

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：51101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650574

研究課題名(和文)無線センサネットワークで切り拓くリアルタイムレスポンスアナライザの創製

研究課題名(英文)An invention of the real-time response analyzer using a wireless sensor network

研究代表者

工藤 隆男(takao, KUDOH)

八戸工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：10110214

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 1,000,000円

研究成果の概要(和文):リアルタイムレスポンスアナライザ(以後RAと呼ぶ)は学生個人ごとの理解度を把握するために有効である。RAの構成は学習者が回答を送信するための子機と、子機からの回答を分析集計する親機より構成される。実際に実時間分析を可能とするRAは何種類か市販されている。しかしながら、電圧などのような実験データを直接入力可能な機種は見当たらないようであることから、実験データを取り入れた授業へのRAの導入は容易ではない。そこで筆者は、数値入力モードとアナログ入力モードを備えた無線通信方式RAのプロトタイプを試作し、評価した。その結果、試作段階で目標とした機能がすべて動作することを実験的に確認できた。

研究成果の概要(英文):The Real-time Response Analyzer (RA) is effective in order to examine the grade of an understanding of student each. RA consists of a cordless handset which inputs a student's answer, and a main phone which conducts collection analysis of the answer data from a cordless handset. There are "real-time response analyzer", "Socratec", "Interwrite Response", "audience response system", etc. as commercial products. However, since experimental data, such as voltage, cannot be inputted into these, though regrettable, We cannot use these for the teaching methods using experimental data. So, I developed the RA with the analog-data input feature by using the microcomputer in which an analog input is possible.

研究分野:教育工学的手法に基づく達成度評価と専門導入教育への実践

キーワード:SP分析 リアルタイムレスポンスアナライザ

1. 研究開始当初の背景

レスポンスアナライザ(以下 RA と呼ぶ)は授業中の理解度を確認するために、多肢選択形式の問題を任意の時点で出題し、即座に集団応答曲線として表示できるなど、学習者の理解度はもちろんのこと教師の授業力についてもリアルタイムに分析できることから、教育方法の改善に有効であることが報告されている。¹⁾しかしながら、学習者が回答に使用する子機としてパソコンを使用する方式や、あらかじめ生徒用の机に配線で固定しておいた端末に RF タグカードを触れる方式の場合、配線が制約となり、RA を備えた特別教室以外における使用が困難である。また、配線問題を解消できるスマートフォンやタブレットなどの携帯端末を用いる方式においては、学習者全員に携帯端末を用意させることや通信料などの金銭的負担が懸念される。

無線ネットワークは、放牧牛の遠隔個体管理など配線制約問題を解消するシステムの実現において、大きく注目されている。また、通信料金は発生しない。さらに、無線ネットワーク用モジュールを安価に実現可能な ZigBee モジュールが開発されたことにより、無線ネットワークを安価に評価実験可能な環境が整いつつある。²⁾

これらのことから、配線制約のない RA 実現のために ZigBee モジュールと PIC マイコンを用いた試作・評価を行ってきた。³⁾しかし、このシステムを、授業進行支援システムを用いた授業方法の改善研究に資するためには、プリント基板作製の必要があることが、生産容易性を担保する点において問題であった。

マイコン応用システム開発における生産容易性を担保する 1 つの方法として、Arduino マイコンに、シールドと呼ばれる使用目的に特化した市販のインタフェース回路を接続するだけで必要とする回路を構成する方法が普及している。プログラムはスケッチと呼ばれ、他のマイコンで必要とされる C などのプログラム言語に比較し容易に習得可能であるとされている。

階層的教材に基づき授業と実験を一体化することにより、創造力育成につながる新しい実験主導型の教育方法を提案し試行の結果、多くの学生の理解度と学習意欲を喚起でき、新しい工学基礎教育方法開発の可能性を見出したことについては既に報告した。⁴⁾しかしながら、この教育方法に RA を導入しようとする場合、市販の RA には実験データを直接収集できる機能を備えたものが見当たらない。

2. 研究の目的

そこで、座学における多肢選択形式問題への回答や一般の計算問題などに対する回答に必要な数値入力モード、そして実験データ入力に必要なアナログ入力モードの 2 つのモードを備えた無線方式の RA の実現をめ

ざす。

3. 研究の方法

RA は学習者が操作する子機と教師が操作する親機から構成される。これらの生産容易性を担保するため、子機は、市販マイコンの 1 種である Arduino Uno と無線モジュール、LCD シールドにより構成し、親機の構成には表計算ソフトエクセルに備えられている Excel VBA を用いる。

子機の機能として、多肢選択形式問題に対する選択肢入力と一般の計算問題に対する数値入力に対応する数値入力モード、そして実験データの入力を可能とするアナログ入力モードを備える。親機の機能として子機からのデータ収集・分析、学習者の理解度を視覚的に分析可能とする SP 表作成などの各機能を備える。また、親子間のデータ通信に関する評価を行い、教育現場で実用できることを実験的に確認する。

4. 研究成果

試作した RA について述べる。

(1) Arduino とシールドを用いた子機

子機の機能を実現する制御用マイコンとして、Arduino Uno を用いた。データ入力や表示に必要なハードウェアは、図 1 のように Arduino Uno の上に、無線モジュール XBee を実装したワイヤレスプロトシールド、Adafruit 製の RGB LCD シールドを重ねた 3 枚構成とした。この RGB LCD シールドは 5 つのボタンスイッチとバックライトの色を変更できるカラー LCD を備えている。Arduino Uno の使用ピンを最小にしつつ LCD の制御と 5 つのボタン入力を可能にするために、シールドに備えられている I2C 通信を用いた。2 本のピンだけで、LCD の制御と 5 つのボタン入力を行うことができる。また、数値入力モードとアナログ入力モードの違いを明示するためにバックライトの色を変えることを可能にした。数値入力には 5 個の押しボタンスイッチを使用し、数字入力における桁位置の指定に左右の 2 個、値の変更に上下の 2 個、決定に 1 個を割当てた。

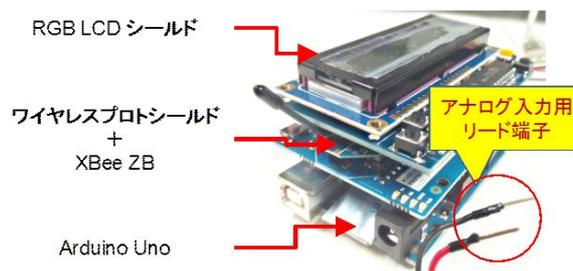


図 1 Arduino とシールドを用いた子機

プログラムのフローチャートを図 2 に示す。初期化処理、モード選択、無限ループの三つからなっている。初期化処理では、各種変

数・定数の宣言、シリアル通信の設定、LCD の設定、タイトルの表示を行う。数値入力とアナログ入力では、操作方法や LCD の表示、送信するデータ等が大きく違うため、其々別のモードとして実装した。そこで初期化処理が終了後、どちらのモードにするかを尋ねるモード選択画面を用意した。無限ループ部では、数値入力モード、アナログ入力モードそれぞれで処理を行う。

数値入力モードにおいては、上下左右の 4 個のボタン入力により数値入力における桁の移動や数字の選択を行い、都度 LCD 表示の変更をする。その処理をセレクトボタンが押されるまで行い、セレクトボタンが押されたらデータを送信する。

アナログ入力モードにおいては、A/D 変換によりデータを更新し、都度 LCD 表示を変更し、セレクトボタンが押されたらデータを送信する。0~1023 の A/D 変換値を 0~5V の電圧値に変換する計算が必要である。この場合、変換処理時間の増大が懸念されることから、即応性を重視し、あらかじめ計算しておいた値を配列として宣言しておいたものを使用する方法とした。

(2)Excel VBA を用いた親機

親機は子機から収集したデータを分析し、

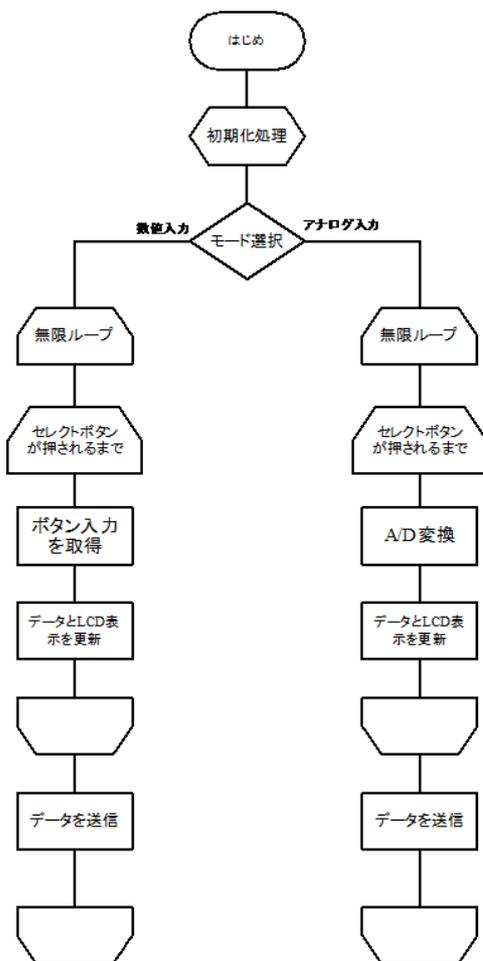


図 2 子機のフローチャート

表示する必要がある。この機能の実現に Excel VBA を用いた。数値入力モードにおいて、子機 1 が問題番号 1 の解答を 0 と送信、子機 12 が問題番号 99 の解答を 9999 と送信したときの親機の画面の様子を図 3 に示す。図 4 は、アナログ入力モードにおいて、子機 1 が 0V、12 番の子機が 5V を送信した時の親機の画面の様子である。アナログ入力モードのとき、それぞれの子機の計測時刻と電圧を表示している。実験データに基づき公式の意味を具体的に理解させることを目的とする授業の場合、先ず、この画面をプロジェクタで投影する。投影されたデータをクラス全員で見ながら、例えばパラメータの違いによる実験データの違いについて、他のグループと比較しながら理解するなど、データから公式の意味を再確認させるなどの授業方法について検討できる。

	A	B	C	CU	CV
1		問題番号			
2	スレーブ番号	1	2	97	98
3		0			
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					9999
15					

図 3 数値入力モードにおける親機の画面

	A	B	C	D	E	F	G
1	スレーブ1						
2	測定時間	21:44:41					
3	電圧[V]	0					
4							
5	スレーブ2						
6	測定時間						
7	電圧[V]						
39	スレーブ1						
40	測定時間						
41	スレーブ1						
42	測定時間						
43	電圧[V]						
44							
45	スレーブ2						
46	測定時間	21:46:16					
47	電圧[V]	5					

図 4 アナログ入力モードの親機画面

(3)一斉実験における使用を想定し、12 台の子機と親機の通信に関する実験的評価について述べる。

通信距離に関する実験

一般教室および実験室における親子間の通信については、アンテナの向き、子機を置く場所に関係なく親機はすべての子機からのデータを受信した。

一斉送信の実験

教師の指示により学習者が一斉にデータを送信するため、実験の場合 12 台が同時にデータを送信する場合もあり、親機がうまく受信できないことが懸念される。そこで、複

数台の子機の送信決定ボタンを手動で押すことにより送信される複数のデータを親機が受信できることについて、実験的に確認した。また、子機 12 台が一斉に送信した場合においても確実に通信できることを実験的に確認した。

(4) 子機のアナログ入力機能の拡張方法

直流電圧のみならず直流電流・交流電圧・交流電流・抵抗・静電容量などを測定可能とする 1 つの方法として、デジタルマルチメータ (以下 DMM) を用いる。DMM として三和電気計器 (株) 製 PC_20 を用いると、DMM の表示データが 14 ビットのデータとして出力されるので、これを子機に入力することで、DMM が測定する量そのものを子機に入力できる。例として図 5 の DMM の測定結果が直流電圧 46.2mV の符号を子機に取り込み、復元表示した例を図 6 に示す。



図 5 : DMM の表示



図 6 : 子機の表示

以上のように、アナログ入力機能を備えた無線通信方式 RA のプロトタイプを試作し、評価した。その結果、試作段階で目標とした機能がすべて動作することを実験的に確認できた。

<引用文献>

永岡 慶三, レスポンスアナライザを用いた授業進行支援システムの開発, 日本教育工学雑誌 10(3), 11-18, 1986-09-20.

Excel を用いた計測制御入門, 堀桂太郎, 櫻木嘉典, 電気書院, 2010.

中村 好智, 細川 靖, 工藤 隆男: ZigBee モジュールを用いたワイヤレスレスポンスアナライザの試作, 計測自動制御学会東北支部 第 273 回研究集会, 資料番号 273-11, 2012.

工藤 隆男, 細川 靖: 教育内容の階層構造に基づく創造を指向した専門知識教育の方法, 高専教育, 第 23 号, 2000.

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

工藤隆男, 細川 靖, Arduino を用いた無線方式レスポンスアナライザ, 査読無, 八戸工業高等専門学校紀要, 第 49 号, pp.17 ~ 22 (2014.12)

〔学会発表〕(計 2 件)

中村好智・細川靖・工藤隆男: 無線モジュールを用いたレスポンスアナライザの検討, JSiSE 研究会 2012 年度, 第 2 回講演資料. (北海道・札幌市)

中村 好智, 細川 靖, 工藤 隆男: ZigBee モジュールを用いたワイヤレスレスポンスアナライザの試作, 計測自動制御学会東北支部 第 273 回研究集会, 資料番号 273-11, 2012. (青森県・八戸市)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

工藤隆男 (KUDOH, Takao)
八戸工業高等専門学校・電気情報工学科・教授、研究者番号: 10110214