

# 色分布の類似度を用いた航空写真からのランドマーク抽出法

高岡 憲<sup>†</sup> 佐藤 哲司<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 筑波大学情報学群知識情報図書館学類 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

<sup>††</sup> 筑波大学大学院 図書館情報メディア研究科 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-mail: <sup>†</sup>s0711611@u.tsukuba.ac.jp, <sup>††</sup>satoh@slis.tsukuba.ac.jp

**あらまし** 歩行者ナビゲーションのユーザは、目印となるランドマークを実際の対象物と照合することで、不安を解消している。本研究では、ランドマーク領域と周辺領域の間で外見的特徴の類似度が低くなる特徴を用い、航空写真上での色分布の類似度を利用して、ランドマークとなる領域を抽出する手法を提案する。提案法によって、住宅街の中の畑など周辺から見て目印となる対象物をランドマークとして抽出できることを確認した。

**キーワード** ランドマーク抽出

## Landmark extraction method on aerophotographs using similarity of color histogram

Ken TAKAOKA<sup>†</sup> and Tetsuji SATOH<sup>††</sup>

<sup>†</sup> College of Knowledge and Library Sciences, School of Informatics, University of Tsukuba  
1-2 Kasuga, Tsukuba-shi, 305-8550, Japan

<sup>††</sup> Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba  
1-2 Kasuga, Tsukuba-shi, 305-8550, Japan

E-mail: <sup>†</sup>s0711611@u.tsukuba.ac.jp, <sup>††</sup>satoh@slis.tsukuba.ac.jp

**Abstract** The user of the pedestrian navigation is removing uneasiness by confirming a landmark and an actual object. We think that the degree of similarity of the color distribution decreases between the area that becomes a landmark and the area around the landmark, and extract the area that becomes a landmark by using the degree of similarity of the color histogram on the aerophotograph in the present study. We did the evaluation experiment of the proposal method by using an actual aerophotograph. As a result of the experiment, the landmark like unoccupied land in the residential area has been extracted from the aerophotograph by the proposal method.

**Key words** Landmark extraction

### 1. はじめに

#### 1.1 歩行者ナビにおけるランドマーク

近年、携帯端末での地図閲覧サービスの普及により、街中での歩行者ナビゲーションが可能になった。歩行者ナビゲーションのユーザは、地図上に提示された目印となるランドマークを、実際の対象物と照合することで不安を解消するとされている。このため、現在位置が把握しづらい地域では、地図と照合できるランドマークの存在が重要となる。

住宅街を対象とする地図では、公共性が高くラベル付けは容易な対象物が、地図上に提示されているという現状がある。しかし、これらの対象物の中には、ランドマークとして有用な特徴を持たないものがある。例えば、多くの住宅地図では、マンション名をランドマークとして提示しているが、住宅街ではマ

ンションはありふれた建造物なので、地図上と実際のマンションを正しく照合することが難しい。また同じ外見的特徴を持つ対象物でも、周辺の状況により、ランドマークとして適しているかは変わってくる。例えば、空き地や畑は、建物の密集した都市部では、ランドマークとして有用だと考えられるが、郊外では、個々の畑を識別することは難しく、ランドマークとしては有効でない。

このため、有用なランドマークの抽出手法が求められる。しかし、対象物に付けられたラベルを用いた、ランドマークの抽出手法では、住宅街での畑や林、田園地帯での民家といった、有用なランドマークが、抽出困難な場合がある。このため、新たな観点からランドマークを抽出し、地図上に提示する手法が求められている。

## 1.2 本研究の目的

本論文では、街中で有用なランドマーク抽出のために、航空写真からランドマークとなる領域を抽出する手法を提案する。本研究ではランドマークとなる対象物は、周辺の対象物との間に、類似の外見的特徴を持たないと仮定し、周辺とのテクスチャの差異を用い、ランドマークを抽出する。本手法では色分布の類似度を用いることで、ランドマークとなる対象物を、対象地域に関する事前知識なしに航空写真から抽出可能とする。

## 2. 関連研究

### 2.1 ランドマーク抽出の関連研究

地図におけるランドマーク提示の有用性について、以下のよう研究がある。Devlin と Bernstein [1] は、地理情報の提示に有効な手法について、研究を行った。この結果ランドマーク情報を追加した地図は、利用時の誤り頻度と、ユーザの提示手法に対する嗜好から、有用であると評価している。楯列ら [2] は、歩行者ナビゲーションにおける、ユーザの不安度の調査を行い、ユーザの不安度は、地図上に提示された構造物を、同定できることが重要である、という知見を得ている。

このように、ランドマークが歩行者ナビゲーションにおいて重要であるため、ランドマークの抽出手法について、さまざまな研究がなされてる。大佛 [3] は、既存の案内図で提示されているランドマークデータと、道路データから案内図を自動生成するモデルを構築した。また藤井ら [4] は、建築物の外周長・面積比と、構造物の種類を用いたランドマーク提示手法と、地図上での建物配置法を提案し、携帯端末向けに案内図をデフォルメした地図を生成した。しかし、これらの手法では、構造物の種類や、実際の案内図から定義された評価基準を用いるため、対象地域が変わると、評価基準の再定義が必要となる。

### 2.2 本研究の位置づけ

本研究では、評価基準の設定を、自動的に行うために、山本ら [5] の提案した、レア度画像を用いた画像の領域分割手法を応用し、ランドマーク抽出手法を提案する。山本らの手法は、教師データなしの画像の領域分割を目的とした手法である。この手法では、画像全体と画像の一部での特徴の発生頻度から、レア度を計算し、レア度を画素値としたレア度画像に対して、閾値を設けることで画像分割を行っている。しかし、山本らの手法では、抽出する航空写真の中に飛び地があると、飛び地部分の評価が、元となる領域の評価の影響で不正確となる。これに対して、本研究では、画像の一部とその周辺の特徴の発生頻度から、局所的にレア度を計算することで、この問題を回避できるようにする。

## 3. 提案手法

本章では 3.1 で作成する抽出手法の概要について述べ、3.2 で、本研究で用いる、山本らの提案したレア度を局所的に求める、局所レア度画像について説明する。

### 3.1 手法の概要

本手法での、ランドマーク抽出の過程を、図 1 に示す。本手法では、ランドマークを抽出したい地域の航空写真から、局所

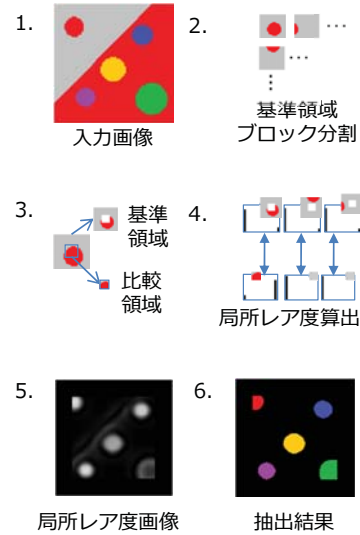


図 1 ランドマーク抽出過程

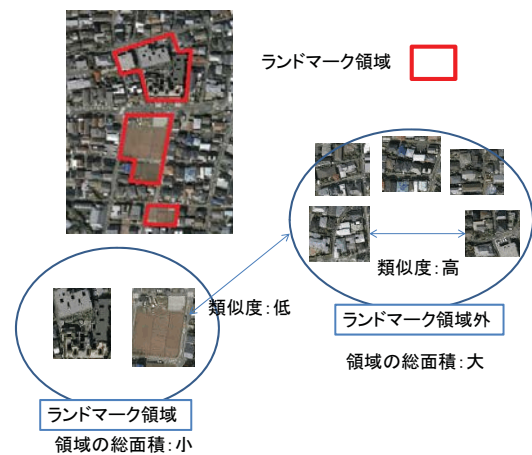


図 2 ランドマークになる領域とその他の領域の比較

レア度画像を生成し、ランドマーク抽出を行う。ユーザは、抽出する航空写真をプログラムに与え、基準領域ブロックと比較領域のサイズ、使用する色特徴を設定する。まず、プログラムは、与えられた航空写真上で、対応する基準領域と比較領域の位置を決定する。基準領域・比較領域設定では、与えられた航空写真を、基準領域と比較領域を合わせた領域である、基準領域ブロックに分割する。その後、各基準領域ブロック内部での、比較領域と基準領域の位置を設定することで、基準領域と比較領域の位置が決定できる。次に、比較領域と、基準領域の色特徴の頻度分布から、局所レア度を計算する。計算した局所レア度を、元画像の対応する画素の値にして、局所レア度画像を生成する。最後に、生成された局所レア度画像に対して、二値化処理を行い、局所レア度の高い領域を、ランドマークとして抽出する。

### 3.2 ランドマーク抽出に適した局所レア度画像の提案

ランドマークとなる領域と、ならない領域の比較を、図 2 で示す。ランドマークとなる領域と、ならない領域を比較すると、次のことが言える。まず、ランドマークとして有用でない領域同士の類似度は、ランドマークとなる領域と、ならない領域の

間の類似度より高くなる。また、ランドマークとならない領域は、ランドマークとなる領域に比べ、画像中で広い面積を占めている。この比較結果をまとめると、画像中の多くの部分を占める、類似度が高くランドマークとして有用でない領域の間に、類似度の低いランドマークとなる領域が存在するといえる。このため、ランドマークとなる領域は、画像中で特異な特徴を持ち、独自性が高くなる。そこで、画像中の独自性の高い領域を抽出する、レア度画像を応用して、ランドマークを抽出を行う。

レア度画像とは、画像全体をブロック分割し、各ブロックの画像中での独自性の高さを、画素値にした画像である。独自性の高さを、レア度と呼び、算出対象のブロックと、画像中の算出対象ブロック以外の部分の類似度から算出される。生成されたレア度画像に対して、二値化処理を行うことで、レアでない領域と、レアな領域を分割できる。レア度画像では、画像中に多く存在する特徴は、レア度が低くなる。レア度画像を、航空写真で生成すると、ランドマークとならない領域は、独自性の低い領域なので、レア度が低く、抽出されず、一方、ランドマークとなる領域は、写真中で独自性の高い領域であるため、レア度が高くなり抽出される。

しかし、レア度画像を用いて、ランドマーク抽出を行うと、対象物の比較対象となる、周辺領域が、抽出に用いる航空写真全体となるため、次のような問題が発生する。市街地と田園地帯の境界や、巨大な公園といった、広い領域の間で外見的特徴の変化がある写真では、広い領域の、ランドマークとして抽出される。しかし、このような大きな領域をランドマークとすると、ランドマークと対象物を照合できても、対象物が大きいいため、現在位置を絞り込みきれなくなる。また、このような写真では、広い領域と同じ特徴を持つ領域が、飛び地的に存在する場合、飛び地部分が大きな領域の評価に影響され、抽出されない場合がある。たとえば、市街地内部に農地が存在すると、周辺に農地らしい外見的特徴を持つ対象物が無いのでランドマークとして有用であると言える。しかし、市街地と田園地帯の境界を含む航空写真に、このような農地が存在すると、田園地帯の領域と同じ特徴を持つため、田園地帯の領域が低い評価を受けると、市街地の農地も低い評価となってしまふ。

この原因は、ランドマークとなる領域の比較対象となる、周辺の領域のとり方が、適切でないためだと考えられる。そこで、広い領域の境界付近や、飛び地となる領域での、問題を解消するために、比較領域と比べる、周辺の領域部分を、画像全体からブロック周辺にした、局所レア度画像を用いた抽出手法を提案する。

局所レア度画像では、山本らのブロックにあたる部分を、比較領域、比較領域周辺の領域を、基準領域、基準領域と、比較領域を合わせた領域を、基準領域ブロックと呼ぶ。局所レア度画像では、まず画像を基準領域ブロックに分割する。その後、基準領域ブロックごとに、比較領域と、基準領域に分割し、比較領域と基準領域の類似度を求めることで、局所レア度を算出する。

### 3.3 局所レア度画像の生成法

ここでは、図3の疑似コードを用いて、局所レア度画像の生

```
1 Mat search_land(Mat search_img, int comp_edge, int std_edge, Hist_propaty use_channel) {
2
3     // ブロック分割
4     Size std_block_size
5     std_block_size.height = std_edge;
6     std_block_size.width = std_edge;
7
8     Size comp_size
9     comp_size.height = comp_edge;
10    comp_size.width = comp_edge;
11
12    Rect comp_area_rect((std_edge-comp_edge)/2, (std_edge-comp_edge)/2, comp_size);
13
14    Mat comp_mask=Mat::zeros(std_block_size, CV_8UC1);
15    Mat comp_center(comp_mask, comp_area_rect);
16    comp_center=Scalar(1);
17
18    Mat std_mask=Mat::ones(std_block_size, CV_8UC1);
19    Mat std_center(hist_mask, comp_area_rect);
20    std_center=Scalar(0);
21
22    cv::Size search_area( search_img.width-std_edge+1, search_img.height-std_edge+1);
23    //(ブロック分割終わり)
24
25    //結果の保存用行列=極所レア度画像となる行列準備
26    Mat dst_img=Mat::zeros(search_img.size());
27
28    Rect roi_dst(std_edge/2, std_edge/2, search_area);
29    Mat tmp_dst(dst_img, roi_dst);
30    //極所レア度画像となる行列準備完了
31
32    //分割したブロックそれぞれのレア度計算
33    Rect std_area_rect(0, 0, std_block_size);
34    for(int j=0; j<search_area.height; ++j) {
35        for(int i=0; i<search_area.width; ++i) {
36
37            roi_rect.x = i;
38            roi_rect.y = j;
39            Mat std_area(search_img, std_area_rect);
40
41            calcHist(&std_area, std_mask, std_hist, use_channel);
42            calcHist(&std_area, comp_mask, comp_hist, use_channel);
43
44            //レア度計算
45            tmp_dst.at<float>(j, i) = 1-compareHist(comp_hist, std_hist, CV_COMP_CORREL);
46        }
47    }
48    //レア度計算完了
49    return dst_img;
50 }
```

図3 局所レア度画像生成の疑似コード

成過程を説明する。この図に示す関数 `search_img` は、抽出対象の画像の行列 `search_img`、比較領域の一辺の長さ `comp_edge`、基準領域ブロックの一辺の長さ `std_edge`、使用する色特徴でのヒストグラムの設定 `use_channel` を引数に取り、局所レア度画像を返す。

#### 3.3.1 基準領域と比較領域の設定法

3-23行では、基準領域ブロックの、画像上での配置と、基準領域ブロック内での、基準領域と比較領域の分割を行う。これにより、画像上での比較領域と基準領域の配置と大きさを決定する。まず、基準領域ブロックと比較領域の大きさを、4-10行で設定する。次に、12行で基準領域ブロック上での、比較領域の領域を指定する。比較領域には、基準領域ブロック中央の  $comp\_edge \times comp\_edge$  の、正方形の領域が指定される。その後、14-20行で、比較領域と基準領域の、分割用マスクを生成する。このマスクを、局所レア度計算の際に、計算する基準領域ブロックに適用することで、基準領域ブロック内を分割できる。最後に、22行で、基準領域ブロックの配置を決定する。基準領域ブロックは、抽出対象の画像を埋め尽くすように、1ピクセルづつずらして配置される。この結果、抽出元の画素数  $M \times N$  の画像上に  $(M - std\_edge + 1) \times (N - std\_edge + 1)$  個のブロックが配置される。



### 3.3.2 局所レア度と元画像の対応付け

25-30 行では、計算した局所レア度が、画像上の適切な画素に格納されるように対応付けを行い、局所レア度画像となる行列を準備する。ここでは、26 行で用意した、抽出画像と同じサイズの行列上で、比較領域の中心座標に合わせるように、基準領域ブロックの配置行列を置くことで、位置合わせを行っている。

### 3.3.3 局所レア度算出

25-47 行では、各基準領域ブロックを読み込み、局所レア度を算出する。まず、33 行で、基準領域ブロックの初期位置を設定する。

37-39 行で算出する基準領域ブロックに位置合わせを行い、基準領域ブロックに対応する画像データを読み込む。41-42 行で、3.3.1 で作った基準領域と比較領域のマスクを、基準領域ブロックに適用し、マスクされていない部分の頻度分布を取得することで、比較領域と基準領域それぞれの頻度分布を取得する。45 行で、得られた頻度分布布同士の相関を 1 から引いた値を求め、局所レア度として、3.3.1 で設定した、元画像に対応した位置の画素値に格納する。

$$rare(H_s, H_c) = 1 - \frac{\sum_{I=1}^N (H_s(I) - \bar{H}_s)(H_c(I) - \bar{H}_c)}{2 \sqrt{\sum_{I=1}^N (H_s(I) - \bar{H}_s)^2 \sum_{I=1}^N (H_c(I) - \bar{H}_c)^2}} \quad (1)$$

本手法での局所レア度は 0 から 2 の範囲をとる。

## 4. 評価実験

### 4.1 実験の概要

実験では、人手で抽出したランドマーク領域データと、抽出対象の航空写真の組を用意する。まず、実験システムは、航空写真から、局所レア度画像と、レア度画像を生成する。局所レア度画像は、使用する色特徴量と、切り出す基準領域ブロックの大きさが異なる、画像を生成する。レア度画像では、使用する色特徴のみ変更して、画像生成を行う。これらの生成された画像に対して、抽出の閾値を変化させながら、レア度画像を用いたランドマーク抽出と、局所レア度画像を用いたランドマーク抽出を行う。その後、閾値処理により、二値化された抽出結果のデータと、人手での抽出結果の中に、注目領域を設定し、領域中の一致したピクセル数から、精度、再現率、F 値を求める。

抽出結果の非 0 の値が格納されたピクセルを抽出されたピクセルとして、精度、再現率は以下のように定義する。

$$\text{精度} = \frac{(\text{正解データ:抽出}) \text{ かつ } (\text{抽出結果:抽出}) \text{ のピクセル数}}{(\text{抽出結果:抽出}) \text{ ピクセル数}} \quad (2)$$

$$\text{再現率} = \frac{(\text{正解データ:抽出}) \text{ かつ } (\text{抽出結果:抽出}) \text{ のピクセル数}}{(\text{正解データ:抽出}) \text{ ピクセル数}} \quad (3)$$

今回実験では画像の生成に用いる色特徴量は、HSV 表色系での各チャンネルである、H 軸 (色相軸)、S 軸 (彩度軸)、V 軸 (輝度軸) の中から、1 軸を選択し用いた。局所レア度画像の比較領域、レア度画像のブロックの一辺の長さは、20 ピクセル、基準領域ブロックの一辺の長さは、60 ピクセルから 600 ピクセルまで 60 ピクセル刻みで設定した。また、注目領域は、最



(a) 航空写真



(b) 人手での抽出結果

図 4 市街地 2 m/pix



(a) 航空写真

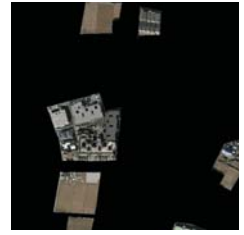


(b) 人手での抽出結果

図 5 市街地 1 m/pix



(a) 航空写真



(b) 住人手での抽出結果

図 6 市街地 0.5 m/pix

も抽出可能な範囲の狭い、基準領域ブロックサイズ 600 ピクセルのときの、局所レア度が算出される領域とした。

抽出対象の航空写真は、市街地の航空写真として東京都世田谷区の、郊外の航空写真として茨城県筑西市の、縮尺 2m/ピクセル、1m/ピクセル、0.5m/ピクセルの航空写真から中心点が同じ 1200 × 1200 ピクセルの領域を取り出し用いた。

## 4.2 結果

### 4.2.1 市街地の結果

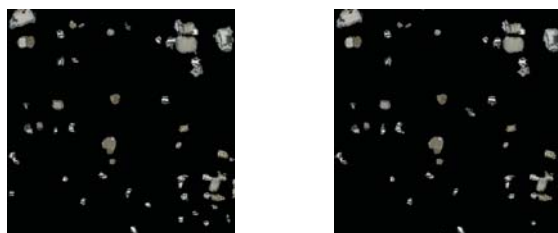
市街地の航空写真として、図 4(a)、図 5(a)、図 6(a) の航空写真を対象に、抽出を行う。この写真の地域は、一軒家や小規模なマンションからなる市街地の中に、畑や、公園、校庭といった建物のない場所が点在している。図中の枠線の内側部分の、注目領域を切り出し、ランドマークとなりそうな領域を人手で抽出した結果が、図 5(b) のようになる。この地域で人手で抽出されたランドマークの面積は、1000m<sup>2</sup>～3500m<sup>2</sup> の対象物が中心となっている。

実験で記録した、閾値を変化させたときの F 値の変動をグ

ラフにまとめると、図 7 から図 9 となる。これらのグラフは、横軸が、抽出に用いた局所レア度画像の閾値、縦軸が、F 値となる。これらのグラフをみると、基準領域のサイズが大きくなるにつれ、抽出結果の曲線が収束する傾向がみられる。またこの傾向は、基の写真の縮尺が大きくなるほど、強くなる。縮尺 0.5m/ピクセルの場合、図 9(c) や図 9(a) では、基準領域サイズが一辺 600 ピクセルの時点でも、グラフの収束が見られない。縮尺 1m/ピクセルの場合では、基準領域サイズが一辺 300 ピクセル以降で、ほぼ同じ曲線となる。縮尺 2m/ピクセルの場合では、基準領域サイズが一辺 180 ピクセル以降で、ほぼ同じ曲線となり、今回実験した 3 種類の縮尺の中で、最も小さい基準領域サイズの時点で、収束する傾向が見られる。

レア度による抽出結果の曲線と比較すると、局所レア度とレア度による抽出結果の曲線は、市街地での抽出ではほぼ同じ結果となっている。

縮尺ごとに抽出に用いる特徴軸をみると、軸を各縮尺での最高値は、局所レア度、レア度いずれの手法を用いた場合でも、縮尺 2m/ピクセルのときは V 軸、縮尺 1m/ピクセルと 0.5m/ピクセルのときは S 軸で記録された。また H 軸による抽出結果では、縮尺が大きくなると、他の軸に比べ結果が悪くなる傾向が見られた。



(a) 局所レア度画像の抽出結果 (b) レア度画像の抽出結果

図 10 市街地 2m/pix の抽出結果

抽出結果の例として、図 10 の、縮尺 0.5m/ピクセルでの、S 軸を特徴量として用いた場合で F 値が最も高くなったの抽出結果を示す。まずこの抽出結果をみると、レア度、局所レア度いずれの手法を使った場合でも大きな差が見られないことが分かる。抽出結果で抽出された対象物に含まれる、

図 10 の抽出領域と図 6(b) で人手により抽出した領域に比較すると、着目領域中に存在した、畑の領域については、全て抽出されている。一方で、写真中央の複雑な形状のマンションや、中央右上の似たような色と形を持つ建物群は、うまく抽出されていない。

図 10 で抽出されたが、人手での抽出の際にはランドマークとしなかった領域をみると、色のついた屋根を持つ民家が多く抽出されている。

#### 4.2.2 郊外の結果

郊外の航空写真として、図 11(a)、図 12(a)、図 13(a) の航空写真を対象に、抽出を行う。この写真の地域は、中央に農地が



(a) 航空写真 (b) 人手での抽出結果

図 11 郊外 2 m/pix



(a) 航空写真 (b) 人手での抽出結果

図 12 郊外 1 m/pix



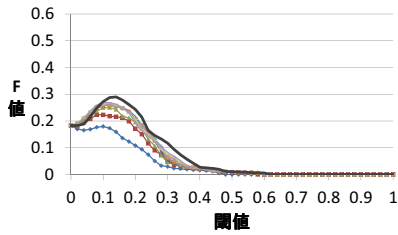
(a) 航空写真 (b) 人手での抽出結果

図 13 郊外 0.5 m/pix

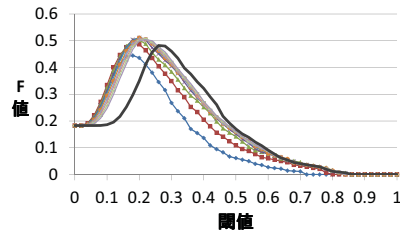
広がり、西側に河川。東側の周辺部に、集落が存在している。また図 11(a) 写真には、写真を合成した境界が混じっており、写真中の川から左側が全体的に緑がかった。図中の枠線の内側部分の、注目領域を切り出し。ランドマークとなりそうな領域を人手で抽出した結果が、図 5(b) のようになる。この地域で人手で抽出されたランドマークの面積は、縮尺 2m/ピクセルの場合とその他の場合で大きく異なり、縮尺 0.5m/ピクセルと 1m/ピクセルの場合は、 $1000m^2 \sim 3500m^2$  の対象物が中心となり、縮尺 2m/ピクセルの場合では  $10000m^2 \sim 20000m^2$  の対象物が中心となっている。

実験で記録した、閾値を変化させたときの F 値の変動をグラフにまとめると、図 14 から図 16 となる。これらのグラフは、横軸が、抽出に用いた局所レア度画像の閾値、縦軸が、F 値となる。これらのグラフのうちで、縮尺 0.5m/ピクセルで S 軸を用いて抽出した場合と、縮尺 2m/ピクセルで H 軸を用いた場合に、局所レア度による抽出結果が、レア度による抽出結果を上回る結果となった。一方で、縮尺 1m/ピクセルで V 軸を用

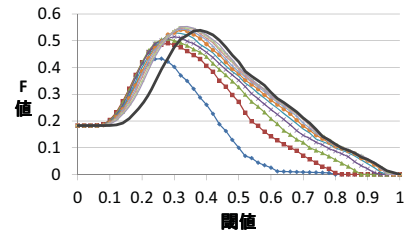
基準領域60 基準領域120 基準領域180 基準領域240  
 基準領域300 基準領域360 基準領域420 基準領域480  
 基準領域540 基準領域600 基準領域レア度



(a) H 軸 F 値グラフ

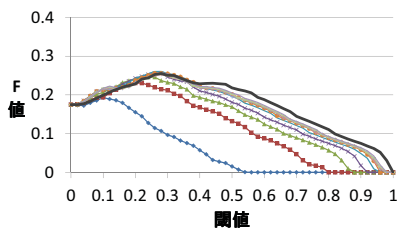


(b) S 軸 F 値グラフ

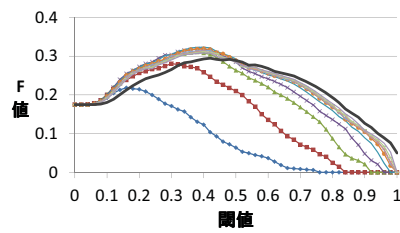


(c) V 軸 F 値グラフ

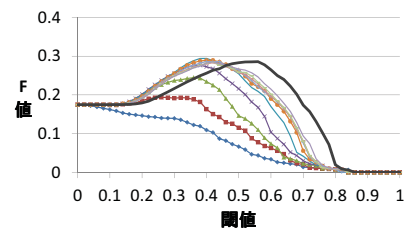
図 7 市街地 2m/pix の F 値グラフ



(a) H 軸 F 値グラフ

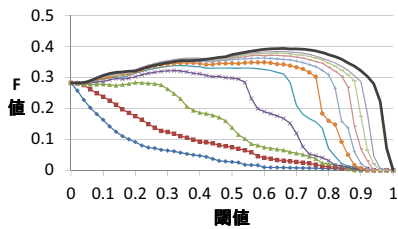


(b) S 軸 F 値グラフ

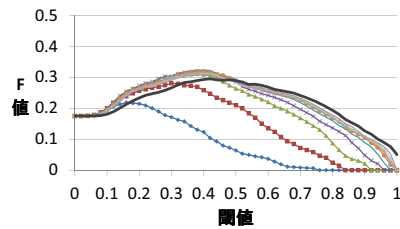


(c) V 軸 F 値グラフ

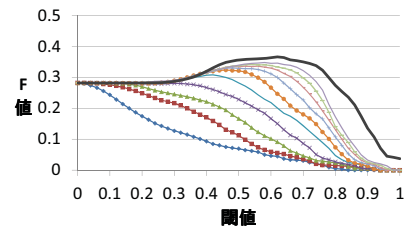
図 8 市街地 1m/pix の F 値グラフ



(a) H 軸 F 値グラフ



(b) S 軸 F 値グラフ



(c) V 軸 F 値グラフ

図 9 市街地 0.5m/pix の F 値グラフ

いた場合では、レア度による抽出が局所レア度による抽出より良い結果が得られている。

全体をみると、郊外での抽出結果では、市街地を対象とした抽出に比べ、縮尺が大きくなったときに収束が強くなる傾向は見られなかったが、基準領域のサイズを 300 ピクセルとした時点で。

局所レア度による抽出結果がレア度による抽出結果を上回った、縮尺 2m/ピクセルの H 軸での抽出結果を図 17 で示す。まずこの結果をみると、レア度による抽出では、この地域でランドマークとして扱うには不適切な、畑の領域が、局所レア度による抽出に比べ明らかに広く抽出されている。また着目領域外での抽出結果をみると、レア度画像では、写真上の写真を合成

した境界の左側が全て抽出されている。一方、局所レア度画像では境界線周辺では抽出物が多くみられるものの、川の左側では、建物や林の部分のみが抽出されている。

## 5. 考 察

今回の実験では、レア度画像を用いて、ランドマークとなる領域を抽出することには成功した。しかし、レア度画像の手法を基に改変した、局所レア度画像を用いた領域抽出法を用いても、図 7 から図 9 と、図 14 から図 16 のグラフで示されたように、多くの場合、レア度画像による抽出結果と同じような抽出結果となり、局所レア度画像を用いた抽出手法が、レア度画像を用いた抽出手法より優れているとはいえないと考えられる。

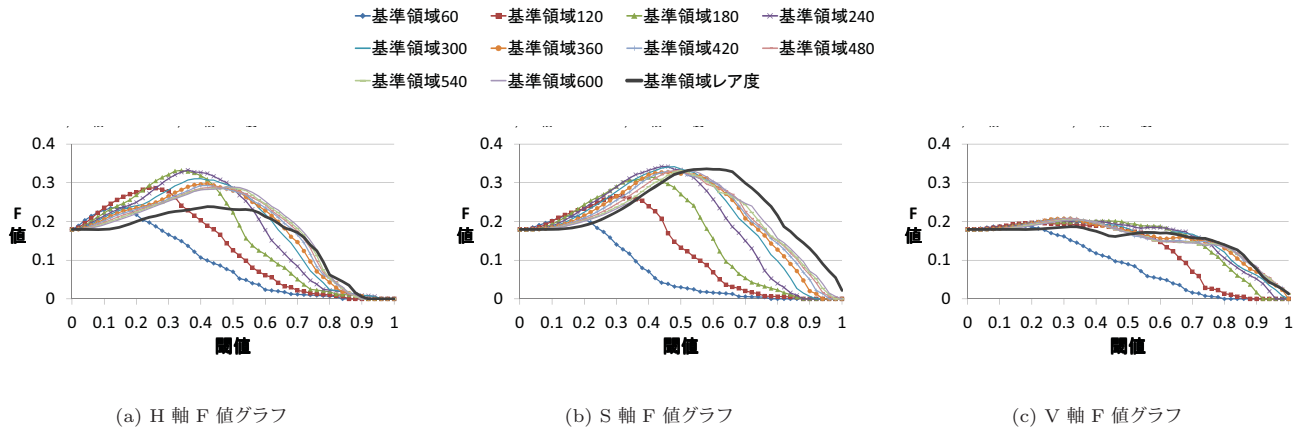


図 14 郊外 2m/pix の F 値グラフ

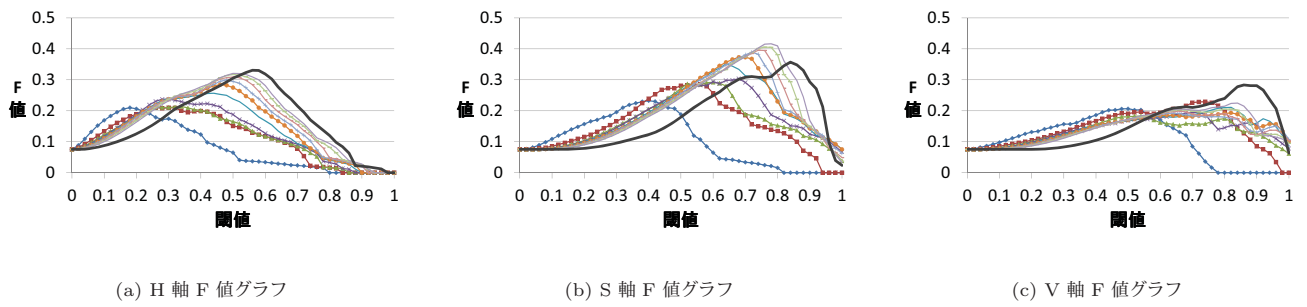


図 15 郊外 1m/pix の F 値グラフ

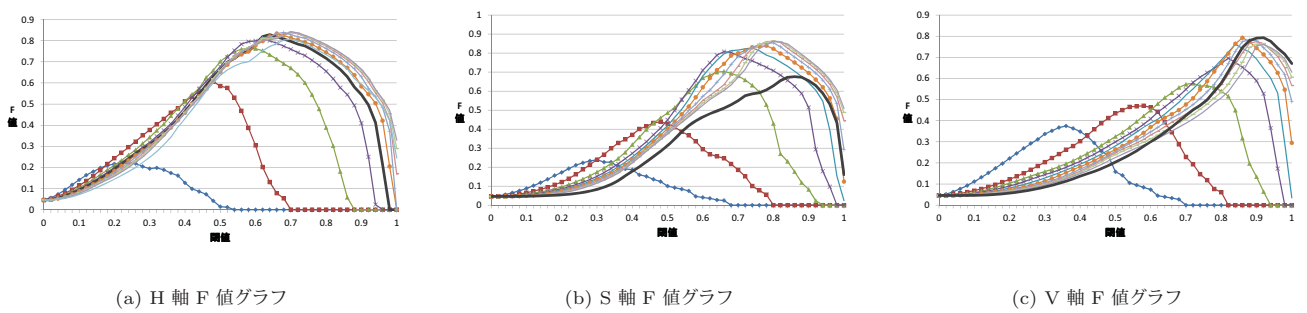
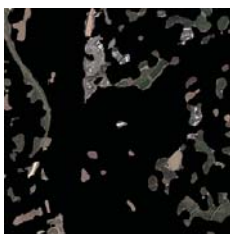
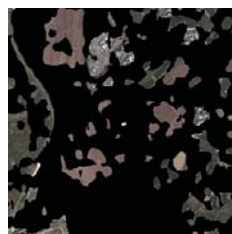


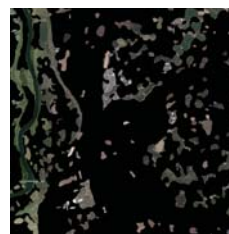
図 16 郊外 0.5m/pix の F 値グラフ



(a) 極所レア度画像の抽出結果



(b) レア度画像の抽出結果



(a) 極所レア度画像の抽出結果



(b) レア度画像の抽出結果

図 17 郊外 0.5m/pix H 軸での抽出結果

図 18 郊外 0.5m/pix H 軸での比較できる領域全域での抽出結果



個々の結果をみると、市街地に対する抽出結果をみると、市街地で特に有効なランドマークとなると考えられる、畑や空き地が正しく抽出されているため、有用だと考えられる。また写真上での色分布を調べると、分布のパターンが場所により大きく変化することはなかった。このため局所レア度を用いても、レア度とほぼ同じヒストグラムが基準となり、レア度と局所レア度の結果に大きな差がなくなったものと考えられる。

郊外での抽出では、縮尺 2m/ピクセルの H 軸での抽出結果のような、局所レア度による抽出結果が、レア度による抽出結果を上回る結果が見られた。この結果に大きな影響を与えたと考えられる、図 17(a) の抽出結果の抽出された畑の領域を抽出元の画像で見ると、畑の領域中で緩やかに色が変化して、色の濃くなった部分が抽出されていることが分かった。また、抽出結果左端の写真を合成した境界の左側にあたる領域では、局所レア度では抽出が行われているが、レア度を用いた場合は、全域でレア度が高くなり、ランドマーク抽出としては不適切な結果となった。これらの結果の原因は、レア度による抽出手法の方が基準となる領域の面積が広い点にあると考えられる。局所レア度では、基準領域を、レア度を比較領域周辺に限定することで、レア度を用いる場合に比べて、基準領域に対してある程度大きい対象物があると、基準となるヒストグラムと、比較対象のヒストグラムの類似度が高くなり、得られる局所レア度が低くなるという特徴が現れる。この効果により、広くゆるやかな変化だった畑の領域や、全体が緑がかった合成した境界の左側が適切に抽出されたのだと考えられる。

各軸の結果を全体でみると、S 軸による抽出が、高い F 値となっている場合が多い。また、S 軸での抽出結果を見ると、色つきの屋根の家といった、比較的照合しやすい対象物が、抽出されていた。このため S 軸を用いて抽出することが適切と考えられる。

## 6. 結 論

本論文では、航空写真上からランドマークを抽出する手法として、局所的な色特徴量の類似度を用いた、局所レア度画像によるランドマーク抽出手法を提案した。実験により、レア度を用いた抽出手法が有効の有効性は確認し、局所レア度を用いた抽出手法についての知見を得た。彩度を色特徴量として用い、よい抽出結果が得られることを確認した。

今後の課題として、抽出結果の地図への提示手法がある。

## 謝 辞

本研究の一部は科研費（21500091）の助成を受けたものである。ここに記して謝意を示す。

## 文 献

- [1] A. Devlin and J. Bernstein. Interactive wayfinding: Use of cues by men and women. *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 15, No. 1, pp. 23–38, 1995.
- [2] 楯列哲也, 松下大輔, 宗本順三. 携帯電話歩行者ナビゲーションシステムによる経路探索行動の不安度の変化. 日本建築学会計画系論文集, No. 608, pp. 59–64, 2006-10-30.
- [3] 大佛俊泰. 歩行経路案内図生成のための地図構成要素抽出モデルについて. 日本建築学会計画系論文集, No. 593, pp. 117–122,

2005-07-30.

- [4] 藤井憲作, 杉山和弘. 携帯端末向け案内地図生成システムの開発 (特集: モバイルコンピューティング). 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 9, pp. 2394–2403, 2000-09-15.
- [5] 山本明史, 藤原孝幸, 橋本学, 舟橋琢磨, 興水大和. レア度画像を用いた教師なし領域分割法の提案: レア度の発生頻度分布の傾向 (セッション 5, サマーセミナー (若葉研究者の集い)). 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 33, No. 34, pp. 73–76, 2009-08-27.