

令和 5 年 5 月 23 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20563

研究課題名（和文）Real-time Disaster Self-evacuation with LBS and AR Enhanced Analogue Disaster Maps for Foreign Tourists--System Design and Effectiveness Tests

研究課題名（英文）Real-time Disaster Self-evacuation with LBS and AR Enhanced Analogue Disaster Maps for Foreign Tourists--System Design and Effectiveness Tests

研究代表者

S I RUOCHEN (SI, RUOCHEN)

東京大学・空間情報科学研究センター・客員研究員

研究者番号：50814026

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000 円

研究成果の概要（和文）：当研究はアナログマップと位置情報サービス技術を融合する技術を開発した、伝統的なアナログマップでリアルタイム現在地表示、目的地サーチ、みち案内など機能を使用することが可能になる。ビジュアルポジショニングと仮想現実（AR）案内技術を開発した、システムは地下街や地下鉄駅などGNSS信号がない室内空間でも使える。アナログマップを使用する室内外ナビゲーションスマホアプリを開発成功、技術の実用性を検証した。この技術は観光イラストマップや避難看板マップなどアナログマップの活用を可能になる。来日観光、地域創生の貢献を期待する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

当研究を利用して、観光イラストマップ、避難看板マップなど伝統的なアナログマップのモバイルスマートデバイスでの活用が可能になる。特に日本語を使用しにくい外国観光者にとって、当研究のマップでの観光案内と避難案内が使用しやすい。当研究結果は室内外両方ともつあえるから応用範囲が広い。将来地域創生、来日観光、緊急避難にの応用と貢献を期待する。

研究成果の概要（英文）：The research succeeded in developing algorithms and mobile applications to combine analogue disaster maps with Location-based Services (LBS), which enables functions including positioning, searching and navigation on conventional analogue maps. This technology makes it more convenient for foreigners who does not understand Japanese for traveling and evacuation by local thematic analogue maps. Beside outdoor positioning by GNSS, the research also explored solutions for indoor positioning, where GNSS cannot be used. The research succeeded in developing algorithms and applications which enable AR-enhanced indoor positioning. The research explored visual-based infra-free positioning technology, which achieved advantages of high positioning accuracy, low cost and user-friendly AR visualization. It is very useful in underground shopping streets and subway stations.

研究分野：Location-based Services

キーワード：Indoor positioning AR navigation Tourism Disaster evacuation

### 1. 研究開始当初の背景

Japan is a tourism country and where natural disasters like earthquakes happens. There are many analogue maps for traveling and disaster evacuation, such as illustrated maps and You Are Here maps for shelters. However, such analogue maps are not fully used because they are not convenient for taking away and many people find it difficult for finding self-position and destinations on analogue maps.

Also, Japan has many underground spaces like underground shopping streets and subway stations, where conventional mobile positioning system relying on GNSS does not work well.

### 2. 研究の目的

The purpose of the research is to find solutions to combine analogue maps and Location-based Services (LBS), to make it more convenient, especially for foreign travelers, to use analogue maps for traveling and self-evacuation. The research also aims to extend out-door positioning to indoor positioning to make wider applications of the achievements of the research.

### 3. 研究の方法

The research proposed a polyline-based geocoding algorithm which enables cognitive accuracy on mathematical distorted illustrated maps. Based on the algorithm, smartphone applications were developed using local illustrated maps. The applications enables positioning, searching, navigation, geo-noting on illustrated maps, and enables the function of Map Collaging – maps overlaying and smart switching among multiple maps. Figure 1 is a framework of map collaging.

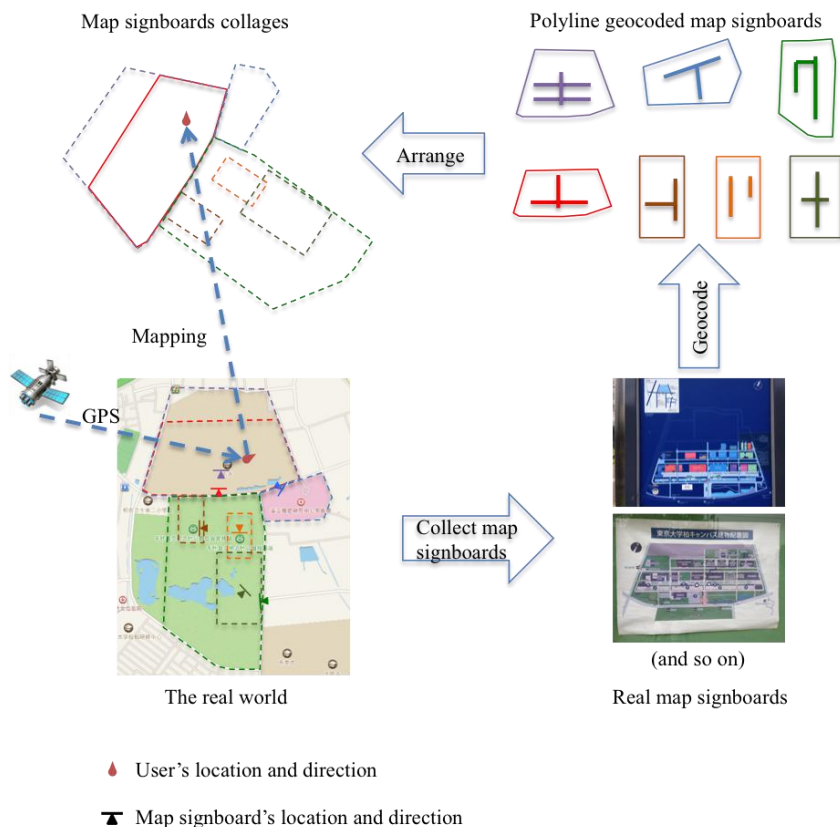


Figure 1. Framework of Map Collaging

To enabling indoor LBS, the research developed visual-based indoor positioning algorithms, which use cameras on smartphones for local positioning. It enables accurate multi-floor positioning and navigation on floor maps. Augment Reality (AR) visualization function is also

developed, which makes the navigation more direct and user friendly.

#### 4. 研究成果

The research proposed polyline-based geocoding algorithm, which achieves high position accuracy on irregularly distorted analogue maps. Figure 2 shows the positioning errors of polyline-based geocoding algorithm are much less than conventional point-based geocoding algorithm.

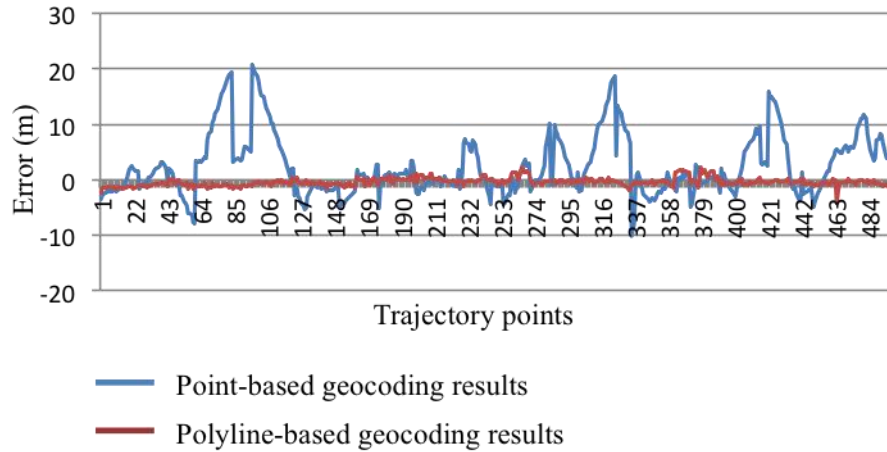


Figure 2. Positioning errors

Based on the algorithms, smart-phone applications of map collaging are developed, and are used in local events like walking tours of local history sites. Figure 3 shows an example of an application of map collaging. It contains local illustrated maps and aerial photographs of different years. Users can make a “time-travel” by switching maps of different years.

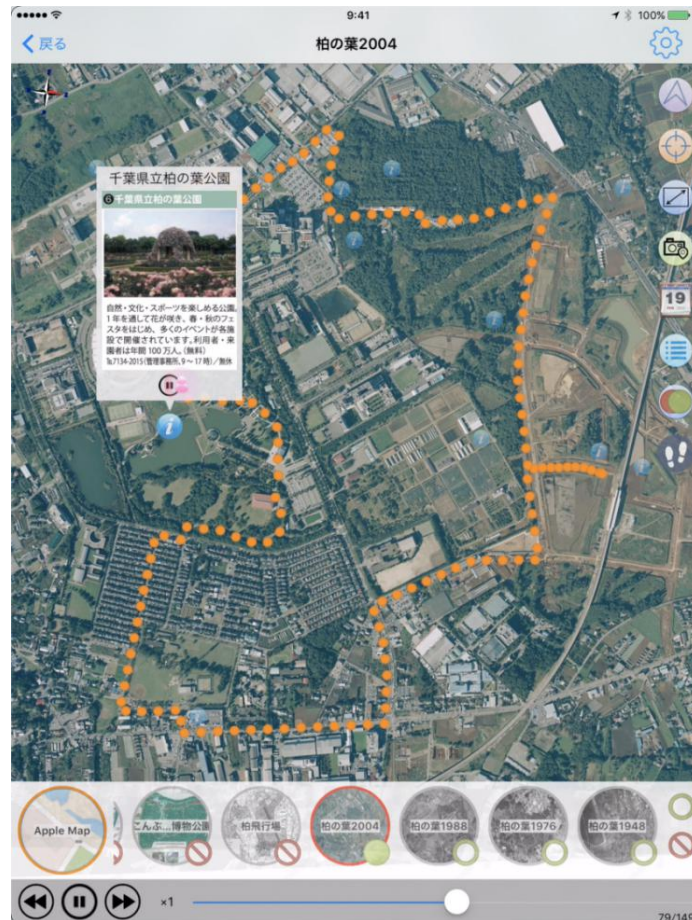


Figure 3. An example of Map Collaging App

To solve the problems of positioning in in-door environment where GNSS signals are blocked, the research developed visual-based positioning algorithms and Augmented Reality (AR) enhanced navigation applications. Figure 4 shows an example of an indoor AR positioning application in a shopping mall. It uses AR arrows and AR signboards to navigate users which is more direct than conventional map-based navigation.



Figure 4. An example of AR indoor navigation

#### Publications:

- (1) Tomoyo Sasao, **Ruochen Si**, Mitsutoshi Shibuya, Min Lu. The Potential of Virtual Real World for Usability Test of Location-Aware Apps. International Conference on Human-Computer Interaction, 2019.
- (2) 司若辰, 有川正俊, 青山慎一, 鍛冶秀紀, 柴崎亮介. An ongoing work of improving local tourism environment by Map Collaging. 2019 年度電気関係学会東北支会, 2019.
- (3) **Ruochen Si**, Masatoshi Arikawa, Hideki Kaji, Tianqi Xia, Ryosuke Shibasaki. No Sudden Audio Switch – Preventing discontinuous POI audio playing in LBS. 29th International Cartographic Conference, 2019.
- (4) Tianqi Xia, Adam Jatowt, Zhaonan Wang, **Ruochen Si**, Haoran Zhang, Xin Liu, Ryosuke Shibasaki, Xuan Song, Kyoung-Sook Kim. CoolPath: An Application for Recommending Pedestrian Routes with Reduced Heatstroke Risk. 17th W2GIS 2020: Wuhan, China, 2020.
- (5) Tianqi Xia, Hiroshi Kanasugi, Zipei Fan, **Ruochen Si**, Chuyao Feng, Hiroshi Takayasu, Ryosuke Shibasaki. Enhancing Kepler.gl for processing Google Maps Timeline data. 30th International Cartographic Conference (ICC 2021), 14–18 December 2021, Florence, Italy, 2021.

#### Patent application:

- (1) **Si Ruochen**, 柴崎亮介, 鍛冶秀紀. 東京大学. 地図情報処理装置、及びプログラム. 特許、特願 2020-072560.
- (2) **Si Ruochen**, 柴崎亮介. 東京大学. 経路案内装置、経路案内システム、及びプログラム. 特許、特願 2020-162681

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 有川正俊, Lu Min, Si Ruochen	4. 巻 10
2. 論文標題 イラストマップをGPS運動させるストーリーマッピング作成利用環境	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 あいまいな時空間情報の分析	6. 最初と最後の頁 160-176
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Tianqi Xia, Hiroshi Kanasugi, Zipei Fan, Ruochen Si, Chuyao Feng, Hiroshi Takayasu, Ryosuke Shibasaki
2. 発表標題 Enhancing Kepler.gl for processing Google Maps Timeline data
3. 学会等名 30th International Cartographic Conference (ICC 2021), 14-18 December 2021, Florence, Italy. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tianqi Xia, Adam Jatowt, Zhaonan Wang, Ruochen Si, Haoran Zhang, Xin Liu, Ryosuke Shibasaki, Xuan Song, Kyoung-Sook Kim
2. 発表標題 CoolPath: An Application for Recommending Pedestrian Routes with Reduced Heatstroke Risk
3. 学会等名 17th W2GIS 2020: Wuhan, China (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoyo Sasao, Ruochen Si, Mitsutoshi Shibuya, Min Lu
2. 発表標題 The Potential of Virtual Real World for Usability Test of Location-Aware Apps
3. 学会等名 International Conference on Human-Computer Interaction (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 司若辰, 有川正俊, 青山慎一, 鍛冶秀紀, 柴崎亮介
2. 発表標題 An ongoing work of improving local tourism environment by Map Collaging
3. 学会等名 2019年度電気関係学会東北支会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ruochen Si, Masatoshi Arikawa, Hideki Kaji, Tianqi Xia, Ryosuke Shibasaki
2. 発表標題 No Sudden Audio Switch - Preventing discontinuous POI audio playing in LBS
3. 学会等名 29th International Cartographic Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 地図情報処理装置、及びプログラム	発明者 Si Ruochen, 柴崎亮介, 鍛冶秀紀	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-072560	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 経路案内装置、経路案内システム、及びプログラム	発明者 Si Ruochen, 柴崎亮介	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-162681	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

#### 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

#### 8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------