

課題情報シート

テーマ名 :	遠隔操作による昆虫ユニットの協調演奏システムの開発				
担当指導員名 :	前田、太田、清野、田中、菊池、小野	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	職業能力開発総合大学校 小平キャンパス				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム技術系		
課題の区分 :	開発課題	学生数 :	13	時間 :	54 単位 (972h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

昆虫ユニットの協調演奏システムの全体の構成・仕様・筐体デザインをメンバーで十分検討し、品質・コスト・納期のバランスをとることが必要です。

筐体の大きさは、プリント基板の大きさに左右されることから、金型設計と基板設計の各チームがコミュニケーションをとりながら、同時進行で作業を進める必要があります。通信モジュール・通信設定と基板設計についても同様のことが言え、チームでの連携が不可欠な課題です。

【学生数の内訳】金型設計・製作 5 名、ハットポット・空圧制御 1 名、プリント基板設計・製作 3 名、遠隔ネットワーク制御・ブラウザ画面設計 4 名

【訓練（指導）のポイント】

筐体を金型で成形することにより、製品設計だけでなく、高度な金型設計技術が必要となり、金型設計・射出成形などの事前知識がない学生は、これを補うための補習が必要となります。

また、製品を極力小さくするため、電子回路設計や基板設計には適切なアドバイスが必要です。また、電子部品の選定についても多くの情報を収集することが必要です。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 職業能力開発総合大学校 小平キャンパス
住所 : 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1
電話番号 : 042-341-3331 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tokyo/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

7. 遠隔操作による昆虫の協調演奏システムの開発

1. はじめに

蛍や鈴虫は日本の風物詩として親しまれてきたが、近年では数が減少したため都会ではなかなか見る事ができない。本テーマでは、日本の風物詩を地域や季節を問わずに再現することを目的とし、家庭や料亭などの庭先に設置することを想定したシステムを開発する。

2. システムの概要

システムの概要を図1に示す。本システムは筐体と基板から成るユニットおよび通信・制御系より成り立つ。

ユニットは鈴虫の鳴き声や蛍が放つ光を表現する。制御系はPCで各ユニットの動作を決定し、LANで接続されたコントロールボックスを介して無線通信を行う。これにより、ユニットの動作設定を変更することや、複数のユニットを連動させた楽曲演奏、イルミネーション点灯が可能となる。この連動した動作を協調動作、ユニット1体のみでの動作を単体動作と呼ぶ。

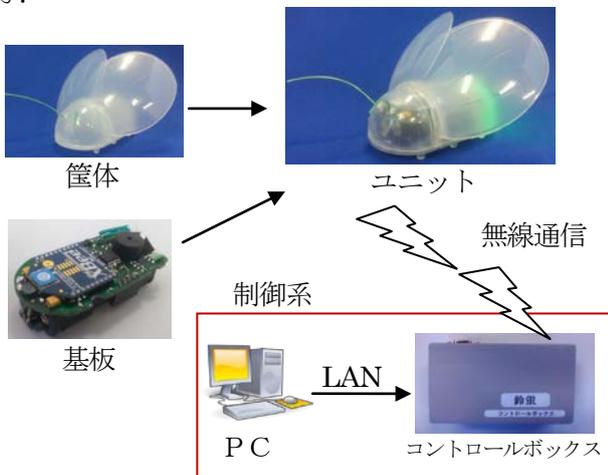


図1. システムの概要

3. 筐体

筐体は基板や電池収納の役割も兼ね、樹脂で成形する。3DCAD (Dassault Systèmes社製SolidWorks) で設計を行い、光造形機 (Objet社製EDEN250™) を用いて製作した試作品を基に、収納スペースや機能性を考慮し、安価に量産するため金型製作を行った。

3-1. デザイン・設計

ユニットの外装は昆虫の外観を模し、外からでも光が鮮やかに見えるように筐体に透明な部分を設け、音が籠らないようにブザー用の穴を開ける。筐体の

大きさは、親しみやすいよう掌に収まるサイズとした。

3-2. 金型設計・製作

胴体部を有色、羽部と尾部を無色とするため、二色成形法を用い二回に分けて成形を行うことで、二色が混在する成形品を実現した。図2に二色成形法で製作する一次成形品と二次成形品のモデルを示す。

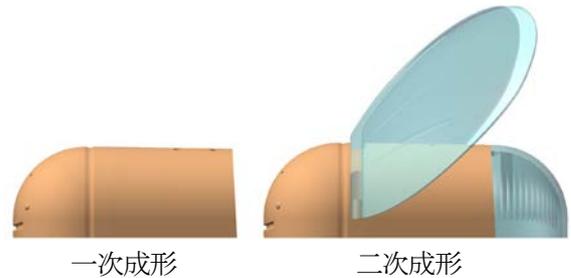
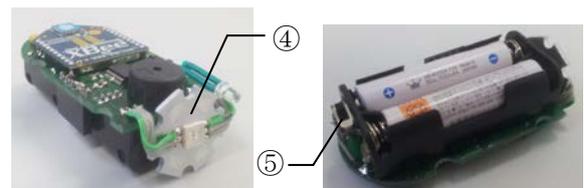
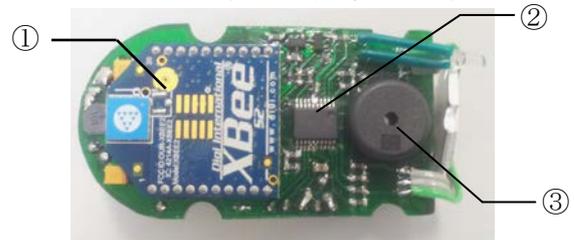


図2. 二色成形法

筐体のふたを兼ねた昆虫の足部分は、別の金型を製作し成形した。また、スプルー除去作業効率を向上させるため、ハンドロボットの再設計・製作も行った。

4. 基板

図3に設計・製作した基板を示す。基板には、コントロールボックスから送られるデータを受信する通信モジュール、制御用のマイコン、圧電ブザーおよびフルカラーLEDを実装する。筐体スペースは限られるため、なるべく省スペースで収まるよう設計した。電源は単四乾電池2本を使用し、実装部品は可能な限り表面実装用のチップ部品を選定した。基板はエッチングによりプリント基板を製作し、部品実装を行った。



①通信モジュール ②マイコン ③圧電ブザー
④フルカラーLED ⑤電源スイッチ

図3. 部品実装を行った基板

5. 通信・制御系

5-1. PCによる動作設定

ユニットに送信するデータの内容は受信させる機体番号、演奏データと点灯データからなる。このデータ様式はアスキーコードをもとに、音程と機能が割り当てられている。各音程にはそれぞれフルカラーLEDの点灯色が割り当てられており、楽曲と連動してイルミネーション点灯を行う事ができる。

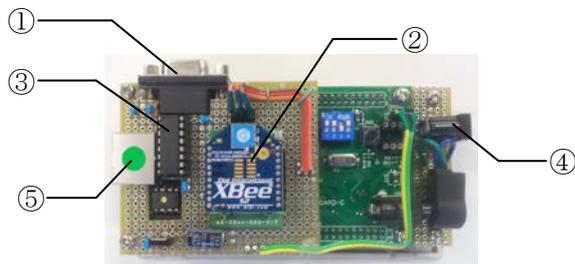
これらを設定する画面にはHTML形式を用い、ユーザーが設定した動作を文字コードに変換する。図4にインターネットブラウザによる協調演奏の設定画面を示す。



図4. IEによる協調演奏の設定画面

5-2. コントロールボックス

図5に製作したコントロールボックスの内部を示す。通信モジュール設定用シリアルポートとネットワーク通信用イーサネットポートを兼ね備えた「AKI-H8@/3069F」マイコンボード（秋月電子通商社製）を使用する。PCにより設定されたデータをイーサネットポートより入力し、文字コードに変換した後、通信モジュールから各ユニットへ送信する。



- ①シリアルポート (RS232C) ②通信モジュール
- ③レベル変換 IC ④DC ジャック
- ⑤イーサネットポート (LAN)

図5. コントロールボックス

5-3. 通信モジュール

通信モジュールは1対nの通信を行うことができ、安価で消費電力が少ないXBee® S2(Digi International社製)を用いる。

通信速度はボーレート 9600bps を使用し、通信距

離は遮蔽物のある室内で最大 100m前後、見通しの良い屋外では最大 1500m前後である。

6. 単体動作と協調動作

6-1. 鈴虫の鳴き声

図6に実際の鈴虫の鳴き声を解析した結果を示す。

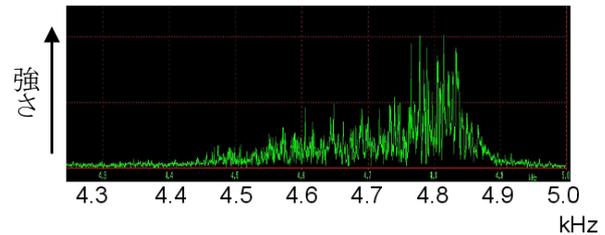


図6. スペクトル解析結果

この解析結果より、4.5kHz~4.9kHzの周波数をPWM制御と圧電ブザーによって断続的に出力する事で、鈴虫の鳴き声を再現する事ができる。

また出力する周波数を各音階に準じて設定することで、2オクターブの範囲内で単音のメロディを奏でることができる。

6-2. 蛍の光

発光部は蛍の淡い光を表現するためにプログラムで濃淡を制御している。フルカラーLEDは光の三原色を合成することができ、蛍の光だけでなく様々な色を鮮やかに発光させることができる。

6-3. 協調動作

各ユニットに個別の機体番号を設定し、データ送信時に受信させたいユニットの機体番号を指定する。指定されたユニットのみがデータを受信し、実行することで各ユニットに役割を割り振る事ができ、複数台での協調演奏や動作が可能となる。

7. まとめ

図7に完成した遠隔操作による昆虫の協調演奏システムを示す。



図7. 遠隔操作による昆虫の協調演奏システム

目的である日本の風物詩を地域や季節を問わずに再現するシステムを開発することができた。今後の改善点として、コントロールボックスにサーバーを構築し、データ通信の速度上昇を目指す。

課題実習「テーマ設定シート」 開発課題実習（生産システム技術系）

科名：生産システム技術系

教科の科目	実習テーマ名
金型設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電子装置設計製作課題実習（生産電子システム技術科） 生産ネットワークシステム応用課題実習（生産情報システム技術科） （開発課題実習）	遠隔操作による昆虫ユニットの協調演奏システムの開発
担当教員	担当学生
課題実習の技能・技術習得目標	
本システムの開発を通して、「ものづくり」全工程を行うことにより、複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的な能力等）を習得することを目的としています。具体的には、高度な金型設計・製作技術、小型基板設計・製作技術、遠隔ネットワーク制御技術及び、製品設計製造情報のドキュメント作成及び管理技術などの習得を目標にします。	
実習テーマの設定背景・取組目標	
実習テーマの設定背景	
蛍や鈴虫などは日本の風物詩として観賞用などでも親しまれてきたが、近年は数の減少や飼育の難しさから都会ではなかなか見ることができない。 本テーマでは、家庭や料亭の庭などのイルミネーションとして風情のある観賞用昆虫ユニット（鈴虫）を製作し、蛍の光と鈴虫の音を発生し、PCからコントロールユニットを介し、無線で各ユニットを協調させて、鈴虫の鳴き声などで演奏させるシステムを開発する。また、量産を考慮した設計および生産手法を構築する。夏の夜に涼をもたらして、人の心を癒すシステムを開発する。	
実習テーマの特徴・概要	
機械系：昆虫ユニットをデザインし基板などの収納も兼ねた容器を成形する二色成形金型を設計・製作する。野外での使用や音・光の具合を考慮した物とする。 電子系：ユニット内には涼しげな鈴虫の鳴き声を奏でる回路と、幻想的に蛍の光を放つ回路を配置し、光や音で反応するセンサーで自動的に動作する安価で小型のシステムを構築する。具体的には、マイコン周辺回路（ブザーまたはスピーカ、LED、Zigbee 等）の設計、基板設計およびプログラミングを行う。また、コントロールボックスのハードウェア部分を担当する。 情報系：通信モジュールを内蔵し、遠隔操作で昆虫ユニットの演奏をコントロールし、複数が連携して光や音を発生するように遠隔ネットワーク制御システムを構築する。 開発した成果物は、地域に密着した当校のイルミネーションイベントで活用を見込んでいます。	
No	取組目標
①	全体のシステム構成を検討し、品質、コスト及び納期をバランス良く調和させたものとします。
②	製品デザインを親しみやすさや製造方法など、さまざまな角度から検討し、3系合同で決定します。
③	LEDの光が透過しやすいように、製品の一部を透明とし、二色成形を行うための金型を設計・製作し成形を行います。
④	蛍の光と鈴虫の音を電子的に再現するための基板設計とコントロールボックスを製作します。
⑤	遠隔操作で昆虫ユニットの演奏をコントロールし、複数が連携して光や音を発生するように遠隔ネットワーク制御システムを構築します
⑥	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整します。
⑦	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識持ちます。
⑧	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持します。
⑨	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。
⑩	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。