

An aerial photograph of a city, likely Tokyo, taken during sunset or sunrise. The sky is filled with soft, golden light and scattered clouds. The city below is densely packed with buildings of various heights and colors, with some taller skyscrapers visible in the distance. The overall atmosphere is serene and urban.

位置情報付き写真における 撮影位置の航空写真を利用した 画像認識

楽天研究開発シンポジウム2009

電気通信大学大学院 情報工学専攻

八重樫恵太

2009年11月14日

背景

大量の位置情報付き画像

様々な画像認識手法



撮影位置のついた写真:
世界で4000万枚以上
1ヶ月で10万枚増加



写真公開する
効率的にか

文を画像認識し
する方法はな



航空写真の利用

- 認識対象 ⇔ 位置情報：密接な関係
– Ex. 海岸

~~非効率~~

~~世界中の海岸の
位置を学習?~~

撮影位置

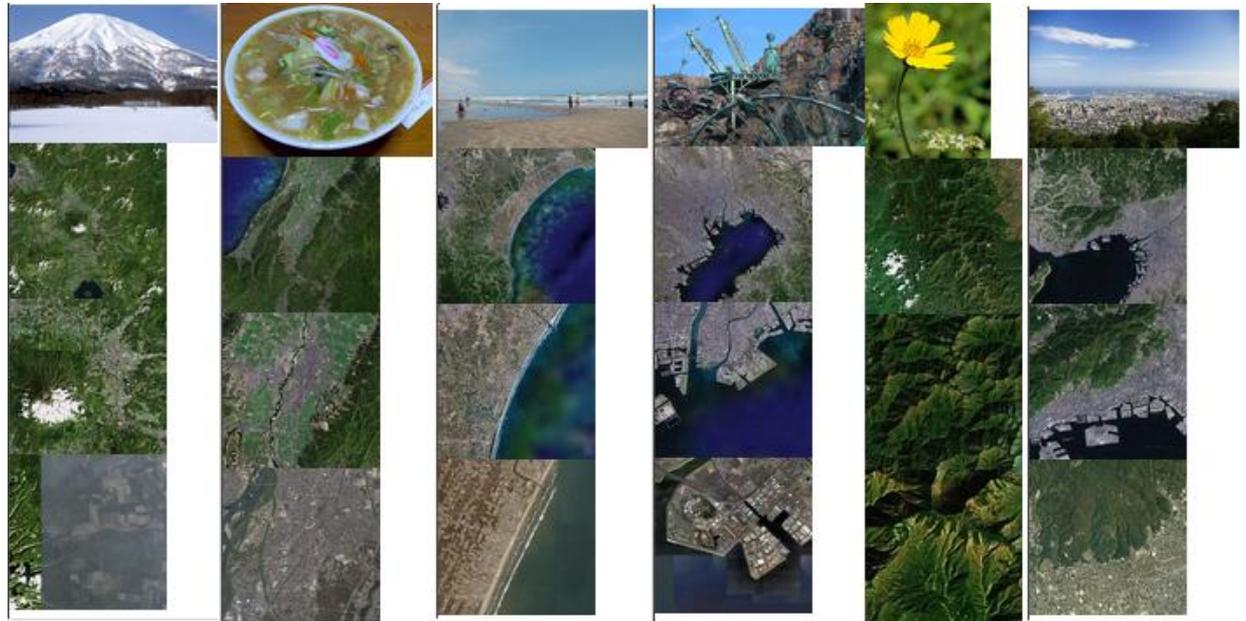
地理的コンテキスト



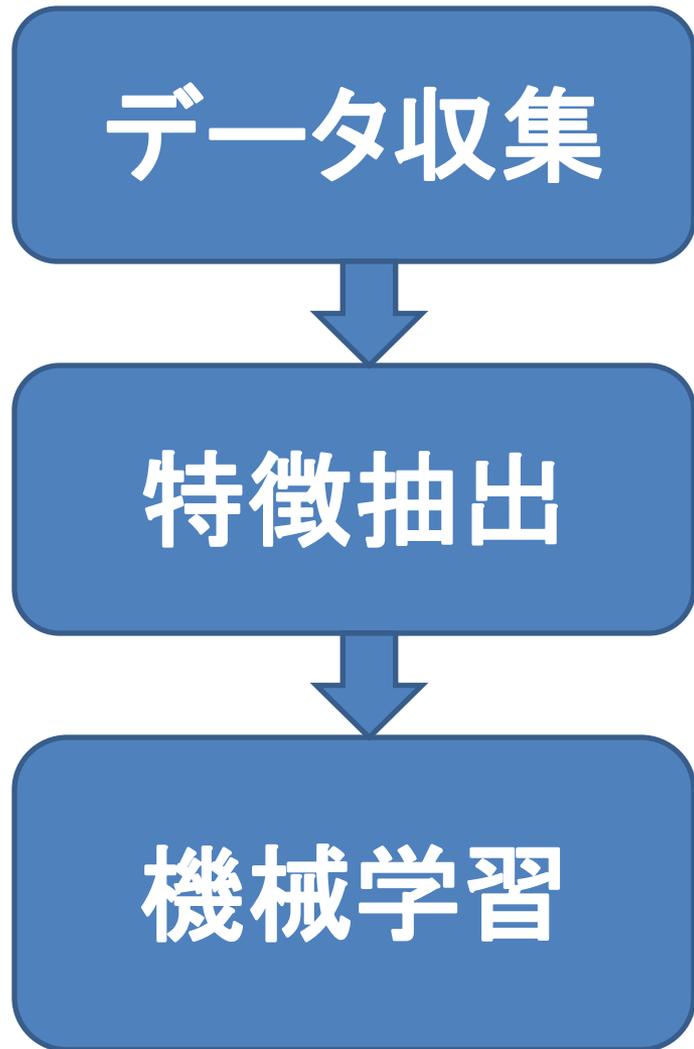
本研究の意義

- 位置情報付き写真の認識に、対応する位置の航空写真を利用する
- 画像 \leftrightarrow 位置情報の特徴をマルチカーネル学習 (MKL)で推定

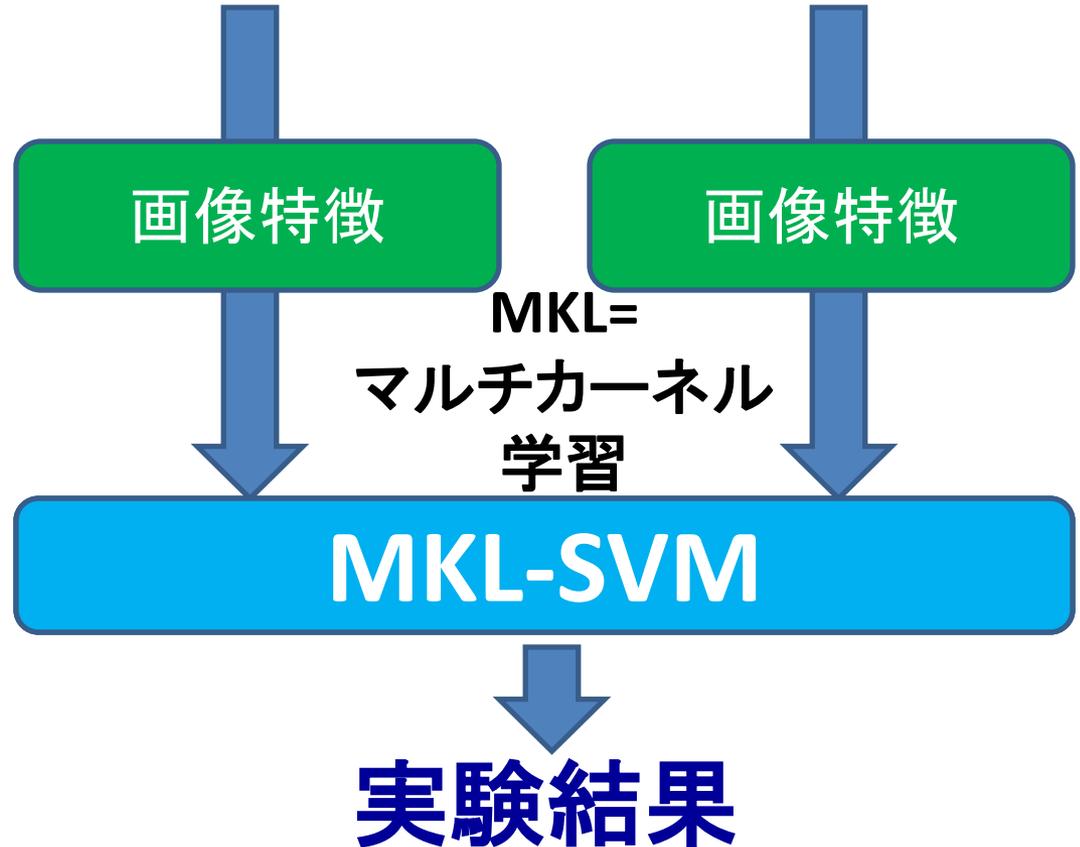
どの
特徴が
どれだけ
有用?
↓
MKLで
推定



実験の手順



&



データ収集

データ収集



特徴抽出



機械学習



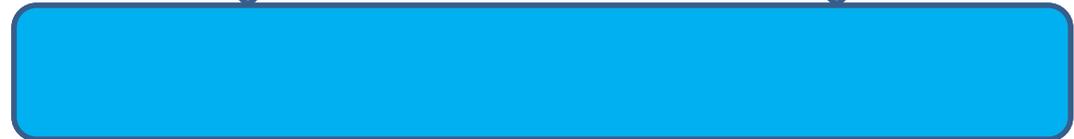
&



画像特徴



画像特徴



実験結果

データ収集と航空写真の利用

カテゴリで検索

“Mountain”

API Search Request

日本国内の画像

flickr®

Photos with a geotag

latitude=42.844202
longitude=140.852899

Google™
Maps

Google™
Earth

Web地図サービス



Level 3

1.91km x 1.91km
256x256



Level 2

7.64km x 7.64km
256x256



Level 1

30.8km x 30.8km
256x256

特徴抽出

データ収集



特徴抽出



機械学習



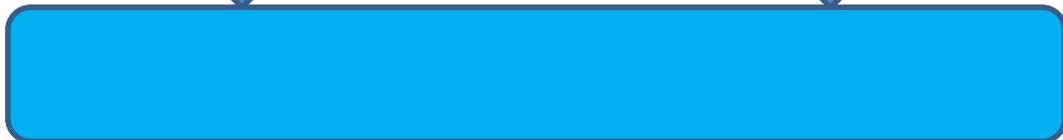
&



画像特徴

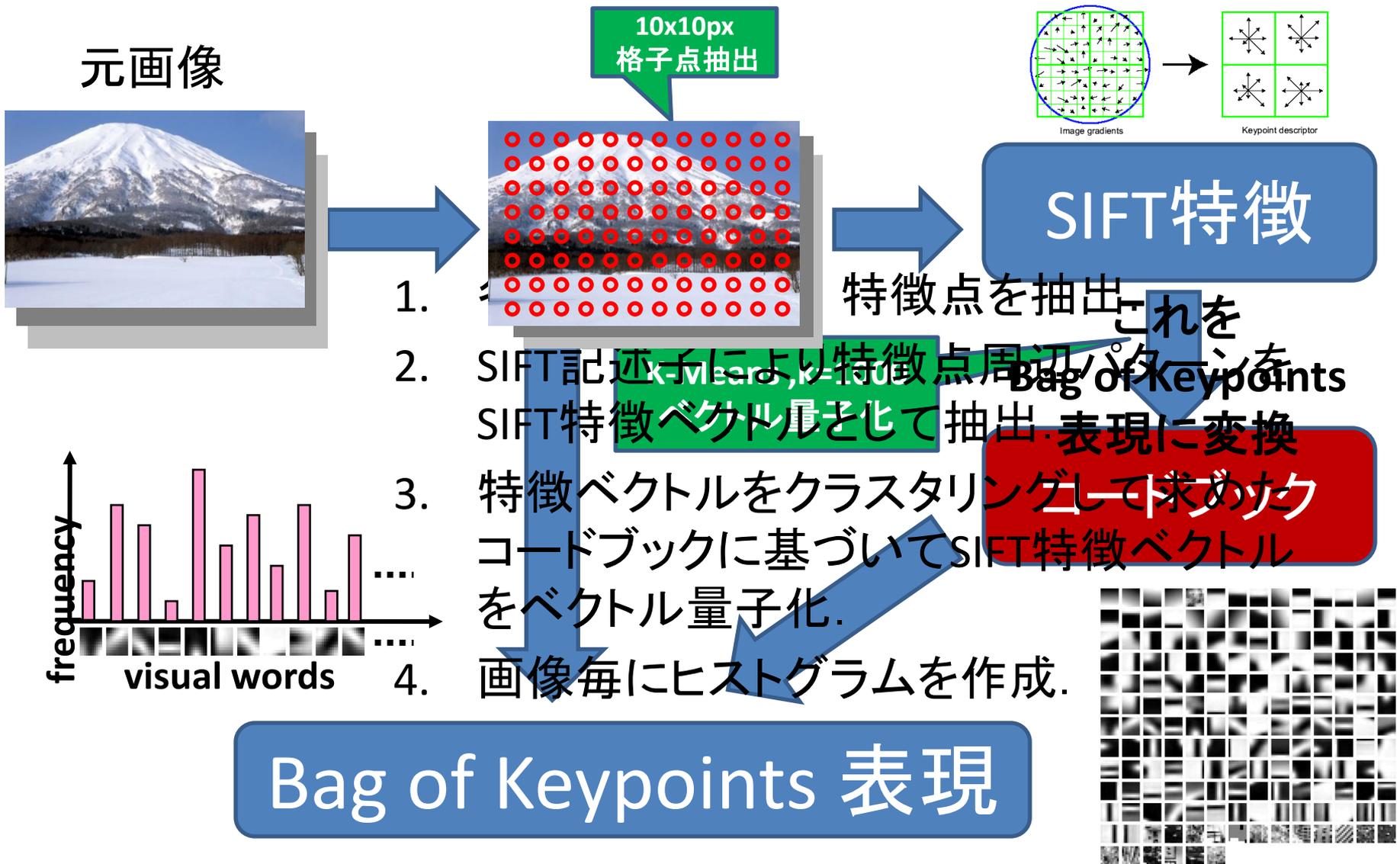


画像特徴



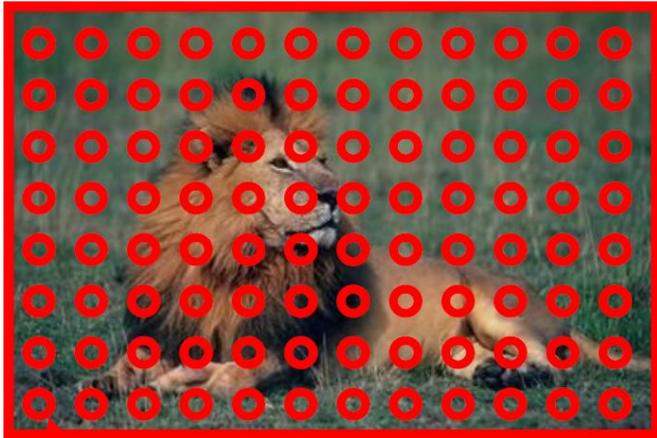
実験結果

特徴抽出全体の流れ



SIFT特徴

(Scale Invariant Feature Transform)



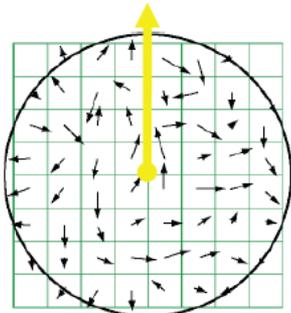
格子点抽出の例

回転、スケール変化

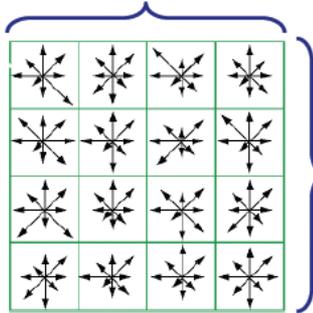
- 特徴点の選び方

特徴点における輝度勾配
方向のヒストグラムを記述

$4 \times 4 \times 4 = 128$ 次元

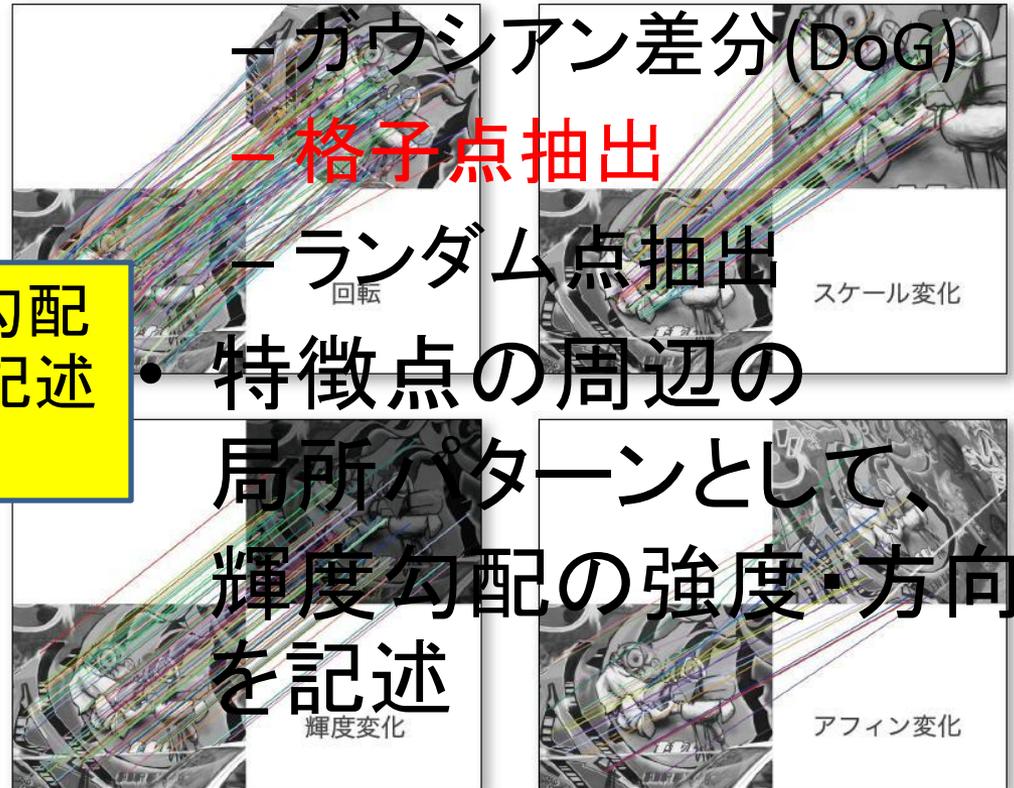


輝度勾配方向



特徴ベクトル

4分割



ガウシアン差分(DoG)

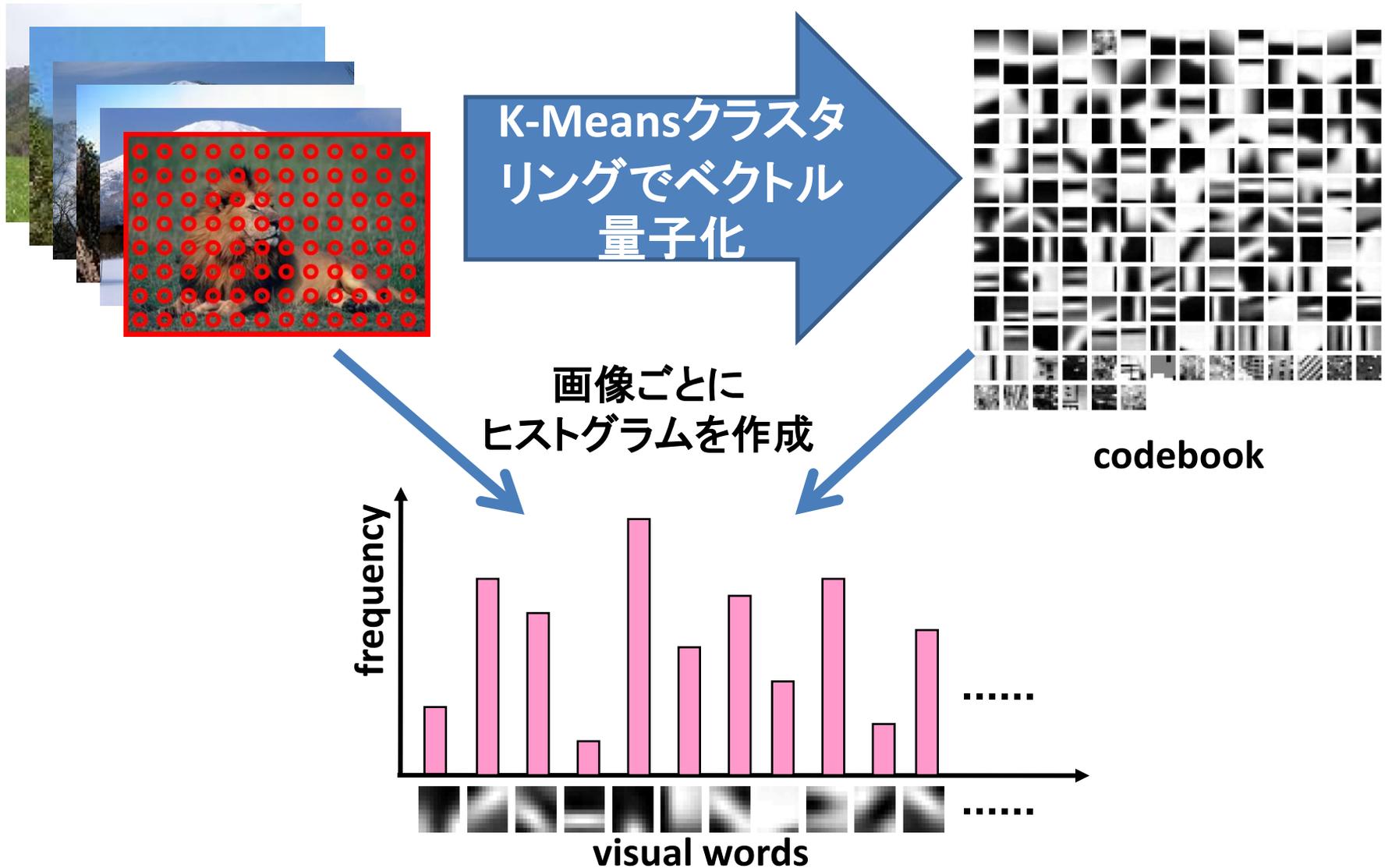
格子点抽出

ランダム点抽出

- 特徴点の周辺の

局所パターンとして、
輝度勾配の強度・方向
を記述

Bag of keypoints (BoK)表現 SIFT特徴をベクトル量子化



画像・航空写真からの特徴抽出

画像から

各レベルの航空写真から

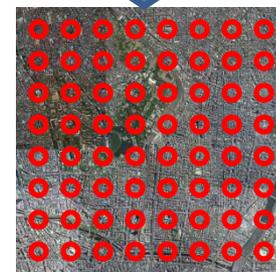
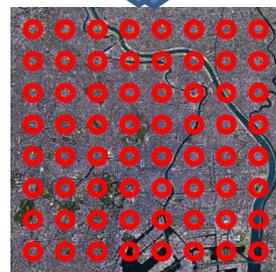
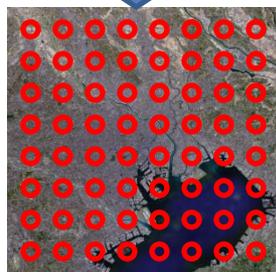
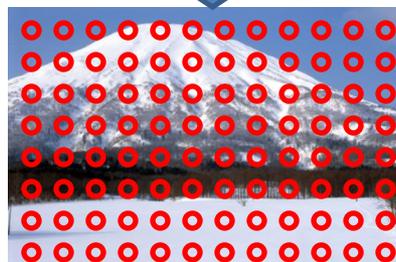
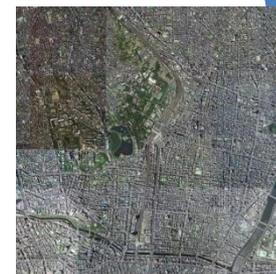
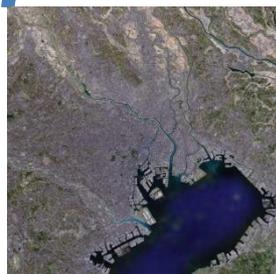


Image Codebook



Level 1 Codebook



Level 2 Codebook



Level 3 Codebook

機械学習

データ収集



特徴抽出



機械学習



&



画像特徴



画像特徴



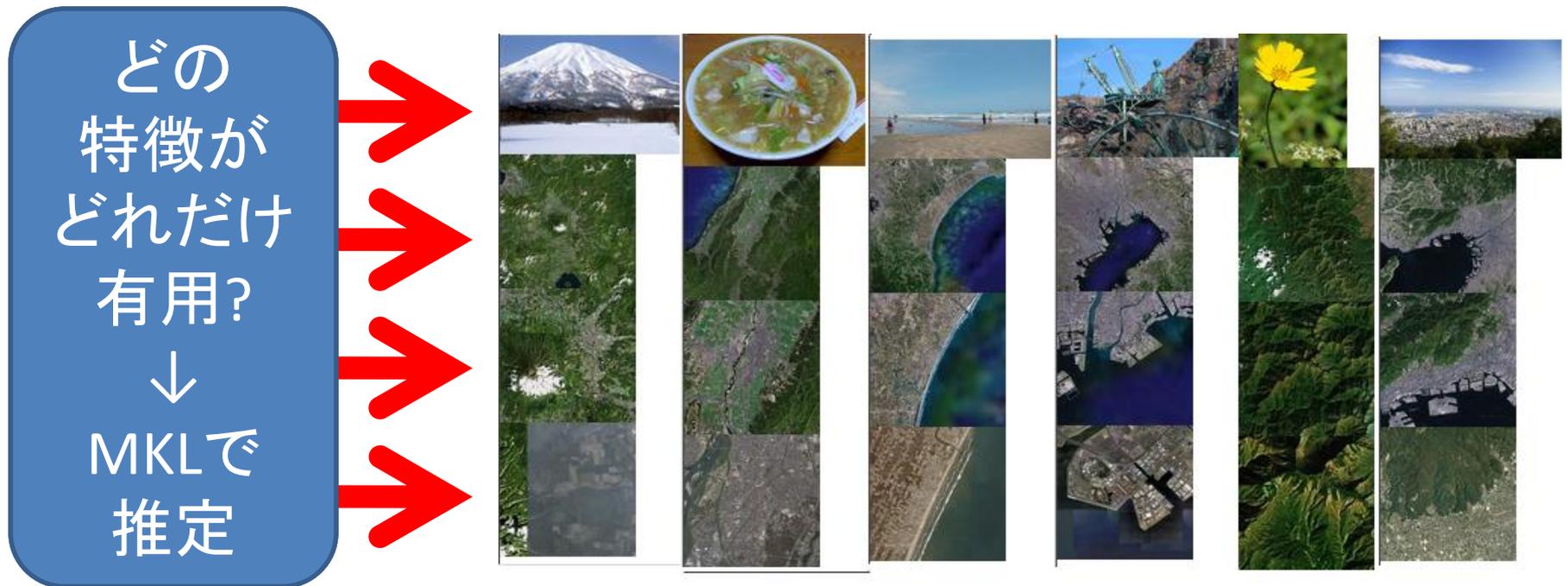
MKL-SVM



実験結果

特徴の統合と画像分類方法

- 特徴の融合 : Multiple Kernel Learningで重み推定



- 分類手法 : MKL-SVM (2クラス分類)

Multiple Kernel Learningの利用

- 複数のSVMのカーネルを線形結合することにより特徴を統合する

$$K_{combined}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = \sum_{j=1}^K \beta_j k_j(\mathbf{x}, \mathbf{x}') \quad \text{with } \beta_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^K \beta_j = 1.$$

MKLを使用する利点

様々な特徴の
最適な重み



種類ごとの
重要な重み

特徴の組み合わせと評価

baseline



2 評価方法類:

5-fold クロスバリデーション、
平均適合率で評価 (AP):

precision

Average

precision

recall

画像の組み合わせ

MKL

Vector concatenation



MKL

Vector concatenation

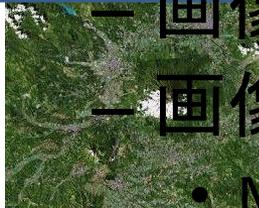


Image + Level 1

– 画像のみ

– 画像 + 航空写真レベル1

• MKL、単純ベクトル結合

Image + Level 2

– 画像 + 航空写真レベル2

• MKL、単純ベクトル結合

MKL

Vector concatenation

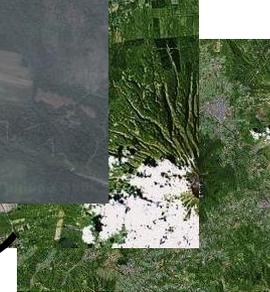


Image + Level 3

– 画像 + 航空写真レベル3

• MKL、単純ベクトル結合

Image + Multi levels

– 画像 + 航空写真全レベル

• MKL、単純ベクトル結合

位置情報付き画像の実験カテゴリ

海岸

山

道路

鉄道

航空写真から
見える

航空写真から見える

至る所に存在する
社会基盤

至る所に存在する社会基盤

神社

建築物としての
物体

建

の物体

景色

広い範囲を
撮影したもの

広い範囲
撮影したもの

ランダムな画像

100枚のpositive画像と100枚のnegative画像を手動で選択



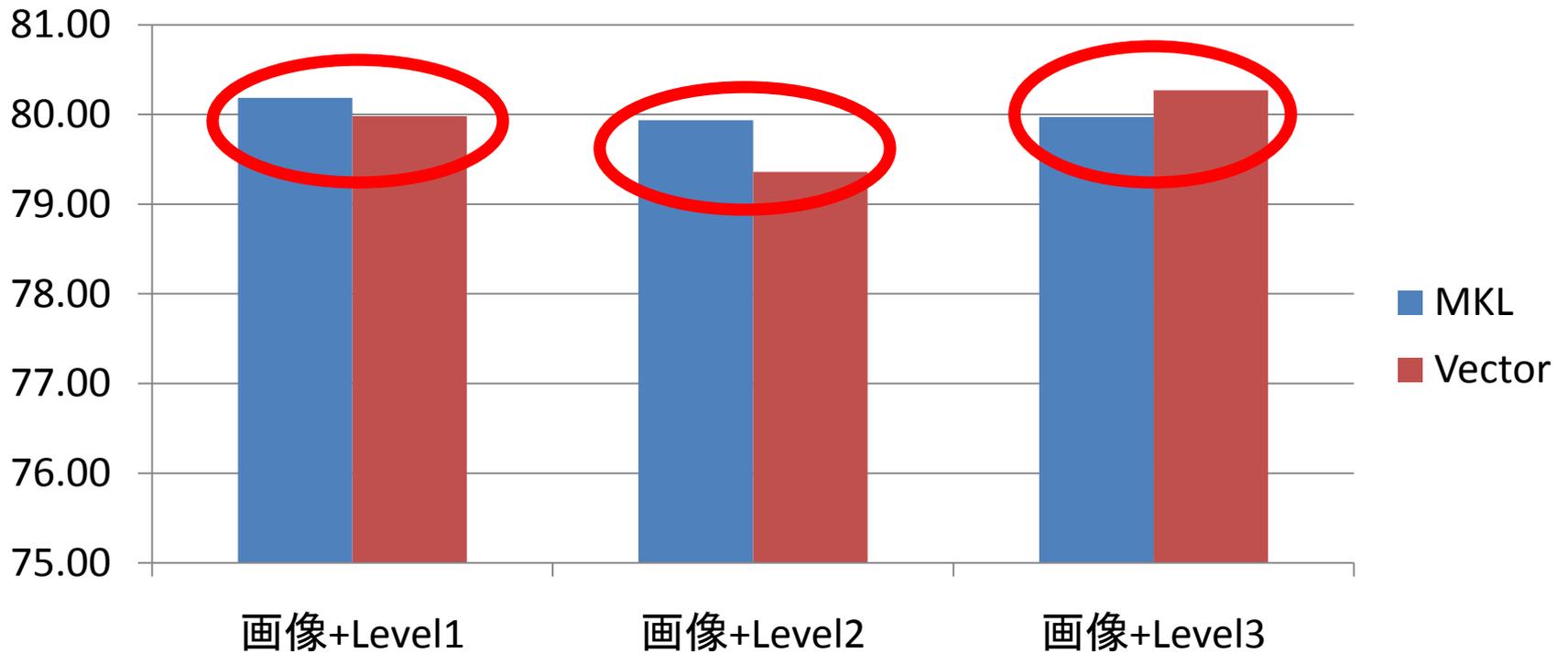
Mountain



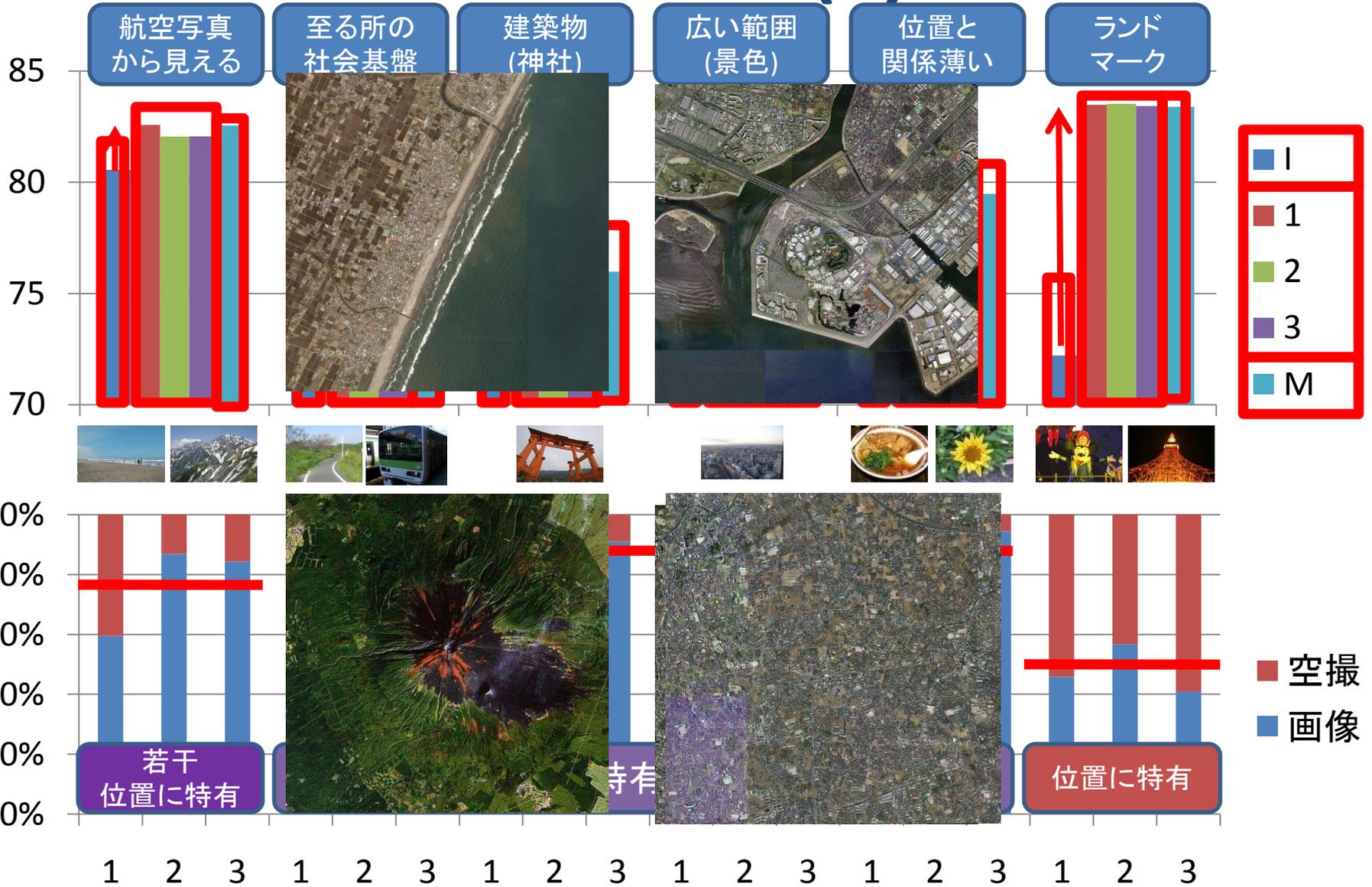
Not mountain

実験結果 (1)

全カテゴリの平均



実験結果(2)



結論

- 航空写真の利用の可能性を確認
 - 重みとベースラインとの比較を以て、航空写真が有効なカテゴリを定量的に確認

位置情報が有効

ディズニー
リゾート



東京タワー



位置情報が若干
有効

山



海岸



位置情報があまり有効でない

道路



鉄道



神社



景色



ラーメン



花



今後の課題

～ 周辺情報の利用 ～

