

修士論文

モバイル端末内蔵の照度センサを用いた  
複数端末間の連携を実現する  
ハンドジェスチャ操作手法の検討

---

Hand Gesture Operation using built-in Illuminance meter  
to Enable Multi-Device Interaction

同志社大学大学院 理工学研究科 情報工学専攻  
博士前期課程 2015 年度 131 番

松井 健人

指導教授 三木 光範教授

2017 年 1 月 21 日

## Abstract

In this paper, we present IllumiConnect, a novel technique for realize a hand gesture operation to enable multi-device interaction. IllumiConnect uses illuminance meter built into mobile devices such as smartphones and tablet terminal to sense hand gestures performed over between mobile devices. By recognizing hand gestures using decision tree learning based on history of illuminance value, we realize a intuitive operation by hand gestures over mobile devices. We conducted two kind of experiments for evaluating IllumiConnect. In an evaluation experiment for accuracy of hand gestures recognition, IllumiConnect showed to be able to distinguish each one of hand gestures high accuracy. And in an evaluation experiment for verifying accuracy of grouping some devices, IllumiConnect showed to be able to group devices almost correct. We also implemented a application and introduce a specific use case of IllumiConnect.

# 目次

1	序論	1
2	複数端末間の連携を実現する直感的な操作手法	2
3	異機種におけるハンドジェスチャ認識に関する予備実験	3
3.1	異機種におけるハンドジェスチャ認識に関する予備実験の概要 . . . . .	3
3.2	異機種における内蔵照度センサの性能検証実験 . . . . .	3
3.3	異機種におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験 . . . . .	3
4	IllumiConnect	4
4.1	IllumiConnect の概要 . . . . .	4
4.2	識別可能なジェスチャの種類 . . . . .	4
4.3	IllumiConnect の構成図 . . . . .	4
4.4	IllumiConnect のアルゴリズム . . . . .	4
5	IllumiConnect の評価実験	5
5.1	IllumiConnect の評価実験の概要 . . . . .	5
5.2	IllumiConnect の評価実験の環境 . . . . .	5
5.3	IllumiConnect におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験 . . . . .	5
5.4	IllumiConnect におけるグルーピング精度の検証実験 . . . . .	5
6	IllumiConnect のユースケース	6
6.1	IllumiConnect のユースケースの概要 . . . . .	6
6.2	IllumiConnect を用いたデータ共有アプリケーション . . . . .	6
7	結論	7
8	今後の展望	8

# 1 序論

近年，スマートフォンやタブレット端末の普及，またスマートウォッチの登場により個人が所有するモバイル端末の台数が増加している．そのため，複数端末間の連携に対して需要が高まっている．複数端末間の連携の例として，写真の送信が考えられる．スマートフォンで撮影した写真を，友人と共有するために友人のスマートウォッチに送信する，あるいは大きな画面で見るために自身が所有するタブレット端末に送信するといった使い方である．しかし，端末間での連携を行うためには，端末間でネットワークを構築する必要がある．例えば，Bluetooth を利用する場合，使用する端末の周辺にある多くの端末が表示されたリストの中から，接続したい端末を探し出して選択する，接続する，接続を解除するなどの操作が必要である．このような操作は，ユーザにとって煩雑であり，複数端末間の連携を躊躇する要因であると考えられる．そのため，より直感的な操作手法が必要である．

直感的な操作手法として，NUI ( Natural User Interface ) が考えられる．NUI とは，人間にとって自然かつ直感的な動作で操作が可能な入力手法であり，タッチ操作や音声操作などが一般的である．NUI の中でも，特にジェスチャ操作に対して関心が高まっている．ジェスチャ操作は，手や指，体の動きを認識して操作する手法で，主に非接触で操作できる．ジェスチャ操作に関しては，様々実現方法が研究されている．また，ジェスチャ操作を実現するデバイスとして，Kinect や Leap Motion などが開発，商用化され，ジェスチャ操作はエンターテインメント分野や医療分野など広い分野において積極的に活用されている．

それらの研究の多くは，モバイル端末に内蔵されているセンサを用いている．例えば，イメージセンサを用いた手法，加速度センサを用いた手法，マイクロフォンを用いた手法 [57] などがある．その他にも，特殊なペンデバイスを用いた手法 [8, 9]，特定の端末に内蔵されているホバー機能を用いた手法，同時に画面をタップする手法 [11] がある．

これらの手法に対して，本研究では，モバイル端末に内蔵されている照度センサを用いて直感的なペアリングを実現する．先行研究により，照度センサを用いてジェスチャ認識が出来ることがわかっている [12]．そこで，本研究では，複数のモバイル端末においてジェスチャ認識を行いより直感的なペアリング手法を検討するとともに新たなジェスチャについて検証する．

Fig. 1.1 User is sending a photo from one device to another grouped devices by hand gesture

## 2 複数端末間の連携を実現する直感的な操作手法

関連研究

### 3 異機種におけるハンドジェスチャ認識に関する予備実験

#### 3.1 異機種におけるハンドジェスチャ認識に関する予備実験の概要

#### 3.2 異機種における内蔵照度センサの性能検証実験

異機種における内蔵照度センサの性能検証実験の概要

異機種における内蔵照度センサの性能検証実験の結果

異機種における内蔵照度センサの性能検証実験の考察

#### 3.3 異機種におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験

異機種におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験の概要

異機種におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験の結果

異機種におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験の考察

## 4 IllumiConnect

### 4.1 IllumiConnect の概要

### 4.2 識別可能なジェスチャの種類

### 4.3 IllumiConnect の構成図

### 4.4 IllumiConnect のアルゴリズム

## 5 IllumiConnect の評価実験

### 5.1 IllumiConnect の評価実験の概要

### 5.2 IllumiConnect の評価実験の環境

### 5.3 IllumiConnect におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験

IllumiConnect におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験の概要

IllumiConnect におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験の結果

IllumiConnect におけるハンドジェスチャ認識精度の検証実験の考察

### 5.4 IllumiConnect におけるグルーピング精度の検証実験

IllumiConnect におけるグルーピング精度の検証実験の概要

IllumiConnect におけるグルーピング精度の検証実験の結果

IllumiConnect におけるグルーピング精度の検証実験の考察



## 6 IllumiConnect のユースケース

### 6.1 IllumiConnect のユースケースの概要

### 6.2 IllumiConnect を用いたデータ共有アプリケーション

## 7 結論

## 8 今後の展望

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり，多大なる御指導そして御協力を頂きました，同志社大学理工学部の木光範教授に心より感謝致します．また，貴重な御指摘，御助言を頂きました，同志社大学理工学部の間博人助教に心より感謝致します．

本研究を実施および本論文の執筆にあたり，多大な御協力を頂きました，知的システムデザイン研究室の山下大輔氏，村上広記氏，相馬啓佑氏に心より感謝致します．

快適な研究生生活を送るために様々な御助力を頂きました，正木羊子氏に心より感謝致します．

## 参考文献