

Kinect を用いたジェスチャ検出による照明の制御

Controlling Lighting by Gesture Detection using Kinect

三木 光範*1
Mitsunori Miki長谷川 翔太郎*2
Shotaro Hasegawa小野 景子*3
Keiko Ono下村 浩史*4
Hiroshi Shimomura

*1同志社大学 理工学部

Department of Science and Engineering, Doshisha University

*2同志社大学 大学院 理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

*3龍谷大学 理工学部

Department of Science and Engineering, Ryukoku University

*4同志社大学 大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Doshisha University

We propose an lighting control user interface with gesture and skeleton detection being performed using Kinect. After considering the association of lighting and gesture operation, experiments were performed for verification of the user manual and user operability of the proposed system performs the gesture correctly. Results of the experiment, it was able to confirm the operation beyond a certain limit. However, the result of higher learning rate than the video manual manual was found using the figure was obtained.

1. はじめに

近年の電子デバイス技術の発展に伴い、直感的に機器を操作できるユーザインターフェースの開発が盛んになっている。中でもジェスチャ操作を用いたインターフェースに関しては、センサ機器を身体に装着するものと、カメラ画像を用いた画像処理によってジェスチャを検出するものが主流となっている [1][2]。しかし、ジェスチャ操作に関して、ジェスチャの大きさや動作に個人差が生まれやすいことが示唆されている [3]。

現在、我々は任意の場所に任意の明るさを提供する知的照明システムの研究を行っており、照明操作を PC 上のユーザインターフェースにより行っている。しかし、機器に接触することなくジェスチャで照明を操作することができれば、いくつかのシチュエーションにおいてよい効果をもたらすと考えた。

本研究では、ジェスチャによって照明操作を行うインターフェースを構築し、ユーザがジェスチャを正しく再現するためのユーザマニュアルに関する検討を行った。

2. Kinect

本研究では、ジェスチャを検出するための機器として Microsoft 社の Kinect を使用した。図 1 に Kinect の外観を示す。



図 1: Kinect の外観

Kinect はユーザと電子機器の自然なインタラクションを実現するデバイスである。PC と接続することにより内蔵されたセンサから画像データ、深度データ、および音声データを取得できる。また、得られた深度データからユーザの検出および全身の関節位置の推定が可能であり、センサ機器を身体に装着すること無くモーションキャプチャを行うことが可能である。

3. 照明ジェスチャ操作

3.1 照明のジェスチャ操作の導入が期待されるシチュエーション

研究発表やパネルディスカッションなどプロジェクターを用いてプレゼンテーションを行う場合、スクリーンに資料を写すときは照明を暗くし、その他のときは手元の資料を確認するため明るくする必要がある。多くの場合、照明操作者を配置し、講演者が照明操作者に操作を依頼する必要や、照明操作者と講演者で事前に打ち合わせを行う必要がある。このような場において照明操作をジェスチャで行うことで照明操作者を配置する必要がなくなり、講演者は任意のタイミングで照明を自由に操作することが可能になる。

一方、就寝および起床などの寝床で姿勢推定、ジェスチャ検出が可能になることで、就寝時に照明を操作せずとも消灯、起床時に起き上がるだけで点灯するような制御が可能となる。また就寝前に読書を行うような場合も好みの明るさに調光することができる。病室に導入することで手のジェスチャのみで照明の操作を行うことができれば、従来の壁スイッチやリモコンよりも操作者の負担を軽減できることが期待される。

3.2 操作ジェスチャの検討

本研究では、照明操作ジェスチャが多くのユーザにとって自然で直感的である必要があると考えた。そのため照明操作ジェスチャを決定するに当たり大学生 67 人にアンケート調査を実施した。アンケートにはそれぞれの操作について、複数の選択肢を提示し、そこから 1~2 つ選択してもらった。また回答者間でジェスチャのイメージを統一するため、図を用いてジェスチャのイメージの補助を行った。アンケート結果および Kinect の深度センサのセンシング特性を考慮し決定した操作ジェスチャを表 1 に示す。

連絡先: 長谷川 翔太郎, 同志社大学 大学院理工学研究科 情報工学専攻, 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3, 0774-65-6924, shasegawa@mikilab.doshisha.ac.jp

表 1: 照明操作ジェスチャ

操作	ジェスチャ名	動作内容
消灯	手を振る	Kinect に向けて手を振る.
	腕を交差する	頭の前で両腕を交差させ, ×印を作る.
点灯	拳手	腕をのぼし, 腕をまっすぐ上に挙げる.
	腕で円を作る	頭上に腕を使って大きな丸を作る.
調光	手を上げ下げする	腕を水平にまっすぐ伸ばすという認証動作後, その手を上げ下げして調光する.
	手の軌道で円を描く	Kinect に手を向け, 小さな円を描く. 回す向きで増光, 減光を行う.
照明選択	照明選択	点灯または消灯したい照明を指差す.
照明選択調光	照明選択調光	一方の手で照明を指差し, もう一方の手を胸の横辺りに置き待つ. 胸の前に置いた手を上下することで選択した照明の調光を行う.

3.3 ユーザマニュアルの検討

ユーザがジェスチャを再現する際, ユーザの理解を助けるマニュアルについての検討を行った. ジェスチャの検出条件が広い場合フォールス・ポジティブの恐れがあり, 条件が狭い場合フォールス・ネガティブが問題となる. これらの誤検出を避けるために, ユーザによる正しいジェスチャ入力が必要となる.

本研究では, テキストマニュアル, 図入りテキストマニュアル, およびビデオマニュアルの3種類のマニュアルを作成した. 図入りテキストマニュアルに用いたジェスチャ図を図2に, ビデオマニュアルのキャプチャ画面を図3に示す.

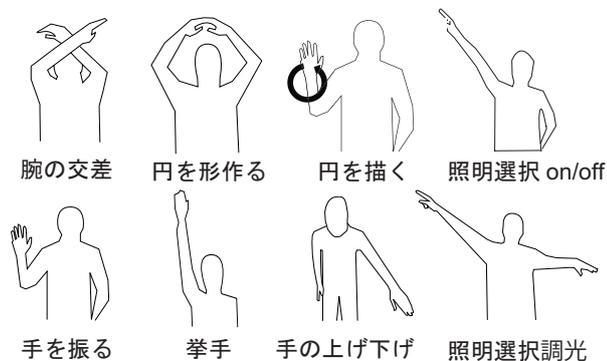


図 2: 図入りテキストマニュアル使用図



図 3: ビデオマニュアルキャプチャ画面

テキストマニュアルは, 表 1 にあるような文章のみでジェスチャを説明したマニュアルである. 図入りテキストマニ

ュアルは, テキストマニュアルに図を付加してジェスチャを説明したものであり, 動きを表現する際に矢印や複数の図を用いている. ビデオマニュアルは, 動画中のアクターが実際にシステムの操作を行い, 加えて音声および字幕によりジェスチャを説明したマニュアルである. 再生時間は4分ほどである.

4. 評価実験

4.1 評価手法

提案システムの操作性, および自然なジェスチャ操作が実現できているか評価実験を行った. またユーザマニュアルの形式の違いによる習得効果の違いについても検証を行った. 実験には Kinect の操作に慣れていない大学生の男女 12 人に提案システムを操作してもらい, 各操作の操作時間から操作性の評価を行った. 被験者が行った操作を以下に示す.

1. 骨格情報の初期化, および手による操作の開始動作
2. 手を振るジェスチャによる全消灯
3. 拳手ジェスチャによる全点灯
4. 腕の交差ジェスチャによる全消灯
5. 円を形作るジェスチャによる全点灯
6. 円を描くジェスチャによる目標光度の達成
7. 腕を上げ下げするジェスチャによる目標光度の達成
8. 指差しジェスチャによる 2 エリアの消灯
9. 指差し調光ジェスチャによる指定箇所の目標光度の達成

これらの操作時間から問題のある操作ジェスチャの操作性の評価を NEM (Novice Expert Method) を用いて行った [4]. これは一般ユーザ (Novice) の操作時間を操作熟練者 (Expert) の操作時間で割った値を NE 比として, NE 比が高いほど操作性に問題があるということを示す指標である.

マニュアルの検証に際して, 被験者を 3 人ずつ 4 グループにわけ, 文章のみのマニュアル, 文章に図を付加したマニュアル, ビデオマニュアル, 図を付加したマニュアルとビデオマニュアルの両方使って操作習得を行うグループに分類した. ユーザマニュアルの検証は操作習得に要した時間により評価を行った. さらに実験終了後にアンケート調査を行い, 直感的な操作が実現できているかを確認するため主観の評価を行った.

4.2 評価結果

実験より、アンケートによる直感的操作実現の評価、指定した操作に要した時間および操作習得時間を得ることができた。図4にアンケートの結果を示す。

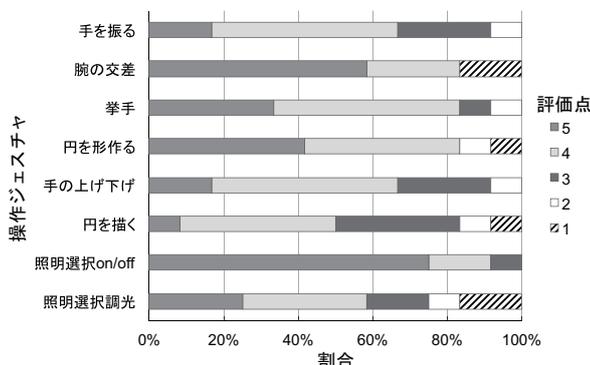


図4: アンケート結果

このグラフは各ジェスチャに対して、被験者が5段階評価で直感的かどうかを評価し、その割合を示したものである。腕の交差、挙手、円を形作る、および照明選択 on/off の操作に関しては、5段階評価中4以上をつけた被験者が8割を超えているため、それらの操作に関してはジェスチャと照明の対応が直感的であったと言える。

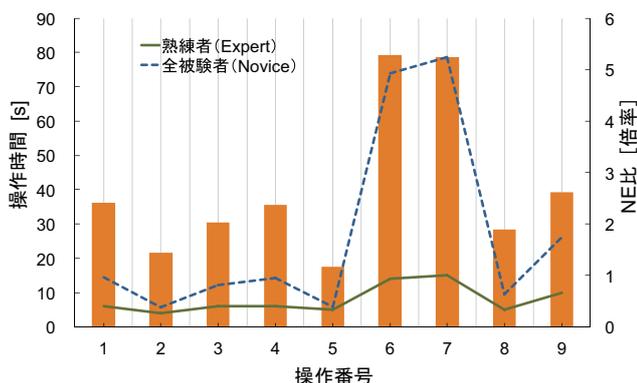


図5: 操作性能測定

NEMに基づいて性能評価を表したグラフを図5に示す。第1縦軸が操作時間で折れ線グラフと対応しており、第2縦軸がNE比で棒グラフと対応し、横軸が操作番号である。なお操作番号は左記の番号と一致している。設計者と被験者の指定操作時間を比較し、NE比を算出した。なお被験者の操作時間について、(9)の操作は1人、(4)、(6)の操作は2人ずつが完了できなかったが、それらのペナルティは考慮していない。図5より(6)、(7)の操作に関して操作性能が低く、習得に関しても問題がある可能性がある。また操作が完了できなかった原因を解析したところ、(4)においては被験者が小柄であったため、腕を交差させた際に骨格の推定を行うことができなかったと推測される。

また図4、5を比較したとき、操作性能が低いと直感的な操作と感じにくいことがわかる。しかし、手を振って消灯する操作の操作性能は高いが直感的であると答えた被験者が多くないことから、「操作性能が高い」＝「直感的な操作」とは言えないことがわかる。

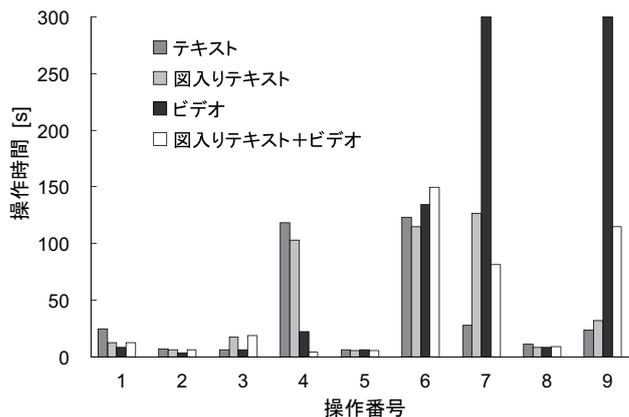


図6: マニュアル別操作時間

表2: 操作習得平均時間

マニュアル	習得時間
テキスト	27分
図入りテキスト	7分
ビデオ	15分
図入りテキスト+ビデオ	23分

図6にマニュアル別の操作時間を示す。縦軸に操作時間、横軸に操作番号を示しており、各棒グラフは左から順に、テキスト、図入りテキスト、ビデオ、図入りテキスト+ビデオのマニュアルである。マニュアルの種類によって操作時間にばらつきが見られたが、この結果からはどのマニュアルが優れているとは言えない。一方、表2に示したように、テキストマニュアルでは習得時間が非常に長く、ついで図入りテキストマニュアル+ビデオ、ビデオマニュアル、図入りテキストマニュアルの順に習得時間が長かった。情報が閲覧しやすい図入りテキストマニュアルでは習得が早く、テキストマニュアルでは文字をジェスチャに置き直すという作業が必要となるため、習得時間が長くなる。一方、図入りテキストマニュアルとビデオマニュアルを併用した場合、ビデオを見てイメージをつかみ、紙媒体のマニュアルで一目で確認することができるので習得時間が短縮されることが予想されたが、それぞれを用いた場合と変わらないという結果が得られた。このことは、ユーザに与える情報量を単純に増やしただけでは、習得の効率が上昇しないということを示している。

参考文献

- [1] 塚田浩二, 安村通晃. Ubi-finger: モバイル指向ジェスチャ入力デバイスの研究. 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.12, pp. 3675-3684, 2002.
- [2] 高橋勝彦, 関進, 小島浩, 岡隆一. ジェスチャー動画像のスポットティング認識. 電子情報通信学会論文誌, Vol.77, No.8, pp. 1552-1561, 1994.
- [3] 三原功雄, 沼崎俊一, 土井美和子. ジェスチャ操作ifのためのシニアジェスチャの解析. 情報処理学会論文誌, Vol.43, pp. 3685-3693, 2002.
- [4] 鱗原晴彦, 龍淵信, 佐藤大輔, 古田一義. 定量的ユーザビリティ評価手法: Nemによる操作性の評価事例およびツール開発の報告. ヒューマンインターフェースシンポジウム2001研究発表, 2001.