

マイクロ波と気体センサを用いた キャラクター型室内情報管理システム

川隅恭介^{†1} 篠原雅貴^{†1} 田島誠也^{†1} 岩井将行^{†2}

本研究は、オフィス等において室内の情報を管理することによって、作業効率を向上させることを目的としている。そこで本稿では管理する室内の情報を室内環境と在室状況の2つに分類し、それぞれをセンシングして音声認識やSNSなどを用いて、ユーザーにあった形でフィードバックするシステムを持ったデバイスを提案する。

Character type Indoor Environmental Management System Using a Microwave And a Gas Sensor

Kyosuke KAWASUMI^{†1} Masaki SHINOHARA^{†1} Meiya TAJIMA^{†1}
Masayuki IWAI^{†2}

This study is intended to improve the working efficiency by managing the room information in offices. In this paper, We classify information of the room on occupancy status and indoor environment. We propose a device that sensing the respective information and feedback in a way that was matched user by using a voice recognition and SNS.

1. はじめに

近年、高度化した現代社会では室内空間において健康性、快適性に加えさらに“知的生産性”の高い室内環境が要求されると言われている¹⁾。この知的生産性に関する検討として、業務空間における室内環境の質が作業効率に及ぼす影響を考慮する必要がある。村上ら²⁾は実験室実験及び現地実測に実施により、室内の温熱・空気環境が学習効率並び学習意欲に及ぼす影響を検討している。Seppanenらは室内空気温度と相対的な作業効率の関係式³⁾や換気回数と相対的な作業効率の関係式⁴⁾を提案している。また橋本ら⁵⁾は温熱・空気環境といった室内環境の質が知的生産性に及ぼす影響とそれに伴い組織経営にも大きな利益をもたらすとしている。室内の温熱・空気環境をコントロールすることにより作業効率を最大にするような室内環境の提供が求められている。

一方、このような高水準な室内環境の提供には空調用電力消費の増大が懸念される。温室効果ガス排出量の削減約束を定めた京都議定書⁶⁾などからも世界的に温室効果ガスを削減する動きがなされているが、我が国の温室効果ガス排出量は年々増加している。特に日本の温室効果ガス排出量の約18%を占める「業務その他」部門の平成25年度の温室効果ガス排出量は1990年度に比べて約7割増加して

おり⁷⁾、温室効果ガスの削減が課題となっている。世界的にも環境問題が深刻化する現在、作業効率の向上だけではなく電力消費量の削減も考慮する必要がある。福田ら⁸⁾は在室状況をセンシングすることにより消費電力の無駄を検知している。そこで在室状況やそれに伴う消費電力も考慮し、その場にもっとも適した室内環境の構築が望まれる。

またセンシングした情報を提供する際にも注意が必要である。情報の利用者は情報へより効率的にアクセスでき、情報を無駄なく選択可能であり、情報を効果的に活用することを求めている。よって情報コンテンツの質は、内容はもちろんその表現形式にも左右されるようになってきている。つまりコンテンツ自体に魅力を持たせ、効率のかつアトラクティブな情報を情報利用者によりわかりやすく受け入れやすい形で提供することが必要になってきている。筒井ら⁹⁾はキャラクター・エージェントを利用したよりわかりやすい情報発信を提案している。また椎名ら¹⁰⁾は生活の中で存在に違和感なく利用でき、利用者にとって親和性が高く安心感を与えるインタフェースとしてぬいぐるみを提案している。ここで利用者にとって親和性が高いインタフェースについて考える。利用者との距離が近くよりアトラクティブなインタフェースとして音声認識を、利用者との距離が遠い場合でも利用できるがリアルタイム性を持つインタフェースとしてTwitterに注目する。JEITA¹¹⁾では音声認識インタフェースの有用性について使用方法の習得・学習が容易であり操作速度が速く、他の操作との併用可能であると述べている。また張春磊¹²⁾はTwitterの特徴としてリアルタイム性を挙げている。

そこで本研究では、オフィス等において室内環境や在室状況の情報をセンシングし管理することで、消費電力を考

†1 東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻
Tokyo Denki University, Graduate School of Science and Technology for Future Life

†2 東京電機大学未来科学部情報メディア学科
Tokyo Denki University, School of Science and Technology for Future Life,
Department of Information Systems and Multi-media Design

慮しつつ知的生産性を高く保ち作業効率を向上させることを目的としたデバイスを提案し作成した。また作成するにあたって利用者にとって親和性が高くよりアトラクティブなインタフェースを考慮した。

2. 研究概要

(1) 研究目的

本研究はオフィス等において室内の情報を管理し、室内環境と在室状況の把握による知的生産性の向上と室内の情報の効率的な発信を目的としている。

(2) 提案手法

いくつかのセンサを搭載したデバイスを利用者が作業するオフィス等に設置し、室内環境や在室状況をセンシングする。センシングした情報を管理するにあたり、利用者にとってわかりやすい方法で提供するためにキャラクタ・エージェントを採用した。キャラクタ・エージェントの性格を任意に変更することで、利用者になるべくストレスを感じることなく日常的な利用を長期間行えるようにした。

実装したデバイスにはぬいぐるみを利用することで利用者にとって親和性が高く安心感を与えるようにした。また情報の入出力には音声認識と音声合成を使った対話型インタフェースと Twitter を用いた SNS を利用するインタフェースを場合によって使い分けることにより、操作性や利用者との親和性が高く、よりアトラクティブかつリアルタイム性のある情報発信を可能にした。

(3) 実装環境

室内環境のセンシングには CO2 濃度と温度、湿度を測定できる CO2 デテクタを使用した。また在室状況のセンシングには、マイクロ波の発射周波数と受信周波数のドップラー効果による変化を利用し接近・離反を検知するドップラーセンサ、超音波の発射時間と受信時間の差を利用し距離を測定する超音波センサ、赤外線熱を用い周囲の温度変化に反応して物体の動きを検知する PIR 人感センサ、USBWeb カメラを使用した。そしてセンシングした情報の収集・分析・加工には ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータである RaspberryPi を使用し、センサの読み取りに Grove システムを利用するために Grovepi コネクタを使った。またキャラクタ・エージェントの性格の変更時の認識方法としてフルカラーシリアル LED である NeoPixel を使用した。

情報の発信はデバイスからの一方向ではなく、Julius を利用した音声認識、OpenJTalk を利用した音声合成による対話型インタフェースと、TwitterAPI を利用して Twitter 上でスマートフォン等から命令、情報の取得を行う SNS インタフェースの 2 つの方式を実装し、インタラクティブな情報のやり取りを可能にした。

またデバイスを持ち運びできるように Wi-Fi アダプタと USB モバイルバッテリーを利用した。

以下に今回使用したセンサ類を示す。

モジュール名	型番
Raspberry Pi 2 model B	NN-832-6274
GrovePi	DXT-GRVPI-ST
CO2 デテクタ	C2D-W02TR
ドップラーセンサ	NJR4265 J1
PIR 人感センサ	SEN32357P
超音波センサ	SEN10737P
NeoPixel	WS2812B

表 1 使用ハードウェア一覧

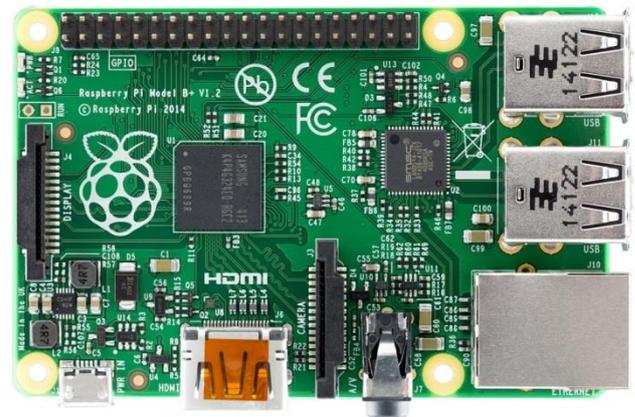


図 1 Raspberry Pi 2

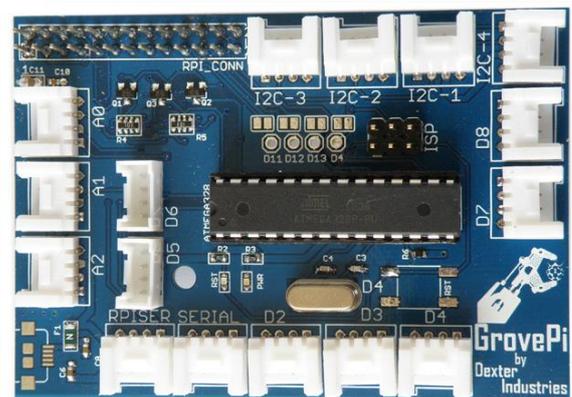


表 2 GrovePi



図 3 CO2 デテクタ



図 5 超音波センサ

(4) システム構成

本手法のシステム構成図を以下に示す。



図 4 ドップラーセンサ

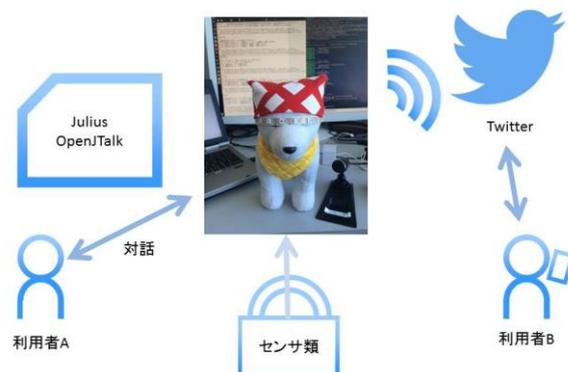


図 6 システム構成図

(5) 制作

実際に制作したデバイスを以下に示す。

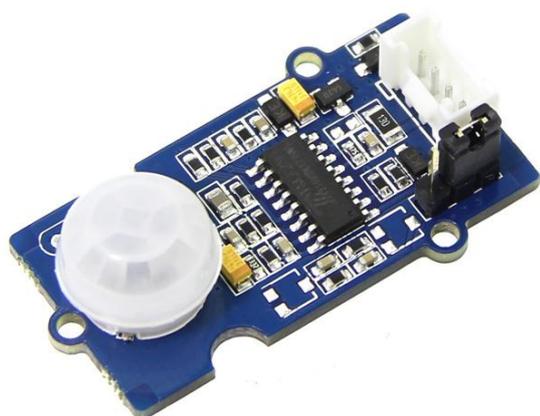


図 5 PIR 人感センサ

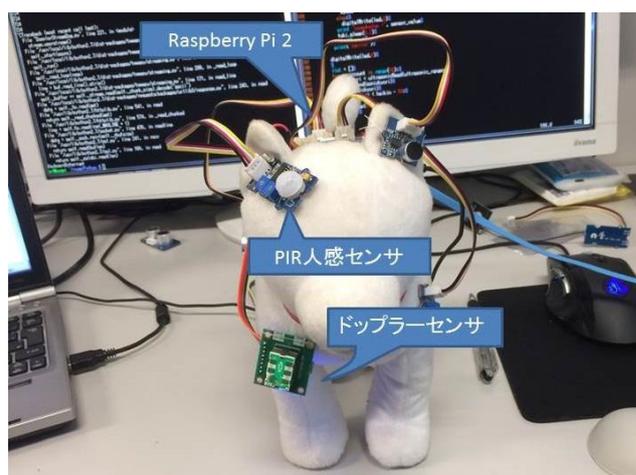


図 7 めいぐるみと各センサ



図 8 むいぐるみと NeoPixel, マイク, スピーカー

3. 評価実験

前章で提案したデバイスを制作し、本手法の有用性を確かめるため、室内環境をセンシングした情報を利用者に発信するインタフェースについての検証を、アンケートを用いて行った。

3.1 実験概要

理系大学院生 10 人を対象にそれぞれ一時間作業をってもらい、作業している間各自でモニターに写った情報を確認しながら室内環境の調整をしてもらった。その後本手法で室内環境の調整してもらった。最後にどちらがよりストレスなく室内環境の調整を行えたかアンケートを行った。

3.2 結果

以下に回答と大まかな理由のまとめを示す。

回答

10 人中 7 人が本手法の方がストレスなく室内環境の調整を行えたと答えた。

理由

本手法の方がいいと答えた被験者の主な理由は、次は以下のとおりであった。

- モニターを確認する必要がなく、作業に集中できる。
- モニターに写った情報を見ただけでは、どのような行動をとるべきなのか分からない。
- 見た目が可愛く、性格を変えるなどの工夫もできるので、室内環境の調整に関してのモチベーションが保てる。

逆にモニターを使った方法の方がいいと答えた被験者の主な理由は以下のとおりであった。

- むいぐるみがいきなり喋り出すので驚く。
- 話しかけるのが面倒くさい。
- 何を話しているのか聞き取れない。
- 作業よりむいぐるみの方に集中してしまう。

3.3 考察

実験の結果より、本手法の有用性は確認できた。しかし上記のような反対意見もあった。実際に本手法を導入する際はもっと長い期間利用することを考えているので、今回実験を行って見つかった課題以外にも問題点はあるかもしれないが、現状の課題とその対策について考える。

むいぐるみのインタフェースに関する課題については以下の様な対策を行いたいと思う。

- いきなり話しだすのではなく NeoPixel を光らせるなど、事前に知らせる工夫をする。
 - モニターを装着し、室内環境の情報とその対策を常時出力する。
 - モニターに話している言葉をテキストで表示する。
- またむいぐるみの方に集中してしまうのは、長期間利用することによって解決すると考えられる。

4. まとめ

オフィス等において室内の情報を管理し、室内環境と在室状況の把握による知的生産性の向上と室内の情報の効率的な発信を目的としたデバイスの製作を行った。デバイスにはキャラクタ・エージェントを採用し、その性格を任意に変更できるようにした。

実装するデバイスにはむいぐるみを利用し、情報の入出力には音声認識と音声合成を使った対話型インタフェースと Twitter を用いた SNS を利用するインタフェースを活用した。

本手法に関する実験を行ったところ、8 割以上の被験者が有用だと答えており、有用ではないと答えた被験者もインタフェースを細かく設定できるようにすれば有用だと答えた。

また今回の実験で見つかった課題の対策として、利用者の理解を助ける情報を出力するモニターをデバイスに装着する必要があることがわかった。

実装の面での個人的な今後の課題としては音声認識の認識率を上げる、利用者によって個別のキャラクタ・エージェントを作る、などといったことが挙げられる。

謝辞

本研究は H27 科研費若手研究(A)(代表者:岩井将行, 課題番号:25700007) の一部により行われている。

SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 課題「レジリエントな防災・減災機能の強化」巨大都市・大規模ターミナル駅周辺地域における複合災害への対応支援アプリケーションの開発の一部として行っている。

参考文献

- 1) 村上周三: 知的生産性研究の展望, 特集 ワークプレイスプロダクティビティ, 空気調和・衛生工学, 第 81 巻, pp.3-8, 2007.1
- 2) 村上周三, 伊藤一秀, ポール ワルゴッキ: 教室の環境と学習効率, 建築資料研究社, pp44-108, 2007.10
- 3) O. Seppänen, W.J.Fisk, and Q.H.Lei: Effect of temperature on task performance in office environment, Proceedings of the 5th International Conference on Cold Climate HVAC, in CD-ROM, 2006.5
- 4) O. Seppänen, W.J.Fisk, and Q.H.Lei: Ventilation and performance in office work, Indoor Air, Vol.16, pp.28-36, 2006.2
- 5) 橋本哲, et al. "室内環境の改善によるプロダクティビティ向上に関する調査研究." 空気調和・衛生工学会論文集 93 (2004): 67-76.
- 6) Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Conference of the Parties, third session, Kyoto, 1997
- 7) 環境省編: 平成 27 年版 図で見る環境・循環型社会・生物多様性白書 pp.17
- 8) 山本侑, et al. "独居家庭における家電の消費電力ログを利用した生活情平成 27 年版 図で見る環境・循環型社会・生物多様性白書の推定." 全国大会講演論文集 2012.1 (2012): 371-373.
- 9) 筒井貴之, and 石塚満. "キャラクタエージェント制御機能を有するマルチモーダル・プレゼンテーション記述言語 MPML." 情報処理学会論文誌 41.4 (2000): 1124-1133.
- 10) 椎名美奈, 石川達也, and 長谷川晶一. "ぬいぐるみの柔軟性を持ったロボティック・ユーザ・インタフェース (RUI) の構築." 日本バーチャルリアリティ学会第 13 回大会論文集 (2008 年 9 月)(2008).
- 11) JEITA 音声入出力方式標準化専門委員会. "業務システムにおける音声インターフェイスの有用性に関する調査報告".2012.1
- 12) 張春磊. "Twitter を用いた行動状況ウェアネス 支援システム". (2012).