

マイコンを用いたフットライトシステムの開発

著者 小濱 雄太

指導教員 小松 貴大

1 序論

福井高専電子情報工学科棟東側には、多くの学生・教員が利用している非常階段がある。電子情報工学科棟と専攻科棟の各階を結ぶ連絡通路にもなっており、主要な移動経路の1つともなっている。階段入口には、夜間に利用する人のために、人感センサ付きの照明が設置されている。しかし、それらは図1のように階段から離れた位置に取り付けられている。そのため、棟内との出入り口周辺を照らすだけにとどまっておらず、階段部には、昇降が安全にできるほどの十分な光量が届いていない。また、センサも階段から離れた位置に取り付けられているため、センサが反応しないこともある。利用者が、ステップを踏み外したり、転倒したりする事も実際に発生している。これらの理由から、当該階段は、夜間の階段利用者にとって非常に危険な状況である。

本研究では、上記問題点を解決するために、照明装置を製作することにした。夜間の階段利用時の安全を確保でき、かつ省電力な照明システムの製作を目的とする。



図1: 既存照明と非常階段の位置関係

2 システム構成

電源にはDC12[V]出力のバッテリーを使用し、太陽光発電システムを利用して蓄電する。階段全体を均等に照らすようにフットライト形式とし、光を透過する透明の配線モールを筐体として使用する。非点灯時の見栄えも考慮して、ラメ装飾の施された基板保護シートを貼り付ける。光源には消費電力の少ない白色LEDを使用して、安全を確保する。さらに、消費電力を抑えるために照度センサと人感センサを用いて、周囲が暗く、人の通りが検出されたフロアのみ点灯できるように設計する。建物は4階建てのため、3フロアをそれぞれ制御することにな

る。白色LEDの間にフルカラーLEDを設置し、イルミネーションを行うことで、エンターテイメント性を加える。上記のことを実現するために、マイコンによるソフトウェア制御とする。また、スイッチや液晶ディスプレイといった入出力装置により、フットライトやイルミネーションの操作・モニタリングを可能とする。SDカードに書き込みできる機能を追加し、照度センサの値や点灯時間等の記録を取り、システムの評価と改善に活用する。加えて、スマートフォンなどでもシステムを操作できるように、マイコンをAndroidとの通信に対応させ、Android端末向けのアプリを作成する。

2.1 フットライト

フットライトの光源には、白色LED(OS4WMEZ4E1P, OptoSupply製, $V_F = 3.1[V]$, $I_{F_MAX} = 90[mA]$)を使用した。レンズで覆われており見栄えが良く、かつ高輝度である。ただし、安定して動作させるため $I_F = 30[mA]$ で設計した。1フロアあたりに、LEDを3個直列したブロックを、9ブロック配置する。階段1ステップあたりに1つのLEDを配置する。これは、予備実験により十分な光量が得られることを確認できた。回路としては、負論理で動作するので、カソードを制御部へ接続する。

制御部ではダーリントントランジスタIC(TD62083APG, TOSHIBA製)によるスイッチングで、カソードを接地することで点灯させる。図2にLED制御の基本回路を示す。1フロアに流れる電流が理論上0.27[A]であるのに対し、このICの最大順電流は0.5[A]であるため、白色LEDを十分に駆動できる。

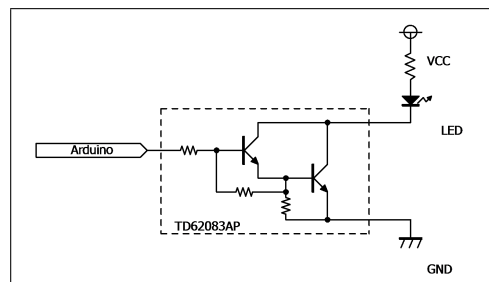


図2: LED制御の基本回路

2.2 センサ

照度センサ(NJL7502L, 新日本無線株式会社製)の導入により、夜間のみ点灯するように制御を行う。ArduinoのA/D変換を用いて値を読み取り、一定の値以下になったら夜と判断し人感センサへ電源を供給する。また、朝(明るい)と判断する閾値とは異なるようにすることで、短い間に何度も2つの状態を

遷移しないようにしている。

人感センサ (NaPiOn AMN33112, Panasonic 社製) を各フロアの上り口と下り口に設置することで、人が通った時だけ一定時間点灯するように制御する。NaPiOnの場合、人体と背景との温度差が4[°C]以上あれば検出可能となっており、夏場でも精度よく検知することが可能である。NaPiOnの出力信号は、検出時は入力電圧(5[V])で、非検出時はオープンとなっている。検出確認用のために、LEDを点灯させる。図3のような回路を組んだ。マイコンへの入力信号には、オープンコレクタの回路を用いている。これで、非検出時は出力が常にHレベルに固定され、検出時にはLレベルに変化する。

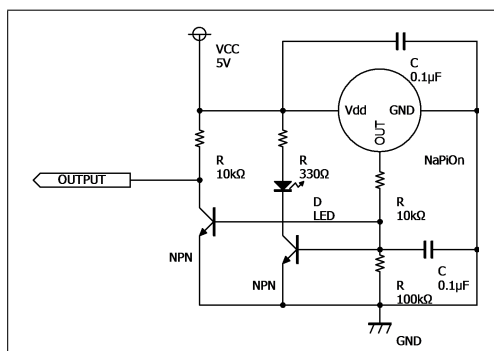


図3: 人感センサの回路図

センサ用の筐体は、3Dプリンタで造形した。3DCADソフト (DesignSpark Mechanical) を用いて図4のように設計し、図5のような筐体を造形した。人感センサと配線用の穴を用意し、防水用のゴムを取り付けられるように設計した。

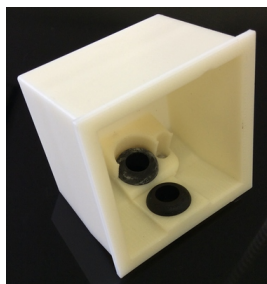
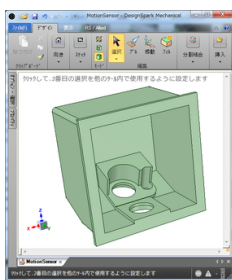


図4: 3DCADでの設計 図5: センサ用の筐体

2.3 イルミネーション

RGBフルカラーLED(KAF-5060PBESURVGAC, Kingbright 製) を使用した。6ピンであるため、3個直列接続してもRGBの各色を独立に制御できる。フットライトとは異なり、1フロアの各ブロックを独立して制御できるように設計した。フルカラーLEDの制御には、16ch定電流LEDドライバ(TLC5940, Texas Instruments 製) を用いてPWM制御する。各色256段階で明るさを調整できる。色の表現方法として、RGB各色の値をランダムに決定する方法を考えた

が、点灯した色は全体的に白っぽい色だけであった。そこで、定期的に色を決定するために、図6で示すような方法をとった。これは、2色を0と255で固定し、残り1色を0から255の間で変化させることで1530色を再現している。

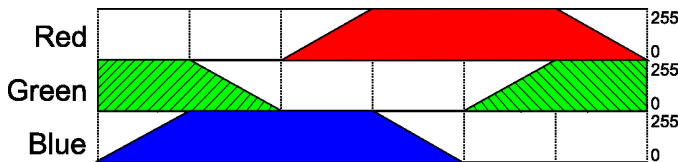


図6: カラー表現

3 結論

図7は同じ時間、同じ場所での、フットライトを点灯させていない時と、点灯させた時の比較画像である。階段の明るさに大きな違いがあり、点灯時には夜間利用の安全が確保されていることが確認できる。利用者からは、「明るくなり危険がなくなったので助かっている」との感謝の声を頂いた。



a: 消灯時 b: 点灯時

図7: フットライト設置前後の比較

フットライトの1フロアあたりの消費電力は理論上3.24[W]で、階段3フロア全体での消費電力は9.72[W]である。よって、常時点灯させた場合の消費電力量は、約233[Wh]となる。照度センサと人感センサによる制御による省電力性能を、夜間の点灯状況から分析する。2014年2月20日18時00分から、翌日6時00分までの12時間の記録を解析してみると、消費電力量は4.00[Wh]であった。24時間点灯時と比較して、98.3%消費電力量を削減することができ、十分な効果が得られた。

イルミネーションはソフトウェアで制御するため、パターンはいくつでも増やしていくことができる。記念日や行事、季節などに合わせたイルミネーションを追加していくことで、見る人を楽しませることができるであろう。今後は、Android端末等のユーザインタフェースを充実させていくことで、このシステムを身近なものとし、多くの人に利用して頂きたい。