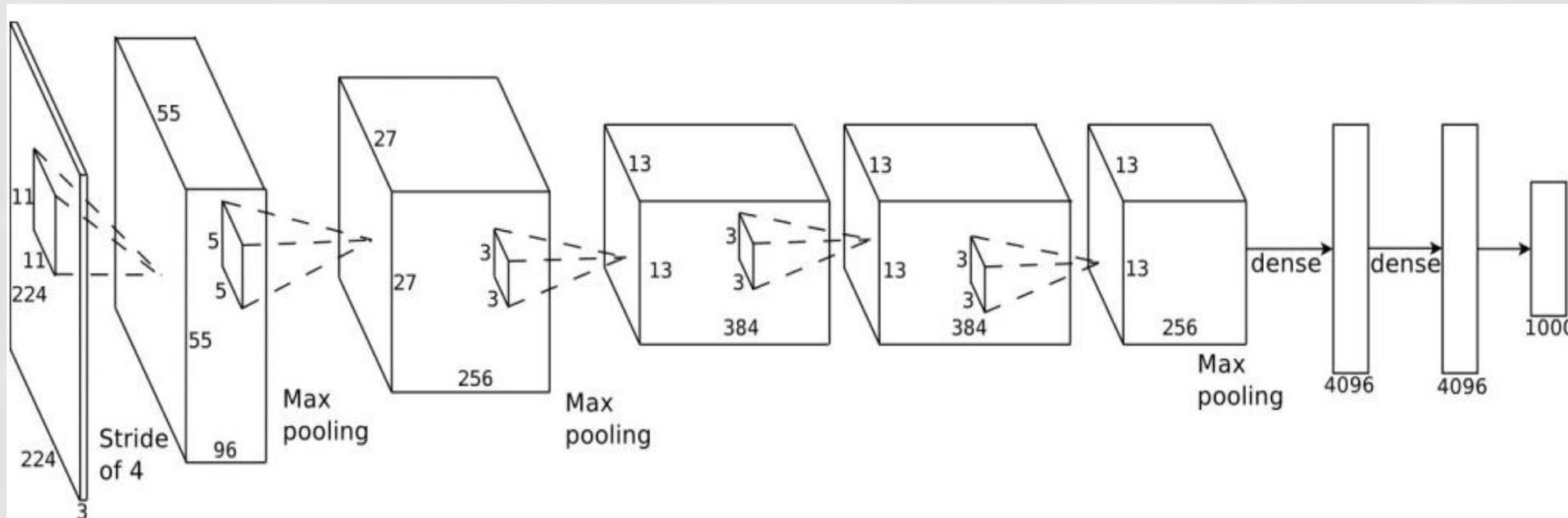


単語概念の分類



手法：特徴量抽出

- Deep Convolutional Neural Network(DCNN)
- Overfeatを用いてDCNN特徴量を抽出



方針

画像の収集



特徴量抽出



画像集合の分割



代表画像の選出



結果の表示



単語概念の分類



手法：画像集合の分割

- 撮影地域を国単位で分割
- 撮影時期を月単位で分割

方針

画像の収集



特徴量抽出



画像集合の分割



代表画像の選出



結果の表示



単語概念の分類



手法：代表画像の選出

● VisualRank

- PageRankアルゴリズムを画像に適用したもの
- 画像間の類似度をもとに、画像のランキングを得る

類似度グラフ

中心に代表的な視覚特徴を持つ画像



手法：代表画像の選出

- VisualRank

$R = \alpha(S \times R) + (1 - \alpha)P, (0 \leq \alpha \leq 1)$ を反復

R: VisualRank値

S: 画像類似度行列

α : 定数(本研究では0.85を使用)

P: 補正ベクトル

方針

画像の収集



特徴量抽出



画像集合の分割



代表画像の選出



結果の表示



単語概念の分類



手法: 結果の表示

Google Maps APIを用いる

The screenshot displays the Google Maps API interface for a search query. At the top, there are filters for 'noun: airplane', 'adjective: 航空', 'country: 日本', and 'top n: 10'. Below the filters is a map of Japan with several photo thumbnails overlaid. Two thumbnails are expanded to show detailed information:

- Thumbnail 1:** VisualRank: 0.109919, 緯度: 35.623111, 経度: 139.702994
- Thumbnail 2:** Rank: 159038, 5.522080, 24.706333

Below the map, there are two sections of photo thumbnails:

- January:** 7 photos of 4 users. VisualRank values: 1:0.159638, 2:0.149243, 3:0.146148, 4:0.141193, 5:0.136148, 6:0.134749, 7:0.132880
- February:** 8 photos of 3 users. VisualRank values: 1:0.142292, 2:0.141618, 3:0.131078, 4:0.124389, 5:0.117961, 6:0.116052, 7:0.114189, 8:0.112421

At the bottom, there is a map of the world with two photo thumbnails overlaid:

- Thumbnail 1:** VisualRank: 0.018220, 緯度: 53.848377, 経度: 10.706886
- Thumbnail 2:** VisualRank: 0.023298, 緯度: 39.342130, 経度: 141.441936

The bottom of the page shows the Google logo, '地図データ ©2016', and '利用規約'.

手法：結果の表示①

- 上部のマップに位置をマーカーとして表示
- 下部に月別の代表画像を表示

The screenshot displays a search interface for the word 'airplane' in Japan. At the top, there are filters for 'noun: airplane', 'adjective: aerial', and 'country: 日本'. A map of Japan shows several location markers. A detailed view of a marker shows a photo of an airplane with the following information: 'Rank: 159538', 'Score: 5.522091', and 'URL: 26.796833'. Below the map, the search results are summarized as 'Word: airplane', 'Country: 日本', and 'top n: 10'. The bottom section shows a grid of representative images for each month:

Month	Number of Photos	Number of Users
January	7 photos	4 users
February	8 photos	3 users

手法：結果の表示②

選択ボックス

- Noun: house
- Adjective: aerial
- country: ALL
- top n: 10

選択結果

- Word: house
- Country: ALL
- top n: 10

情報ウィンドウ

VisualRank: 0.023298
緯度: 39.342130
経度: 141.441936

マーカー

VisualRank: 0.002032
緯度: 39.946085
経度: -82.994831

VisualRank: 0.018220
緯度: 53.848377
経度: 10.706886

北太平洋 北大西洋

Google

地図データ ©2015, 利用規約

方針

画像の収集



特徴量抽出



画像集合の分割



代表画像の選出



結果の表示



単語概念の分類



手法：単語概念の分類

- VisualRank上位10枚の画像を用いる
- 評価には平均ベクトルのユークリッド距離を参照

$$D_i = d(H_i, H_y)$$

H_i : 特徴量ベクトルの平均

H_y : 平均ベクトルの平均

実験結果①

● 時間的変化を見た場合

時間的な変化が
大きい10カテゴリー

#	単語	国	分散
1	plant	イギリス	0.697906
2	flower	ドイツ	0.466613
3	flower	カナダ	0.424134
4	sport	スペイン	0.389576
5	tree	イタリア	0.386976
6	sport	フランス	0.377885
7	cat	イタリア	0.373871
8	white	アメリカ合衆国	0.366803
9	rainbow	アメリカ合衆国	0.359404
10	field	イギリス	0.355419

時間的な変化が
小さい10カテゴリー

#	単語	国	分散
140	beach	アメリカ合衆国	0.016371
141	sea	イタリア	0.016369
142	house	アメリカ合衆国	0.015683
143	skyscraper	アメリカ合衆国	0.015535
144	sky	イギリス	0.012964
145	train	イギリス	0.010035
146	building	アメリカ合衆国	0.009543
147	beach	イギリス	0.008247
148	car	アメリカ合衆国	0.007954
149	sky	アメリカ合衆国	0.005550

実験結果①

1位: イギリスのplantの画像

January 20 photos of 19 users	 1:0.059207	 2:0.058830	 3:0.055861	 4:0.053587
February 13 photos of 13 users	 1:0.095710	 2:0.090179	 3:0.082852	 4:0.080585
March 31 photos of 24 users	 1:0.047401	 2:0.046724	 3:0.043380	 4:0.040282
April 58 photos of 46 users	 1:0.029492	 2:0.028143	 3:0.027600	 4:0.026993
May 57 photos of 38 users	 1:0.030395	 2:0.027353	 3:0.025932	 4:0.025809
June 40 photos of 34 users	 1:0.042154	 2:0.038742	 3:0.037936	 4:0.036428
July 42 photos of 33 users	 1:0.040692	 2:0.039719	 3:0.036148	 4:0.035914
August 33 photos of 28 users	 1:0.050419	 2:0.047835	 3:0.045007	 4:0.041641
September 41 photos of 35 users	 1:0.037035	 2:0.035036	 3:0.034060	 4:0.033739
October 34 photos of 29 users	 1:0.040846	 2:0.040661	 3:0.040549	 4:0.040397
November 31 photos of 27 users	 1:0.043403	 2:0.040259	 3:0.037906	 4:0.036604
December 22 photos of 19 users	 1:0.056744	 2:0.054400	 3:0.052159	 4:0.049565

実験結果①

● 145位: イギリスのtrainの画像

January 82 photos of 29 users	 1:0.023439	 2:0.021231	 3:0.020575	 4:0.020351	July 101 photos of 42 users	 1:0.020298	 2:0.019284	 3:0.019187	 4:0.018130
February 93 photos of 33 users	 1:0.019328	 2:0.019053	 3:0.018097	 4:0.017825	August 90 photos of 35 users	 1:0.020235	 2:0.019300	 3:0.018435	 4:0.018316
March 111 photos of 38 users	 1:0.017003	 2:0.016338	 3:0.015875	 4:0.015795	September 119 photos of 43 users	 1:0.015894	 2:0.015226	 3:0.014654	 4:0.014470
April 104 photos of 43 users	 1:0.018255	 2:0.017515	 3:0.017398	 4:0.017397	October 111 photos of 35 users	 1:0.017733	 2:0.016782	 3:0.016264	 4:0.015431
May 108 photos of 41 users	 1:0.017241	 2:0.016943	 3:0.016605	 4:0.016492	November 78 photos of 24 users	 1:0.024233	 2:0.023585	 3:0.022426	 4:0.021991
June 91 photos of 32 users	 1:0.020521	 2:0.019479	 3:0.019070	 4:0.018837	December 77 photos of 28 users	 1:0.023402	 2:0.023032	 3:0.022498	 4:0.021912

実験結果①

6位: フランスのsportの画像

January 20 photos of 12 users	 1:0.070484	 2:0.067505	 3:0.062586	 4:0.058392
February 23 photos of 13 users	 1:0.061262	 2:0.059068	 3:0.053637	 4:0.049919
March 36 photos of 22 users	 1:0.040118	 2:0.037646	 3:0.035595	 4:0.035374
April 38 photos of 15 users	 1:0.039833	 2:0.039231	 3:0.038129	 4:0.037729
May 50 photos of 15 users	 1:0.025805	 2:0.025473	 3:0.025390	 4:0.024930
June 30 photos of 19 users	 1:0.044448	 2:0.043395	 3:0.043286	 4:0.041588
July 31 photos of 14 users	 1:0.048680	 2:0.045220	 3:0.041773	 4:0.041060
August 12 photos of 9 users	 1:0.094790	 2:0.091156	 3:0.090867	 4:0.086893
September 15 photos of 9 users	 1:0.085694	 2:0.084465	 3:0.080801	 4:0.076514
October 16 photos of 13 users	 1:0.076311	 2:0.074387	 3:0.072959	 4:0.070704
November 19 photos of 12 users	 1:0.063413	 2:0.061906	 3:0.060318	 4:0.060269
December 13 photos of 7 users	 1:0.102171	 2:0.083059	 3:0.083041	 4:0.082001

実験結果②

● 地域変化を見た場合

The image shows a search interface for 'house' on Google Maps. On the left, there is a sidebar with search filters: 'Noun', 'Adjective', 'verb', 'country', 'ALL', 'top n', 'to', 'Word', 'house', 'Country', 'ALL', 'top n', 'to'. The main area displays a world map with colored markers indicating search results. Three callout boxes show representative house images with their VisualRank scores and coordinates. To the right, a grid of house images is organized by country: 1. アメリカ合衆国 (USA): 10 images with VisualRank scores from 0.002032 to 0.001888. 2. カナダ (Canada): 10 images with scores from 0.018745 to 0.015654. 3. 日本 (Japan): 10 images with scores from 0.023298 to 0.019058. 4. ブラジル (Brazil): 10 images with scores from 0.056713 to 0.038503. 5. メキシコ (Mexico): 4 images with scores from 0.252389 to 0.248088. 6. ドイツ (Germany): 10 images with scores from 0.018220 to 0.015952. 7. イタリア (Italy): 10 images with scores from 0.022315 to 0.024140.

GoogleMapsへの表示

代表画像の表示

“house”というタグについて代表画像を選出、表示した結果

実験結果②

- 地域による視覚差が見られた例
"house"の代表画像

アメリカ合衆国



日本



ドイツ



実験結果②

- 地域による視覚差があまり見られない例
“grass”の代表画像



実験結果②

● 従来手法との比較

日本の”house”画像の特徴量によるランキングの比較

DCNN特徴



カラーヒストグラム



実験結果②

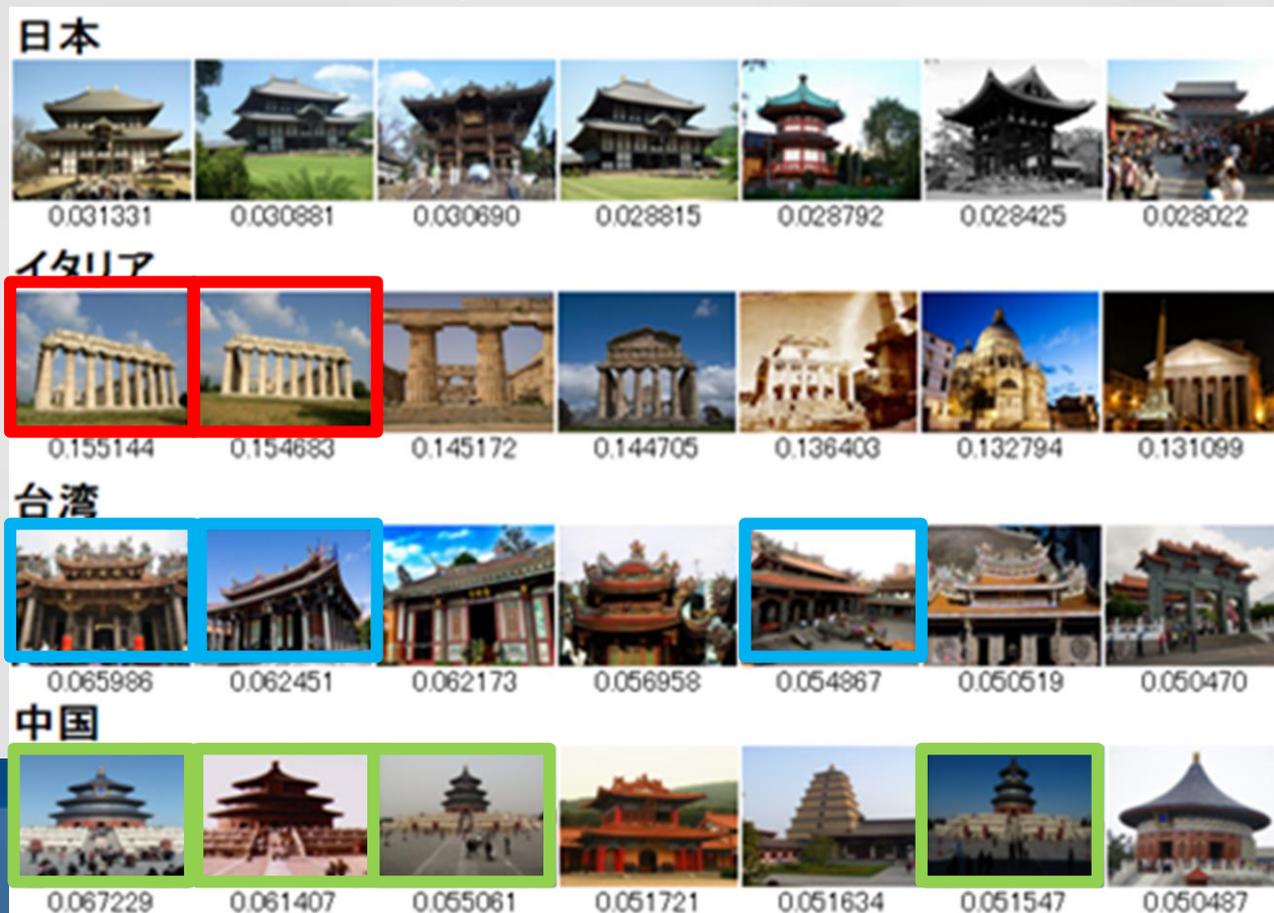
- 無関係な画像がある例

“sushi”の代表画像



実験結果②

- 同じ被写体を撮影した写真がある例
“temple”の代表画像



まとめ

- 特徴量にDCNNを用いてVisualRankを計算することで、国かつ月別に代表画像を選出した
- 代表画像に基づき単語概念の時間及び地域ごとの変化による依存性を分析した
- 結果を表示するページを作成した

今後の課題

- 単語概念の選別
 - 画像枚数の少ない単語の除外
- タグと無関係な画像の除去
 - より高性能なDCNN特徴を用いる
- 詳細な地域選択
 - 地域間の面積の差が大きい