

砂遊びを通したインタラクティブな地図記号学習支援システムの提案

A Proposal of an Interactive Learning System to Support Understanding Map Symbols through Playing with Sand

高瀬 裕^{*1} 桑原 奈央^{*1} 中野 有紀子^{*1}
Yutaka Takase Nao Kuwahara Yukiko I. Nakano

^{*2}成蹊大学理工学部情報科学科

Department of Computer and Information Science, Faculty of Science and Technology, SEIKEI University

We propose a novel interactive learning system to support understanding map symbols. The system makes it possible to learn map symbols through city-building with sand by multiple users. It recognizes map symbols drawn in the sand by users with simple image processing technique. Then appropriate images are displayed to be superimposed on the map symbols. As a result, users learn about map symbols while taking enjoyment in city-building. In this study, we implemented a prototype system based on the proposal. It consists of a near-infrared camera, laptop computer, projector and sandbox. In the current system, it can deal only with several simple map symbols of buildings. In the future, the system will recognize not only simple, but also more complex map symbols, for example, roads, rivers and so on, in order to realize various city-building. And, we will improve the system to support effective learning.

1. はじめに

人工現実感 (VR) や拡張現実感 (AR) を用いたエンタテインメントシステムが浸透し、テレビやインターネット等のメディアを通して目にする機会が多くなった。こうした技術は、以前からエンタテインメント分野に限らず、教育や訓練に対しての利用が期待されてきた。教育分野では、学習者を支援する VR, AR 技術を利用したインタラクティブなシステムが多く研究されている。インタラクティブなシステムを学習に活用する利点として、瀬戸崎らは、能動的な操作が理解度向上の一因であることが示唆されている [瀬戸崎 10]。また、AR 技術を利用した地図学習教材では、紙面へ文字情報や動画、3 次元 CG モデルを重畳表示することで効果的な学習を促せると報告されている [手島 09]。

本研究では、地図記号の学習に焦点を当て、それを支援するインタラクティブな地図記号学習システムを提案する。本システムは能動的な操作を通して子どもたちが楽しく地図記号を学べることを目的に、体験者自らが描いた地図記号に応じた建造物を重畳表示し、街作りが行えるシステムの構築を目指す。そのために、多人数が同時に楽しめ、かつ、描いた地図記号の修正が容易であるようなシステムとして、砂遊びをモチーフにシステム構築を行った。

具体的には、図 1 に示したように、砂上に地図記号を描くことで、その描いた地図記号上に建造物が重畳表示される。将来的に建造物を表す記号だけでなく、道路や河川といった記号を認識することで、多人数による街作りを通して、地図記号の学習を支援するシステムを目指していく。

2. 先行研究

砂場をモチーフとしたインタラクティブな学習システムには、Ishii et al. による SandScape System [Ishii 04] がある。これは、ユーザが砂で作る山や谷といった形状をリアルタイムに認識し、その形状を地形に見立て、水の流れ等のシミュレ-

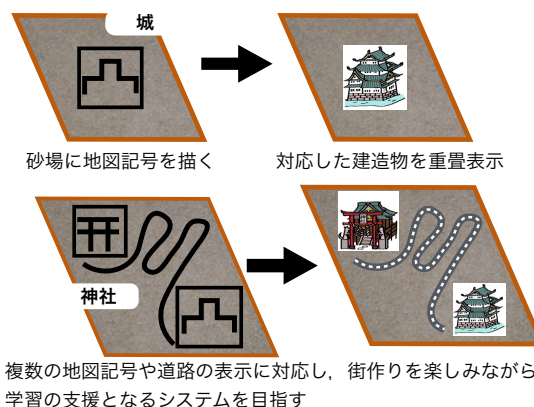


図 1: 提案システム概要

ションを行う。本システムは有識者との学習や研究の場として提案されている。また、砂遊びにインタラクティブ性を持たせたシステムには、Disney image の The Storytellers Sandbox [Mine 12] がある。本システムも同様に砂の凹凸を認識し、それに応じて砂が動いているかのような映像を重畳表示し、遊びにリアルタイムな変化を加える。本研究では、砂に描かれた記号をリアルタイムに認識し、それに応じて重畳表示を行うシステムである。

3. 提案システム

図 2 に本研究で提案するシステムの構成と、処理の流れを示した。今回提案に従い実装した試作システムは、体験のための砂場と、その上部に設置した近赤外線カメラ、画像処理・認識のためのコンピュータ、砂上への画像提示のためのプロジェクタからなる。図 2 に示したように、システムは、砂場の状況をリアルタイムで取得する入力部、描かれた地図記号を認識する認識部と、砂上に重畳表示を行う出力部からなる。次に図に従いそれぞれの詳細を述べる。

連絡先: 高瀬 裕, 成蹊大学, 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1,
yutaka-takase@st.seikei.ac.jp

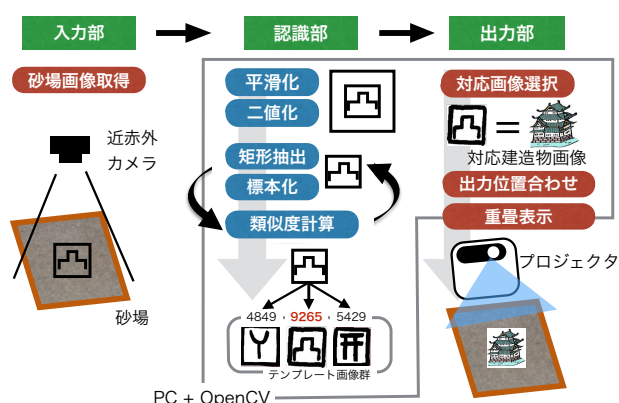


図 2: 処理の流れ

3.1 入力部

入力部では、砂の上の状態をリアルタイムで取得する。試作システムは、縦 50 cm、横 58 cm、深さ 2 cm 程度の砂場を用意し、その上に構築した。体験者の描いた地図記号の形状を保つ必要があること、また、屋内で体験することを想定した本システムでは、砂の散乱によって周辺が汚れることを防ぐ必要があることから、砂と粘土を混ぜたような手触りで形状を保ちやすく、散乱し難い Kinetic Sand [Key Distribution 13] を砂として用いた。現状では、体験者は、砂場に図 1 で示したように矩形で囲まれた地図記号を描くことを想定している。これは、将来的に地図記号が囲まれる領域の大きさや形によって提示する建造物の大きさや形を変更し、多様な街作りを体験することを想定したためである。また、描く地図記号は城や神社、郵便局といった建造物を表す記号に限定している。

砂場の状況は、WEB カメラのレンズに可視光フィルタを貼り付けて作成した近赤外カメラを利用し、30 fps で画像を取得する。近赤外カメラを利用することで、プロジェクタによって砂上の地図記号に重ねて表示された建造物画像の影響を受けずに常に地図記号を認識することが可能となる。

3.2 認識部

認識部は、入力部によって取得された近赤外画像を処理し、地図記号の認識を行う部分である。画像処理には近赤外カメラと USB 接続されたラップトップコンピュータと、オープンソースの画像処理ライブラリ OpenCV を使用した。

初めに、入力部で取得した砂場の全体を写した近赤外画像に対し、前処理としてガウスフィルタによる平滑化と、二値化処理を行う。次に、砂上に描かれた全ての矩形を認識し、その矩形領域内の画像を抽出する。図 2 の例では、砂場中央の矩形を認識し、その領域内の画像を切り出す。矩形領域内に描かれた地図記号の判別は、予め用意した地図記号のテンプレート画像との類似度を求めることで実現する。類似度は [石井 98] を参考に、抽出された矩形領域を標本化し、その特徴ベクトルを求め、ベクトル空間におけるそれぞれのテンプレート画像の特徴ベクトルとの距離を指標とした。縦横各 100 系 10000 メッシュに標本化した今回の場合では、類似度の最大値は 10000 (完全一致) となる。複数用意したテンプレート画像全てとの類似度を算出して最も類似度の高いものを認識結果の候補とした上で、誤認識を減らすため、その候補となったテンプレート画像の類似度が

1. 類似度が 7500 以上ある



図 3: 出力の様子 左：消防署 右：城

2. 他の全てのテンプレート画像との類似度の差が 1000 以上ある

の両者を満たした場合に限り一致しているとみなし、認識結果としてテンプレート画像を出力部へ送信する。図 2 の例では、3 種類のテンプレート画像（消防署・城・神社）の類似度がそれぞれ 4849, 9265, 5429 と算出され、城の類似度が上記 2 つの条件を満たしたことより認識結果と判定される。なお、この基準値は、砂に実際に地図記号を描き、システムを通して求められた類似度から経験的に決定した。

矩形抽出と類似度判定は入力された砂場画像内で認識された矩形領域全てにおいて行われる。簡易的な画像認識処理を導入したため、複数人が同時に地図記号を描くような場合であっても高速に処理・認識が可能である。

3.3 出力部

出力部は、認識部での認識結果を受けて、対応する建造物画像を電子黒板用プロジェクタによって砂上の矩形領域に合わせ重畳提示する。地図記号を認識した矩形領域の大きさに合わせて、表示する画像の拡大、縮小を行うと共に、プロジェクタによる投影位置が矩形領域と重なるように提示位置の決定を行い、出力する。図 3 には、提案システムによる出力画像の様子を示した。消防署と城の画像が砂上に重畳表示されていることがわかる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、地図記号学習の支援を目的に、他人数で能動的な操作を通し楽しみながら学習可能なシステムとして、砂遊びを通したインタラクティブ街作りシステムの提案と、試作システムの実装を行った。現状では、認識するのは矩形で囲まれた建造物を表す地図記号に限られるが、今後は道路や河川の認識や深度センサを用いた山、谷のような形状の認識を通して、より複雑な街づくりを可能にし、多人数で楽しめ、地図記号の学習支援が可能なシステムの構築を目指して行きたい。そのためには、システムの大型化や、画像認識精度の向上等が課題として挙げられる。

参考文献

[Ishii 04] Ishii, H., Ratti, C., Piper, B., Wang, Y., Biderman, A., and Ben-Joseph, E.: Bringing Clay and Sand into Digital Design — Continuous Tangible user Interfaces, {BT} Technology Journal, Vol. 22, pp. 287–299 (2004)

[Key Distribution 13] Key Distribution, : Kinetic Sand, <http://www.kineticsand.com.au> (2013)

- [Mine 12] Mine, M. R., Van Baar, J., Grundhöfer, A., Rose, D., and Yang, B.: Projection-based augmented reality in Disney theme parks, *Computer*, Vol. 45, pp. 32–40 (2012)
- [手島 09] 手島 裕詞, 小杉 大輔: Augmented Reality を用いた児童用教材の開発 (研究速報), 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, Vol. 92, No. 11, pp. 2067–2071 (2009)
- [瀬戸崎 10] 瀬戸崎 典夫, 岩崎 勤, 森田 裕介: タンジブル太陽系教材を用いた能動的操作による学習効果の検討, 日本教育工学会論文誌, Vol. 34, pp. 105–108 (2010)
- [石井 98] 石井 健一郎, 上田 修功, 前田 英作, 村瀬 洋: わかりやすいパターン認識, 株式会社オーム社 (1998)