

## GoogleGlassを用いた装着型明るさ感センサの開発

川村 真也<sup>†</sup>小野 景子<sup>†</sup>龍谷大学工学部電子情報学科<sup>†</sup>

### 1 はじめに

省エネルギー社会を構築する上で、オフィス全体の消費エネルギーのうち20から25%を占める照明の消費電力削減は大きな課題である[1]。これまで、照度センサによる照明制御が提案され、机上面を750ルクスで均一に照射した場合に比べ40から50%の省エネルギーを実現を示した。照度センサの照度の値をもとにした最適化は省エネルギーの観点からは高い効果を示したが、その照度の値は照度センサが置かれた1点の照度を計測するために机上を面で捉えた制御になっていないため、更なる高度化には空間全体の評価を考える必要がある。一方、空間の明るさ評価指標である「明るさ感:Feu」が提案され[2]、注目されているが、明るさ感センサは現在汎用品がない。広く普及するためには安価でかつ装着できる装置が必要である。そこで、本研究ではGoogleGlassと画像処理技術を用いた装着型明るさ感センサを提案する。

### 2 空間の明るさ感「Feu」

#### 2.1 Feuとは

人間が空間を観察した時に空間全体に対して感じる明るさの印象を表す心理量は、一般的に「空間の明るさ感」と呼ばれている。Fig.1のように床面照度が暗い右図の方が明るく認識されることを数値化した指標になる。全体的に暗い空間でも視野の中に明るい箇所がある場合、光量が少ないが人間は暗く感じない。「Feu」を用いれば、左空間のFeu値9.5に対して、右空間のFeu値12.5と、見た目どおりに、左空間より右空間のほうが明るい空間であると、適切に数字で評価することができる。Feuをシステムに用いることで、省エネだけでなく定量的な照明計画が可能になる。間接照明が普及してきているので、照度で床面だけ明るさを計測するよりFeuで予測し、空間全体の明るさを計測したほうが効率的な照明計画が得られるとも考えられる。

#### 2.2 Feu値の求め方

Feu値は観察者の視野の輝度分布から算出され、(1)式で表される。Lgは設定された観察者の視野の範囲内における幾何平均輝度である。屋内の場合、視覚で垂

直85度、水平100度の誘導視野と呼ばれる範囲のLgを用いる。ここでは、住空間において十分な明るさが得られていると感じるFeu値が10となるように係数が1.5に定められている。

$$Feu = 1.5 \cdot Lg^{0.7} \quad (1)$$

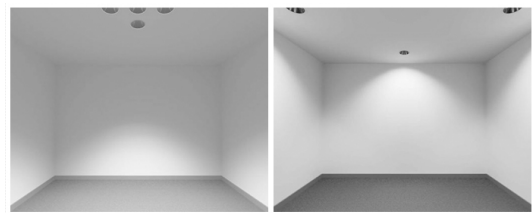


Fig. 1: 照明方法の異なる空間の比較

### 3 システム構成

#### 3.1 システムの流れ

システム構成図をFig.2に示す。装着型装置であるGoogleGlassのカメラから画像を複数枚取得する。次に、「AutoStitch」という複数の写真を組み合わせてパノラマ写真が作れるAndroidアプリケーションで、それらの複数枚の画像を広角な1枚の画像に合成し、人間の視野角である水平約200度、垂直約125度に近づける。その1枚の広角画像のRGB値を取得し、その値からグレースケールを取得する。取得した値を輝度値とグレースケールのグラフから検出した(1)式に代入し、Feu値を検出した結果をAndroid上で出力する。

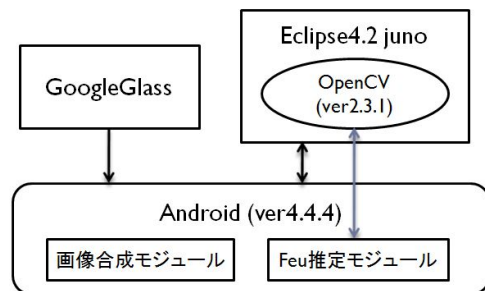


Fig. 2: システム構成図

#### 3.2 OpenCVの利用

OpenCVとは、インテルが開発・公開したオープンソースのコンピュータビジョン向けの画像処理や画像認識用ライブラリであり、静止画にも動画にも対応している。RGB値・グレースケールを取得する際、OpenCV(ver2.3.1)を用い、Feu値の算出に利用する。

Wearable Feu Sensor with GoogleGlass

Shinya Kawamura, Keiko Ono

Department of Electronics and Informatics, Ryukoku University

### 4 実験内容

提案する天井照明の明るさを変化させた場合における装着型センサの性能を検証するため、取得した Feu 値の妥当性を調べる。実験環境を Fig.3 に示す。実際に実験室において、0 から 255 段階の調光が可能な天井照明が 8 台あり、被験者は図中の Feu Sensor の位置にあり、照度計は Illuminance Sensor の位置に置く。実験では、Light1 から Light8 までの点灯パターンを変え、GoogleGlass のカメラで画像を取り複数合成し、次の 2 つの実験を行う。

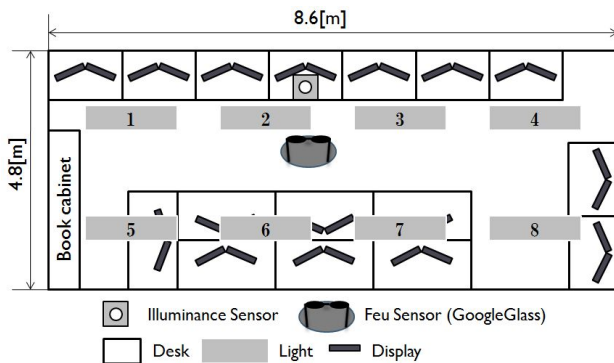


Fig. 3: 実験環境

#### Pattern1 (一括制御)

- (a) Light1 から Light8 全てを調光 0 で点灯する。
- (b) Light1 から Light8 全てを調光 50 で点灯する。
- (c) Light1 から Light8 全てを調光 250 で点灯する。

#### Pattern2 (個別制御)

- (d) Light1 と Light5 を調光 250 で点灯する。
- (e) Light2 と Light6 を調光 250 で点灯する。
- (f) Light3 と Light7 を調光 250 で点灯する。
- (g) Light4 と Light8 を調光 250 で点灯する。

### 5 実験結果

Pattern1 の実験において、提案システムによって合成した画像を Fig.4 に示す。

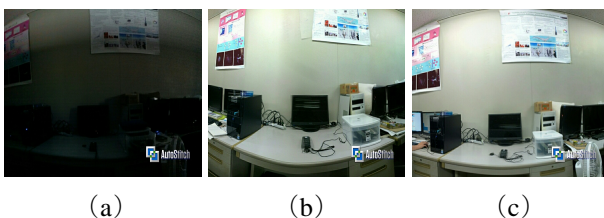


Fig. 4: Pattern1 で得た合成画像

Pattern1 の実験において、提案システムによって取得した Feu 値を Table1 に表す。

Table 1: Pattern1 で取得した Feu 値

パターン	(a)	(b)	(c)
照度 [lx]	0	200	900
Feu 値	8.06	35.76	39.35

Pattern1 の実験の結果から、(a) の調光 0 の場合では天井照明が消えている状態となり、外光のみの明るさになるため Feu 値が他と比べ低くなる。(b) の調光 50 の場合と、(c) の調光 250 の場合を比べてみると、照度が高くなるにつれて Feu 値も比例して高くなるのがわかる。

Pattern2 の実験において、提案システムによって合成した画像のうち (d), (e), (g) の 3 つを Fig.5 に示す。

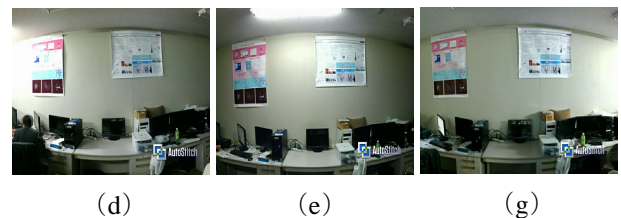


Fig. 5: Pattern2 で得た合成画像

Pattern2 の提案システムによって取得した Feu 値を Feu 値の低い順から並べ、Table2 に表す。

Table 2: Pattern1 で取得した Feu 値

パターン	(g)	(d)	(f)	(e)
照度 [lx]	30	120	160	550
Feu 値	28.63	30.58	30.61	32.12

Pattern2 の実験の結果から、(g) の場合では被験者から一番遠い位置となるため、他と比べると Feu 値が低くなる。(d) と (f) の場合では被験者から照明の距離がほぼ同じ位置となるため、Feu 値が近い値となる。(e) の場合では被験者の真上の照明となるため、Feu 値が高くなる。これらの結果から、Feu 値は妥当であることがわかる。

### 6 まとめ

本研究では、空間の明るさ感「Feu」という明るさ評価指標を加え、これから広まるであろう GoogleGlass と画像処理技術を用いた装着型明るさ感センサを提案した。天井照明の明るさを変え、提案法により取得した Feu 値の妥当性を検証したところ、取得した合成画像と Feu 値の関係より大まかな明るさ感が取得できた。現在、画像合成は Android アプリを用いてるが、精度高く Feu 値を測定するためには人間の視野角である垂直約 125 度、水平約 200 度の輝度画像を作成する必要がある。これは今後の課題である。

### 参考文献

- [1] 平成 22 年度エネルギーに関する年次報告. 経済産業省 資源エネルギー庁. Vol.71, No.2, pp. 80-92 (2011)
- [2] 森星豪. 空間の明るさ感指標 Feu を用いた屋外照明設計法. パナソニック電工技報, Vol.57, No.4, pp. 34-40 (2009)