

課題情報シート

テーマ名 :	非接触ギターの製作				
担当指導員名 :	五十嵐 茂	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	職業能力開発総合大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	1	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

超音波には、やまびこと同じように反射する性質があり、これを利用して人の手の位置を計測します。超音波を送信して手からの反射を受信しカウンタで距離を計測し、一方、ネック部にはマトリックス状にスイッチが並べられ、左手で押されたスイッチと空間にある右手の位置をマイコンが判断して、ギターのようなコードやアルペジオの音を鳴らします。

本課題では、これらの動作を実現するためのハードウェアとソフトウェアを製作して、非接触ギター（エアーギター）の完成を目指しました。

【訓練（指導）のポイント】

製作仕様から、ブロック毎の回路設計と、ユニバーサル基板による試作と動作確認を行い、設計ミスや組立ミスがあれば、それらを繰り返さないよう注意しながら、プリント基板 CAD 設計と基板製作へ進み、ハードウェア完成後は、マイコンの C 言語プログラミングによるソフトウェアを組合せてモノづくりの一連の工程を進めていきました。その間、学生からのアイデアがあれば、それを実現するための検討を加えながら興味を持続させ、また、実習時間の初めにはその日の作業内容を確認し、終わりには作業結果を報告させるよう日程管理に心掛けました。

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
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://www.uitec.jeed.or.jp/>

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。

非接触ギターの製作

職業能力開発総合大学校
電子情報技術科 石川 幸助

1. はじめに

ギターの玩具に、赤外線をセンサとして用いて作られ、市販されたものがある。しかし、弦やフレットの配置などが一般のギターと異なる。このため、一般のギターの演奏感覚からは程遠いものであり、ギターを演奏している気分にはなりにくい。そこで、勉強も兼ねて赤外線以外のセンサを用い、今までにない「非接触ギター」を作ることができないか。これが、この製作を希望した動機である。

2. 製作仕様

今回、ネック部だけでボディ部の無いギター、すなわち、左手でネックを握り、右手で弦を弾く代わりに空間をストロークすることにより音が鳴る「非接触ギター」を製作した。また、一般のギターでの弦とフレットに相当するスイッチを、ネック部に同じ配置で搭載した。製作仕様を表1に示す。

表1 製作仕様

演奏モード	アルペジオ演奏、コード演奏
ストローク検知	超音波センサ(40kHz)
音源	ヤマハ音源 IC(YMZ294) (3和音×2個で6和音対応)
スピーカ	ギターアンプ(MS-2R)
電源	スイッチング電源(RMC15A) (入力 AC100V 出力 DC±12V,+5V)
ネック部	押しボタンスイッチ (6弦×4フレット、各2個並列)
マイコン	H8/3052

3. 動作原理

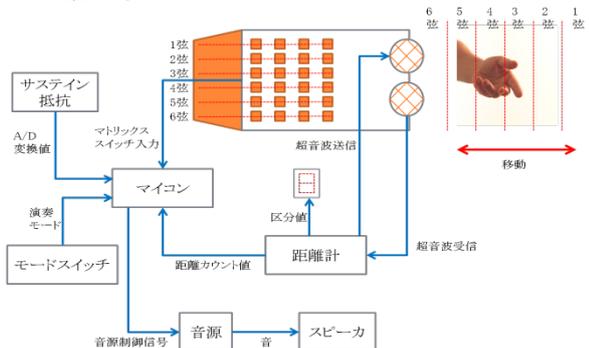


図1 全体構成

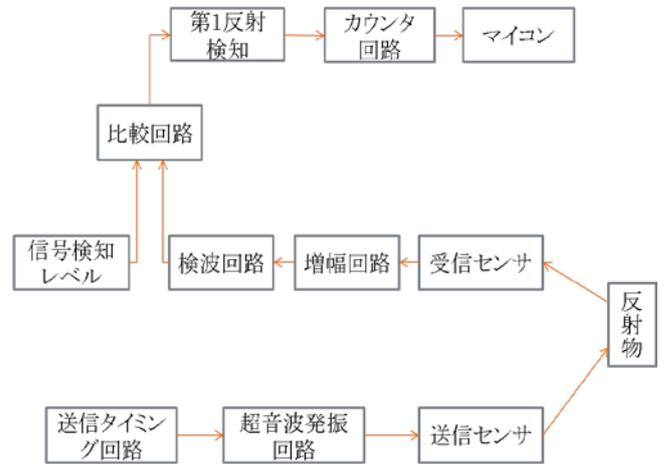


図2 距離計ブロック図

全体構成を図1に、距離計ブロック図を図2に示す。

今回製作する「非接触ギター」では、超音波を送信してから受信するまでの時間によって、反射物(手)までの距離を求めている。測定距離Lは、

$$L = v \cdot t / 2 \quad (1)$$

で求めることができる。このとき、vは空気中の音速で、常温で340m/sである。また、tは超音波の往復伝搬時間である。例えば、tが2.47msのとき、測定距離Lは42cmとなる。

表2 距離区分と弦の対応表

距離 (cm)	区分値	アルペジオ演奏	コード演奏	開放弦の音
0~7	0	6弦	距離変化 ↓	E
7~14	1	5弦		A
14~21	2	4弦		D
21~28	3	3弦		G
28~35	4	2弦	区分値が0から3以上に 変化したときにコード演奏	B
35~42	5	1弦		E
42~	6以上	ミュート		

「非接触ギター」の動作範囲は、最大42cmに設定してある。この42cmを表2のように6分割し、それぞれ6弦~1弦に対応させる。つまり、反射物(手)の超音波センサからの距離によって弾く弦を変え、アルペジオ演奏を可能にする。このとき、弾いている弦が分かりやすいように、6弦~1弦を区分

値の0~5で表示している。また、ギターのネック部は押しボタンスイッチで構成し、押されたスイッチの位置によって弦とフレットごとの音を選択できるようにしている。このとき、区分値が6以上であれば、押されているスイッチに関係なくミュートになる。

コード演奏モードでは、超音波センサから反射物（手）の距離が区分値の0から3以上に変化するとき、押されているスイッチに対応した和音（最大6和音）を鳴らす。また、このときの距離変化の速度が速ければ音量が大きく、遅ければ音量が小さくなるようにしている。

モードは、トグルスイッチで、『アルペジオ演奏モード』、『コード演奏モード』の2モードから選択できる。開放弦の音は、どちらのモードでも一般のギターと同じ、E、A、D、G、B、Eとした。

距離、スイッチ入力、音源などの制御には、H8/3052マイコンを用い、プログラムはC言語で作成した。メイン関数のフローチャートを図3に示す。

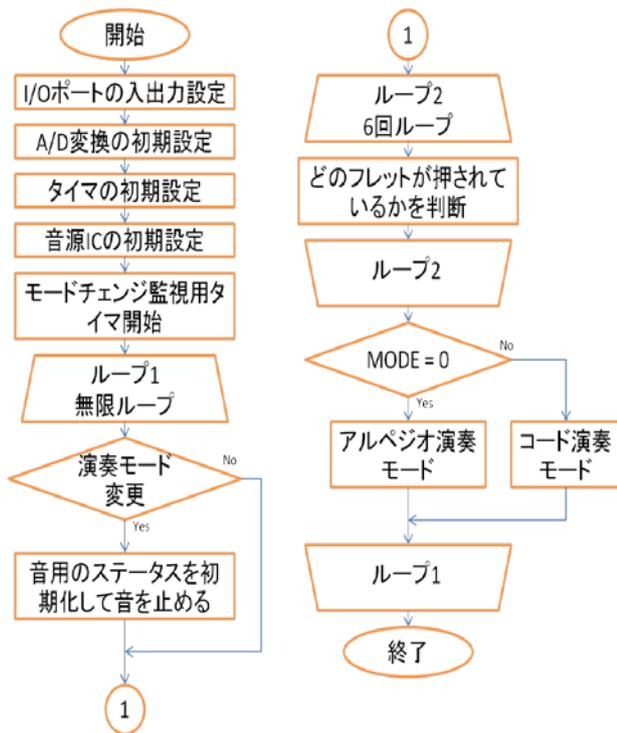


図3 フローチャート

4. 製作結果

①非接触ギター本体(図4)

距離計、音源、マイコンを1枚のプリント基板に実装し、電源とともにアルミケース内に組み込んだ。また、サステイン変更用の可変抵抗をアルミケースに取り付けた。

②ネック部(図5)

各弦各フレットごとに押しボタンスイッチを2個並列に接続し、押しやすさと見た目を考えてその上に小さな板を張り付けた。その板は、基板加工機を使って、ネック基板と同じ材質、サイズの基板をくりぬいて製作した。その板が押下されたとき、弦とフレットが選択されたと認識する。

③非接触ギターの外観(図6)

図4の本体に、図5のネック部とギターアンプを接続して、「非接触ギター」が構成される。



図4 非接触ギター本体

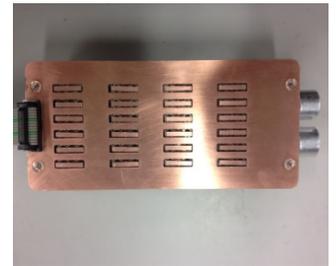


図5 ネック部

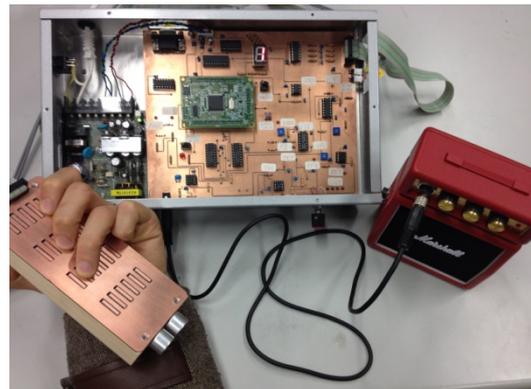


図6 非接触ギターの外観

5. おわりに

今回、非接触ギターを製作するにあたって、回路の設計、プリント基板の製作、ケースの製作、プログラムの作成など、幅広い経験をする事ができた。また、配線の影響による超音波センサからのノイズの対策や、プログラムのデバッグなど、苦労した点も多々あった。しかし、最終的には完成させることができ、今回の製作の目標を達成できた。

今回製作した非接触ギターでは、開放弦の音はプログラムを変更することでしか変えられず、また、4フレットまでしか対応していない。そして、連続してコード音を鳴らそうとしたときの手の動きが速すぎると、反応しないときがある。今後機会があればその三点を改良し、また、サウンドエフェクトの導入もしたい。

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：平成 24 年 10月 19日

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		非接触ギターの製作	
担当教員		担当学生	
○ 電子情報技術科 五十嵐 茂		○ 電子情報技術科 石川 幸助	
課題実習の技能・技術習得目標			
「非接触ギター」の製作を通して、超音波の特性を理解しながら、製作仕様からブロック検討、回路設計、組立・製作、調整・検査、動作検証までの一連の工程を体験し、ものづくりの総合的な実践力を身に付けます。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
超音波は耳に聞こえないほど高い周波数の音であり、工業分野では非破壊検査、医療分野では診断装置など幅広い応用技術があります。本実習では、空中超音波と各種電子回路を組み合わせた超音波応用技術に関するものづくりを実習テーマとします。ものづくりの面白さを理解するとともに、期限までにあきらめず製作物を完成させる日程管理と忍耐力の重要性を認識します。			
実習テーマの特徴・概要			
超音波には、やまびこと同じように伝搬し反射する性質があります。その原理を利用し、非接触で人の手の位置を計測します。ボディのないネックだけのギターの構造とし、左手でギターの弦に相当するスイッチ板を押さえながら、ボディのない空間で右手を振るとギター音源が鳴る「非接触ギター」を製作します。各ブロックの設計・組立・実験を積み重ね、最終的な総合組立後は動作検証を行い、報告書を作成します。			
No	取組目標		
①	超音波距離計を作成しながら、超音波の特性を理解します。		
②	必要なアナログ・デジタル電子回路の設計法を理解します。		
③	マイコンの開発環境の操作とプログラミングを理解します。		
④	マイコン回路、超音波距離計測回路、スイッチ回路等を組み合わせた「非接触ギター」を設計します。		
⑤	製作した「非接触ギター」の動作検証の方法を検討します。		
⑥	設計どおりに動作しなかった場合は、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑦	工具、機器等は正しく取り扱い、部品、材料等は、価格を把握してコスト意識を身につけます。		
⑧	5S(整理、整頓、清掃、清潔、躰)に努め、作業は常に安全に注意しながら行います。		
⑨	完成後は、設計データ、実験データ等を整理し、報告書の作成、成果物の展示、発表等を行います。		
⑩	実習の進捗状況や、発生した問題等について、常に担当教員へ報告します。		