

# Kinect を用いたジェスチャ検出による照明制御における検討

長谷川 翔太郎

Shotaro HASEGAWA

## 1 はじめに

従来、照明の明るさは一律、また均一である方が良いという考えのもと照明操作の機能については点灯、消灯のみで充分であった。しかし、オフィスにおいて知的生産性と空間の明るさに密接な関わりがあるとの報告もある。また昨今の省エネ指向の影響もあり照明の明るさを適切に調節するといった要求が出てきている。

一方、近年の電子デバイス技術の発展に伴い、より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。その中でもジェスチャ操作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である<sup>1) 2)</sup>。しかし、ジェスチャ操作に関して、実際にユーザがジェスチャを再現する際に、個人差が生まれやすいことが示唆されている<sup>3)</sup>。本研究では、ジェスチャによる照明操作を行うインターフェースを構築し、また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。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することが可能である。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システム

### 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、また手元の資料を確認するためその他のときは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打ち合わせて変更を行う必要がある。このような場で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、

また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。

姿勢の推定を就寝、起床などの寝床で適用することにより、就寝時に照明を操作せずとも消灯、また起床時に起き上がるだけで点灯と制御が可能となる。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。また病床に伏しているときも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、操作の負担を軽減することができる。

### 3.2 操作ジェスチャの検討

本研究では、照明の操作において多くのユーザにとって自然で直感的な操作である必要があると考えた。そこで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 つまでを選択してもらった。ただし照明選択のジェスチャについては 1 つだけ選択してもらった。またジェスチャのイメージを統一するためにアンケートでは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 Table 1 に示す。

Table 1 照明操作ジェスチャ

操作	ジェスチャ	動作説明
消灯	手を振る	Kinect に向けて手を振る。
	腕の交差	頭の前で両腕で交差させ、×印を作る。
点灯	拳手	腕を伸ばして手をまっすぐ上にあげる。
	円を形作る	頭の上に両腕で大きき丸を作る。
調光	手の上げ下げ	腕を水平に伸ばすという認証動作後、その手を上下させることで調光を行う。
	円を描く	Kinect に向けた手で小さな円を描く。 回す向きで減光、増光を行う。
選択	照明選択 on/off	照明を指差すこと照明の点灯、消灯を行う。
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くという認証動作後、置いた方の手を上下させることで調光する。

### 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、ユーザの理解を手伝う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。そのため、適切な検出条件の設定およびユーザが正しくジェスチャを行う必要がある。我々は、文章のみで説明されたマニュアル、図を付加したマニュアル、ビデオによって操作を行っている様子に説明を加えたマニュアルを作成した。我々はこれらのマニュアルをもとに習得効果の比較、検証を行った。

## 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を行うために実験を行った。加えて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 人に実際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。被験者を 3 人ずつ 4 グループにわけ、文章のみで説明されたマニュアル、文章に図を加えて説明されたマニュアル、ビデオマニュアル、図を加え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ってもらうグループに分類し、ユーザマニュアルの検証を行った。加えて、アンケートによる主観的評価を行ってもらった。操作時間を測定した操作を以下に示す。

1. ユーザの骨格情報の初期化、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) を用いた<sup>4)</sup>。これは一般ユーザ (Novice) の操作時間をシステム設計者 (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。

### 4.2 結果

実験を行い、指定操作時間および習得時間を得ることができた。またマニュアルごとのデータを比較することによりマニュアルごとの習得効率を比較する。

Table 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

NEM に基づいて表したグラフを Fig.1 に示す。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は (9) の操作を 1 人、(4)、(6) の操作を 2 人ずつが完了することができなかったが、それらのペナルティは考慮していない。Fig.1 より (6)、(7) の操作に関して操作性または習得に関して問題があると考えられる。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

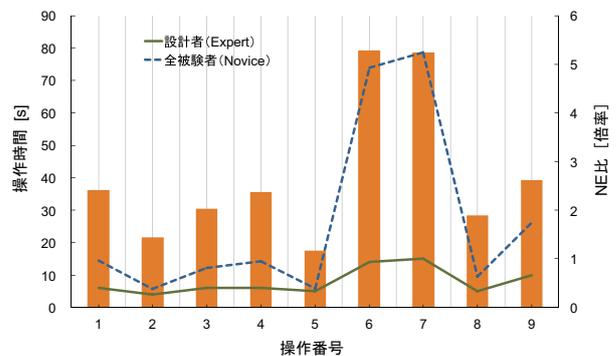


Fig. 1 操作性測定

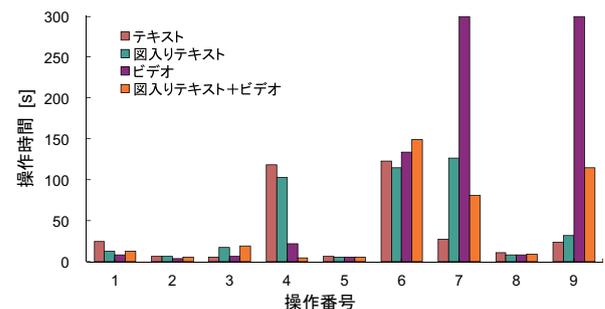


Fig. 2 マニュアル別操作時間

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。

Fig.2 にマニュアル別の操作時間を示す。マニュアルによって操作時間が短いものと長いものが異なっていた。Table 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かった。また、図入りテキスト、ビデオマニュアルを両方用いても、習得が早くなるということにはなかった。

Table 3 直感性におけるアンケート結果

操作番号	2	3	4	5	6	7	8	9
評価平均	3.8	4.1	4.1	4.0	3.3	3.8	4.7	3.4

Table 3 に直感性におけるアンケートの結果を示した。これは各ジェスチャに対して行った操作が直感的であるかどうかの評価である。これより多くのジェスチャが直感的であったと言える。

## 参考文献

- 1) 塚田浩二, 安村通児. 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.