

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00929

研究課題名（和文）外部センサー接続型携帯端末を用いて利用者自らが課題解決を行う教育システムの開発

研究課題名（英文）Development of an educational system that allows users themselves to solve problems by devising sensor-connected mobile terminals

研究代表者

井上 雅裕（Inoue, Masahiro）

芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：50407227

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：携帯端末とセンサーを用いて、利用者自らが課題解決を行う教育システムの開発を行い、利用者主導でのイノベーション創出の教育基盤を構築した。教育用カリキュラムを、文系、理工一般系、情報通信系に分け、それぞれに必要な知識体系とモデルカリキュラムを構築した。教育用プロトタイピングシステムを、それぞれの系に合わせ開発し、教育に導入した。その結果、農業、健康管理、防災などの分野でプロトタイプの開発が可能となった。

研究成果の概要（英文）：We developed an educational system that allows users themselves to solve problems by devising sensor-connected mobile terminals. The educational system creates innovation led by users. The curriculum for education has been developed for three filed of students, science and engineering, information communication, and humanity and social science. We developed a teaching prototyping system for each student. As a result, the education and prototype development system realized innovative prototypes in agriculture, health management, and disaster prevention.

研究分野：システム工学

キーワード：IoT M2M 教育システム プロトタイピング 外部センサー接続型携帯端末 イノベーション

1. 研究開始当初の背景

スマートフォンやタブレットの携帯情報端末は、今や生活必需品化し、端末と内蔵センサーを使って身近な問題の解決アプリが多く出現してきている。このような背景にあって、外部センサーとの接続により利用者の目線での問題解決の範囲を広げて、利用者が開発者となるイノベーション到来の時期が目前に迫っている。

2. 研究の目的

携帯端末に無線とセンサーM2M(Machine to Machine) /IoT(Internet of Things)機器を簡単にプロトタイピングできる環境を構築する。大学・短大・高専の学生を対象にして、「携帯端末 + 外部センサーを用いて利用者自らが課題解決できるためのシステム」を実現のため、具備すべき機能を調査し洗い出し、実装研究、評価研究を行う。さらに、情報を専門としない技術者、中等教育分野の普及方法の構築することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

外部センサー接続型携帯端末を用いて利用者自らが課題解決を行う教育システムの開発を、下記の計画・方法で進め、利用者主導でのイノベーション創出の教育基盤を構築する。

(1) M2M/IoT に関するシーズ・ニーズの再分析を実施する。

(2) 教育用カリキュラムを、文系、非 ICT 系理工系、ICT 理工系に分け、それぞれに必要な M2M 知識体系とモデルカリキュラムを構築する

(3) 教育用プロトタイピングシステムを、文系、非 ICT 系理工系、ICT 理工系に分け構築する。

(4) それぞれの系の高等教育モデル校で普及展開を実施する。

4. 研究成果

(1) M2M のプロトタイプ構築によるものづくり教育システムを提案し、その実践をし、評価、考察を行った。M2M プロトタイプ・システムとして、センサー、アクチュエータ、M2M デバイスエンジン、ゲートウェイ、及びサーバ/クラウドなどからなる基本構成を定義し、機械・電気・電子等の理工系、情報通信系、非理工系の学生など、それぞれ違う専門分野の学生を対象とした3種類のプロトタイピングの内容・手順を定めた。機械・電気・電子等の理工系、情報通信系については、これに則ってプロトタイプシステムを構築することによって、M2M システムの理解が深まり、システムの考え方や M2M を適用したいいろいろなアイデアを創出できるという結果が得られ、ものづくり教育システムとして効果があることがわかった。

(2) IoT 応用システムのアイデア創出を目

指したプロトタイプシステムの構築法を提案し、その実践適用をし、評価、考察を行った。提案は、IoT プロトタイプ・システムとして、基本構成を定義し、機械・電気・電子等の理工系と非理工系の学生向けの専門分野の違う学生を対象とした2種類のプロトタイピングの内容・手順を定めた。構築者は、このプロトタイプシステム構築法を適用することにより、IoT システムの理解が深まり、システムの考え方や IoT を適用したいいろいろなアイデアを創出できた。

また、IoT デバイスの構築用のフレームワークを提案し、それを適用して IoT デバイスの構築を方法を述べた。これによって、構築者はいろいろなセンサー・アクチュエータを容易に接続できるようになり、センサーやアクチュエータを活用するアイデアのプロトタイプ構築も容易になった。

(3) 段階的農業 IoT プロトタイプ構築実習

IoT の主要技術の理解と課題解決能力の育成のために、卒研生向けの課題解決型 (PBL) 演習を取り入れた IoT ものづくり実習を実施した。PBL 形式を取り入れることで、卒研生が積極的にプロトタイプ開発に取り組む姿勢が見られ、プロトタイプ開発の中で卒研生が不足している知識や技術があれば、自律的に学修する傾向があり、期待した以上の成果が得られた。本研究で提案する教育システムでは、段階的農業 IoT プロトタイプ構築実習と PBL 形式の演習を組み込むことで、受講者が学修した知識や技術をすぐに応用できるようにした。段階的農業 IoT プロトタイプ構築実習の内容は、プロトタイプ工房での IoTOMATO 開発を基に、技術課題を解決していく形式を取り入れた。また、各段階のプロトタイプ構築実習に合わせ、PowerPoint の手順書を準備し、受講者が振り返りを行えるようにした。

(4) 研究室内プロトタイプ構築要フレームワークの開発

大学研究室において、着想を得た学生が M2M/IoT 関連のアプリケーションのプロトタイプを短時間で容易に作成するためのフレームワークを提案し試作した。フレームワークは、ハードウェアと通信の共通化、再利用可能なソフトウェアコンポーネントの整備、アプリケーション種類別の作成ガイドラインの3つからなる。照度データから在室状況を Web で確認できるシステム、画像データから Web で学生の在席状況を確認するシステム、多数設置した温湿度センサから強化学習により室温を制御するシステムなどを実現できる。本研究では、異なるタイプのアプリケーションを作成し順次フレームワークへ統合するアプローチをとった。しかし、M2M/IoT 分野のデバイス、通信、ミドルウェアの更新スピードが速いため、M2M/IoT 構築用フレームワークでは、組合せ動作の保証を効率化す

ることが重要になることがわかった。また、M2M/IoT 初学者がアーキテクチャや通信の選択を誤りやすいことがわかり、要求事項からアーキテクチャと通信を選択する支援に関する着想を得た。

(5) 事故・事件の発生データに基づく危険度判定への機械学習の応用

M2M/IoT システムにおいて機械学習を応用し、事故・事件の発生データに基づき、リスク評価を行う方法を提案しアプリケーション試作により評価を行った。応用した機械学習は、Support Vector Machine(SVM)とBayesian Network (BN)である。取り組んだ課題と解決策は、事故・事件データに対する安全データの補完方法の確立と、状況に対する確率評価結果からN水準の危険度評価に変換する方法の提案である。N水準の危険度評価に変換する方法は、事件・事故データと作成された安全データの件数が同じであることを使い、母数をN等分できるようにN-1個の確率値境界を設定するものである。補完方法は現地調査を伴うため十分なデータを集めるため膨大な作業量を要するため、バイアスのかからない方法で効率的に安全データの収集・生成する方法が必要であることがわかった。

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7件)

岡崎正一、大江信宏、井上雅裕、中島毅、汐月哲夫、神戸英利、三井浩康、清尾克彦、IoTにおけるセンサ技術教育プログラムの提案とその実践評価、工学教育(J.of JSEE), vol.66,no.1,pp 95-101 (2018)

小泉寿男、井上雅裕、大江信宏、秋山康智、市村 洋、清尾克彦、分野別IoT教育カリキュラムの提案、工学教育(J.of JSEE), vol.66,no.1,pp 46-53 (2018)

Koji Akiyama, Masahito Ishihara, Nobuhiro Ohe, Masahiro Inoue, Hidetoshi Kambe, Idea Creation using Stepwise Construction of IoT Prototype System and its Verification Evaluation, International Journal of Internet of Things, Scientific & Academic Publishing, 6(3), pp.91-97, 2017. "

大江信宏、堂坂辰、北上真二、金子洋介、井上雅裕、中島毅、汐月哲夫、小泉寿男、アイデアに基づくM2M/IoTプロトタイプシステム構築法の提案と実践、電気学会論文誌C, Vol.137, No.10, pp.1402-1413, 2017.

秋山康智、石原正仁、大江信宏、北上真二、神戸英利、市村洋、清尾克彦、小泉寿男、文系学生へのM2Mプロトタイプシス

テム実装教育カリキュラムの提案と評価、工学教育(J. of JSEE), Vol.64, no.1, pp.26-32, 2016.

Nobuhiro Ohe, Masahito Ishihara, Hironobu Yonemori, Shinji Kitagami, Masahiro Inoue, Jun Sawamoto, Tetsuo Shiotsuki, A Method of Prototype Construction for the Active Creation of IoT Application Ideas and its Evaluations, International Journal of Internet of Things, 5(1), pp.1-8, Scientific & Academic Publishing, March 2016.DOI: 10.5923/j.ijit.20160501.01

大江信宏、北上真二、米盛弘信、井上雅裕、汐月哲夫、小泉寿男、M2Mのプロトタイプ構築によるものづくり教育システムの提案と実践、電気学会論文誌A, Vol.135, No.11, pp.655-665, Nov. 2015.

[学会発表](計17件)

Nuttakarn Kitpo and Masahiro Inoue, EARLY RICE DISEASE DETECTION AND POSITION MAPPING SYSTEM USING DRONE AND IoT ARCHITECTURE, The 12th SEATUC Symposium, March 12-13, 2018.

Ntihemuka Materne, Masahiro Inoue, IOT MONITORING SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF AGRICULTURAL PESTS AND DISEASES, The 12th SEATUC Symposium,, March 12-13, 2018.

Muhammad Zulfadhli Ismail and Masahiro Inoue, Map Generation to Detect Heat Stroke by Using Pedestrian Sensing, International Conference on Electronics, Information, and Communication, ICEIC2018, Hawaii, USA, Jan. 24-27, 2018.

Haruka Ishii, Keisuke Kimino, Masahiro Inoue, Masaki Arahira, Yayoi Suzuki, Method of Behavior Modeling for Detection of Anomaly Behavior using Hidden Markov Model, International Conference on Electronics, Information, and Communication, ICEIC2018, Hawaii, USA, Jan. 24-27, 2018.

Yukie Ikeda, Masahiro Inoue, An Estimation of Road Surface Conditions Using Participatory Sensing, International Conference on Electronics, Information, and Communication, ICEIC2018, Hawaii, USA, Jan. 24-27, 2018.

Worawat Lawanont, Masahiro Inoue, An Unsupervised Learning Method to Determine the Relationship Between Working Behaviors and Stress Level, International Conference on Electronics, Information, and Communication, ICEIC2018, Hawaii, USA, Jan. 24-27, 2018.

Keisuke Kimino, Haruka Ishii, Maher Aljehani, Masahiro Inoue, Early Detection System of Dementia based on Home Behaviors and Lifestyle Backgrounds, IEEE International Conference on Consumer Electronics, ICCE2018, Las Vegas, January, 2018.

Aljehani Maher and Masahiro Inoue, A Swarm of Computational Clouds as Multiple Ground Control Stations of Multi-UAV, IEEE Global Conference on Consumer Electronics, Nagoya, Japan, October 24-27, 2017.

Koji Akiyama, Masahito Ishihara, Nobuhiro Ohe, Masahiro Inoue, An Education Curriculums of IoT Prototype Construction System, IEEE Global Conference on Consumer Electronics, Nagoya, Japan, October 24-27, 2017.

Shin Dosaka, Nobuhiro Ohe, Masahiro Inoue, Hidetoshi Kambe, Distance Measurement Between a Prototype and Products in an Internet of Things System Using Analytic Hierarchy Process, IEEE Global Conference on Consumer Electronics, Nagoya, Japan, October 24-27, 2017.

Keisuke Yamazaki, Tsuyoshi Nakajima, A Risk Information Provision System on Bicycle Parking Lots, 2nd IEEE International Congress on Internet of Things (ICIOT), Hawaii, USA, June 25-30, 2017.

Aljehani Maher and Masahiro Inoue, Communication and Autonomous Control of Multi-UAV System in Disaster Response Tasks, International Multi theme Conference on Smart Digital Futures (SDF-17), KES, Vilamoura, Portugal, June 21-23, 2017.

Worawat Lawanont and Masahiro Inoue, A Development of Classification Model for Smartphone Addiction Recognition System Based on Smartphone Usage Data, International Multi theme Conference on Smart Digital Futures (SDF-17), KES, Vilamoura, Portugal, June 21-23, 2017.

Yukie Ikeda, Masahiro Inoue, AN ESTIMATION OF ROAD SURFACE CONDITIONS FOR SAFETY ROUTE GUIDANCE SYSTEM AFTER NATURAL DISASTER USING SMARTPHONE ACCELEROMETER, The 11th SEATUC Symposium, Ho Chi Minh City, March 13-14, 2017.

Haruka Ishii, Keisuke Kimino, Maher Aljehani, Nobuhiro Ohe, Masahiro Inoue, Early Detection System for Dementia by using M2M/IoT Platform, 20th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent

Information & Engineering Systems, York, UK, Sep. 5-7, 2016.

Nobuhiro OHE, Masahiro INOUE, Masahito ISHIHARA, Hironobu YONEMORI, Hisao KOIZUMI, A Proposal of Prototyping Method for IoT System using Open Hardware/Software and its Applications, 2016 ICEE/The International Conference on Electrical Engineering, Okinawa, Japan, July 3-7, 2016.

Shoichi OKAZAKI, Masahiro INOUE, Tsuyoshi NAKAJIMA, Tetsuo SHIOTSUKI, Hidetoshi KAMBE, Hidetoshi KOIZUMI, Education system of sensor technologies in IoT, 2016 ICEE/The International Conference on Electrical Engineering, Okinawa, Japan, July 3-7, 2016.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 雅裕 (INOUE, Masahiro)
芝浦工業大学・システム理工学部・教授
研究者番号：50407227

(2) 研究分担者

中島 毅 (NAKAJIMA, Tsuyoshi)
芝浦工業大学・工学部・教授
研究者番号：20758304

(3) 連携研究者

清尾 克彦 (SEO, Katsuhiko)
サイバー大学・IT学部・教授
研究者番号：40572300

(4) 研究協力者

小泉寿男 (KOIZUMI, Hisao)
NPO 法人 M2M・IoT 研究会 理事長

大江 信宏 (OHE, Nobuhiro)
東海大学・教授

市村 洋 (ICHIMURA, Hiroshi)
NPO 法人 M2M・IoT 研究会 理事

秋山 康智 (AKIYAMA, Koji)
アイテック阪急阪神株式会社

Aljehani Maher
芝浦工業大学大学院・博士課程

Worawat Lawanont
芝浦工業大学大学院・博士課程