

情報技術者向けのソフト・ハード融合型ものづくり教育の実践

政清 史晃*

Practice of manufacturing education integrated of software and hardware for information engineers

Fumiaki MASAKIYO*

Abstract: We practiced manufacturing education that integrated software and hardware for information engineers. We distributed blueprints of electronic circuits designed in advance for the game, and confirmed the operation with an electronic circuit simulator. In addition, we used a breadboard to combine electronic components to create an electronic circuit and confirmed that it actually worked. Finally, after mounting on the universal board, I created the software.

Keyword Games, Mechatronics, Simulation, Electronic circuit

1. はじめに

情報技術者を目指す学生は通常ソフトウェア中心のカリキュラムを学ぶことになる。しかし、本校制御情報コースを卒業した学生にヒアリングを行うと、業務内容にも依るが意外にもメカトロニクス、シーケンス制御、マイコン等のハードウェア寄りの授業内容が仕事に役に立っているという声が多いと感じている。このため、ソフトウェア教育を中心に据えつつも、ハードウェアを教材に取り入れた授業内容の検討を進めてきた。ソフトウェア技術者になる場合にこれからの時代 IoT・組み込みシステム・ロボットなどのハードウェアと全く無縁というわけにはいかないと考えられる。CPU、メモリ、マイコン、電子回路、センサ、アクチュエータなどにも精通した実践的な応用情報技術者を育てたい。表-1 は私が担当する科目である。3年生から段階的に、ハードウェアとソフトウェアをバランスよく学べるようなカリキュラムを段階的に作ってきた^{1),2),3)}。

本稿では、情報技術者向けのソフト・ハード融合型ものづくり教育の実践例としてゲームを題材にした教材の教育事例について報告する。

表-1 担当科目

学年・科目名	主な内容
3年計算機システム	電子回路, 論理回路, フリップフロップ, アセンブラ
4年メカトロニクス概論	シーケンス制御, マイコン 応用回路
4年工学実験 4	3DCG/3DCAD, マイコンを使ったゲーム, ゲームプログラミング, ネットワークプログラミング
5年基礎ロボット論	ロボットシミュレーション, 電子回路の設計と制作, FPGA
5年卒業研究	ロボット制作, AR/VR

2. ゲーム機づくりの実習手順

ゲームに興味を持つ学生は大変多い。高専教育を行う教員としてはゲームで遊ぶ側より、ゲームの作り手側を育てたい。ゲームは勉学に馴染まないと思える向きもあるが、学生が興味を持って取り組み易い題材であれば積極的に活用できるのではないかと肯定的に考えた。近年のゲーム

*近畿大学工業高等専門学校

総合システム工学科 制御情報コース

は、高速な CPU、AR/VR を活用するなど先端技術の宝庫である。ハードウェアも含めたゲームを製作することによって、シミュレーション、電子回路設計、マイコンの仕組み、割り込み処理、センサや LCD の活用、ゲーム音楽、プログラミングなどメカトロニクスに必要な要素を幅広く学ぶことができる。

図-1 は、今回実施したゲームを題材にしたハード・ソフト融合型メカトロニクス教育の実習手順である。まず、ゲームプログラミングの基本構造を学習する。ブロック崩し、カードゲーム、RPG、シューティングゲームのサンプルプログラムを使ってゲームの基本構造を解説し、その後オリジナルゲームを作成させる。次に、ゲーム用の電子回路を教材として提示する。その電子回路をシミュレータに実装し、動作を確認しながら回路を理解する。そして、ハードウェアの実機を制作するために回路パターンを設計する。最後に、そのハードウェアで表現できる範囲のソフトウェア（ゲームプログラム）を作成する。

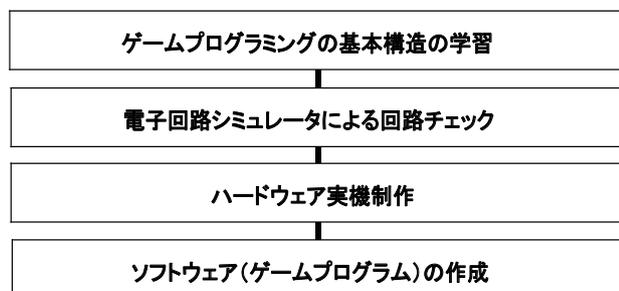


図-1 ゲームを題材にしたソフト・ハード融合型教材の実習手順

表-2 ゲームの基本構造例（ゲームループ）

①	初期化
②	キャラクタの移動 ア) 敵の移動 イ) 自機の移動 (マウス, タッチ, キーボード入力のチェック) ウ) 衝突判定, 終了判定
③	画面の更新 ア) 画面のクリア イ) 背景, キャラクタ, 敵, 自機の描画
④	②に戻る

3. ゲームプログラミング

表-2 は、ゲームの基本構造例である。自機と敵キャラクタの移動、衝突判定・終了判定、画面更新を繰り返すゲームループをはじめに説明する。ゲームを作成しながら、グラフィック表現、マウス・タッチパネル・キーボードなどのインターフェース、割り込み処理などを学ぶことができ

る。ゲームプログラミングには Processing 言語と JavaScript 言語を用いた。Processing 言語の開発では、Processing IDE をインストールする必要がないため Processing.js+HTML を活用している。さらに、Processing を Web ブラウザやスマートフォンで編集や実行ができるサービス Processin.ga⁴⁾も大変便利であるため利用している。図-2 は学生によるオリジナルゲームの作成事例である。



図-2 学生によるオリジナルゲームの作成事例

4. 電子回路シミュレーション

近年、メカトロニクス教育、ロボット制御などにおいて、学習が容易な Arduino が広く活用されている。しかし、ハードウェアを作成するにあたって Arduino に頼り過ぎるとマイコンの仕組みを深く学ぶことができない。このため、Arduino 部分は AVR マイコン(ATmega328P)を用いて自作することにした。小型化が可能で、費用も抑えることができる。ゲームのモニタは、初学者にとっての学びやすさを考慮して LCD16 文字×2 行型を用いた。そして、ブートローダの書き込み方やデータ転送について解説を行った⁵⁾。さらに、マスター回路とスレーブ回路間を I2C 通信することにより、ポートを増やすなどの拡張性を考慮した。図-3 は教材として作成した自作 Arduino 回路、図-4 はゲーム回路である。作図には回路図エディタ BSch3V⁶⁾を用いた。電子回路シミュレータには、GUI 操作に優れた TINKERCAD circuits⁷⁾や Paul Falstad の Circuit Simulator Applet⁸⁾を用いた。学生は図-4 の設計図を見ながらシミュレータの配線を行うことにより、回路についての理解を深めることができる。シミュレータ内では、ジョイスティックとして可変抵抗器を活用した。図-5 はシミュレータによるゲームの作成事例、図-6 はブレッドボードで組

み上げた回路である。シミュレータ上で動作したゲームが実際のハードウェア上でも動作することを確認する。

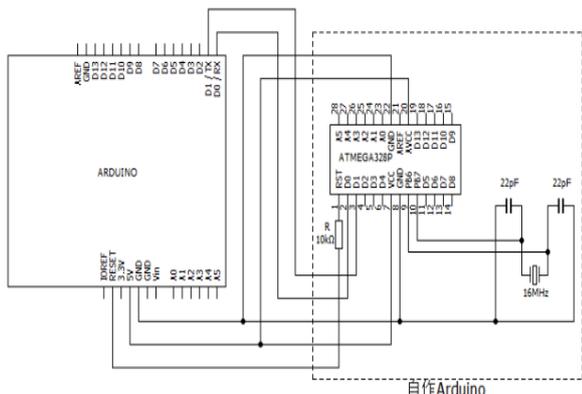


図-3 自作 Arduino 回路

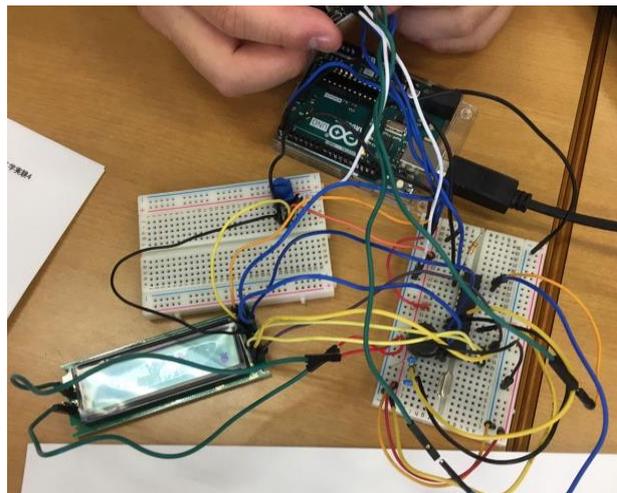


図-6 ブレッドボードで組み上げた回路

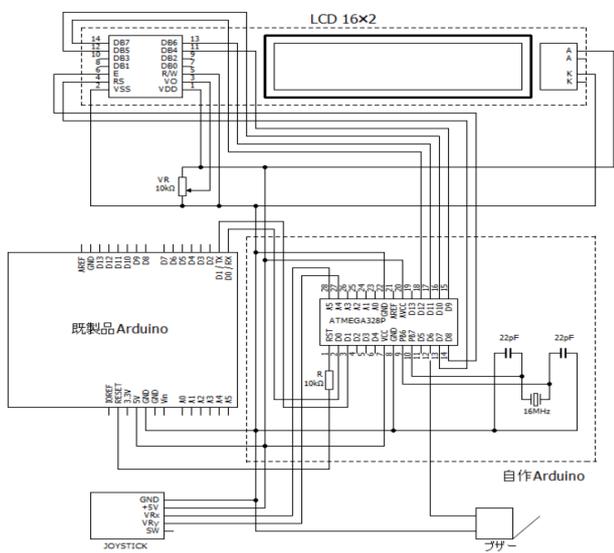


図-4 ゲーム機回路

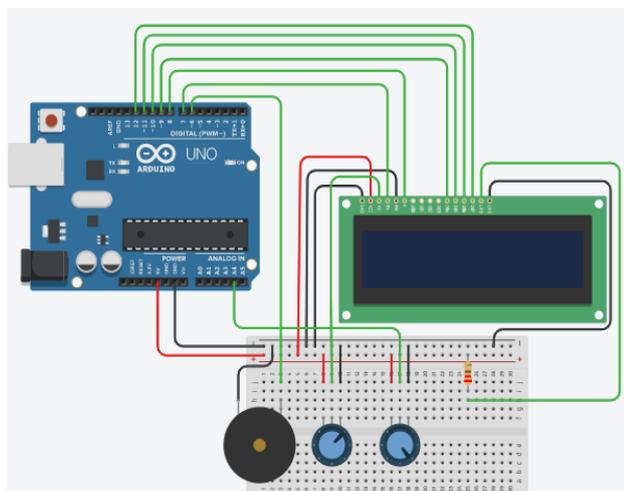


図-5 シミュレータによるゲームの作成事例

5. 実機制作とソフトウェアの作成

シミュレータとブレッドボードで動作を確認した後は、実機制作を行う。ユニバーサル基板に実装するために回路パターンを設計する。表-3はノイズを低減するための注意事項である。図-7は回路パターンエディタ PCBE⁹⁾、図-8はGUI操作がわかりやすい回路パターンエディタ PasSを活用した作図例である。実装する前に、すずメッキ線やはんだの扱い方、部品の取り付け順序等について説明している。図-9はユニバーサル基板への実装例、図-10は完成したゲーム機、図-11は学生が作成したオリジナルゲームの例(宝探しゲーム)、図-12は実習の様子である。

表-3 ノイズ低減のための注意事項

- ・直角配線を避ける
- ・信号ラインを平行に配線しない
- ・異なる信号は隣り合わないようにする
- ・GNDを分断しない
- ・異なる電源ラインの間にはGNDを挟む
- ・電源配線はパソコンを経由して接続する

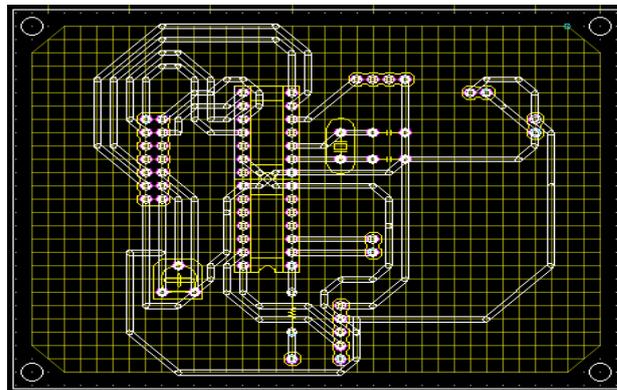


図-7 回路パターンエディタによる作図例 1(PCBE)

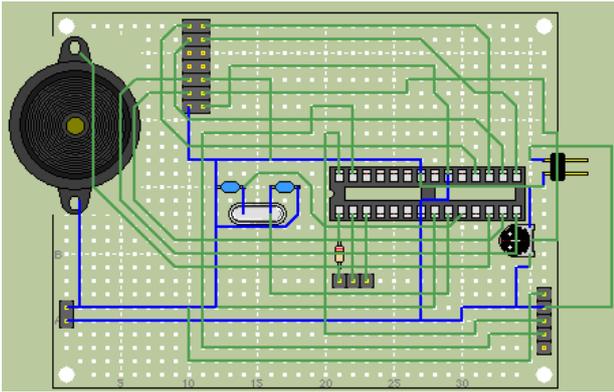


図-8 回路パターンエディタによる作図例 2(PasS)



図-12 実習の様子

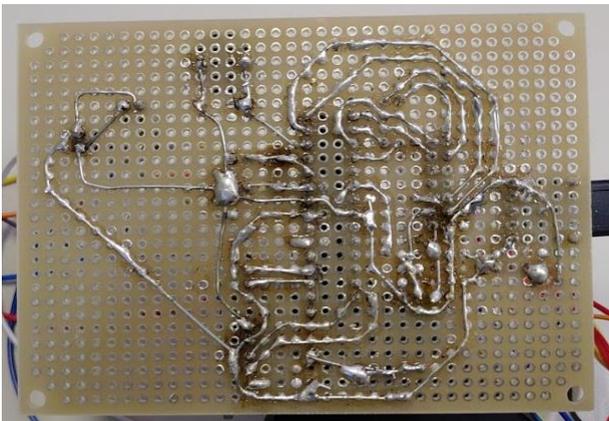


図-9 ユニバーサル基板への実装例

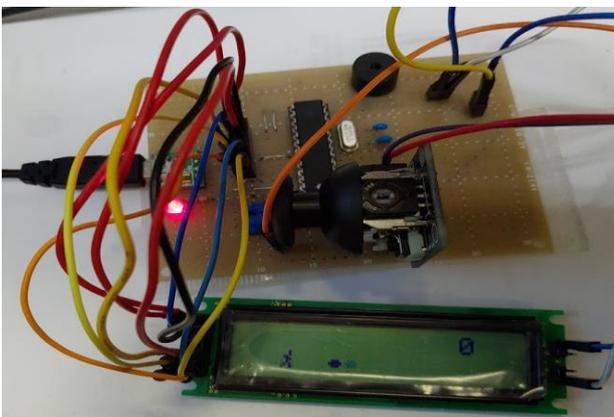


図-10 完成したゲーム機



図-11 学生が作成したゲーム例

6. まとめ

学生にとって身近なゲームを題材にすることにより、ソフト・ハード融合型のものづくりに意欲的に取り組ませることができた。現在、3DCG/3DCAD の教育を並行して行っており、3D プリンタの活用を進めたい。そして、本教材についてアンケート調査を行い、学習効果を定量的に評価して改善していきたい。

参考文献

- 1) 政清史晃:「シミュレータとクラウド環境を活用したメカトロニクス教育の実践」, 平成 30 年度全国高等学校情報処理教育研究会全国大会(ポスター発表),2018 月 8 月.
- 2) 政清史晃:「シミュレータとクラウド環境を活用したメカトロニクス教育の実践」, 日本高専学会第 24 回年会講演会,2018 月 9 月.
- 3) 政清史晃:「シミュレータとクラウド環境を活用したメカトロニクス教育事例」, 近畿大学工業高等専門学校紀要 第 12 号, pp. 69-72, 2018.
- 4) Processin.ga
<https://processin.ga/>(2019.12.29 参照)
- 5) From Arduino to a Microcontroller on a Breadboard
<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoToBreadboard>(2019.12.29 参照)
- 6) 水魚堂の回路図エディタ BSch3V
<https://www.suigyodo.com/online/schsoft.htm>(2019.12.29 参照)
- 7) TINKERCAD のホームページ(AutoDesk 社)
<https://www.tinkercad.com/> (2019.7.5 参照)
- 8) Paul Falstad Circuit Simulator Applet
<http://www.falstad.com/circuit/> (2019.7.5 参照)
- 9) プリント基板エディタ PCBE
<https://www.vector.co.jp/soft/winnt/business/se056371.html> (2019.12.29 参照)