

RTミドルウェア環境への 電子デバイスの導入を容易にする ためのUSB-GPIO, シリアル通信変換 コンポーネント

佐々木毅(芝浦工業大学)

1

背景と目的

RTシステムの開発ではセンサやLEDなどの電子部品、
モータなどのアクチュエータを利用



GPIOポートやシリアル通信インタフェースが必要

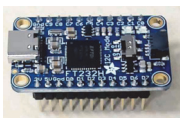
ワンボードコンピュータやワンボードマイコンを利用

2

背景と目的

- ワンボードコンピュータやワンボードマイコンの利用
 - プロトタイピングにおいて手間となる
 - 組込みシステムの知識が必要となり
初学者や専門外の者にとって障壁が高い
 - 教育においては本来学習させたい内容と異なるところに
時間を割く必要が生じる

PCのUSBポートを介してGPIOや
シリアル通信機能を利用できる
変換ボードをコンポーネント化



(RTミドルウェアコンテスト作品の1つの見本)

3

関連研究 | RTno

- RTno: ArduinoをRTC対応デバイスとするライブラリ
 - RTnoライブラリ(Arduinoで通常のRTCと同様に
プログラム記述を行うためのライブラリ)
 - RTnoProxyコンポーネント
(PC上でArduinoと通信するコンポーネント)
- ポート入出力などのArduinoプログラムの記述や
回路の製作は開発者が行う必要がある
 - ✓ 自由度が高い
 - 必要に応じてRTCのポート数や型を変更したり、
Arduino側である程度までの処理をさせたりが可能
※ポートの型やコンフィギュレーションなどに制約もある
 - ✗ Arduinoマイコンのプログラミングの知識が必要
 - 特有の記述、開発言語の限定

4

(参考) 高等学校情報科教科書における プログラミング対応

※2022年度よりプログラミング教育必修化

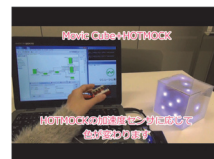
出版社	プログラミング言語	備考
東京書籍	Python, JavaScript, Scratch, (VBA, Swift, ドリトル, micro:bit)	・Python & JSと、Python & Scratchの教科書を出版 ・7種の言語で学べる頁あり
実教出版	Python, JavaScript, Scratch, VBA	・言語ごとに教科書を出版
開隆堂出版	VBA	
数研出版	Python, JavaScript, VBA	
日本文教出版	Python, JavaScript	
第一学習社	VBA, (Python)	

Arduino言語はC/C++ベースの言語だが、
C/C++による開発に必ずしも慣れていない可能性も

5

関連研究 | HOTMOCKコンポーネント

- (株)ホロンクリエイトのプロトタイピングツール
「HOTMOCK」をコンポーネント化
 - ✓ 電子工作不要(電子部品をコネクタに接続)
 - ✓ プログラミング不要(開発したコンポーネントを利用)
 - ✗ HOTMOCKで用意されている素子に限定
 - ✗ 高価(約10万円)



6

本作品のアプローチ

- USBを介して素子と信号の送受信を行うことができる変換ボードをコンポーネント化
- デバイス入出力(センサ出力の取得やモータへの指令など)まで
をコンポーネントの機能として提供

	RTno	HOTMOCK	USB-GPIO
電子工作	必要	不要	必要
マイコン プログラミング	必要	不要	不要

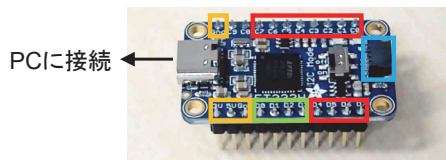
素子の種類は制限しない

開発はPCで完結

7

コンポーネント開発 | ハードウェア

- Adafruit FT232H Breakoutボード
- インタフェース
 - USB Type-CでPCと接続
 - デジタルI/O: 12 (C0~C7, D4~D7)
 - SPIもしくはI²C通信(スイッチで切り替え)
 - Qwiicコネクタ

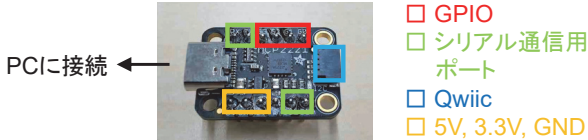


□ GPIO
□ シリアル通信用
ポート
□ Qwiic
□ 5V, 3.3V, GND

8

コンポーネント開発 | ハードウェア

- Adafruit MCP2221A Breakoutボード
- インタフェース
 - USB Type-CでPCと接続
 - デジタルI/O: 4、アナログIN: 3、OUT: 1 (G0~G3)
 - I²C通信、UART通信
 - Qwiicコネクタ



9

(参考) デバイスの比較

	Arduino Uno	HOTMOCK	FT232H Breakout	MCP2221A Breakout
サイズ [mm]	74.9×53.3×12.0	43.5×54.5×21.0 ^{*1}	23.0×39.0×4.0 ^{*2}	27.0×17.7×5.0 ^{*2}
ピンの機能	デジタルIO アナログ入力 PWM出力 UART, SPI, I ² C	デジタルIO アナログIO パルス入力 I ² C ^{*3}	デジタルIO SPI, I ² C, (Qwiic)	デジタルIO アナログIO UART, I ² C, (Qwiic)
開発	Arduino言語	ソケット通信	CircuitPython	CircuitPython
価格	約3,000円 ^{*4} (\$23.00)	99,000円	約2,000円 (\$14.95)	約900円 (\$6.50)

*1) デジタルボード、アナログボードのもの

*2) ピンヘッダ含まず

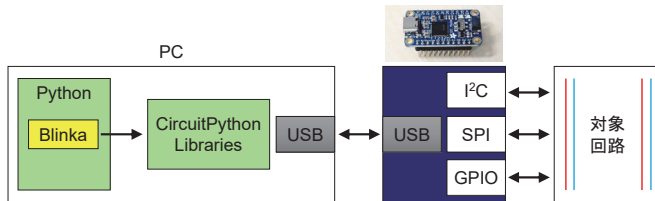
*3) 搭載ポートの種類はボードのタイプによる

*4) 互換ボードは約2,000円

10

コンポーネント開発 | 設計・実装

- OpenRTM-aist Python版で実装
- PythonでCircuitPython APIを利用可能とするBlinkaライブラリを用いた
 - 様々なOS (Windows, Linux, Mac)で利用可能

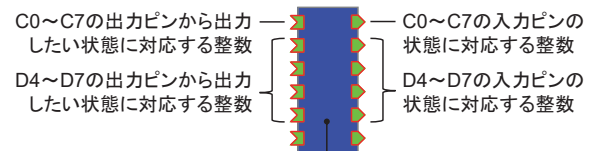


11

コンポーネント開発 | GPIO機能

- C0~C7に対してはまとめて1つの、D4~D7、G0~G3に対してはピンごとに1つの入出力を割り当て、状況に応じて使い分けられるようにした
 - いずれもピンの状態 (High/Low、アナログ電圧)に対応する整数を入出力

※Adafruit_FT232H_Breakoutの場合の例



コンフィギュレーション変数で各ピンを入力、出力のどちらとして用いるのかを選択

12

(補足)コンポーネント開発 | GPIO機能

- D4~D7に対する入出力ポートは、それぞれHighなら1, Lowなら0を入力もしくは出力
- C0~C7に対する入出力ポートは、C7から順にHighとする場合は1, Lowとする場合は0とした8ビットの値を入力もしくは出力
 - 例) C7, C5, C4がHigh、他がLowの場合

C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0
1	0	1	1	0	0	0	0

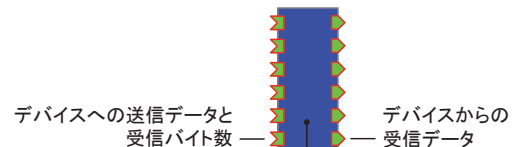
2進法で10110000、つまり10進法で176を入力もしくは出力

13

コンポーネント開発 | シリアル通信機能

- 入力と出力にそれぞれ1つのTimedOctetSeq型ポートを割り当て
- SPI, I²C, UART通信を利用するかや通信パラメータはコンフィギュレーション変数で指定

※Adafruit_FT232H_Breakoutの場合の例



コンフィギュレーション変数で通信パラメータを指定 (例: I²C通信のデバイスアドレス)

14

コンポーネントの利用例



Adafruit_FT232H_BreakoutコンポーネントでのGPIOの使用例です。

<https://www.youtube.com/watch?v=tZ5US8G4aX8> 15

まとめ

- PCのUSBポートに接続することでGPIOやシリアル通信を利用できる変換ボードのRTコンポーネント
 - Adafruitボード各種も使える
- マイコンプログラミングを行うことなく電子部品を利用可能
- 各機能の利用例を挙げ、コンポーネントの汎用性・拡張性を示した

コンポーネント1つでも良い

RTM普及への貢献

RTMを使う or RTCとする意味

研究発表でなくても良い

ビジネス展開が見えるとなお良い

16