

小さな手振り検出を用いた家電操作システムの構築

Consumer electronics operation system with small hand-waving movements

浅野 秀胤[†] 織茂 達也[†] 永易 武[‡] 寺林 賢司[‡] 太田 睦[†] 梅田 和昇[‡]

Hidetsugu ASANO[†] Tatsuya ORIMO[†] Takeshi NAGAYASU[‡] Kenji TERABAYASHI[‡]

Mutsumi OOTA[†] Kazunori UMEDA[‡]

[†] パイオニア株式会社 [‡] 中央大学

[†] PIONEER CORPORATION [‡] Chuo University

Abstract A control system is proposed for home appliances using only slight hand-waving gesture. The system detects the gesture with four cameras and calculates its 3D-position. Some operations of TV (turn on/off, channel change, volume up/down, etc.) can be related the hand-waving positions. Experimental results show that the system is reliable.

1. はじめに

我々は、人間にストレスを与えない自然なヒューマン・マシン・インターフェースとして、部屋の中に数台のカメラを設置して操作者の手振りを検知し、指差し方向や指の本数などにより家電を操作するシステムを提案している[1][2]。これは部屋のどこに居ても操作できることに優れているが、大きな身振りを行う必要があり、操作としては不自然さが残る。

本研究では小さな手振りの検出手法を用い[3]、手振りが行われた位置に応じて家電を操作するシステムを構築し、性能の評価を行う。

2. システム構築

2.1. 小さな手振りの検出

本研究では、以下の手順で手振り領域を検出する。

1. 画像をグレースケール化し、低解像度化する
2. 低解像度化した画素毎にウィンドウフーリエ変換する
3. 振幅スペクトルのうち、3～6Hzでのピーク強度を求める
4. この強度と、2Hzでの振幅強度の差を求める
5. この値を時間的に蓄積していき、蓄積値が閾値を超えた画素を手振りが行われた箇所として検出する

この手法では、カメラから6～7m離れた場所で、指を周期的に動かした程度の微小な手振りであっても検出が可能である。このため、操作として不自然さが少ない、小さな身振りによる機器の操作が実現できる。

2.2. 複数カメラ連携

前項の小さな手振り検出を部屋に設置した複数のカメラで並行して行い、手振りが行われた三次元位置

を算出する。

三次元位置の算出に必要なカメラパラメータを予め取得しておく。それぞれのカメラ上で手振り検出を行い、候補点を出す。互いのエピポール線上にある候補点の組を選択し、三角測量の方法でその三次元位置を算出する[4]。

ここで、特定の三次元位置と家電機器の操作を関連付けて置く。この三次元位置で手振りが行われた場合に家電操作コマンドを送信して、機器の操作を行う。

3. 性能評価

以上の手法に基づき実験システムを構築し、評価を行った。本実験では6.9m×7.8mの大きさの部屋で、部屋の隅にカメラを配置した(図1, 表1)。カメラはAXIS社製233Dを用い、VGAサイズの画像を取得し、縦横1/8に低解像度化して手振りの検出を行なった。検出までにかかる時間は1秒程度になるよう、各種パラメータを設定している。この条件で、部屋の5箇所検出精度の検証を行った(図1)。それぞれ30回検出を行った結果を表2に示す。本システムは数cm単位の精度で検出できており、非常に高い精度で三次元位置が算出できている。

得られた手振り位置の検出精度と手の大きさから、ひとつの機器操作に割り当てる空間範囲は一辺約30～40cmの直方体を目安とし、三次元空間に家電操作を配置した(表3)。操作位置には目印として、A4サイズの紙に操作内容を印刷したものを置いている。このシステムで、それぞれの操作を50回行い、正しく検出した割合と検出にかかった時間を表4に示す。全体として非常に高い精度で検出が実現できているが、Ch3のみ誤検出が多く発生している。これは他の操作領域を超えて手振りを行ったため、腕部分が振動し、他の操作と誤認識したためだと考えられる。また、平均検

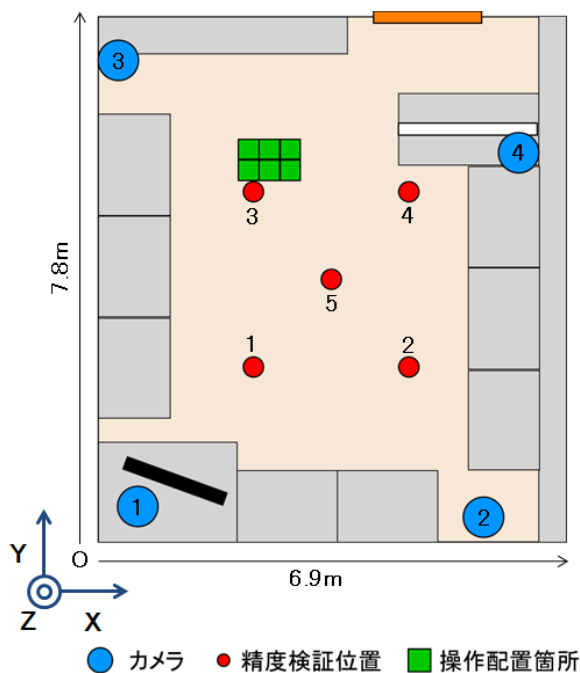


図 1 実験システムのカメラ配置と実験位置

表 1 カメラ設置位置[m]

	X	Y	Z
カメラ 1	0.59	0.53	2.11
カメラ 2	5.67	0.37	2.18
カメラ 3	0.13	7.15	2.47
カメラ 4	6.22	5.78	2.39

表 2 手振り検出位置の精度実験結果

		目標位置 [m]	平均検出 位置[m]	平均 誤差[m]	SD
場所 1	X	2.30	2.34	0.04	0.04
	Y	2.60	2.59	0.01	0.05
	Z	1.00	0.99	0.01	0.03
場所 2	X	4.60	4.65	0.05	0.03
	Y	2.60	2.56	0.04	0.03
	Z	1.00	0.95	0.05	0.02
場所 3	X	2.30	2.22	0.08	0.03
	Y	5.20	5.15	0.05	0.01
	Z	1.00	1.00	0.00	0.02
場所 4	X	4.60	4.59	0.01	0.02
	Y	5.20	5.16	0.04	0.03
	Z	1.00	0.93	0.07	0.03
場所 5	X	3.45	3.40	0.05	0.03
	Y	3.90	3.81	0.09	0.06
	Z	1.00	0.97	0.03	0.06

出時間は設定した通り 1 秒程度であった。コマンドにより検出時間に若干差異が出ているが、これはカメラまでの距離の違いによるものと考えられる。

以上の結果から、実験で用いた大きさの部屋であれば、一辺約 30~40cm の立方体サイズ毎に一つの操作を配置し、小さな手振りで家電操作を行うシステムが実現可能であることが確認できた。

表 3 システムに設定した操作とその位置[m]

	X	Y	Z
TV On/Off	2.4~2.8	5.3~5.6	0.3~0.6
Ch 1	2.8~3.2	5.3~5.6	0.3~0.6
Ch 2	2.8~3.2	5.0~5.3	0.3~0.6
Ch 3	2.4~2.8	5.0~5.3	0.3~0.6
Ch 4	2.0~2.4	5.0~5.3	0.3~0.6
Ch 5	2.0~2.4	5.3~5.6	0.3~0.6
Vol up	2.0~2.6	5.0~5.6	0.6~1.0
Vol down	2.6~3.1	5.0~5.6	0.6~1.0

表 4 システムの検出率と検出時間

	正解率	平均検出時間[s]
Tv on/off	100%	1.19
Ch1	98%	1.13
Ch2	100%	1.21
Ch3	72%	1.08
Ch4	100%	1.1
Ch5	98%	1.05
Vol up	100%	0.92
Vol down	100%	1

4. まとめ

本研究では、小さな手振り検出手法を利用し、複数カメラで三次元位置を算出する事により、ごく小さな手振りでの家電操作システムを実現し、その精度を確認した。今後の展望としては、誤検出の低減や、インターフェースとしての快適さの検証が考えられる。

文 献

- [1] 入江耕太, 梅田和昇: “濃淡値の時系列変化を利用した画像からの手振り検出”, 日本ロボット学会誌, vol.21, no.8, pp.923-931(2003)
- [2] 高橋真人, 入江耕太, 寺林賢司, 梅田和昇: “周期運動検出に基づくジェスチャ認識”, 日本ロボット学会誌, vol.28, no.6, pp.756-765(2010)
- [3] 浅野秀胤, 織茂達也, 高橋真人, 寺林賢司, 太田睦, 梅田和昇: “フーリエ変換を用いた小さな手振りの検出”, ビジョン技術の実利用ワークショップ (ViEW2010), pp.264-267 (2010)
- [4] 徐剛, 辻三郎: “3 次元ビジョン”, 共立出版, 東京(1998)

† パイオニア株式会社 研究開発部

〒212-0031 神奈川県川崎市幸区新小倉 1-1

TEL. 044-580-3211

E-mail: hidetsugu_asano@post.pioneer.co.jp