

Kinect を用いた手振りによる操作者基準の家電操作システム

○ 鹿野巧†, 増山岳人†, 梅田和昇†

○ Takumi KANO † and Gakuto MASUYAMA † and Kazunori UMEDA †

†: 中央大学理工学部, kano@sensor.mech.chuo-u.ac.jp

<要約> 我々は, 家電操作のコマンドを関連付けた空間を, 操作者を基準とした相対座標上に配置し, その空間で手振りを行うことで家電操作するシステムを提案している. このシステムは, カメラを複数台用いているため構築に手間がかかる. 本研究では, Kinect を用いることで, 構築が容易なシステムとする.

<キーワード> Kinect, ジェスチャ認識, ユーザインタフェース

1. 序論

日常生活において欠かすことのできない家電製品が, 多機能化, 高性能化している. しかしその一方で, 操作の複雑化という問題も生じている. 近年, 家電製品の様に人に身近な製品を, 人のジェスチャを用いて直感的に操作することを目的とした研究[1]が多くなされている.

入江ら[2]は, 室内に複数台のカメラを設置したインテリジェントルームを構築している. このシステムは, 特殊な機器を用いず, 室内のどこからでもジェスチャで機器の操作が可能なシステムであるが, 手振りから始まるジェスチャを数種類行う必要がある. また, 浅野ら[3]は, 家電操作のコマンドを関連づけた空間 (以後, コマンド空間と呼ぶ) を室内に配置し, その空間で手振りを行うことで, 任意の家電操作を行うことが出来るシステムを提案している. しかし, このシステムではコマンド空間が固定されているため, 操作位置が限定されてしまう. そこで, 今村ら [4]は, 操作者を基準とした相対座標系を設定し, 操作者の周辺にコマンド空間を設置することで, 室内のどこでも操作が可能としている. これらのシステムでは, 複数台のカメラを用いているため, カメラの設置及びキャリブレーションに手間がかかるという問題がある.

本論文では, 今村らと同様の家電操作システムを Microsoft 社の Kinect v2 を用いて構築する. Kinect は, カラー画像と距離画像, 骨格情報を取得できるため, 1 台でシステムを構築可能であり, 設置が容

易である.

2. インテリジェントルームの概要

本研究で扱うインテリジェントルームとは, 室内の家電機器をジェスチャのみで操作する智能化された部屋のことであり, リビングやオフィスなどでの使用を想定している.

本研究では, Kinect から得られるカラー画像と距離画像を用いて, 手振りの検出, 及びその三次元座標の取得を行う. 取得した三次元座標に応じて, あらかじめ設定した家電操作を行う. インテリジェントルームの概念図を図 1 に示す.

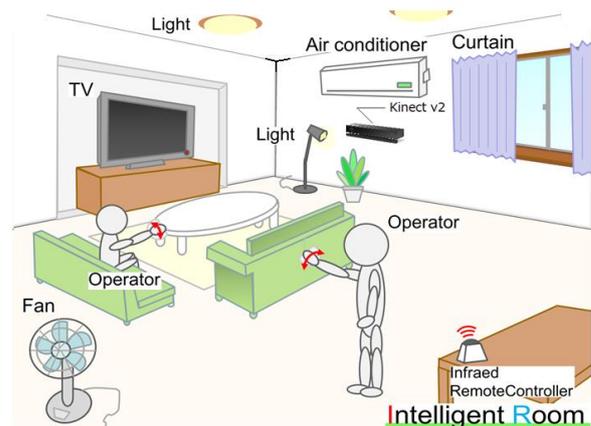


図 1 本研究における
インテリジェントルームの概念図

3. 相対座標系の設定

Kinect から得られる骨格情報を用いて、操作者を基準とした相対座標系を設定する。Kinect から得られる骨格情報の内、両肩の座標を結んだ軸を第一軸、首、背骨中央を結んだ軸を第二軸とし、第一軸と第二軸の外積を第三軸とする。図 2 に概略図を示す。

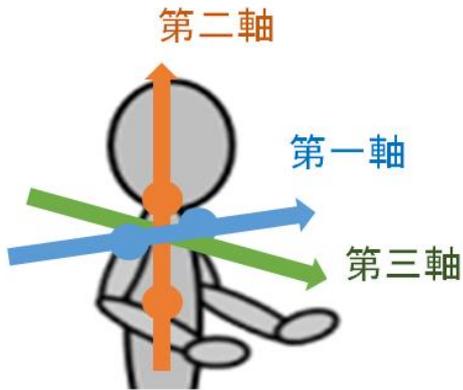


図 2 操作者を基準とした相対座標系

4. 手振り検出手法

取得した画像を低解像度化し、各画素に対して時間軸方向の FFT を行うことで、周波数的な動作である手振り領域の検出を行う。

4.1 前処理

Kinect から取得したカラー画像をグレースケール化し、低解像度化する。画像を低解像度化することで、計算量の軽減やノイズの抑制といった効果がある。また、手振りによる濃淡値の変化が滑らかになり、より正弦波に近い濃淡変化のパターンが得られるといった効果がある。



(a) 入力画像 (b) 低解像度画像

図 3 前処理

4.2 周波数特徴の抽出

低解像度化した画像の各画素に対して時間軸方向の FFT を行う。手振り領域に対応する画素では、図

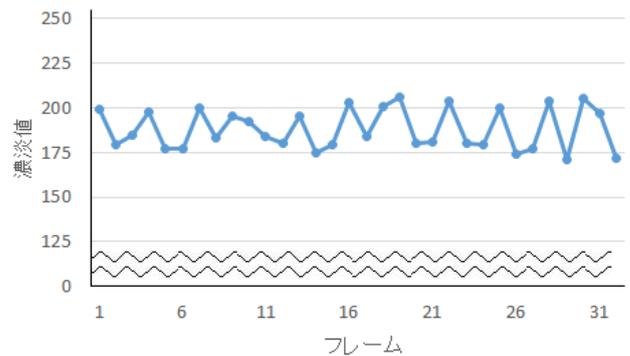
2 に示すように濃淡値が手の場合と背景の場合で変化する。この濃淡値の変化は、周期的な変化であるため、FFT を行い定量化する。特徴量にはスペクトルの最大値と平均値を用いる。

4.3 手振りの検出

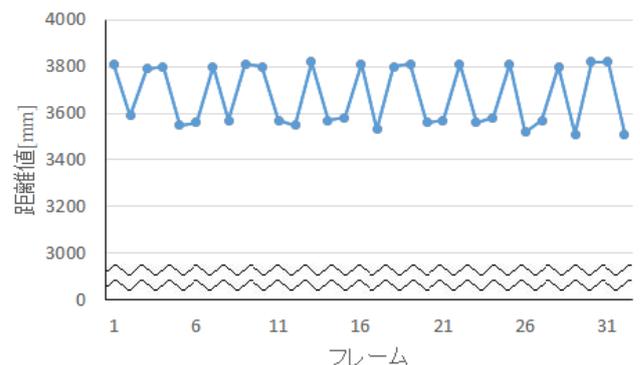
FFT より求めた特徴量から、手振りのクラスと手振り以外のクラスを識別する。識別には、サポートベクターマシン (Support Vector Machine, SVM) [5]を用いる。

4.4 距離値の取得

手振りを検出した画素に対応する距離値は、手振りを行っている位置までの距離と、背景までの距離の間で周期的に変化する。よって、頻度が一定値以上の距離値のうち、最も小さいものを手振りのされた距離値とする。このとき、値の差が一定値以下の距離値は同じ値として数える。



(a) 濃淡値の変化



(b) 距離値の変化

図 4 手振りに対応する画素の画素値の変化

4.5 手振り座標の選定

手振りを行った際、画素値の周期的な変化は、手のひらが通過する画素や、腕が通過する画素など複数の画素で見られるため、1 度の処理で複数の画素で手振りが検出される。そこで、相対座標系での第

二軸の値が最も大きいもの、すなわち、操作者から見て一番上で検出された座標を手振りが行われた座標とする。

5 実験

構築したシステムの評価を行うために、実験を行った。

5.1 実験条件

実験は図4に示す環境で行った。また、Kinectを高さ1400[mm]地点に仰角0[deg]で設置し、立位(立った姿勢)、座位(座った姿勢)、仰臥位(仰向けに寝た姿勢)の3つの姿勢で行った(図5参照)。



図4 実験環境



(a) 立位

(b) 座位



(c) 仰臥位

図5 実験姿勢

5.2 コマンド空間の配置

コマンド空間は、図6に示すように、操作者の

前方に、横に3個並べたものを上下2段、計6個配置した。6個のコマンド空間は、第一軸を上下段の境目、横方向は第二軸を基準とした。また、コマンド空間を操作者から5[cm]離れた位置に配置した。

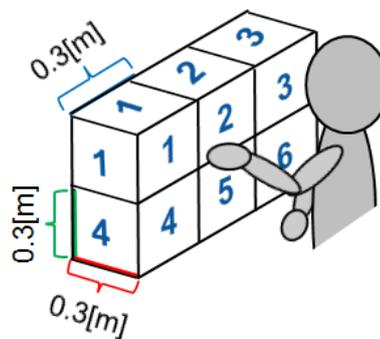


図6 コマンド空間の配置

5.3 座標系の設定精度検証のための基礎実験

提案手法の検証実験を行った。各コマンド空間で20回ずつ手振りを行うことで認識率を調べた。被験者は本手法の操作経験のある人物1名とした。

表1に提案手法と参考として今村らの手法(以下従来手法)でのコマンド空間の認識率を示す。認識率は6つのコマンド空間の平均認識率である。提案手法ではコマンド空間の平均認識率は立位で92[%]、座位で93[%]、仰臥位で32[%]となり、立位と座位では90[%]を上回ったが、仰臥位では50[%]を下回る結果となった。

仰臥位では、Kinectから取得した画像に写る人物の領域が小さくなり、骨格情報が正しく推定できないことがあり、認識率の低下につながった。

表1 姿勢毎の認識率[%]

	立位	座位	仰臥位
提案手法	92	93	32
従来手法	100	85	92

5.4 ジェスチャの認識率検証実験

次に、被験者を増やし、改めて提案手法の検証実験を行った。図6に示すように操作者の前方に6個のコマンド空間を配置し、各コマンド空間で5回ずつ手振りを行い、認識率を調べた。被験者は20代男性5名で、実験にあたって大まかなコマンド空間の配置の説明のみを行った。また、姿勢は5.3節の実験で認識率が90[%]以上であった、立位と座位の2つとした。

表2に被験者毎の認識率を、表3にコマンド空間

毎の認識率を示す。平均認識率は、立位で 77[%]、座位で 75[%]と、ともに 70[%]を上回る結果となった。コマンド空間毎の認識率は、下段のコマンド空間すべてで認識率 80[%]を上回っていたのに対し、上段のコマンド空間では、コマンド空間 3 以外では認識率 70[%]を下回っていた。これは、手振りをした際に腕の周期運動が検出されたことによって、下段のコマンド空間で手振りが誤検出されたためであると考えられる。特に、コマンド空間 2 は立位、座位ともに、60[%]を下回る結果となった。これは、コマンド空間 2 で手振りをした際に、Kinect に腕と体が重なって写り、座標系の設定に悪影響を及ぼしたためと考えられる。

表 2 被験者毎の認識率[%]

	立位	座位
被験者 1	77	87
被験者 2	70	67
被験者 3	73	83
被験者 4	67	63
被験者 5	93	73
平均値	77	75

表 3 コマンド空間毎の認識率[%]

	立位	座位
コマンド空間 1	68	68
コマンド空間 2	52	32
コマンド空間 3	88	92
コマンド空間 4	84	84
コマンド空間 5	84	96
コマンド空間 6	84	80
平均値	77	75

6 今後の展望

本論文では、今村らと同様の家電操作システムを、Kinect を用いることで、より構築が容易なシステムとした。

今回の実験では、仰臥位や、腕と体が重なって写った際の座標系設定精度が問題となった。そこで、今後は、座標系設定の手法を見直し、システムの改善に取り組む。

参考文献

- [1] 森武俊, 佐藤知正: “ロボティックルーム 1・2・3 の開発”, 電子情報通信学会誌, Vol.91, No.5, pp.402-410, 2008.
- [2] 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. 73-C, no. 725, pp.258-265, 2007.
- [3] 浅野秀胤, 織茂達也, 永易武, 寺林賢司, 太田陸, 梅田和昇: “小さな手振り検出を用いた家電瀬宇佐システムの構築”, 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, vol.2011, no. 9-9, 2011.
- [4] 今村勇也, 永易武, 浅野秀胤, 増山岳人, 梅田和昇: “コマンド空間を用いた家電操作システムの改良と実験による認識率の検証”, 第 31 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2D2-03, 2013.
- [5] C.Cortes and V.Vapnik “Support-vector net-works”, Machine Learning, Vol.20, No.3, pp.273-297, 1995.