

# スマートグラスを用いた仮想空間への手書き情報共有システム

## Sharing Handwritten Information System in Virtual Space Using Smart Glasses

長田 剛典<sup>†</sup>   森田 健太郎<sup>†</sup>   佐藤 健哉<sup>†</sup>  
 Takenori Osada   Kentaro Morita   Kenya Sato

### 1. はじめに

近年, AR (Augmented Reality) の研究開発が進められている. AR は視覚的に情報を追加するという特徴から, AR によって作られた仮想空間上で広告やユーザ間の情報共有をするといった用途が挙げられる. 全てのユーザで共有出来る仮想空間によって, 見知らぬ人とのコミュニケーション支援となり得る. また, 仮想空間に情報を表示することで, 広告が景観を損なうといった問題を減らすことが出来る. AR はカメラやセンサを備えたスマートフォンのようなモバイルデバイスと親和性が高い. また屋外で AR を利用する場合, モバイルデバイスを持ち歩くことが出来るという点で, 利便性が高い. しかし, モバイルデバイスで AR オブジェクトを表示するためには, 表示したい場所に向けて, モバイルデバイスをかざさなければならない, 手が塞がるため操作の自由度が低下する. 一方, ウェアラブルデバイスが登場し, 中でも GoogleGlass をはじめとする透過型スマートグラスは, 身に着けるだけで視界に仮想空間を重ねることが出来るため, ハンズフリーであり, また直感的な操作が可能となる.

AR 技術によって仮想空間に文字や図といった情報を追加する方法として, モバイルデバイスではタッチパネルを利用したキーボード入力が一般的である. スマートグラスでは, モバイルデバイスを含めた他の機器を利用して行われている. そのため, スマートグラスのハンズフリーである利点を失ってしまう. ユーザが手書きのような自由な軌跡で 3 次元空間へと情報を追加することはまだ研究段階である.

本研究では, スマートグラスを用いた仮想空間への手書き情報共有システムを提案し, 実装を行う.

### 2. 関連研究

空気ペン<sup>1)</sup>とは, ユーザが任意の空間に手書き情報を描画出来る機器である. 空気ペンによって描画した手書き情報は, スマートグラスを通して見る事が出来る. ペン本体には, 加速度センサ, ジャイロセンサが搭載されており, これらによりペンの動きを抽出し, その軌跡で描画された情報を記録する. また, RFID (Radio Frequency Identification) をつけた床上での利用を想定しており, RFID リーダを搭載している靴"NaviGeta"を履いて, 位置情報を取得している. RFID とは, ID 情報を埋め込んだ RF タグ

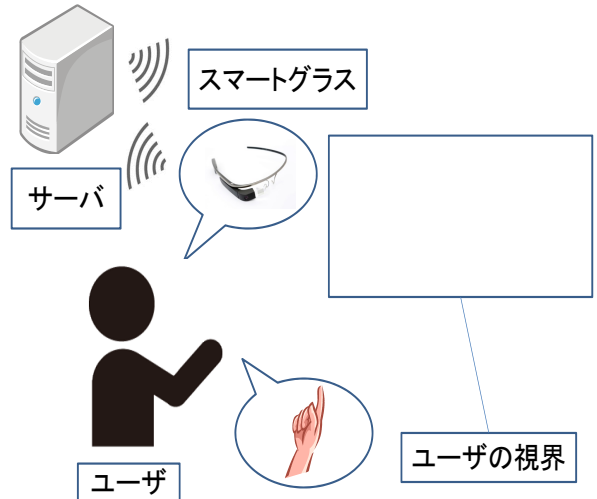


図1 システム概要

から, 近距離無線通信によって情報の送受信を行うものである. RFID により, 屋外だけではなく, 屋内での位置情報の取得が可能となる.

空気ペンでは, 文字を描く際に特定の機器を使っているため, ユーザは機器の用意をしなければならない. また, RFID をつけた床上以外では, 手書き情報を共有することが出来ない問題点もある.

### 3. 提案システム

#### 3.1 提案

提案システムでは, 物体の動きをカメラで認識し, その物体をペンに見立てて空間へ描画する. 今回は認識する物体として, 指を用いる. 描画した手書き情報は, スマートグラスを通して見るようにし, サーバを用いてユーザ間で共有出来るものとする. 個人のメモ, 広告といった場面での利用を目的とする. 提案システムは, ロケーションベース AR によって実現する.

システムの概要図を図 1 に示す.

#### 3.2 表示方法

本研究ではスマートグラスを用いて, 手書き情報の表示を行う. スマートグラスに内蔵されたカメラで記録した手書き情報は無線通信によりサーバへ送信する. また, 位置情報を元にサーバからデータを受信し, 他ユーザが

<sup>†</sup> 同志社大学大学院, Graduate School of Doshisha University

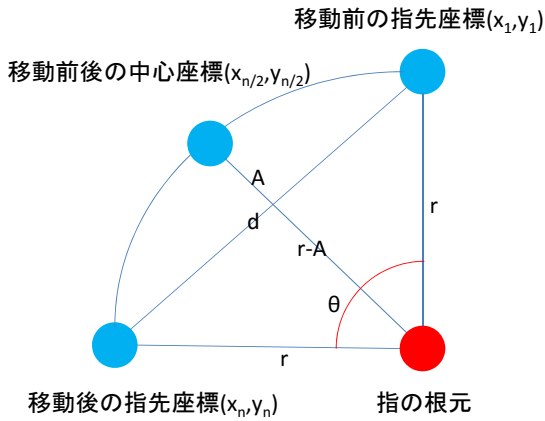


図2 指の位置関係

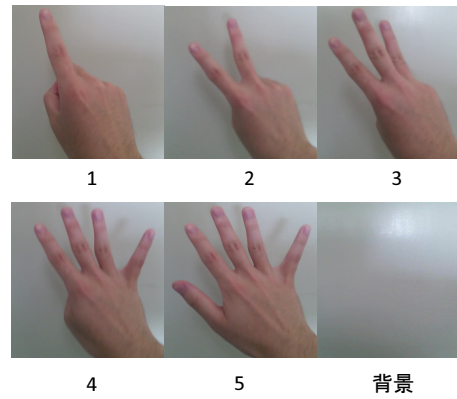


図3 分類例

らの手書き情報も表示する。

### 3.3 位置情報の取得

本研究は、屋外で無線通信による送受信が出来る環境での使用を想定する。ユーザの位置情報はGPS (Global Positioning System) や無線LAN (Local Area Network) といった機器、ユーザが向いている方位は地磁気センサを用いて特定し、描画する手書き情報の位置を決定する。

### 3.4 指先認識

空間への描画は、特定の機器は使わず、指の動きをカメラで捉え、行う。本研究では、2種類の指先認識手法を提案する。

#### 3.4.1 ジェスチャによる認識

描画の開始前に認識させたい指に、特定のジェスチャを行わせる。具体的には、認識させたい指を90度振ることを認識開始の合図とし、それ以降、その指の先端の動きをカメラで追うようにする。指先の移動はオプティカルフローによって求める。ジェスチャ認識における指の位置関係を図2に示す。指の長さを $r$ 、移動前後の指先の直線を $d$ 、指先の移動前後の中心座標から $d$ までの距離を $A$ 、移動前後の指がなす角度を $\theta$ とし、 $\theta$ が90度となるとき、ジェスチャを認識したとする。 $\theta$ は以下のように求める。

$$d = \sqrt{(x_n - x_1)^2 + (y_n - y_1)^2} \quad (1)$$

$$A = \sqrt{\left(\frac{x_1 + x_n}{2} - x_{n/2}\right)^2 + \left(\frac{y_1 + y_n}{2} - y_{n/2}\right)^2} \quad (2)$$

$$r^2 = (r - A)^2 + (d/2)^2 \quad (3)$$

$$r = A/2 + d^2/8A \quad (4)$$

$$= 2 \arcsin \{(d/2)/r\} \quad (5)$$

これにより、どの物体の認識を行うかの判断が可能となる。

#### 3.4.2 機械学習による認識

画面上から手を発見するために機械学習を用いる。また機械学習としてCNN (Convolutional Neural Network) を用いる。機械学習により手書き時の手形状を事前学習し、実際のシステム利用時にその学習モデルとマッチングし

た物体を手と認識する。そして、この手の特徴点を取得し、先端を指先とする。

### 3.5 手書き情報描画

カメラで指の動きを追跡し、その軌跡を手書き情報として描画するシステムの場合、指を描画のためと移動のためだけに動かしているときを判別する必要がある。そのため、書き始めと書き終わりで指を一定時間止めることで、その判別を実現する。

## 4. 実装

CNN フレームワークとしてCaffe<sup>2)</sup>を利用する。本稿では画像を6種類に分類する。分類例を図3に示す。この分類結果から人差し指のみを立てているときを正解とする。学習時のCNNのネットワーク構造を図4に示す。畳み込み層とプーリング層を交互に繰り返し、それぞれ3層であり、また2層の全結合層から構成する。

### 4.1 実装環境

本システムの実装環境として、スマートグラスであるエプソン社のMOVERIO BT-200を用いる。MOVERIOはAndroid OS 4.0を搭載している。また、開発言語にはJava, C++を利用する。モジュール構成を図5に示す。

### 4.2 実装例

手書きを行っているのか、移動のみを行っているのか判別するために手書き時には指先を青色の四角形で囲み、移動時には赤色の四角形で囲む。それぞれの例を図6に示す。また、手書き描画例を図7に示す。

## 5. まとめ

本研究では、スマートグラスを用いた仮想空間への手書き情報共有システムを提案した。モバイルデバイスでARを利用するには操作の自由度の低下、ジェスチャ認識には特定のペン機器が必要という問題点に対して、スマートグラスにより視界に仮想空間を重ね合わせ、カメラを用いた物体追跡により、解決する。

本研究のシステムを利用することで、仮想空間において手書き情報を共有することが可能となる。既存システ

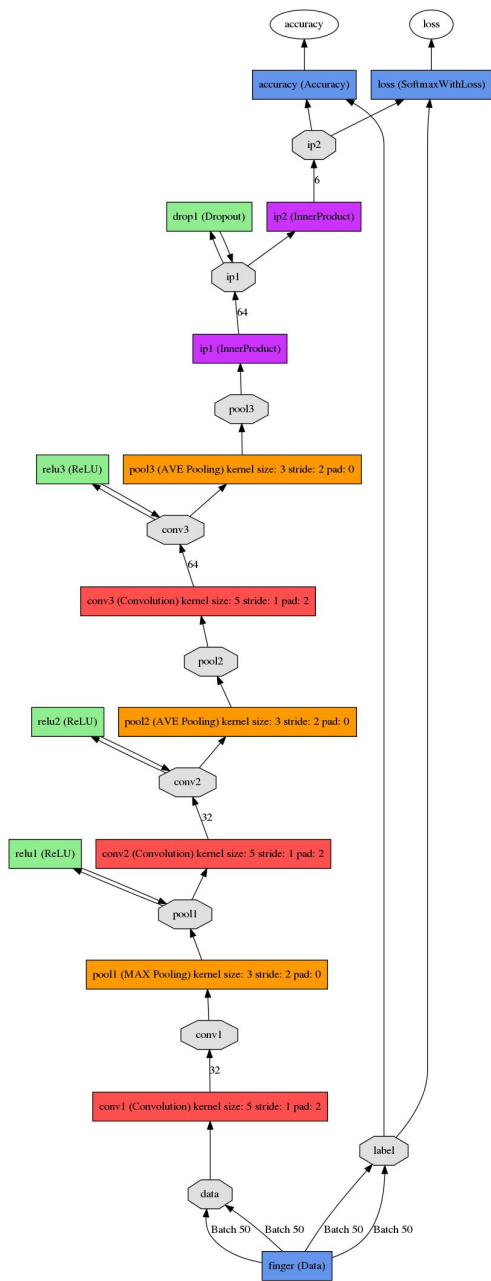


図4 ネットワーク構造

ムである空気ペンでは、手書き情報を描画するために特定のペンが必要であるが、本システムでは、特定のペンを必要とせずに描画することが出来る。

参考文献

- 1) 椎尾 一郎, 山本 吉伸, コミュニケーションツールのための簡易型 AR システム, コンピュータソフトウェア 19(4), pp.246-253, 2002 .
- 2) Caffe <http://caffe.berkeleyvision.org/>

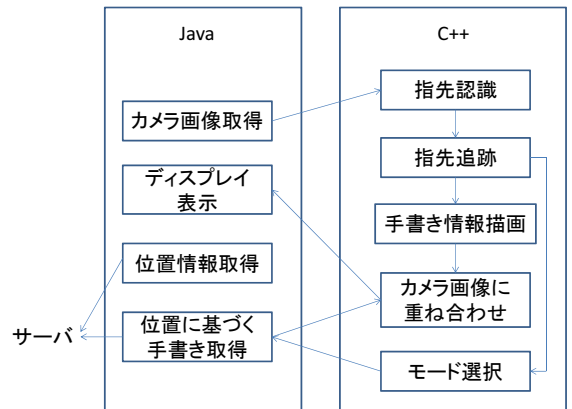


図5 モジュール構成

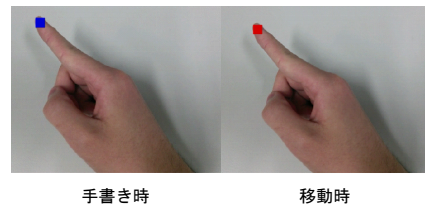


図6 手書きと移動の判別

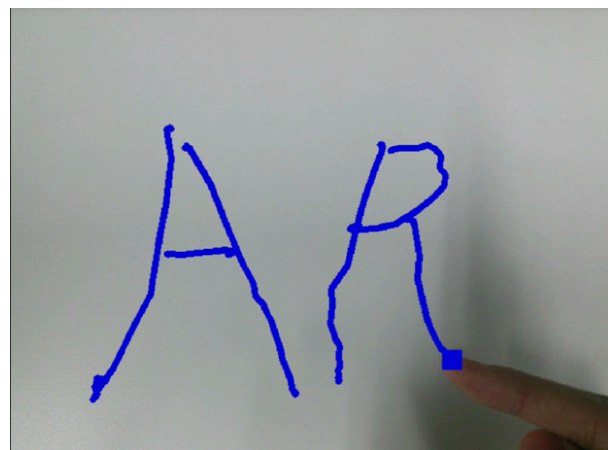


図7 手書き描画例