

## 課題情報シート

課題名：	LED 通信による並列受信実験システムの開発 ～2年間の開発課題（LED 通信システム）の統合～		
施設名：	九州職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産情報システム技術科
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	開発

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

ネットワークシステム設計、インターフェース設計製作実習、画像処理、デジタル電子回路設計、センサ応用技術

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

専門課程および応用1年のカリキュラムが終了した応用2年生からの取り組みが最良の時期です。

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して電子と情報の技能・技術分野が融合したものづくりの企画開発力と実行力を身につけることができます。

#### (4) 課題実習の時間と人数

人数：6名

(生産情報システム技術科3名、生産電子システム技術科3名)

時間：864時間

近年、LED (Light Emitting Diode:発光ダイオード) 照明は、低炭素社会の実現に向けた省エネルギー推進の認識の下、次世代照明として注目されています。照明用途から見た LED の特徴としてコンパクト、長寿命 (40000h)、熱線・紫外線をほとんど含まない、高輝度 (視認性良好)、低電圧・省電力で点灯可能、自在な高速点滅などが挙げられます。この LED の自在な高速点滅を利用し、人間の目には見えないほど高速に変調させることで、看板・交通信号ランプ・デスクスタンドなどの照明光の役割と同時に通信機器としても使用可能となります。一方、ネットワーク型携帯端末の普及によって、実世界の事物やユーザの位置などの情報を効果的に結びつけた拡張現実システム (Augmented-Reality, AR) に発光デバイスとして LED を取入れた研究も行われています。近い将来、LED 照明がさらに現在の照明と共存しながら拡大普及することを想定して、LED の高速点滅の特徴を活かしたデータ通信システムの実験装置製作に取り組みました。

## 課題の成果概要

H21年度は、照明の機能を保持しつつLEDの点滅信号によってデータを送信できるLED照明デスクスタンドを製作しました。(図1)本年度(H22年度)は、昨年度の成果を活用してイメージセンサによる複数LEDからの信号を受信できるシステムの開発に取り組みました。(図2)そのことによって学生にとっては、LEDの活用について学べる課題でした。また、LEDを用いた可視光通信は、電子技術と情報技術の複合技術であることから両技術の関係も実体験できる課題となりました。また、回路設計学習としてデータの変調・復調にPIC®やH8®といったマイコンのほかにFPGA(Field Programmable Gate Array)を使用することで、学生は、これまでに学習した知識・技能をすべて投入できたと思います。特に情報系の学生にとってハードウェア言語を学ぶことで、これまでのプログラミング学習とは異なる視点でプログラムを考察する良いきっかけになりました。



図1 製作したLED照明通信スタンド

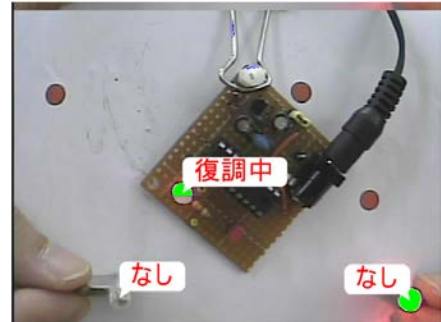


図2 イメージセンサによる並列受信

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

図1(左)に示すようにH21年度は、照明の機能を保持しつつLEDの点滅信号によってデータを送信できるLED照明デスクスタンドを製作しました。本年度(H22年度)は、昨年度の成果を活用してイメージセンサによる複数LEDからの信号を受信できるシステムの開発に取り組みました。まず、学生には送受信における前提知識として、信号の変調と復調方式について可視光通信システムの規格書から情報収集をさせました。

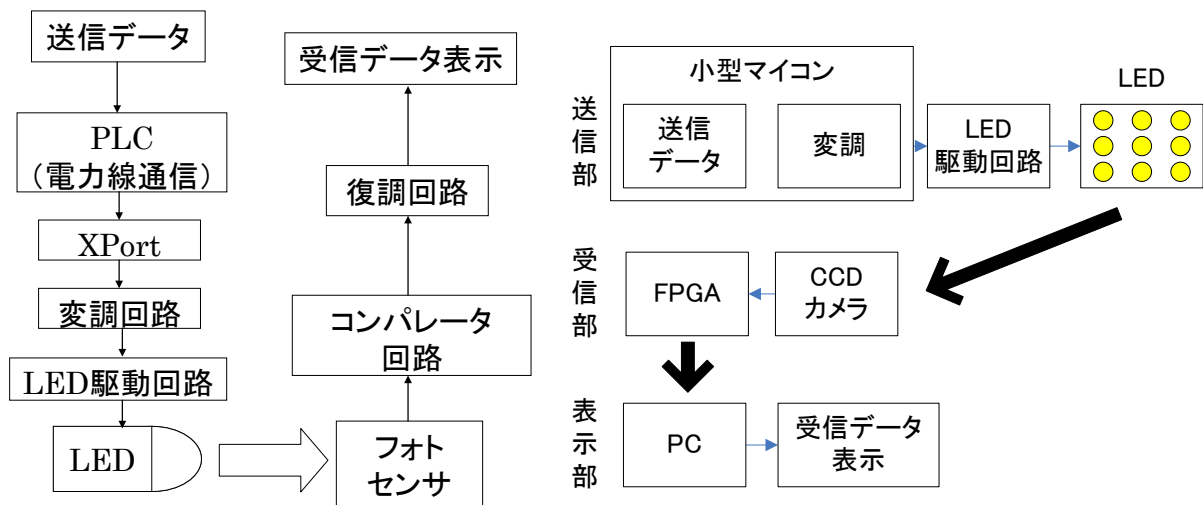


図 1 H21年度のシステム(左)と本年度(H22年度)のシステム構成

変調方式は、JEITA CP-1221(可視光通信システム)の規格に基づき副搬送波(SC: Sub Carrier)を変調する符号化方式として4PPM(4 Pulse Position Modulation)を採用しました。また、送信データのフォーマットは、JEITA CP-1222(可視光IDシステム)の規格で示されているフレーム構造のタイプAを採用しました。このように、本課題では、製作する機器が可視光通信規格に準拠するように進めていきました。ここでは、このCS-4PPM変調と規格に準拠した送信フォーマットのマイコン実装プロセスとイメージセンサからLED点滅信号を取り出す方法について訓練ポイントおよび反省と所見を以下に紹介します。

養成する能力 (知識・技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント										
<p>○ SC-4PPM 変調を理解し、プログラミングできます。</p> <p>○ CRC-16(16 ビット巡回冗長検査)を理解し、プログラミングできます。</p> <p>○ 画像に撮像された複数の LED 点滅信号からデータを受信するアルゴリズムを考えることによって、仕様からプログラミングのための新たなアルゴリズムを創造するプロセスを習得できます。</p>	<p>◇ 4PPM 変調 4PPM 符号化方式は、シンボル時間として定義される一定の時間を 4 つのスロットに等分します。送信ビットは送信順に 2 ビットごとに 1 シンボル時間に 4 等分された 1 つのスロット時間位置に割り当てます。 これらの変調をマイコンで行うのではなく、送信データを作成するパソコン側で行うことでマイコンのプログラムサイズや CPU 負荷を低減できます。</p> <p>◇ CRC-16 巡回冗長検査においてはプログラムする前にどのような誤り検出方法であるか原理を理解します。そして、パソコンで一度プログラミングして動作確認後にマイコンに実装します。</p> <p>◇ アルゴリズム 画像の RGB 値の変化から LED 発光の候補を選びます。そして、先の CRC-16 において誤りのなかった点滅信号を LED の発光位置と取得信号とします。</p>	<p>● 2 値 4 値の表を示して送信データの 2 ビットが 4 ビットに変換されることを示します。</p> <table border="1" data-bbox="1104 398 1414 577"> <thead> <tr> <th>(2 値)</th> <th>(4 値)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>0100</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0010</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>0001</td> </tr> </tbody> </table> <p>この変調方式では、どのような 2 ビットのデータに対しても必ず 1 度は 1 (ON) になるので照明には有効な方式であることを説明します。</p> <p>● いくつかの例題を自ら作成して正しく動作することを確認させながらプログラミング作業を進めます。なにと比較してプログラミングが正しいかどうか検証することを学生は忘れがちです。</p> <p>● すぐにマイコンで動作確認をとるのではなく、考え方や動作をいくつか分解して、各々についてパソコンなどを使用して検証します。作業分解による開発方法を学ぶ良い機会となります。</p>	(2 値)	(4 値)	00	1000	01	0100	10	0010	11	0001
(2 値)	(4 値)											
00	1000											
01	0100											
10	0010											
11	0001											

<所見>

反省点として、情報科のFPGAのハードウェア言語の理解、電子科のSDRAM搭載FPGAの回路製作に多くの時間がかかってしまいました。そのためにCCDカメラとSDRAM搭載FPGA基板を主にした構成による送受信の実験が行えませんでした。回路を設計して基板化および部品実装というプロセスにおいて最近のICは表面実装が多くスムーズな製作が難しくなってきました。このことはFPGAに対するハードウェアとソフトウェアの両面において段階的な計画を立てる必要があったと思います。一方、受信機の技術的な内容で「CCDカメラの撮像周期（フレームレート）によって通信速度が制限される」ことは実験によらずとも予想できていたことでした。そうであるならば撮像周期を遅くしたときのフリッカー（ちらつき）について定量的な実験を行うべきであったと思います。同時に「フリッカーを抑えるための方法を検討する」という新しい問題に向けて計画を見直すべきでした。どのような課題学習にも言えますが、作業計画の見直しによる問題の発見と新しい作業の追加作業などをタイミングよく学生に「気づき」として指導できれば開発課題の大きな学習メリットとなります。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校  
住所 : 〒80-0985  
福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1  
電話番号 : 093-963-0125（代表）  
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/fukuoka/kpc/>