

空中描画を利用した空間タッチセンサの構築

山瀬 康弘 李 周浩

立命館大学

1. 緒言

ウェアラブルコンピュータにペンデバイスを導入した手書き情報生成システムに関する研究が普及し、様々な手法から実現がなされてきた。空中描画は手書き入力の特長である文字、記号、図形等の統合された情報の素早い生成といった点を活かし、「いつでも」、「どこでも」片手で入力を可能とするため有効性が評価されている。当研究では空中描画の有効性をもとに、知能化空間上で描画情報を用いた機器制御インタフェースを構築する。これを空間タッチセンサとし、空間特性を活かした知的なサービスを実現する。

2. システム概要

近年、機器の多機能化による操作面の複雑化により人の利便性を追及する反面、直感的な操作性能を低下させている。また、いまだ遠隔操作には物理的なリモコンを介して行うために、リモコンの位置特定が常時必要となる。操作する人間中心に生活空間を創造すると、非接触かつ操作意識に直結した自然行動によるインタフェースが望ましい。日立製作所の入江等はジェスチャ認識を用いた機器制御を行っている[1]。実行環境にはパン・チルト・ズーム機構を備えたカメラ 2 台を用いて知能化空間を構築しており、画像認識のみを使った指の本数などの簡単なジェスチャで精度の高い操作性を実現した。

しかし、処理時間には指先認識、ズームによる手の注視、操作命令を含めて合計 50[s]かかることに加えて、ユーザの認識後に 1 台のカメラを指先の注視に割り当てるため複数ユーザに対応できないことを問題として挙げている。

人に優しいインタフェースを考えた場合、フィードバックは迅速な上に複数人同時対応を支援することが望ましい。またそのためにセンサを増やすことは知能化空間の実用化を考慮した際に汎用性がない。これは音声処理も同様に含む問題である。

上記の点の考慮から利用毎に行動識別を必要としない構成として空間上に機器制御命令を割り当てた空中タッチセンサの構築を提案する。生成には空中描画を利用することで、ユーザが自由に配置位置、操作内容の決定を行える。また生成したセンサはリモコンのボタン操作のように手先によるアクセスから容易に機器を操作することが可能であり、固定設置に限定せず座標系の定義に応じて人への追尾など自由な利用が行える。

Development of Spatial Touch Sensors using Aerial Drawing
Yasuhiro YAMASE, Joo-Ho LEE
Ritsumeikan Univ.

空間タッチセンサの構築にあたり必要となる要素は描画情報、空間座標、機器制御命令である。描画情報の取得には、装着デバイスを利用せずに指先による手書き入力が望ましいが、手先の注視にはカメラの台数、配置に大きく影響されること、また空中描画は大きさが定まらないため、細かい描画には時系列解析を用いても対応が難しい。ゆえにカメラからの認識は細部認識を必要としない配置位置提示のみに用いて、描画軌跡の取得には加速度センサを用いた入力デバイスを利用する。外部認識を切り分けることで描画面への接触判定を容易に行えることも利点である。

3. 入力デバイスの構成

制御 IC である PIC(Peripheral Interface Controller)を用いて加速度センサの出力に対する A/D 変換と通信制御、さらに 3 次元位置情報取得のため LED 制御を行っている。また通信には ZigBee モジュールを用いた無線通信を利用した。上部のスイッチはそれぞれ LED の点灯と描画判定に割り当てている。

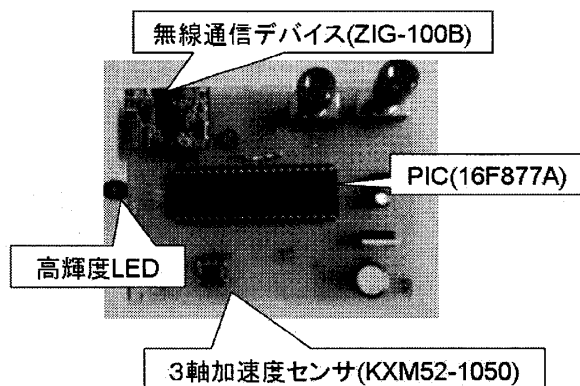


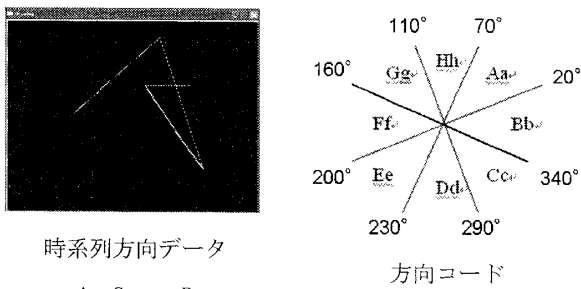
図1 入力デバイスの構成

4. 速度、変位算出

利用する加速度センサにはオフセット誤差、感度誤差を含み、さらに姿勢による回転運動と別途のノイズを受ける。そのため、事前にキャリブレーションを行い、また描画時に取得した加速度に対して前後のデータ推移から補正を行う。速度、変位の算出には数値積分が必要となり、その際、補間多項式には 3 次スプライン補間、近似積分にはシンプソン則を利用した。速度算出の際発生した加速度の増減幅の差から積分誤差が発生し、後の算出変位が誤値となるため、算出した速度値全体から前後領域で変化のない区間に対して補正を行っている。

5. 文字の認識

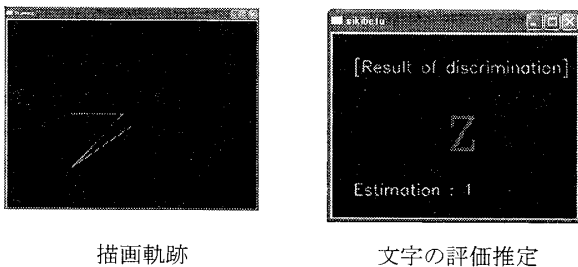
描画情報を動作命令と対応づけるために描画内容を確認する必要がある。描線の評価には[2]で西田らが提案したアルゴリズムを用いることで描画領域への接触、非接触を考慮した方向成分によるコード化を行った。大文字が描画時、小文字が非描画時に対応するコードである。さらにアルファベット27文字の筆順から構成した辞書データとDPマッチングを行い、筆記方向の差を累積して評価する。図2は文字「A」の描画に対するコード化を示しており、図3では文字「Z」を描画した際の評価認識を示す。図3の例では、「Z」の辞書データがB→E→Bであることに対して描画ではB→E→Aと異なり、描線数と筆記方向による評価から適合する文字を推定している。



時系列方向データ

A→C→g→B

図2 「A」のコード化例



描画軌跡

文字の評価推定

図3 「Z」の文字評価

6. センサ領域と機器制御

LEDを用いた空間座標の認識には知能化空間内に配置したカメラ2台からエピポラ幾何を利用することで空間座標と対応させた。同様に領域へのアクセスには肌色情報を特徴点とした頭部位置推定をもとに構成している。時系列推定を用いているためオクルージョンに対しても安定した追跡が可能であり、これによりセンサ領域を人の移動に合わせて追尾させることも可能になる。機器制御には本研究室で開発している iModule を利用した。iModule は対象機器の電圧制御と無線通信機能を有することで、空間が機器をリソースとして制御可能となる装着型デバイスである。

7. 実装結果

入力デバイスをもとに押しボタン式ドアの制御を行うセンサの生成、アクセスの様子をそれぞれ図4、図5に示す。

描画の割り当てには文字Aを開放、文字Bを閉鎖に対応づけている。色の変化はセンサとの接触を表し、図5では開放命令を持つセンサへのアクセスによりドアの開放制御を行っている。

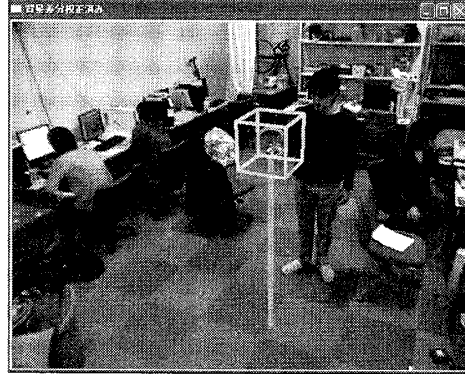


図4 センサの生成



図5 センサへのアクセス

8. 結言

本研究では知能化空間の応用として空中描画を利用した機器制御システムを構築した。毎回の細部認識を必要としない点と環境構成による影響が少ない点は実用性が見込めると考える。しかし、現在の入力デバイスの構成では回転成分の分離が行えないため扱う姿勢により結果が大きく変化してしまう。この理由により曲線の精度が悪く、形態素レベルの認識が困難である。実用化を考慮すると、暗黙的に動作を対応づけるのではなく、知能化空間の特性を活かして要求、感情等を含む描画の意味を空間が自律的に推定できる構成が望ましい。今後、手書き特性を活かしたより自由な入力を実現し、人を中心とした知的なサービス設計を行っていきたい。

参考文献

- [1] 入江 耕太、若村 直弘、梅田 和昇、“ジェスチャ認識に基づくインテリジェントルームの構築”，日本機械学会論文集.C編, Vol.173, No. 725, pp. 258-265, 2007年度
- [2] 西田 好宏、苗村 昌秀、“ビデオカメラを利用した空中非目視手書き文字入力方式”，電気情報通信学会技術研究報告, Vol.105, No.608, pp. 119-124, 2006年度