

多人数による携帯カメラ撮影を利用した 現場状況サマリー作成に関する研究

福原 遼[†] 石塚 宏紀[‡] 岩井 将行[‡] 木實 新一^{††} 瀬崎 薫^{††} 戸辺 義人[†]

東京電機大学 未来科学部[†] 東京大学 生産技術研究所[‡] 東京大学 空間情報科学研究センター^{††}

1. はじめに

近年、高性能カメラ、GPS 受信機、地磁気センサ等を搭載する携帯電話が普及し、位置や方向といった撮影時の情報を伴った写真をいつでも容易に撮影可能となった。また、携帯電話網の発展により、撮影された写真は、ネットワークを通して瞬時に共有可能となった。特に、災害現場において、携帯電話カメラにより撮影された写真は、救助や避難誘導における現場状況の把握に有益な情報となる。しかしながら、多人数により撮影された膨大な写真から現場状況を迅速に把握することは困難である。そこで我々は、携帯電話を用いて多人数によって撮影された膨大な写真から現場状況を的確に把握可能な写真サマリー作成システムを提案する。本稿は提案システムの設計及びプロトタイプ実装について述べる。

2. 研究課題

現在、被災状況把握は、巡視点検を基本としているため、救助や避難誘導の初動に遅れが生じる。そこで我々は、被災現場にいる人々の携帯電話によって撮影された写真から現場状況を迅速に把握するシステムを提案する。しかしながら、提案システムの実現に向けて以下の課題が生じる。

課題 1: 現場写真クラスタの生成

多人数により撮影された膨大な写真の位置情報を利用し、各写真を現場写真クラスタに分割する。

課題 2: 現場状況サマリーの生成

被災現場クラスタ内の写真群から現場状況を迅速に把握可能な写真を選択したサマリーを生成する。

3. システム設計

本システムは、図 1 のように携帯電話で撮影された現場写真と撮影情報を収集する機構と収集したデータを基に現場状況サマリー作成する機構の 2 つで構成される。前者は、既存研究であるきととき写真システム^[1]を利用する。きととき写真システムは、写真を撮影した瞬間に、撮影時の撮影時間、位置情報、方向情報を伴って写真をサーバに送信するシステムである。

A Photo Summarization Method to Grasp Situations of a Disaster Area using Mobile Phones

Ryo FUKUHARA[†], Hiroki ISHIZUKA[‡], Masayuki IWAI[†], Shinnichi KONOMI^{††}, Kaoru SEZAKI^{††}, and Yoshito TOBE[†]

[†]School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

[‡]Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

^{††}Center of Spatial Information Science the University of Tokyo

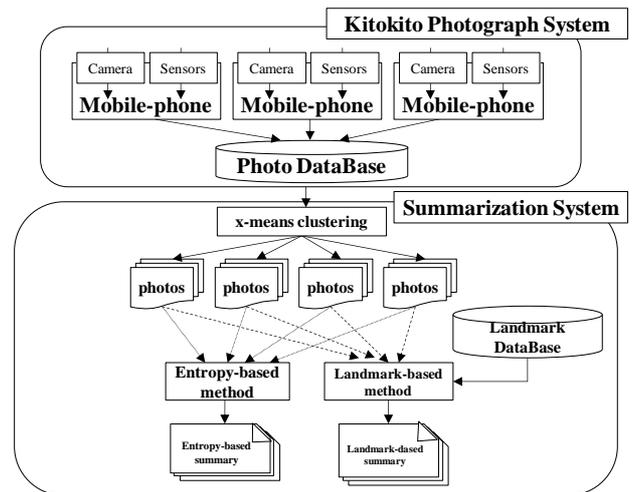


図 1: システム構成図

4. 提案手法

我々は、多人数の携帯電話から収集した写真から現場状況サマリーを作成するために 2 種類の課題を抽出した。本章では、2 種類の課題を解決する手法を提案する。また、本提案手法では写真サマリーの総枚数をあらかじめ決めておくことを前提としている。

4.1. 現場写真クラスタ生成手法

本システムにおいて、写真撮影者は、被災現場の写真を撮影することを前提としている。そのため、位置情報を伴った収集した写真を、2 次元平面上に写真を展開すると、被災現場ごとに分類可能となる。そこで、我々は、撮影時の緯度、経度を利用して写真を分類することで、現場写真クラスタを生成した。被災現場の数を分類前に特定できないため、我々は、分類手法として X-means 法^[2]を利用した。

4.2. 現場状況サマリー生成手法

現場写真クラスタ内の写真群から現場状況を迅速に把握可能な写真を選択する手法として 2 種類の方法を考える。

4.2.1. ランドマークに基づいたサマリー生成手法

本手法は、被災現場となりうるビルや橋などのランドマークを予め把握しておくことによって、現場写真クラスタ内からランドマークの全体像を正確に捉えた写真を選択する。ランドマーク情報は、ランドマーク i の緯度経度情報 lat_i, lon_i 、正面となる方向上方 θ_i 、

```

1. Input: landmarkList, photosList
2. Output: ランドマークに基づいたサマリー
   生成手法による写真の評価値
3. l: for  $i \leftarrow 0$  to number of landmark do
4.   flag  $\leftarrow$  true;
5.   //緯度経度をxy座標に置き換える
6.   point( $x_p, y_p$ )  $\leftarrow$  Convert( $lat_p, lon_p$ ) into Point( $x_p, y_p$ );
7.   //ランドマークの正面方向の単位ベクトルを求める
8.   landmarkFrontDirectionVector  $\leftarrow$  (1*cos $\theta_p$ , 1*sin $\theta_p$ );
9.   p: for  $j \leftarrow 0$  to number of photos do
10.    //写真とランドマークの方位の類似度を求める
11.    direction:
12.    photoValue  $\leftarrow$  0; // 写真の評価値の変数
13.    directionEvaluationValue  $\leftarrow$  0;
14.    //緯度経度をxy座標に置き換える
15.    point( $x_j, y_j$ )  $\leftarrow$  Convert( $lat_j, lon_j$ ) into Point( $x_j, y_j$ );
16.    line  $\leftarrow$  tan $\alpha_j$  + (point( $y_j$ ) - tan $\alpha_j$  * point( $x_j$ )); //方程式
17.    //ランドマークの座標と方程式の距離を求める
18.    distancePointandLine  $\leftarrow$  Distance(point( $x_p, y_p$ ), line);
19.    if  $r_j >$  distancePointandLine then
20.      flag  $\leftarrow$  false;
21.       $j \leftarrow j + 1$ ;
22.      goto p;
23.    ifEnd
24.    //写真の撮影方向ベクトルを計算する
25.    PhotoDirectionVector  $\leftarrow$  (point( $x_p, y_p$ ), point( $x_j, y_j$ ));
26.    innerProduct  $\leftarrow$  InnerProduct(
      LandmarkFrontDirectionVector, PhotoDirectionVector);
27.    directionEvaluationValue  $\leftarrow$  innerProduct /
      Distance(landmarkFrontDirectionVector)
      * Distance(photoDirectionVector);
28.    //ランドマークの正面方向単位ベクトルと写真の
29.    撮影方向ベクトルのcos $\theta$ を求める
30.    directionend
31.    //ランドマークが撮影画面全体に写るような
    撮影距離を求める
32.    optimumDistance:
33.    distanceEvaluationValue  $\leftarrow$  0;
34.    D'  $\leftarrow$  0 //最適距離の変数
35.    if  $h_j >$   $w_i$  then D'  $\leftarrow$  ( $w_i$  * 2 - 1.3) * ( $f_j / w_j$ );
36.    else D'  $\leftarrow$  ( $w_i$  * 2 - 1.3) * ( $f_j / w_j$ );
37.    ifend
38.    distanceEvaluationValue  $\leftarrow$  GaussianDistribution(
      D', Dicitance(point( $x_p, y_p$ ), point( $x_j, y_j$ )));
39.    optimumDistanceEnd
40.    photoValue  $\leftarrow$   $\alpha$  * directionEvaluationValue
      +  $\beta$  * distanceEvaluationValue;
41.     $j \leftarrow j + 1$ ;
42.    p End
43.     $i \leftarrow i + 1$ ;
44. l End

```

図 2: ランドマークに基づいたサマリー生成アルゴリズム

高さ h_i と幅 w_i とする。また、写真 j は、緯度経度情報 lat_j , lon_j , 撮影方向 α_j , 焦点距離 f_j , 撮影素子の高さ h_j と幅 w_j の情報を保持する。これらの変数を利用して、現場写真クラスタ内からランドマーク全体を正面

から撮影した写真を n 枚選択する。ランドマークに基づいたサマリー生成アルゴリズムの詳細を図 2 に示す。

4.2.2. 写真の情報量に基づいたサマリー生成手法

本手法は、写真における RGB 要素の平均情報量を用いて現場写真クラスタ内から写真を選択する。写真の RGB 要素の出現確率を計算する際、RGB の各値を m 段階に量子化する。写真 j の全画素数を N , i 番目の量子化レベルにある画素数を n_i としたときに、 i 番目の出現確率 p_{ji} は式 1 となる。写真 j の RGB 要素の平均情報量 H_j は、式 2 のように求めることができる。 H_j は写真 j に含まれる情報の豊富さを示しており、 H_j が高い値を示す写真を優先的に選択する。

$$p_{ji} = \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

$$H_j = - \sum_{i=1}^m p_{ji} \log_2 p_{ji} \quad (2)$$

5. プロトタイプ実装

きときと写真システムは Nexus One(Android OS 2.2) を使用し、撮影された写真と付加情報は 3G 回線を用いてサーバ(OS:CentOS5.4, DBMS:PostgreSQL8.3, データ受信プログラム開発言語:PHP5.3.2)に収集した。本システムは開発言語 Java SE 6 を使用し、X-means 法の実装には Weka3.6 を利用した。

6. 関連研究

青木, 米村等の研究^[3]は携帯電話を用いて災害時状況を収集している点では同一であるが、本研究では位置情報に加えて方位情報を用いることにより、特定地点の状況をより詳細に把握することが可能である。

7. おわりに

本研究では災害現場の状況把握を迅速に行うために、携帯電話カメラを用いた現場状況サマリーを作成するシステムを提案した。災害現場ごとのサマリーを作成するために現場写真クラスタを生成したのち、2 種類のサマリー生成手法を用いて、災害現場状況把握に適したサマリーを生成する。今後は、プロトタイプを用いて実験を継続し、多くのサンプルから最適なサマリー生成アルゴリズムを選択する。

参考文献

- [1] H. Ishizuka, M. Iwai, K. Sezaki, R. Fukuhara, S. Fukumoto, T. Nishimoto, S. Konomi, Y. Tobe, R. Shibasaki S. "Kitokito Photographs: Mobilephone Geo-coded Images with Sensor Information", Proc. of Int'l Symp. on GPS/GNSS, (2010).
- [2] D. Pelleg, A. Moore, "X-means: Extending Kmeans with Efficient Estimation of the Number of Clusters", Proc. of Int'l Conf. on Machine Learning, (2000).
- [3] 青木政勝, 米村俊一, 下倉健一朗 "GPS 携帯電話を用いた災害時情報共有システム" 情報処理学会研究報告. (ITS), pp.163-168, (2006).