

## 被災情報共有無線ネットワークの平常時利用: 適応的観光ルート推薦手法の提案と有用性確認実験

黒島 理礼<sup>†</sup> 村本 祥吾<sup>††</sup> 渡邊 貴弓<sup>††</sup> 浦上美佐子<sup>††</sup> 松野 浩嗣<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 山口大学理学部

<sup>††</sup> 大島商船高等専門学校情報工学科

<sup>†††</sup> 山口大学大学院理工学研究科

E-mail: <sup>†</sup>n021de@yamaguchi-u.ac.jp, <sup>††</sup>misako@oshima-k.ac.jp, <sup>†††</sup>matsuno@sci.yamaguchi-u.ac.jp

あらまし 我々はこれまで、地域の被災情報を共有する自律的無線 LAN システムを開発してきた。災害時に安定した運用ができるためには、平常時からこのシステムを運用しておく必要がある。災害対応情報と観光支援情報は互いに干渉しないため、平常時には観光スポット間の情報伝送にこのシステムを運用することができる。本稿では、旅行者の興味に適合した推薦観光ルートを、文字列アライメントアルゴリズムである Smith-Waterman 法により、訪問履歴を基に適応的に求める手法について述べる。さらに、このシステムを山口市内に設置した自律的無線 LAN システムに実装し、その有用性を確認するフィールド実験を行なったので、その結果についても報告する。

キーワード 自律的無線ネットワーク, 適応的観光ルート推薦, Smith-Waterman 法, フィールド実験

## A Usual Use of the Information Sharing Wireless Network System: A Proposal of Adaptive Sightseeing Routes Recommendation Method and an Experiment for its Availability Confirmation

Rirei KUROSHIMA<sup>†</sup>, Shogo MURAMOTO<sup>††</sup>, Kiyumi WATANABE<sup>††</sup>, Misako URAKAMI<sup>††</sup>, and  
Hiroshi MATSUNO<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Science, Yamaguchi University, Japan.

<sup>††</sup> Information Science and Technology Department, Oshima National College of Maritime Technology.

<sup>†††</sup> Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University, Japan.

E-mail: <sup>†</sup>n021de@yamaguchi-u.ac.jp, <sup>††</sup>misako@oshima-k.ac.jp, <sup>†††</sup>matsuno@sci.yamaguchi-u.ac.jp

**Abstract** We have developed an information sharing system using wireless network. In order to enable stable operation in a disaster situation, it is necessary to operate the system from normal situation. This system can be operated as an information transmission system among tourist spots in normal situation, because disaster information does not interfere with sightseeing information. This paper presents a new method of adaptive sightseeing routes recommendation based on visiting record of a tourist by using Smith-Waterman method. Moreover, we installed this system in a wireless network for experimentation in Yamaguchi city, and experimented its availability by a field experiment.

**Key words** wireless network, adaptive sightseeing route recommendation, Smith-Waterman method, field experiment

### 1. ま え が き

我が国は、プレート境界、環太平洋火山帯に位置しており、世界で発生するマグニチュード 6 以上の地震の発生回数の約 2

割、世界の活火山の約 7%を占めている [1].

災害発生時、被災地における被災者支援活動には被災地域住民の安否情報が必要となる。この情報は、遠方に住む被災者の親類、知人に必要とされるだけでなく、被災地域での特に救助活

動を必要とする地区の特定や救援物資を準備するための有益な情報となる。そのため、災害発生時には迅速かつ確実に被災者の安否情報を得る手段が必要となる。

そこで我々はこれまでに、被災者支援活動を効果的に支援するための新しい被災情報提供システムを開発してきた [2]。この中で、屋外通信実験による基本的な電波伝搬調査 [3] ののち、避難所間ネットワーク構築アルゴリズムの提案 [5] 及びその改良 [4] を行った。

災害時に安定した運用ができるためには、平常時からこのネットワークを運用しておく必要がある。さらに、平常時にも運用することで、無線機の導入・維持の費用対効果を高めるメリットがある。そこで、このネットワークの利用価値のある平常時利用のひとつとして、観光情報伝送を検討する。災害時には観光支援情報は伝送しないため、観光情報伝送を平常時利用として同システムに組み込むこめば、災害発生後即座に切り替えるシステムとすることができる。

観光では、予定していた観光ルートを移動中に、観光中の興味の変化により訪問する施設や順番が変化することがあり、観光客の満足のためには、その個人の興味の変化に応じて適応的に観光ルートを変更する必要がある。

そこで本研究では、観光地を文字、訪問順を文字列として扱い、文字列アライメントアルゴリズムである Smith-Waterman 法を用いて訪問履歴を基に観光地を推薦する手法を提案する。さらに、このシステムを山口市内に設置した自律的無線ネットワークに実装し、訪問履歴に応じて観光地が推薦されるか確認するフィールド実験を行ったので、その結果についても報告する。

## 2. 適応的観光ルート決定手法

観光地を文字として扱うことで、観光地の並びである訪問順は文字列とみなせる。従って、一般的な観光ルートと観光客の訪問履歴を文字列として扱うことができる。この文字列に対し、Smith-Waterman 法 [6] を用いて最良のアライメントを求めることで、観光中の興味の変化に応じて観光地を選出する。Smith-Waterman 法 (SW 法) は、異なる 2 つの文字列から、最適な類似部分を抽出するものである。

入力として、テキスト (text) と呼ばれる文字列  $\mathbf{T}$  とパターン (pattern) と呼ばれる文字列  $\mathbf{P}$  を与える。テキストとはあらかじめ作成された観光ルートで、パターンとは観光客の訪問履歴である。文字列  $\mathbf{T}$  と  $\mathbf{P}$  を、それぞれ  $\mathbf{T} = t_1 t_2 \cdots t_n$ ,  $\mathbf{P} = p_1 p_2 \cdots p_m$  と書くことにする。ただし、各  $t_j (1 \leq j \leq n)$  と  $p_j (1 \leq j \leq m)$  はそれぞれ異なる観光施設である。また、2 つの文字列  $\mathbf{T}$  と  $\mathbf{P}$  は、それぞれ配列  $\mathbf{T}[1:n]$  と  $\mathbf{P}[1:m]$  に格納されて与えられるものとする。

観光ルートの中で最大スコアをもつ位置を  $j_{max} (1 \leq j_{max} \leq n)$  とし、観光地  $\mathbf{T}[j_{max}]$  の次の観光地  $\mathbf{T}[j_{max} + 1]$  を次に訪れて欲しい観光地とする。このように適応的に次に訪れる観光地を推薦する。観光ルートを複数用意し、すべてに対して SW 法を用いてアライメントを求め、次に訪れてほしい観光地のリストを作成する。

### 2.1 具体例

観光地とそれに対応する文字が表 1 のように与えられる。これは山口市の主要観光施設である。観光ルートとして山口サビエル記念聖堂、山口市歴史民族資料館、山口大神宮、山口埋蔵文化財センター、山口市歴史民族資料館、山口情報芸術センター、瑠璃光寺の順番で訪問するものとし、観光客の訪問履歴が山口埋蔵文化財センター、山口市歴史民族資料館であるとする。この場合、テキストが  $\mathbf{T} = ACDBCHG$  となり、パターンは  $\mathbf{P} = BC$  となる。

SW 法により次のようにして推薦観光地を求める。

- (1) 文字列テーブルを作成し初期化を行い (図 1)
- (2) それぞれのセルにおけるスコアを計算 (図 2)
- (3) 最大スコアの位置から 0 となる地点までトレースバック (図 3) を行い、

部分文字列  $BC$  が抽出される。テキスト  $ACDBCHG$  の  $BC$  の次の文字は  $H$  なので、観光客にお勧めする次に訪れてほしい観光地は  $H$  の「山口情報芸術センター」となる。

表 1 観光地と文字

観光地	文字	観光地	文字
山口サビエル記念聖堂	A	ふるさと伝承総合センター	E
山口埋蔵文化財センター	B	山口県立美術館	F
山口市歴史民族資料館	C	瑠璃光寺	G
山口大神宮	D	山口情報芸術センター	H

P T	-	A	C	D	B	C	H	G
-	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0							
B	0							
C	0							

図 1 文字列テーブルの初期化

## 3. 観光ルート推薦システム

図 4 に自律的無線ネットワークを利用した適応的観光ルート推薦システムの構成案を示す。文献 [3-5] における基幹ネットワークでは、災害対策本部ならびに耐震強度の強い避難所指定建物のみを含んだネットワークを構築することを想定しているが、同ネットワークを本システムに利用するために、新たに観光本部、観光施設、観光支援施設に無線基地局を配置する。観光本部とは、観光情報と観光客の訪問履歴を管理する施設を指している。観光施設とは、歴史的建造物や自然景観などの観光名所となっている施設あるいはスポットそのものを指す。また、観

P T	-	A	C	D	B	C	H	G
-	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	1	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	1	0	0	0
C	0	0	1	0	0	2	1	0

図2 文字列テーブルの各セルの計算

P T	-	A	C	D	B	C	H	G
-	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	1	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	1	0	0	0
C	0	0	1	0	0	2	1	0

図3 文字列テーブルのトレースバック

光支援施設とは、観光客が観光中に利用する売店やトイレ等の観光とは直接関係ないが、観光客を誘致するために必ず設備しなければならない施設を指している。

各施設には無線アクセスポイントが設置されていて、携帯端末と観光本部のPCを無線LANによって接続する。

観光本部には、観光客の訪問履歴を基に観光地を推薦するプログラムがインストールされている。観光施設や観光支援施設を訪れた観光客が無線アクセスポイントに接続し、観光本部に現在位置を送信する。観光本部には、観光客の訪問履歴が保存されており、訪問履歴を基に次に訪れてほしい観光地を選出し、観光客に送信し表示する。

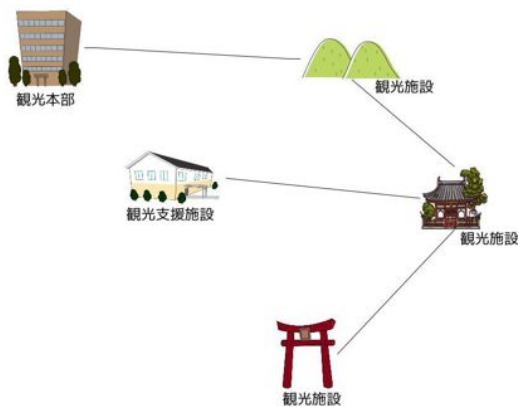


図4 提案システムの構成案

### 3.1 観光情報を表示する Android アプリ

本研究で想定している携帯端末には Android タブレットを採用していて、観光情報を表示するアプリがインストールされている。

開発したアプリのスクリーンショットを図5, 6に示す。アプリを起動すると施設に現在位置を送信し、作成された推奨観光地のリストを端末で受信し、Google Maps 上にピンで表示する(図5)。そのピンをタップすることで推奨観光地の詳細な情報を見ることができ、推奨観光地までのルートも表示することができる(図6)。



図5 推薦された観光地のリスト



図6 観光地までのルート

#### 3.1.1 Rhodes

2009年3月24日に Rhomobile社(米)で発表された、マルチプラットフォームに対応したオープンソースの「スマートフォン・タブレットアプリケーション」開発用フレームワークで、iPhone/Android/Windows Mobile/BlackBerryに対応している[7]。

オブジェクト指向スクリプト言語「Ruby」を開発言語とし、同じくRubyで作られているWebアプリケーション用フレームワーク「Ruby on Rail」の設計思想を継承し、開発アーキテクチャとしてMVCを採用している。

#### 3.1.2 Rhodes を使用するメリット

- (1) マルチプラットフォーム対応

iOS/Android/Windows Mobile/Black Berry のアプリ

ケーションがすべて 1 つのコード、もしくは非常に少ない修正で作成することができる。

## (2) Ruby で開発が行える

日本生まれのオブジェクト指向プロジェクト言語 Ruby [8] で開発が行える。Rhodes を利用して開発する場合にも、以下のような Ruby ならではの特徴がある。

- 動的型付けができる
- シンプルで一貫性のとれた記述ができる
- 可読性や保守性が高い

### 3.2 観光地推薦プログラム

図 7 に観光地推薦プログラムの流れを示す。開発言語には PHP [9] を採用した。アプリから受信した端末 ID がデータベースに保存されているか確認を行い、保存されていない場合は新規に保存する。初めてアプリを起動した観光客は訪問履歴がわからないので、決められた観光地を 3 件選出する。保存済みならば、推奨観光ルートの中から SW 法を用いて訪問履歴を基に観光地を選出する。

選出された推奨観光地のリストは JSON ファイルとして保存する。JSON (JavaScript Object Notation) [10] とは、構造化されたデータを記述するための、テキスト・ベースのデータ記述言語の一つで、JavaScript でオブジェクト・リテラルを記述する構文をそのまま使っているため、人間が読んでわかりやすく、プログラムでも容易に処理できるという特徴がある。

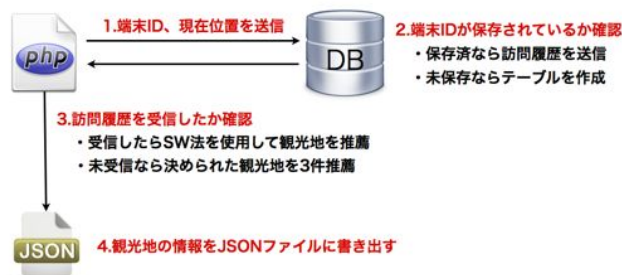


図 7 観光地推薦プログラム

## 4. 観光情報システムのフィールド実験

図 8 に示すように実験フィールドの提供・協力をして頂いた山口市佐山地区の避難所に無線ネットワークを構築し、避難所を観光地に見立てて開発した観光システムのフィールド実験を行った。実験は、タブレット PC を持って観光するというシナリオで行い、訪問履歴を基に適応的に観光地が推薦されることを確認した。

実験に使用した避難所を表 2 に示す。また、あらか

じめ準備する観光ルートは、 $T_1 = ABCDEFGHIJK$ ,  $T_2 = KJIHG FEDCBA$ ,  $T_3 = ABFGFBABCAECKA$ ,  $T_4 = EHGCDKIH$ ,  $T_5 = ABCFGHIJK$  とし、渚公会堂から出発した。

出発後は訪問履歴が存在しないので、あらかじめ決められた観光地を推薦する (図 9)。推薦された観光地から遠波公会堂を選び移動する (図 10)。遠波公会堂でアプリを起動すると、訪問履歴  $P = HG$  として全ての  $T_i (1 \leq i \leq 5)$  に対して推薦観光地を検索すると、 $T_1$  からは  $H$ ,  $T_2$  からは  $HG$ ,  $T_3$  からは  $G$ ,  $T_4$  からは  $HG$ ,  $T_5$  からは  $H$  が類似部分として抽出され、 $I, F, B, C$  が推薦される (図 11)。推薦された観光地から佐山交流センターを選び移動する (図 12)。佐山地域交流センターでアプリを起動すると、訪問履歴  $P = HGF$  として観光地を検索し、 $T_1$  からは  $H$ ,  $T_2$  からは  $HGF$ ,  $T_3$  からは  $F$ ,  $T_4$  からは  $HG$ ,  $T_5$  からは  $H$  が類似部分として抽出され、 $I, E, A, C$  が推薦される (図 13)。

以上により、開発した観光地推薦システムの動作をフィールド実験により確認することができた。

表 2 実験に使用した避難所

観光地	文字	観光地	文字
由良公会堂	A	渚公会堂	H
須川公会堂	B	新地公会堂	I
賀宝の里	C	佐山ハビテーション	J
佐山区公会堂	D	藤尾山	K
小路公会堂	E	調圧タンク	L
佐山地域交流センター	F	鳩岡公会堂	M
遠波公会堂	G	中継ポイント	N



図 9 渚公会堂で推薦された観光地

## 5. あとがき

本研究では、被災情報共有無線ネットワークの平常時利用として、適応的観光ルート推薦手法の提案とシステム開発を行った。さらに、山口市内に設置した被災情報共有自律的無線ネットワークに実装し、観光支援情報伝送のために平常時利用できることを確認した。災害時利用と平常時利用の違いは伝送する情報だけなので、自律的無線ネットワークシステムを有効に機能させる効果的な方法と言える。今後は観光政策を研究する機関等と連携してユーザビリティの向上の図る必要がある。



図 10 遠波公会堂観光地までのルート



図 12 佐山交流センター観光地までのルート



図 11 遠波公会堂で推薦された観光地



図 13 佐山交流センターで推薦された観光地の情報

有用性確認実験では、観光客の訪問履歴に応じて適応的に観光地が推薦されることを確認した。SW 法では、文字列の類似

性のスコアと、文字列のずれの許容に関わるパラメータを設定する。このパラメータを変えれば抽出される文字列も変わるた

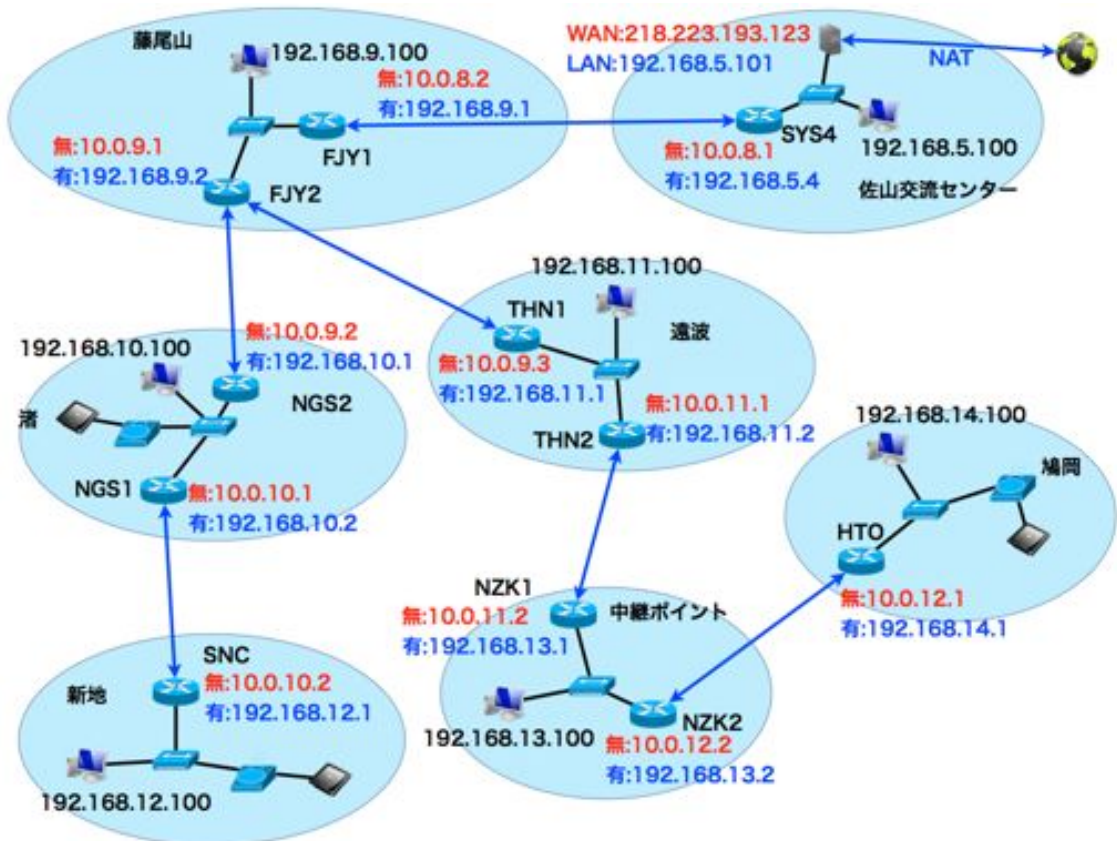


図 8 構築したネットワーク

め、組み合わせパターンは膨大になるため、元データやどのような文字列を抽出するかによって最適なパラメータは異なる。さらに、観光客により訪問履歴は異なるので、最適なパラメータを設定することは困難である。今後の課題として、この問題を解決するためにシミュレーション実験などにより、このパラメータ決定を行う方法を検討する。

また、今回は SW 法により作成した文字列テーブルの最大スコアの位置からトレースバックを行う。この手法では、観光ルート中に 1 つでも訪問履歴が含まれると観光地を推薦するため、観光客の興味とは違った推薦観光地が選出される可能性がある。この問題を解決するため、文字列の長さにより最大スコアに閾値を設定し、トレースバックを行う方法を検討している。

#### 謝辞

本研究の一部は、財団法人電気通信普及財団の助成及び総務省戦略的情報通信研究開発推進制度の受託研究によって実施された。ここに記して感謝の意を表す。

#### 文 献

- [1] 防災白書 平成 24 年度版. <http://www.bousai.go.jp/hakusho/h24/index.htm>.
- [2] 松野 浩嗣, 汎用無線技術を用いた被災情報提供システムの開発, OHM 7 月号, pp.6-7, 2012.
- [3] 亀川誠, 河本麻衣, 重安哲也, 浦上美佐子, 松野浩嗣, "自律的無線ネットワークによる被災情報提供システム～システムの構築と市街地におけるフィールド実験～", マルチメディア, 分散, 強調とモバイル (DICOMO2004) シンポジウム講演論文集, pp.547-550, 2004.
- [4] K.Sakamoto, M.Urakami, T.Shigeyasu, H.Matsuno, Disaster information service system for relief activities using ad-hoc network – A network construction algorithm and results of field experiments – , Proc. International Workshop on Disaster and Emergency Information Networking Systems, in CD-ROM, 6 pages, 2008.
- [5] 大瀧 龍, 重安 哲也, 浦上 美佐子, 松野 浩嗣, "自律的無線ネットワークを用いた被災情報提供システム-被災地域の地形を考慮した無線ノード置局アルゴリズムの提案-", 情報処理学会論文誌 Vol. 52 No. 1, pp.308-318, 2011.
- [6] T.F.Smith & M.S. Waterman, "Identification of Common Molecular Subsequences", Reprinted from J.Mol. Biol, pp.195-197, 1981.
- [7] Rhodes. <http://www.motorola.com/Business/US-EN/RhoMobile+Suite/Rhodes>
- [8] Ruby. <http://www.ruby-lang.org/ja/>.
- [9] PHP. <http://php.net/manual/ja/index.php>.
- [10] Introducing JSON. <http://www.json.org>.