

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：53701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501193

研究課題名(和文) ネットワーク実験室を利用したリアルデモ実験システムの開発

研究課題名(英文) Development of real demonstration experiment system using Network Laboratory

研究代表者

臼井 敏男 (USUI, Toshio)

岐阜工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：20232829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：高等教育機関における実践的エンジニア教育を推進するためには、実験を主体とした教育コンテンツの開発が必須である。本研究で開発したネットワーク実験室を利用することで、インパクトのある卒研レベルの実験をデモンストレーション実験として座学に導入することを可能とし、更にロボットアームを実験助手とすることで通常人の手を必要とする実験コンテンツを遠隔実験で多数の学生に同時に見せることを可能とし、ビデオのように何回でも実験映像を速度可変で再生することを可能にした。

研究成果の概要(英文)：In order to promote the practical engineer education in an institution of higher education, development of the educational contents for an experiment is indispensable. By using the network laboratory developed by this research, we made it possible to introduce a demonstration experiment into a lecture, which is a graduation research level. Furthermore, we enabled the robot arm to show many student s distantly the experiment which acts as a laboratory assistant simultaneously via a network, and made it possible to repeat an experiment image like video and to play the experiment with arbitrary speed.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：eラーニング 遠隔実験

1. 研究開始当初の背景

近年、理科及び工学離れ対策として実験が重視され理科及び工学教育等に実験コンテンツの導入傾向があり、高専を含めた高等教育機関においても実験の重要性は高く、講義におけるデモ実験には、よりインパクトのある実験教育の導入が望まれている。しかし、一般に学生との双方向教育及び興味を持続させる実験は、研究室に設置されたものが多く、座学において多数の学生を同時に実験に参加させることが困難である。そこで本研究では、本物の実験を遠隔で体験できるシステムとしてネットワーク実験室のプラットフォーム開発を行ってきた。このネットワーク実験室とは、実験装置の遠隔操作を可能とし、生の実験データと実験映像を同期保存する機能、及び任意の再生速度で実験データと実験映像の同期再生する機能を有したネットワークでアクセスする実験室である(例えば、臼井・北村、ネットワーク実験室を用いた実験用eラーニング教材開発、論文集「高専教育」、31号、2008年、pp101-105を参照)。この機能を発展させることにより、講義と実験を連動させた新しい教育手法として、ネットワーク実験室を利用したPBL(Problem/Project based Learning)型学習あるいは、学生自らが課題解決を試みる双方向授業に適したアクティブラーニング向けの教材コンテンツとして利用することが可能である。

2. 研究の目的

高専及び高等教育機関が目指す実践的エンジニア教育を推進するためには、実験を主体とした教育コンテンツの開発が必須である。従来の教育方法では、座学と実験実習が独立の関係にあるため、現在の過密なカリキュラムにおいては、それらを有機的に連動させることが困難である。一方、卒研では先端の実験に触れさせることができ、工学への興味を維持・向上させることが可能であり、実験での失敗も実践的エンジニアの教育として利用できる。こうした少人数教育として優れた卒研における実験を座学の中で行うデモンストレーション実験(以下、デモ実験)に取り入れることにより、教科書の理論解説と演習だけの座学に双方向的学習教材を導入し、実践的エンジニア教育としての効果を上げる教育手法の開発を試みる。具体的には、これまで開発してきたネットワーク実験室にロボットアームを実験助手とするシステムを導入することで、従来人の手を借りなければならぬ実験についてもネットワーク実験室用コンテンツとして利用可能とし、より効果的なりアルデモ実験コンテンツのプラットフォームを開発した。

3. 研究の方法

本研究室でこれまで開発してきたネットワーク実験室のプラットフォーム設計にロ

ットアームを実験助手とする機能を導入し、ロボットアーム実験助手付きネットワーク実験室の構築を行い、より効果的なりアルデモ実験コンテンツのプラットフォーム開発を行った。以下に主なプラットフォーム開発の事例を説明する。

(1) ロットアームの検討とネットワーク実験室への導入

本学科学学生実験室に制御工学用教材として導入された産業用ムーブマスター(RV-2AJ)と安価な教材用として開発されたロボットアーム(MR-999)を本研究のネットワーク実験室用ロボットアームとしての可能性の調査及びプラットフォーム設計を行い、実際にロボットアーム実験助手として機能する実験コンテンツを作成し、その有効性を評価した。プラットフォーム設計への条件は、各ロボットアームは遠隔制御を行うためネットワーク経由での制御を可能とし、またネットワーク実験室としての遠隔制御システムは、これまでの研究開発で用いてきたアジレント社のVEE Proを統合開発ソフト環境として構築を行っているため、同システムへの適合性を必要とするため、その評価をいくつかの実験コンテンツ(静電気実験、光電効果実験、振り子の共振実験等)を製作し、有効性評価を行った。

(2) ネットワーク実験室コンテンツの有効利用の研究

ネットワーク実験室は、遠隔実験と再現実験の2種類の基本プログラムを有する。前者はデモ実験のように教室から遠隔で実験室の装置を制御し、必要とする測定条件で実験を行い、実験映像と実験データをネットワーク実験室サーバーに同期保存する。また後者は、ネットワーク実験室サーバーに保存された実験映像と実験データを教室や情報処理演習室などからダウンロードすることで、いつでもどこでも再現実験を行うことができる。遠隔実験はその都度測定条件を変えることができるため、これらデモ実験に用いた実験コンテンツを有効利用(例えば各種発光LEDの電流電圧特性の比較など)するために、複数の実験コンテンツを統合し1個のコンテンツとすることで、例えば同じ評価サンプルの異なった条件による測定データを同時に比較するための再現実験を行うことを可能とするリプレイ実験コンテンツの開発を行い、ネットワーク実験室用コンテンツの自己増殖を可能とした。

4. 研究成果

本研究では、従来開発してきたネットワーク実験室にあらたにロボットアームを実験助手として導入し、またネットワーク実験室のデータサーバの再利用ソフト(汎用リプレイ実験コンテンツ)を開発することで、インパクトの高いリアルデモ実験システムの構築を行うことができた。

(1) ロボットアームのネットワーク実験室導入について

産業用ロボット (RV-2AJ) および安価なロボット教材用ロボットアーム (MR-999) をネットワーク実験室に導入することでリアルデモ実験システムの構築を可能とした (雑誌論文, および学会発表を参照)。前者は5自由度で位置繰り返し精度 ($\pm 0.02\text{mm}$) が高く最大可搬質量 2kg であるため、振子の共振実験など繰り返し実験に有効である。しかし直接制御用コマンドが公開されていないため、ロボットアームの制御プログラムを専用言語 (MELFA BASIC) で別途作成し、VEE の ActiveX コントロール機能を利用したプラットフォーム設計とするため、他の計測機器との同期動作などには制限が生じる。一方 MR-999 の場合は、計測機器との同期動作などを VEE で容易に制御できるため、安価なロボットアームを実験助手とするネットワーク実験室を構築できる。ただしロボットアームの歯車機構の遊びや、単純なリレー制御方式のため位置繰り返し精度が悪く、物理的な実験支援範囲に制限がある。

(2) 汎用リプレイ実験コンテンツ開発

従来のネットワーク実験室では、1個の遠隔実験コンテンツに対し、1対1で対応する再現実験プログラム (リプレイ実験コンテンツ) を開発してきた。本研究では、測定条件の異なる実験データの相互比較あるいは異なる評価サンプル、測定パラメータ等の相互比較を容易に再現実験として行える汎用リプレイ実験プログラムを開発した (雑誌論文及び学会発表を参照)。

(3) リアルデモ実験システムとしてのネットワーク実験室評価

雑誌論文に示されるように、従来 LED のブレイクダウン現象についての教科書の扱いは、IV 特性の模式図で簡単に図示するだけで発光の有無や LED 自体の劣化などについては何ら議論されていなかった。これに疑問を持った学生がネットワーク実験室用 LED 評価コンテンツを利用し、上記現象について考察し卒研としてまとめ、PBL 型学習コンテンツとして有効性を示すことができた。

一般に多数の実験用教材コンテンツ開発は、教員の仕事となり負荷が高い。本研究で開発したネットワーク実験室はコンテンツの自己増殖、インパクトのある実験コンテンツの作成に有効であり、今後は様々な分野における実験コンテンツ開発を進め、その有効性評価を行いたいと思う。

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 5件)

臼井敏男, ネットワーク実験室へのロボッ

トアーム導入, 岐阜工業高等専門学校紀要, 有, 第 49 号, 2014, pp.25 - 28

林竣介・臼井敏男・森貴彦・北川輝彦・小林義光, アナログ版電子機能ブロックの開発, 岐阜高専情報処理・研究報告, 無, 第 40 号, 2013, pp.11 - 14

佐藤清広・臼井敏男・森貴彦・北川輝彦・小林義光, ネットワーク実験室用ムーブマスタの遠隔制御, 岐阜高専情報処理・研究報告, 無, 第 40 号, 2013, pp.15 - 18

高橋恒太・臼井敏男, 分光器を用いた LED 発光特性の自動計測システム開発, 岐阜高専情報処理・研究報告, 無, 第 39 号, 2012, pp.9 - 12

秋山寛樹・臼井敏男, ネットワーク実験室用汎用リプレイ実験コンテンツ開発, 岐阜高専情報処理・研究報告, 無, 第 39 号, 2012, pp.13 - 16

〔学会発表〕(計 4件)

臼井敏男・松本浩, OBIC 顕微鏡の開発, 第 74 回応用物理学会学術講演会, 2013 年 9 月 17 日, 同志社大学

林竣介・臼井敏男, 電子機能ブロックの開発, 第 60 回応用物理学会学術講演会, 2013 年 3 月 28 日, 神奈川工科大学

佐藤清広・臼井敏男, ネットワーク実験室へのロボットアーム導入, 第 60 回応用物理学会学術講演会, 2013 年 3 月 28 日, 神奈川工科大学

秋山寛樹・臼井敏男, ネットワーク実験室用 CMS 設計と汎用リプレイ実験コンテンツ開発 2, 第 72 回応用物理学会学術講演会, 2011 年 8 月 30 日, 山形大学

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

臼井 敏男 (USUI, Toshio)

岐阜工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：20232829

(2)研究分担者

森 貴彦 (MORI, Takahiko)

岐阜工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：20332025

小林 義光 (KOBAYASHI, Yoshimitu)

岐阜工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：40509270

北川 輝彦 (KITAGAWA, Teruhiko)

岐阜工業高等専門学校・その他部局等・講師

研究者番号：80509274

(3)連携研究者

()

研究者番号：