

# 知的照明システムにおけるタンジブル UI の開発

金 裕可里

## 1 はじめに

システムを多くの人に利用してもらい、生活を便利にするためには、システムの画期的な機能や優れた性能は重要なことであるが、ユーザがシステムを利用しなければ意味がない。誰にでも簡単な操作が可能で、使いやすいユーザインタフェースの追求および開発は重要である。

現在最も普及しているユーザインタフェースは、キーボードから文字を入力する CUI(Character User Interface)、またはマウスを使って、画面上のボタンやメニューを選択する GUI(Graphical User Interface) である。これらは、2 次元の画面上での操作に限定されているため、マウスとキーボードによる操作が必要最低限のものであり、現在も様々なシステムの操作に利用されている。しかし、マウスやキーボードによる操作は、操作性の向上に限界があり、画期的なユーザインタフェースの開発が求められる。

そこで CUI や GUI によるユーザインタフェースとは異なる特徴を持つ TUI(Tangible User Interface) が注目されている。「tangible」とは、「触れて感知できる実体がある」という意味であり、情報に直接触れて操作することのできる手段と言えるものである。

本稿では、画期的で普及すべきシステムである知的照明システムの制御に TUI を取り入れるため、タンジブルパネルを開発、活用し、今後の照明制御 TUI の展望を述べる。

## 2 TUI とは

GUI は、2 次元のピクセル主体の画面上に限られており、変貌自在にピクセルを操り多様な機能を視覚的に表現できる汎用性を持つが、マウスやキーボードでしか操作できないため、さまざまなシステムのどのような操作をしても、身体に伝わる感覚は全て同じ感覚であり、単調なものである。

TUI において、ユーザが操作する対象はそこに見えている「情報」そのものであるため、ユーザが情報を直接操作することを可能にするユーザインタフェースである。また、GUI とは異なり、汎用性を持たないことで、操作性の向上を追求でき、機能に特化したユーザインタフェースを生み出すことができる。さらに、TUI は、両手を使った並行操作、複数のユーザによる同時並行操作を実現する。

TUI の具体例として、地図上に駒を置き、その駒をスイッチのように回したり、位置を変えることによって避難所の位置・災害発生地点・災害規模などを変更でき、実際の災害時に避難が可能かどうかなどをシミュレートできるタンジブル防災シミュレータなどが挙げられる。

## 3 知的照明システムにおける TUI

### 3.1 知的照明システム

知的照明システムは、必要な場所に必要な照度を提供することができるシステムである。ユーザが照度センサに目標照度を設定する、もしくは、照明に光度と色温度を設定することだけで、適切な場所に適切な照度を提供することができる。

現在実現している知的照明システムの UI は、タッチパネル、携帯アプリ等がある。タッチパネルは、画面上に用意されているメニューや照度センサを選択して目標照度を入力したり、照明を選択して色温度や光度を選択して操作することで、照明の点灯状態を変更することができる。また、携帯アプリは「いつでも」「どこからでも」照明を選択して、照明制御することが可能である。

### 3.2 知的照明システムに TUI を用いる利点

現在、オフィスで使われている知的照明システムは、照明制御の際、PC のブラウザに表示された照明制御画面において、好みの照度、色温度および光度をそれぞれのプルダウンメニューから選択し、設定された照度、色温度および光度が照明器具に反映されることで、ユーザの好みの明るさの環境になる。この一連の流れは全て、マウスによるクリックで実現される。

明るくした時、もしくは暗くした時も、行う動作はマウスのボタンを押すという動作であり、体に直接伝わるのはクリックした時の感覚だけである。「明るくなるように操作した」もしくは「暗くなるように操作した」という感覚の違いを直に体感することは不可能である。

TUI は、情報に直接触れて操作するので、行う操作を体感することが可能である。また、本稿では、スライダによって照度、色温度および光度を設定するため、物理的な重さのあるバーを動かす感覚から数値の変化を体感できる。また、TUI はマルチタッチであるため、並行して違う照明の制御を同時に行うことが可能である。

## 4 FTIR(Frustrated Total Internal Reflection) を用いたタンジブルパネルの製作

### 4.1 概要

タンジブルパネルは、パネル上にスライダやダイヤルを設置し、バーを動かしたりダイヤルを回すことによって、画面を見ながら操作することを可能にしたものである。また、マウスでは操作できる人が一人、もしくはマウス座標の置かれている 1 点でのみ操作が可能だが、タンジブルパネルは、マルチタッチであるため、複数の指ごによる操作や、ディスプレイに触れている面積の違いによる操作も可能となる。

## 4.2 FTIR の原理

タンジブルパネルの作製には様々な方法があるが、FTIR という原理を利用する。

Fig.1 にあるように、アクリルパネルの両端から赤外 LED の光を入射させる。赤外 LED の光は赤外線であり、波長が長い光線であるため、反射しやすい。光の屈折率は空気よりもアクリルの方が高いため、赤外線はアクリルパネルの中を全反射し続ける。しかし、アクリルパネルの表面を、光を屈折させない物体である指が触れることで、その面で赤外線が乱反射する。このことによって赤外 LED の光が、アクリルパネルの下に届く。アクリルパネルの下から漏れた光を赤外カメラで映し出すことにより、アクリルパネルのどの部分が指で押さえられたのかを認識できる。以上の、赤外 LED の特徴を利用した原理を FTIR と呼ぶ。<sup>3)</sup>

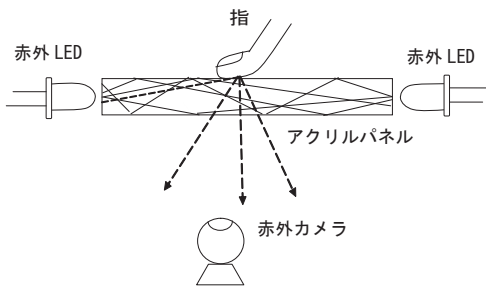


Fig.1 FTIR の原理 (出典：自作)

## 4.3 製作方法

FTIR の原理により、アクリルパネルから漏れた赤外線の光を撮影し、取得した画像をソフトウェアで画像処理を行うことで、マルチタッチパネルを実現させる。また、プロジェクタでマルチタッチパネルに操作するために必要な画像を映し出し、システムを操作することを可能にする。

### 4.3.1 赤外カメラの製作

FTIR においてアクリルパネルから漏れた赤外線の光を撮影するには、赤外線のみを映し出す赤外カメラが必要である。Fig.2 に示すように、ウェブカメラのレンズ部分を開け、中にある赤外線遮断フィルタを外し、赤外線透過フィルタを取り付ける。レンズを元に戻すと、赤外線のみを映し出すことのできる赤外カメラとなる。

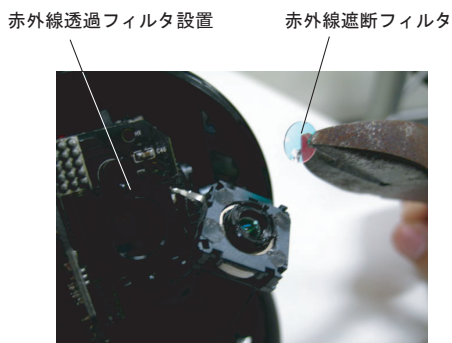


Fig.2 ウェブカメラの改造 (出典：自作)

### 4.3.2 アクリルパネルと赤外 LED

赤外 LED、抵抗および電池を接続し、赤外 LED を点灯させる。赤外 LED の点灯は肉眼では確認できないので、赤外カメラを使って確認する。Fig.3 に示すように、アクリルパネル内に赤外 LED の光を入射する。

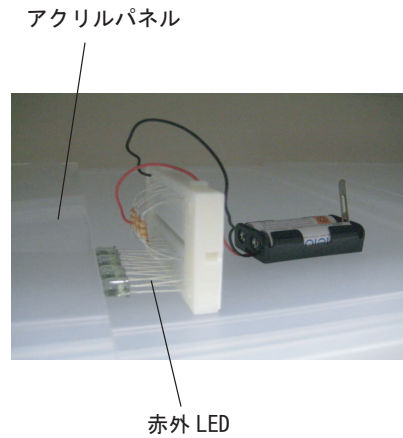


Fig.3 赤外 LED の光の入射方法 (出典：自作)

光が入射している部分のパネル上を指でタッチすると、Fig.4 のように、アクリルパネルの下に設置した赤外カメラに、タッチした部分が映し出される。



Fig.4 指でタッチした時の画像 (出典：自作)

### 4.3.3 ソフトウェア

赤外カメラから得た画像をソフトウェアにより画像処理を行う。このソフトウェアは tbeta<sup>4)</sup> というオープンソース・ソフトウェアを使用することを考えている。tbeta は、カメラに映る複数の指先を、明るさの違いで感知するためのソフトウェアを GUI で提供している。設置面を認識し、四角い枠となって表示される。設置面毎に ID を設定し、そのデータを他のソフトウェアに引き渡す。<sup>5)</sup>

## 5 TUI を用いた照明制御

タンジブルパネルでは、シリコン素材のスライダーを使用し、プロジェクタによってパネルに映し出された画面に合わせて、バーを動かすことによって数値を自在に変化させ、目標照度、色温度および光度を設定する。ス

ライダの値の読み取りはバーの下にマークを付け、赤外カメラから取得した画像を画像処理し、マークを読み取ることによって、スライダーおよびバーの位置を確認する。スライダーの位置情報から、照明または照度センサの位置を認識し、バーの位置情報から、設定された数値を認識する。

## 6 展望

システムの操作、情報へのアクセスは、TUIの誕生により、これまでのユーザインタフェースの限界を超えることが可能となった。マウスやキーボードの存在がなくなり、画面に浮かぶ画像に直接触れたり、スライダやダイヤルを画面に乗せて照明制御を行うことは、現在の照明制御に比べ、誰にでも分かりやすく、操作性の向上につながり、パソコンが苦手な人でも気軽にシステムを操作することを可能にすると考えられる。

### 参考文献

- 1) 穴吹 まほろ, 石井 裕: 3次元デジタルモデリングのためのハンドヘルドタンジブルユーザインタフェース, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2007
- 2) 野澤 智: 身体性と次代のユーザインタフェース, [http://www.cbc-net.com/dots/tomo-nozawa/nozawa\\_04/](http://www.cbc-net.com/dots/tomo-nozawa/nozawa_04/)
- 3) 内藤真樹, 志築文太郎, 田中二郎: 赤外線方式タッチパネルにおける接触面積を利用した押し込み操作の基礎検討, 筑波大学大学院コンピュータサイエンス専攻, 2009
- 4) 船戸 大輔: FTIR方式によるマルチタッチディスプレイの作り方, <http://www.artful.jp/>
- 5) マルチプラットフォームに対応したマルチタッチシステム「tbeta」, <http://www.moongift.jp/2008/10/tbeta/#more-11247>