

フィジカルディマー：身体動作による照明の制御インターフェース

金 スルギ[†] 坂本 隆成[†] 白井 大地[†] 水無瀬 翔[†] 吉本 和樹[†]
赤羽 亨[‡] 小林 茂[‡] 鈴木 宣也[†]

これまでのスイッチによる複数の照明の制御は、ユーザの点灯を望むライトに対応するスイッチを押すことにより操作するが、この方法はスイッチの位置とライトの位置の対応関係がわかり辛く、意図しないライトをつけてしまうことがある。また近年 LED や有機 EL などが照明に使われる機会が増し、従来の調光とは異なる操作が求められる。そこで身体動作と照明との対応関係に注目し、多数の照明や機器の操作に関する提案のひとつとしてフィジカルディマーを制作した。身体の動作を抽出するインタフェースとして、フィンガージェスチャコントローラとグリップコントローラの 2 種類を制作した。またこのシステムは、ひとつのインタフェースでひとつの照明をコントロールするだけでなく、複数の照明を直感的にコントロールすることが出来る。更に照明モジュールは互いの状況に応じて無線通信にて連携し調光できる。

Physical Dimmer: Lights Control Interface based on Body Motion

SEULGI KIM[†] RYUSEI SAKAMOTO[†] DAICHI SHIRAI[†] SHO MINASE[†] KAZUKI YOSHIMOTO[†]
KYO AKABANE[†] SHIGERU KOBAYASHI[‡] NOBUYA SUZUKI[†]

When dimming multiple lights by traditional switches, the user must adjust the individual switches for the lights they want to control. However, it can be very difficult to understand the correspondence between a light's position and its switch's position, which sometimes results in unintentionally adjusting the wrong light. And in recent years, LED and organic EL lighting has been used increasingly often, so there is a desire for dimming controls different from conventional methods. So we focused on the relationship between light and physical action, and created the Physical Dimmer as one possible method of controlling multiple lights and pieces of equipment. We made two types of interfaces that interpret the behavior of the body, the Grip Controller and Finger Gesture Controller. This system doesn't require one interface per light, but rather allows for the intuitive control of a number of lights by single controller. Furthermore, we made the light modules able to communicate wirelessly and dim or brighten depending on the state of the other modules.

1. はじめに

これまで照明が複数ある場合、照明の位置とスイッチの対応関係がわかりにくい場合がある。またリモコンによる調光はスイッチと同様、ボタンと照明との対応関係がわかりづらく直感的な調光には適していない。さらに有機 EL や LED による照明が普及し始めることで、複数の機器による調光が想定され、今までとは異なる操作が要求される。そこで身体的位置や動きによる調光はできないかと考えた。

本研究は照明に限らず、複数の機器の操作を対象にしたインタフェースを試行するものである。今回は対象を照明に絞り、身体動作の中でも、機器と身体との位置関係と手の動作に注目し、2 種類の手の動作を抽出するインタフェースを制作した。1 つは握力や傾きなどの手の動きに関するジェスチャにより調光を行うもの、もう 1 つは手の指の動きのジェスチャを抽出し調光を行うもの、それぞれタイプの違う 2 種類のインタフェースを制作した。ホールやオフィス、多人数が共有する工房のような空間、あるいは複数の間接照明などで構成される部屋など、1 つの照明だけではなく、複数の照明のある空間を対象としている。今回はインタフェースと連動して動作する LED による照明モジュールも制作した。この照明モジュールは個々のモジュール同士が連携し調光するように実装した。このインタフェースと照明モジュールによるシステム全体の名前を「フィジカルディマー」と名付けた。

2. 関連研究

照明のコントロールに関する研究などを以下にあげる。スイッチ以外のインタフェースで複数の照明を操

[†] 情報科学芸術大学院大学

Institute of Advanced Media Arts and Sciences

[‡] 岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー

International Academy of Media Arts and Sciences

作する点においては本研究と類似する。

木田[1]らはジェスチャやユーザの生体情報を用いる照明のインタフェースと自律して照度を制御する照明を開発した。各照明に照度を設定し、照明が環境に応じて自律的に調光する。本研究ではユーザが明示的に調光することを目指しており、また照明同士が通信することで協調し照度を調節することを目標としている点で異なるアプローチである。また加速度腕時計を用いたジェスチャ抽出は本研究のジェスチャの抽出に類似しているが、腕ではなく指によるジェスチャを試行している点でアプローチが異なる。

塚田[2]らはベンドセンサと 2 軸加速度センサ、タッチセンサでジェスチャを抽出し、赤外線で機器を特定し照明や家電を無線ネットワークでコントロールできる「UBI-Finger」を開発した。赤外線で位置情報を特定する点や無線ネットワークを用いたコントロールする点では本研究と類似している。しかし塚田らは「UBI-Host」というコントロールサーバーによる集中管理システムであるのに対し、本研究はそれぞれ独立して分散・協調するシステムであり異なる。また装着せずにジェスチャの取得する点でアプローチが異なる。

その他にジェスチャを用いたコントロールの研究に飯田[3]らのジェスチャを用いた家電機器操作インタフェースの研究、入江[4]らのジェスチャ認識に基づくインテリジェントルールの構築の研究、OKI[5]の画像認識 LSI を用いてモニタの前で手を動かすジェスチャで照明操作するデモなど、すべてカメラによる画像認識のシステムである。本研究はカメラを使用せずジェスチャを抽出する方法を検討した。

音声による照明の制御システムが検討されている。日本 SGI[6]では感性制御技術を基盤に、人の声から感情を分析し、その会議の雰囲気照明の色で表現する「空間ロボット」を開発した。アドバンスト・メディア[7]は声によるコマンド操作で照明や家電などの操作ができる会議室制御システム「AmiVoice Scene-Director」を開発した。位置に関する指示は、窓側や前方などの大まかな指示に限定しており、各照明に対して指示を出すことが出来ない。

3. システム構成

本システムは照明モジュールとコントローラに分けて開発した。照明モジュールとコントローラは赤外線通信で照明とユーザの位置関係を取得し、その後ジェスチャにより調光する。調光や照明モジュール同士の連携は無線により通信する。赤外線と無線による二重

化は、位置関係の取得を必要とする一方、身体性を伴う入力のため、向きを一定に保ちながら操作することが難しいことから二重化した。(図 1)

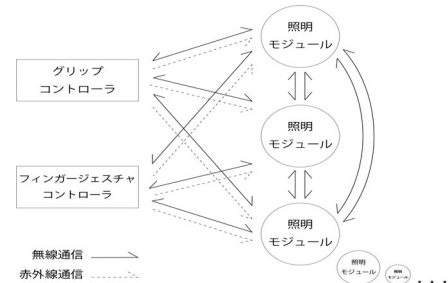


図1 システム構成

また照明モジュールの状態をユーザへ明示的に伝えるため、照明モジュールにインジケータ用の LED を実装し表示する一方で、ユーザに直接フィードバックするためコントローラに振動モータを実装した。

3.1 照明モジュール

照明モジュールは照明用の LED、インジケータ用の LED、赤外線通信のための赤外線受信部、無線通信のための XBee で構成し、制御部分は Arduino を使用した。ユーザが照明モジュールの下で最初に操作する時にのみ位置関係を取得する仕組みにした。位置を取得後、照明モジュールはコントロール可能な状態になる。その後コントローラから送られるユーザからの指示を無線通信で受け取り、その指示に従い調光する。

照明モジュールはコントローラとモジュール間だけではなくモジュール間同士も通信し、1 つの照明の明るさが最大になるとその周りにある照明が徐々に明るくなり、逆に一つの照明の明るさが最低値になると徐々に周りの照明も暗くなるなど、モジュール同士の位置関係を各モジュールに定義し、互いが協調し動作するようにした。

3.2 コントローラ

コントローラは A, B の 2 種類を制作した。(図 2)

- A. グリップコントローラ
- B. フィンガージェスチャコントローラ

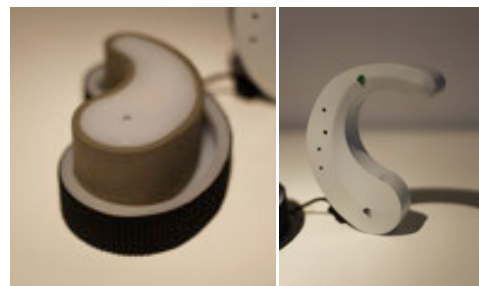


図2 グリップコントローラ（左）と
フィンガージェスチャコントローラ（右）

手を用いた調光を考えた際に「動き」と「形」に注目した。「動き」とは腕や手を動かすことで、「形」は指の様々な形を読み取ることで照明とコミュニケーションをはかることである。この2種類を実装したコントローラを制作し、比較・検討することとした。

2 種類のコントローラの共通部分は以下の通りである。

1. 赤外線を送信して位置情報を照明モジュールに取得させる赤外線通信
2. 無線モジュール (XBee) による送受信
3. 照明側からのフィードバックを伝える振動モータ

またプロトコルは共通である。調光する時ユーザは、照明の状態を見ながら操作する。しかし調光時には操作と照明モジュールの連動がわかりにくい。そこで振動モータによるフィードバックを設けた。

グリップコントローラは握る、傾ける、振るという3つの身体動作によって指示することを目的とした。ユーザに難しい操作方法を強いるのではなく、シンプルな身体動作と操作の対応関係を抽出することで直感的に操作することを目指した。

フィンガージェスチャコントローラは指のジェスチャにより操作することを目的とした。指の折り曲げもまたシンプルな身体動作であり直感的に操作することが出来ると考えた。実装には曲げセンサにより取得する事も考えられたが、先行研究などから、手の大きさや個人差を考慮する必要があること、また装着するのに時間を要するなどの課題があり装着感のあるものは避けることとした。

3.2.1 グリップコントローラ

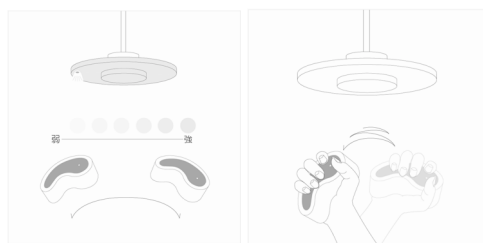


図3 インタフェースの傾けで調光する (左)
インタフェースを振る (右)

3つの圧力センサにより握る動作を取得し、加速度センサによってコントローラの傾きを検出し調光のパラメータとした。(図3)

コントローラの形状(図2)は光量の大小の関係が

解りやすいように光量が明るくなる側の握り部は大きく、光量が暗くなる側の握り部は小さくなっている。

調光するためにはインタフェースを図3にあるように傾けその状態を維持していると加速度センサの値が変化することによって少しずつ明るくなっていく、逆の方向にその状態を維持していると少しずつ明るくなっていく。光量の決定は傾けた状態を維持し強く握ると光量が固定され、また調光しなくなった場合はもう一度強く握ると、その光量から調光することができる。

3.2.2 フィンガージェスチャコントローラ

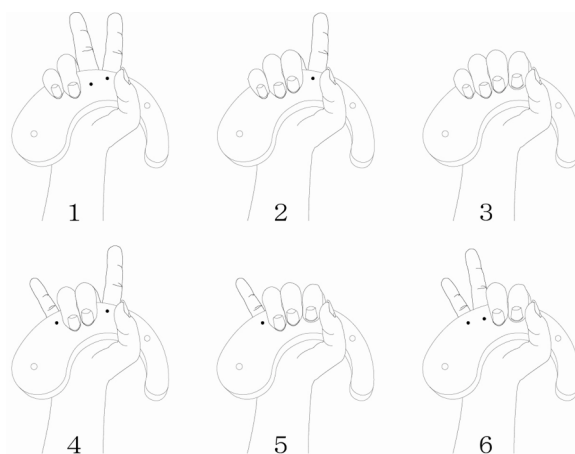


図4 ジェスチャ

5つのフォトリフレクタを実装し、表側に4つ、裏側に1つを配置した。

コントローラの形状は(図2)、全部の指を開いた状態でも落ちないように、親指と人指し指の間に掛かるようにした。また各指の折り曲げを取得できるように位置にフォトリフレクタを配置し、ボタンを押すようなインタラクションではなく、ジェスチャを認識することを意識させるようなデザインにした。

操作方法を以下に示す(図4)。

- 4-1. ライトを段階的に明るくする。明るさが最大値になると隣のライトが明るくなる。
- 4-2. ライトを段階的に暗くする。そのライトが暗くなると隣のライトが暗くなる。
- 4-3. 1つだけ最大値にする。
- 4-4. 1つだけ消す。
- 4-5. すべてのライトを消す
- 4-6. すべてのライトを段階的に明るくする。

3.3 設置方法

照明モジュール15個を図5, 6のように設置した。

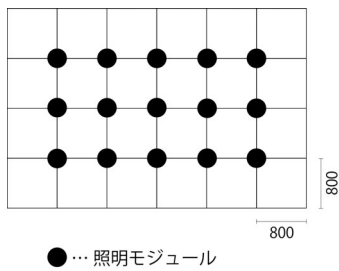


図5 照明モジュールの設置間隔

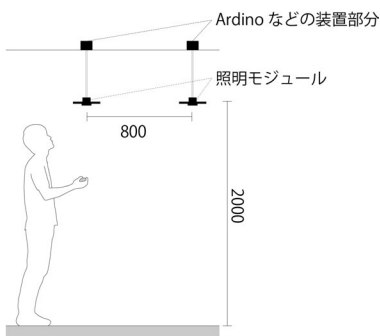


図6 照明モジュールの設置方法

4. 操作手順

ここでは単数・複数の照明モジュールとその状態をコントロールする機器の2種類の操作方法をまとめる。

4.1 単数の操作

1. コントローラ側から任意の照明に識別信号を赤外線で送信し、受けた照明モジュールは点灯し、コントロール可能な状態になる。
2. コントローラ側から無線を通じ、その照明に対して明度変更の信号が送信される。照明モジュールはその信号に従い調光する。
3. 照明モジュールの照度が最大値あるいは最小値に達すると、そのモジュールの四方の照明モジュールに調光信号が伝わり照度をコントロールする。

4.2 複数の操作

1. 全体消灯のジェスチャを行うと、全体の照明モジュールに信号が送信され消灯する
2. 全体点灯のジェスチャを行うと、全体の照明モジュールに信号が送信され点灯する
3. 全体に調光するジェスチャを行うと、全体の照明モジュールに信号が送信され調光する

5. 展示と体験

東京六本木で行われた「Tipping Point」展、「金の卵」展、岐阜で行われた「Make: Ogaki Meeting 01」で展示を行った。観客にコントローラの使い方を説明

し、2つのコントローラを体験してもらった。体験後、以下の意見・感想を得た。

- ・複数の照明を一つのコントローラで操作できて便利
- ・光量の調整ができるのが良い
- ・つけたい照明を簡単に選択できる
- ・光が伝わっていく様子が美しい
- ・なれないと操作がわかりづらい
- ・身体の動きに対して照明の反応が悪い
- ・傾きではなく、握る強さで光量を調節したい

6. 考察

グリップコントローラは以下の3つの手順を踏む。この手順の多さとそれぞれの動作の関連性の不足が、操作を難しくしている。

- ・照明モジュールにコントローラをかざす
- ・傾ける
- ・握る

リモコンのようにかざし続ける必要があると思う人が多くいた。そのため傾ける行為との違いに困惑する場合があった。しかし慣れるとその後は問題なく操作することができた。

フィンガージェスチャコントローラはジェスチャと調光の対応関係がわかりにくかった。使用していると徐々に覚えていくものの、ジェスチャの記号化について課題があることがわかった。

参考文献

- 1) 木田清香,三木光範,廣安知之: ユーザの生体情報を用いた照明システムのユーザインタフェース, 同志社大学理工学研究報告, pp.145-152 (2008).
- 2) 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, 情報処理学会論文誌, pp.3675-3684 (2002).
- 3) 飯田直也,戸澤慶昭,中村明生: ジェスチャ認識を用いた家電機器操作インタフェースの検討, 映像情報メディア学会技術報告, pp.81-84 (2009).
- 4) 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, pp.258-265 (2007)
- 5) 画像認識 LSI デモ, http://gigazine.net/news/20091006_oki_image_recognition_lsi_ceatec_japan_2009/, (2009).
- 6) 空間ロボット, http://www.sgi.co.jp/company_info/e-news/2008/0213/c02.html, (2008)
- 7) AmiVoice SceneDirector, <http://www.advanced-media.co.jp/products/amivoicescenedirector.html>