

課題情報シート

| | | | | | |
|----------|-----------------------------|--------|---------|------|--------------|
| テーマ名 : | 組み換え可能な多機能関数電卓の設計・製作 | | | | |
| 担当指導員名 : | 相川 政和 | 実施年度 : | 23 年度 | | |
| 施設名 : | 九州職業能力開発大学校 附属川内職業能力開発短期大学校 | | | | |
| 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 : | 2 名 | 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】

電子情報技術科の中核技術である組み込み分野の技術習得を目的に、ハードウェアとソフトウェアの知識がバランス良く必要な関数電卓の設計製作を総合制作のテーマとして選定しました。

開発に先立ち、学生自ら製品の企画を行うことで、設計製作技術だけでなく、企画力と柔軟な発想力の養成も目指しました。機能や実用性において、既存の製品と肩を並べるようなものを総合制作で作るのは困難ですが、独自性のあるユニークな製品を目指して知恵を絞った結果、辿り着いたテーマが「組み換え可能な多機能関数電卓」です。利用者の商品購入意欲を刺激するには、実用性だけでなく、面白さ・楽しさが重要であるという検討結果から、遊び心のある関数電卓を基本コンセプトとしました。

マイコン中枢部と周辺機器を組み換えることで、関数電卓から電子ピアノや電子オルゴールに変わります。

【学生数の内訳】 電子回路設計製作：1名、プログラム作成：1名

【訓練（指導）のポイント】

ハードウェアとソフトウェアのどちらの知識も必要になりますが、総合制作開始時点で、学生の予備知識は十分ではありませんから、デジタル回路の基本からマイコンのプログラミングまで半年程かけて学習する期間を設けました。

学生に大きな課題を与えても解決できないため、小さな課題に分解して少しずつ進める共に、節目毎にレビューを行い、ミスの発見やプログラム構造の改善に取り組みました。

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附属川内職業能力開発短期大学校
住所 : 〒895-0211 鹿児島県薩摩川内市高城町 2526
電話番号 : 0996-22-2121 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/kagoshima/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。

組み換え可能な多機能関数電卓の設計・製作(その1)

川内職業能力開発短期大学校 電子情報技術科

1. はじめに

関数電卓は通常、三角関数、対数など、主に工学系の技術分野に必要な計算機能のある電卓のことを指す。しかし最近では、家計簿電卓や、キッチンタイマー電卓など、普通の電卓とは一味違う電卓の存在が目につくようになった。そこで私たちも実用性だけでなく、関数電卓に何か $+\alpha$ で色々な機能をつけたとしたら、人の目を惹くようなものが作れるのではないかと思い今回の製作に至った。

私たちが製作した関数電卓は、通常関数電卓としての機能はもちろん、関数定義等の機能を追加することで、利便性を上げることに成功した。更に $+\alpha$ で電子ピアノ、電子オルゴール、タイマーの機能を追加して、ハードの組み換えだけで4つの機能を扱うことができる機器となった。

この4つの機能のうち、私は関数電卓について報告する。残りの3つの機能については、(その2)を参照してもらいたい。

2. 製作物の紹介

2.1. システムの概要

まずメインボードと接続するキーボードを選択する。接続するキーボードによって、DipSWの状態を変更する。電卓キーボードと接続する場合は、DipSWを0000に、ピアノ鍵盤と接続する場合は、0001に設定する。関数電卓、電子オルゴール、タイマーの状態遷移については図1の通り「機能切替」ボタンをきっかけに状態遷移を行う。

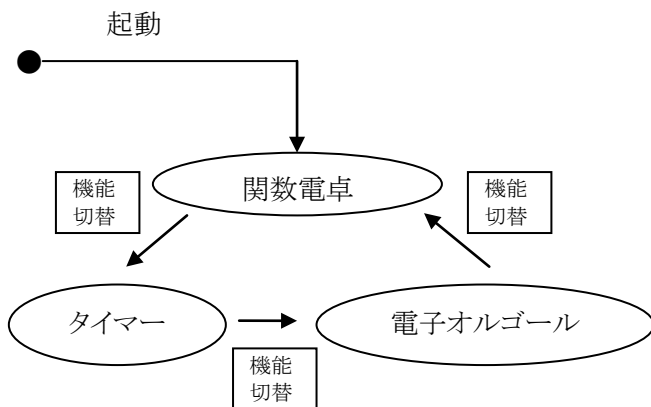


図1. 電卓用キーボード接続時の状態遷移図

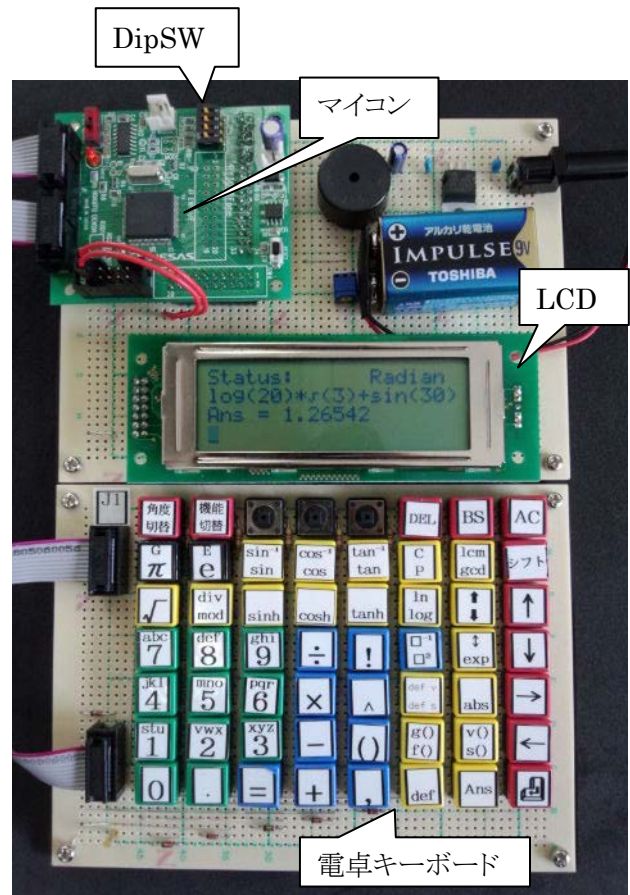


図2. 関数電卓外観

2.2. ハードウェアの構成

製作した関数電卓の外観を図2に示す。本システムは、式の入力を行うための「電卓キーボード」、入力された式や計算結果を表示するための「LCD(液晶表示機)」、システムの制御と入力式の解析・演算を行う「マイコン」の3つのモジュールから構成されている。

2.3. システムの機能および仕様

本システムは、四則演算の他に階乗、累乗、代入演算子を用意した。優先順位、結合規則については表1に示す。

表1. 演算子一覧

| 優先順位 | 演算子 | 結合規則 | 意味 |
|------|-----|------|-------|
| 1 | ! | → | 階乗 |
| 2 | ^ | ← | 累乗 |
| 3 | * / | → | 乗算・除算 |
| 4 | + - | → | 加算・減算 |
| 5 | = | ← | 代入 |

結合規則が→となっている演算子は同じ優先順位の演算子が複数連続している場合に左から順に評価していくことを示す。←は右から評価することを示す。また、()を使い、評価順序を変更することもできる。

組込み関数は計 24 個提供している。いろいろな機能がある中で特筆すべきは、冒頭でも述べた「関数定義」という機能である。この機能により、公式を定義し、利用するなどして、計算を効率的に行うことができる。以下に、円の面積を求める公式を関数に定義し、半径 2.5 としたときの例を示す。

```
def s(r) = π r^2
s(2.5)
⇒19.635
```

図 3. 関数定義の利用例

3. キーマトリックス回路

電卓キーボード、電子ピアノ鍵盤のキー読み取りで用いたキーマトリックス回路について簡単に説明する。図 4 は 7 行 8 列のキーマトリックス回路になっている。スイッチの読み取りについては、一つの IO ポートでひとつのキー状態を読み取る方法もあるが、この方法だと、今回の場合 56 個も必要になってしまうため IO ポートの数が不足してしまう。この問題点を解決するために、キーマトリックス回路を使用し 1 列(7 本)の入力を 8 回繰り返すことで、少ない IO ポートでキー入力読み取りを可能にした。

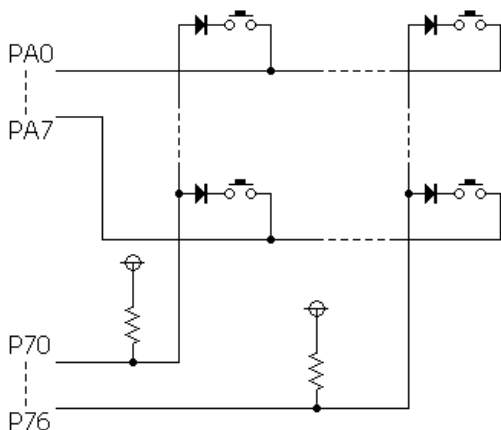


図 4. キーマトリックス回路

4. 数式の解析

数式を解析するときに、字句解析と構文解析といった方法を用いる。字句解析とは、並べられた数式を意味のある最小の要素(数値定数、記号、識別子)に分割するために行うものである。字句解析の状態遷

移を図 5 に示す。また、字句が、構文規則どおりに並んでいるかをチェックするのが構文解析である。

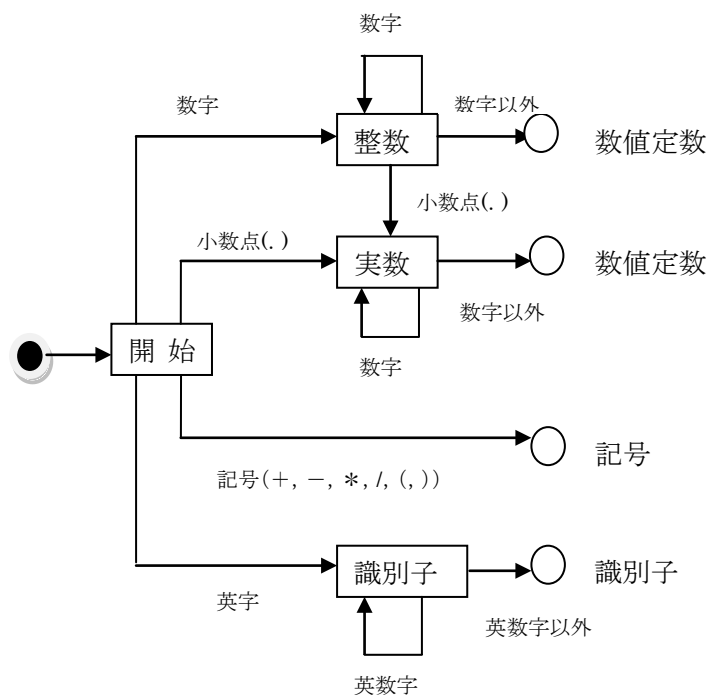


図 5. 字句解析の状態遷移図

5. まとめ

完成した関数電卓を製品として見た場合、実装している機能の数や携帯性などの点で課題が残る。

ポリテックビジョンの展示部門に参加もすることができ、大変貴重な経験を得ることができた。自分で製作した製作物に対して興味を持ってくれる人がいるということは、とても喜ばしいことだった。また、ポリテックビジョンには、小さな子供たちがたくさん来て、私たちが製作した電子ピアノを楽しそうに弾いているのを見ると、関数電卓だけではなく電子ピアノも製作した甲斐があったと思えた。また、来客者の中から多く寄せられた質問として、「なぜ、プリント基板で半田付け作業を行わなかったのか」ということであった。やはり、客観的にみるとトップビューからみえるジャンパー線が気になったのであろう。確かにプリント基板で製作を行ったら見栄えもよくなりそうである。これから先、半田付けを伴う製作をする機会があったとしたら、プリント基板という選択肢があることも頭の中に入れておきたい。

参考文献

[1] 遠藤雅守, "理系人のための関数電卓パーフェクトガイド"

組み換え可能な多機能関数電卓の設計・製作(その2)

川内職業能力開発短期大学校 電子情報技術科

1. はじめに

関数電卓とは、三角関数を始めとする関数の計算が行える電卓のことを指す。近年発売されている関数電卓は、確かに高性能で使いやすく携帯性に優れ、実用的である。しかし利用者は必ずしも実用性ばかりを商品に求めている。消費者は、実用性よりも楽しさや面白さ、かっこよさに魅かれて商品を購入してしまうこともある。そこで私たちは面白さ、楽しさに注目して製品の設計および試作をおこなった。また、変形や合体というものは理屈ではなくかっこいいものなので、変形する機能も持つようにした。

今回私たちが製作した関数電卓は、電卓機能はもちろん、関数定義の機能の追加、またハードウェアを組み換えることで電子ピアノとしても使用できる。さらにタイマー機能、電子オルゴール機能も追加した。

2. 機能

主な機能として、関数電卓、タイマー、電子ピアノ、電子オルゴールの4つの機能を持つ。電卓用キーボードを接続した場合、機能切替ボタンを押す毎に、状態遷移する。ピアノ鍵盤を接続した場合、電子ピアノモードで起動し、自動演奏ボタンを押すごとに、図1の状態遷移図に従い電子オルゴールモードと電子ピアノモードが切り替わる。

更に、機能追加も比較的容易である。

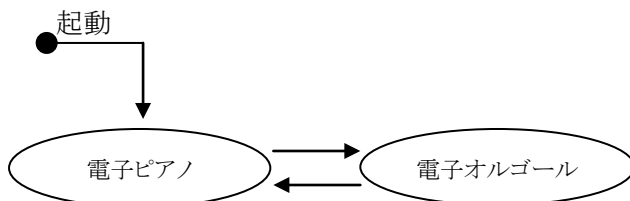


図1 状態遷移図(ピアノ鍵盤 接続時)

3. タイマー機能

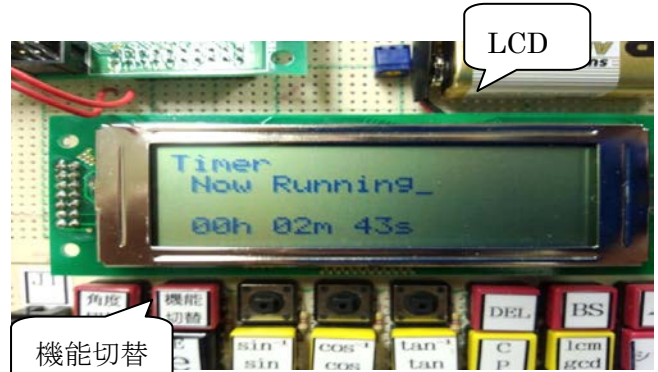


図2 タイマー動作時の表示

本機はタイマーとしても使用でき、時間を指定してタイマーをスタートさせると、残り時間が0秒になったときに、オルゴールモードに切り替わり、メロディーを流すようにしている。図2にタイマーの表示例を示す。

以下にキー操作の説明をする。デフォルト状態で、「00h 00m 00s」と時間(h), 分(m), 秒(s)がLCDに表示されている。変更したい箇所にカーソルを合わせて数字を入力すると、数字部分が変更され時間指定ができる。DEL を押すとカーソル上の数字を削除する。もし1桁目を削除した場合は、2桁目の数字が1桁目にシフトする。ACを押すと入力されている数字を全てクリアし、カーソルを分の下に移動させる。矢印[←→]を押すとカーソルが移動する。矢印[↑↓]を押すとカーソル上の数字をインクリメント・デクリメントする。タイマーモード状態で、時分秒のいずれかの数字部分に、カーソルを合わせて数字を入力すると、入力された数字が1桁目に入る。次の数字が入力されたら、前に入力された数字が2桁目に入り、今回入力された数字が1桁目に入る。さらに数字を入力すると、2桁目の数字が消え、上記の動作を繰り返す。

4. 電子ピアノや電子オルゴール機能

電子ピアノとしても使え、機能を切り換えて電子オルゴールにもなる。図3に電子ピアノと電子オルゴールの外観を示す。

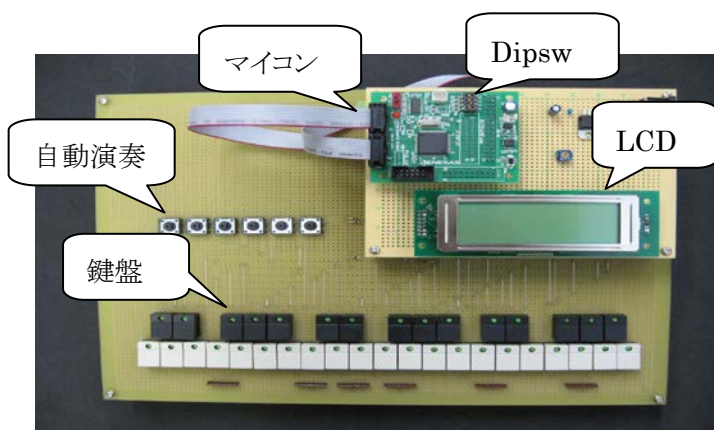


図3 電子ピアノと電子オルゴールの外観

以下にキー操作の説明をする。電子ピアノモード中に、自動演奏を押すとオルゴール機能に切り替わる。電子オルゴールモード中に自動演奏を押すと電子ピアノモードに切り替わる。オルゴールモード中に、選曲が変更でき、矢印[←→]を押すと曲を変更する。オルゴールモード中に、曲のテンポを変更でき、速く押すと曲のテンポを速くする。遅くを押すと曲のテンポを遅くする。電子ピアノモード中またはオルゴールモード中に、音程高低ボタンを押すと音階を変更できる。高低は3オクターブ分となっている。電子ピアノモード中に、鍵盤を押すとその鍵盤に対応した音程を奏でる。

4.1. 音程の設定

ブザーから出す音の高低は、周波数の値で変更できる。以下に音程変更の説明を示す。

マイコンのPWM機能によりブザーに出力する周波数を変更すると、ブザーから鳴る音程が変わる。PWMは、入力値を一定周期の方形波のON時間の割合(duty比)として出力する変調方式のことである。[1]

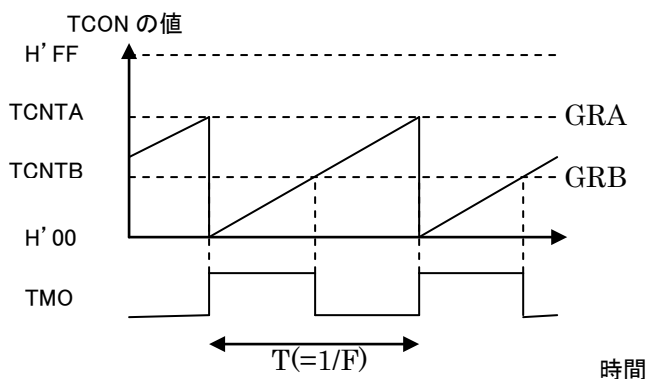


図4 パルス出力例

表1 周波数の設定値

| 音階 | 番号 | 周波数(f) |
|-----|-----|--------|
| ド | 0 | 130.8 |
| ド# | 1 | 138.6 |
| レ | 2 | 146.8 |
| レ# | 3 | 155.5 |
| ミ | 4 | 164.8 |
| ファ | 5 | 174.6 |
| ... | ... | ... |
| ド | 12 | 261.6 |
| ... | ... | ... |
| ド | 60 | 4185.6 |

図4にある TCNTA の値の設定を変更することで、マイコンから出力する周波数を変え、ブザーから出す音程を変えている。

以下にGRAの設定値を求める計算式を示す。

$$GRA = \frac{F}{f * P} \quad (1)$$

f:出力周波数

F:クロック周波数

P:プリスケアラの値(分周値)

5. まとめ

ポリテックビジョンでは、組み換え可能な多機能関数電卓の展示を行った。2つのハードウェアを組み換えて、本体の機能を変更するところが私たちの展示品の長所だった。展示の中でお客様が興味を持って本機に触れ、機能を替えているところを見ると、主観的ではあるが面白さを表現できたと思う。展示紹介は、何とかこなすことができたが、展示を通して反省すべき点が見受けられた。展示のお客様が直接的に指摘してくださったものは、基板作成についてだった。今後の課題をあげると、電子ピアノの和音が実装されなかったので検討したい。また、機能拡張としてゲームのようなものをひとつ加えたい。他にも機能を拡張していきたい。

参考文献

[1] PWM の設定方法 <http://www.asahi-net.or.jp/~gt6s-sbic/electro/fed-c/pwm.html>

[2] 遠藤雅守, “理系人のための関数電卓パーフェクトガイド”

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 4月 26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 | | 組み換え可能な多機能関数電卓の設計・製作 | |
| 担当教員 | | 担当学生 | |
| 相川 政和 | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| 課題実習の技能・技術習得目標 | | | |
| 組み込み機器の設計・製作技術を習得する。 | | | |
| 実習テーマの設定背景・取組目標 | | | |
| 実習テーマの設定背景 | | | |
| このテーマ設定において、特別な背景がある訳ではないが、電子情報技術科のカリキュラムに相応しいテーマとして、マイコンと周辺機器を組み合わせた機器の製作を選定した。 | | | |
| 実習テーマの特徴・概要 | | | |
| 本機器はマイコン本体とLCDやキーマトリックススイッチ等の周辺機器により構成される関数電卓である。 また、周辺機器を繋ぎかえることで、電子ピアノや温度計などへ組み換え可能な点がこの機器の特徴である。 | | | |
| No | 取組目標 | | |
| ① | 製品の企画立案を行います。 | | |
| ② | 企画に基づき、製品の基本設計を行い、更に外部仕様を確定します。 | | |
| ③ | 外部仕様書に従い、製品の内部設計を行います。 | | |
| ④ | 内部設計書に従い、製品を制作します。 | | |
| ⑤ | 制作した製品のテストおよびデバッグを行います。 | | |
| ⑥ | 制作した製品の評価および品質向上を行います。 | | |
| ⑦ | 完成した製品の取扱説明書と報告書を作成します。 | | |
| ⑧ | プレゼン用資料を作成し、一年間の成果を発表します。 | | |
| ⑨ | | | |
| ⑩ | | | |