

令和元年6月12日現在

機関番号：13302

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02785

研究課題名(和文) 看護・介護サービスの質を高める音声つばやきによる気づきプラットフォームの研究

研究課題名(英文) Research on Awareness Platform by Smart Voice Messaging System for Improving the Quality of Nursing and Care Services

研究代表者

内平 直志 (Uchihira, Naoshi)

北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

研究者番号：30393838

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：音声つばやきによる気づきプラットフォームの要素技術である(1)気づき体系化(介護プロセスモデルの構築)、(2)気づきマイニング(行動パターン解析手法と行動制御手法の確立)、(3)学習型気づき誘発(気づきの誘発のメカニズムの検討)、(4)気づき組織学習(組織の気づき力を高める学習モデルの提案)、の開発を行い、その成果を国内外の会議・雑誌で発表するとともに、各要素技術を統合した(5)気づき支援システム(手法・ツール)の開発を行い、気づきプラットフォームとして汎化し、ハウス農業、イベント警備、船舶機器保守などの様々な状況適応・行動型サービス分野の気づき支援に応用し、試行評価を行い、有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
サービススタッフの良い「気づき」は、サービスの質と効率の向上に本質的に重要である。また、近年、音声認識の能力が格段に向上し、様々な実業務に適用可能になってきたが、それを「気づき」の視点で、サービス業務に生かすための科学・工学的研究は不十分であった。本研究で実施した音声つばやきによる気づきプラットフォームの研究は、看護・介護・保守・警備・農業などの様々な状況適応・行動型サービスに適用できる要素技術(モデルや分析技術)の検討を先行して行った点で学術的意義がある。また、気づきプラットフォームとして汎化し、ハウス農業やイベント警備などの複数の現場で試行評価し、有効性を確認した社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：We have developed core technologies for the awareness platform by smart voice messaging system: (1) construction of care knowledge structure (care process model), (2) awareness process mining (establishment of behavior pattern analysis method and behavior control method), (3) support of awareness inducing (investigation of awareness inducing mechanism model) (4) organizational learning for awareness (proposal of organizational learning model), and presented these results at domestic and international conferences. Then, we have developed (5) awareness support system (method / tool) and generalized it as the awareness platform based on the above core technologies. Finally, we have apply it to several domains (greenhouse agriculture, event security, ship equipment maintenance etc.) and evaluated their effectiveness.

研究分野：サービス科学

キーワード：音声つばやきシステム 情報スーパーバイザ制御 気づき組織学習 気づき体系化 気づき誘発 気づきプラットフォーム 人間センサー 行動マイニング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

サービスを科学的に究明し産業競争力につなげる「サービス科学」の重要性が2004年の米国競争力評議会のレポート(通称パルミサーノ・レポート)で提示されて以降、イノベーション政策の視点から、サービス科学・工学の研究は大きな注目を集めるようになった。特に、急速に少子高齢化が進む日本において、医療・介護サービスの質と効率を同時に向上させることは、極めて重要な社会的な課題の1つであり、サービス科学・工学の主要なターゲットである。しかし、サービスの質と効率を向上するための科学・工学的基盤は必ずしも十分でなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、医療・介護サービスに代表される状況適応・行動型サービスの質の向上に極めて重要な役割を果たす、スタッフの「気づき(awareness)」の収集と活用を体系的に支援する技術、手法、システムを開発することである。具体的には、スマート音声つばやきシステムをベースに、それを現場で有効に使いこなすために必要な「気づき体系化」「気づきマイニング」「学習型気づき誘発」「気づき組織学習」の要素技術・手法を開発し、「気づき支援システム」として統合し、実際の医療・介護、農業、警備などの現場で試行評価を行い、有効性を検証する。また、状況適応・行動型サービスの各現場に共通する基盤を体系的に整理し、「気づきプラットフォーム」として確立する。

状況適応・行動型サービス(Physical and Adaptive Intelligent Service):「状況適応」とは、患者や要介護者などのサービス需要者の状態やサービスを提供する環境の変化に応じて、適切なサービスを提供することである。行動型とは、PCを使えるデスクワークではなく、施設や地域という空間を移動しながら、知識と身体を使いサービスを提供することである。

3. 研究の方法

状況適応・行動型サービスの質の向上するスタッフの「気づき」の収集と活用を体系的に支援するスマート音声つばやきシステムの要素技術を新規に開発し、システムとして統合し、試行評価する。具体的には下記の5項目を実施する。

- (1) 気づき体系化: 看護・介護の気づきを体系化、標準化するために、気づきに至るプロセスの可視化・構造化、および気づきを支援する構造化知識コンテンツを開発する。
- (2) 気づきマイニング: 気づきと各種センサ情報を時系列で関連付け、気づき組織学習および気づき誘発に必要な行動パターンを数理モデルを用いて分析し可視化手法およびツールを開発する。
- (3) 学習型気づき誘発: 気づきマイニングの分析結果に基づき、最適なタイミング、適切な情報量で気づきのトリガを与えるモデルとシステムを開発する。
- (4) 気づき組織学習: 気づきのギャップに注目し、有効な気づき方・分析ノウハウを組織として学習するための仕組みを開発する。
- (5) 気づき支援システム: 既存技術に上記開発技術を統合した気づき支援システムを開発し、実フィールドおよび仮想フィールドで試行評価し、有効性を定量的、定性的に検証する。さらに、気づき支援システムを他分野に横展開可能にする「気づきプラットフォーム」として技術・手法を整理する。

4. 研究成果

研究計画に基づき以下の5項目の研究成果を挙げ、国内・国際会議、論文誌、書籍などでその成果を報告した。

(1) 気づき体系化: 介護プロセスモデルの構築

医療分野での患者状態適応型パスシステム(PCAPS)の研究成果に基づき、介護施設における介護プロセスモデルを構築した。このプロセスモデルの中で、エビデンスとしての情報(観察項目・気づき)を体系化した。そのプロセスモデルに基づき実際の介護施設で一定期間調査を行い、有効性と課題を確認した。

(2) 気づきマイニング: 行動パターン解析手法と行動制御手法の確立

数理モデルに基づく看護・介護サービスの行動解析手法および行動制御手法を確立した。具体的には、以下の5つの研究成果を挙げることができた。ケアスタッフの行動ログを分析し、行動パターン(浴室介助、食事介助、移動中など)を自動抽出する行動プロセスマイニング手法を提案した。提案手法の特徴は、行動ログの時間と場所からパターンを抽出する際に、2段階のクラスタリング手法を導入した点である。第1段階では、ケアスタッフの配置に関してクラスタリングを行い、空間的な状況を認識する。第二段階では、ケアスタッフの配置の時系列上での変化を認識する。これにより、より実際の業務パターンに近い行動モデルを自動抽出できるようになった。ケアスタッフの行動ログを分析する別の手法として、モデルベースの分析手法を提案した。ここでは、ハイブリッドシステムのサブクラスである切換型線形回帰モデルを用いて、ケアスタッフの行動の変化点を抽出する点が特徴である。切換型線形回帰モデルの同定は、混合整数線形計画問題として解くことができる。シミュレーションによりその効果

を確認した。さらに、ケアスタッフ間の連携行動の傾向が抽出できていることも確認した。ケアスタッフの最適な行動を適切な情報提供により誘導する「情報スーパーバイザ制御」を導入し、その情報スーパーバイザ制御モデルに基づくシミュレーションと模擬的な介護施設による仮想フィールド実験の結果を比較し、モデルの妥当性を評価した。ここで、シミュレーション上の最適な行動は、混合整数線形計画問題として定式化し、計算機上のソルバーを用いて求めることができる。情報スーパーバイザ制御モデルのメカニズムの特徴付けを、ゲーム理論に基づく意思決定論の観点から与えることを試みた。具体的には、不確実性がある状況下で、情報提供による間接的な制御対象となる自律的エージェント（ケアスタッフ）の意思決定の構造を明示し、システム全体として最適な行動に誘導するためには、システムはどのように情報提供のしかたを制御すべきかを論じた。上記の行動解析手法では作業の変化点を検出することはできるが、どのような作業を行っているかは行動モデルから類推するしかない。行動モデルに対し、そのときにスタッフが発した音声つぶやきに含まれるキーワードを付与することで、作業内容を推定することを可能にした。

(3) 学習型気づき誘発：気づきの誘発のメカニズムの検討

気づき誘発に適した音声の研究を行うとともに音声つぶやきによる気づき誘発の基礎実験およびフィールド実験を行った。具体的には、以下の2つの研究成果を挙げることができた。音声による気づきの誘発支援を目的に、気づきを誘発する音声を探った。そのため、「気づきやすい音声」を特定し、そのような音声で人の気づきを促せるかを調査した。気づきやすい音声を特定するため、音声の音質（音圧とピッチ）を変化させたときの人間の気づきに与える影響について調査した。その結果、音圧は一定で、ピッチ変化させた音声に対して、人が気づきやすいことが分かった。その気がつきやすい音声によって気づきの誘発を調べるため、ショッピング中の店舗のスピーカから「お買い得な商品情報」を音声によって知らされる状況を想定し、どのような音声の音圧とピッチの時に、被験者に商品情報への気づきを促すかを調べた。複数の被験者に商品情報を聴かせた際、アイトラッカーによって測定した該当商品への注視行動をヒートマップで可視化し、気づきの促しを判断した。その結果、「気づきやすい音声」とそうでない音声とでは、注視行動に有意な違いがあることが明らかになった。音声つぶやきシステムにより気づきが誘発されるか基礎実験およびフィールド実験を、発想支援ワークショップの場で行った。具体的には、地域の課題解決のワークショップ（KJ法）において、音声つぶやきシステム（音声および画像）を用いることで、発想支援に有効であることを確認した。既存のKJ法に加えて、音声と画像によって気づきを誘発する発想支援手法を「マルチメディア KJ法」と命名した。

(4) 気づき組織学習：組織の気づき力を高める学習モデルの提案

組織内の気づきの共有でメンバーの気づき力がどのように変化するかを分析しリアルタイム気づき組織学習モデルを提案した。具体的には、以下の2つの研究成果を挙げることができた。気づき方の属人的問題は、情報量不足と経験不足に起因している。情報量不足は気づきマイニングおよび学習型気づき誘発などのツールである程度支援できるが、経験不足は組織の学習プロセスで解消する必要がある。そこで、経験不足の解消を自己の気づきと他者の気づきとのギャップから学習する「気づき組織学習モデル」を提案し、実験室実験によりその有効性を評価した。気づき組織学習には、長期的な組織学習と短期的な組織学習がある。状況がダイナミックに変化する場合、変化への短期的な組織学習が必要になる。そこで、OODA（Observe：観察，Orient：状況判断・方向づけ，Decide：意思決定，Act：行動）ループに基づく「リアルタイム気づき組織学習」を提案し、実フィールドで有効性を評価した。

(5) 気づき支援システム：システムのプラットフォーム化と様々な応用への展開

スマート音声つぶやきシステムをベースに上記の要素技術を組み込んで気づき支援システムを開発し、汎用化してプラットフォーム化するとともに、様々な分野に展開した。

警備サービスへの応用：お祭りなどのイベントの警備は、典型的な状況適応・行動型サービスである。イベント会場において場所が離れたスタッフ間のコミュニケーション支援および記録支援は重要である。コミュニケーションおよび記録支援を目的として、実際のイベント警備においてスマート音声つぶやきシステムを適用し、その有効性を評価した。具体的には、2017年の「金沢百万石まつり」および2017年の「鶴来ほうらい祭り」において、祭りの進行状況及び発生する様々な事象の共有と記録を行い、コミュニケーション支援および記録支援の両面で有効性を評価した。さらに、2017年の成果を踏まえて、2018年には「金沢百万石まつり」において実際の警備会社のスタッフにスマート音声つぶやきシステムを使用してもらい、評価を行った。

農業への応用：日本における農家の急速な高齢化は、深刻な社会問題となっている。ベテラン農家は長年の豊富な経験に基づき、多くの知識を持っている。しかし、その知識は暗黙的であり、それを表出化し若い世代に伝えるための手段は必ずしも十分ではない。そのため、IoTを活用して農業データと農業活動を記録し、分析することは、農家の暗黙知を表出化するために極めて重要かつ有望なアプローチである。しかしながら、物理センサでは、ハウス内の温度や二酸化炭素（CO₂）濃度などは計測できるが、農作物の生育状況や病害虫に気づくのは人間で

ある．この気づきを人間がその場で音声によって記録し、物理センサと統合して活用する方式を提案した．従来の IoT を構成する物理センサだけでなく、人間の五感で得られた気づきを「人間センサ」として収集し、物理センサと融合するアプローチである．この方式を、実際の農業（北海道栗山町自ゆう耕場）で適用し、その有効性を実証した．音声つぶやきによる気づき（人間センサ）と IoT（物理センサ）の相互補完的な活用の有効性（図 1）を示した意義は大きい．

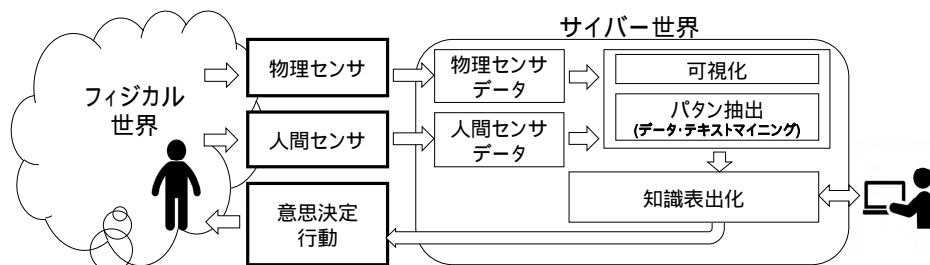


図 1：物理センサと人間センサを相互補完的に活用した IoT システム

機器の保守への応用：機器の保守サービスも典型的な状況適応・行動型サービスであり、スマート音声つぶやきシステムによる気づき支援が適用できる．具体的には、漁船・内航商船向け機関業務への適用の基礎検討を行った．船舶においては、洋上であるために機器の保守は、船舶の機関スタッフがやっているが、機関スタッフ間のコミュニケーション支援および記録支援にスマート音声つぶやきシステムが有効であることが期待できる．機器メーカーとしても保守の情報を共有したいというニーズもある．実際の船舶での試行評価は 2019 年度に実施する予定であるが、そのコンセプトを「IoT と音声つぶやきシステムを活用した漁船・内航商船向け機関業務支援システム」として提案し、公益財団法人石川県産業創出支援機構主催のスタートアップビジネスプランコンテストいしかわ 2018 で学生賞、MITANI ビジネスコンテストにおいて優秀賞を受賞するなど高く評価された．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

1. Kobayashi, K., Hiraishi, K., Choe, S., Uchihira, N., Behavioral Analysis in Nursing and Caregiving Services Using Switched Linear Regression Models, IFAC-PapersOnLine, 査読有, 50(1), 2017, pp.4582-4587.
2. Torii, K., Uchihira, N., Hirabayashi, Y., Chino, T., Yamamoto, T., Tsuru, S., Improvement of Sharing of Observations and Awareness in Nursing and Caregiving by Voice Tweets, Serviceology for Designing the Future, Springer, 査読有, 2016, pp. 161-175.
3. Uchihira, N., Torii, K., Chino, T., Hiraishi, K., Choe, S., Hirabayashi, Y., Sugihara, T., Temporal-Spatial Collaboration Support for Nursing and Caregiving Services. In Global Perspectives on Service Science: Japan, Springer, New York, 査読有, 2016, pp.193-206.

〔学会発表〕(計 22 件)

1. 内平直志, 吉田正巳, 音声つぶやきシステムを活用した農業ナレッジマネジメントシステム ~ ハウス農業における試行評価 ~, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会 (信学技報 Vol.118, No.384), 2019.
2. Uchihira, N., Yoshida, M, Agricultural Knowledge Management Using Smart Voice Messaging Systems: Combination of Physical and Human Sensors, Joint International Conference on Service Science and Innovation (ICSSI2018) and on Serviceology (ICServ2018), 2018.
3. 早貸舜, 平石邦彦, 内平直志, 作業スタッフの行動ログを用いた時空間状況認識の性能向上について, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会(信学技報 Vol.117, No.506), 2018.
4. Yi Xiuting, 金井秀明, 音声による顧客への商品情報の気づき支援に関する研究, 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス研究会 (2018-GN-103(21)), 2018.
5. 吉村慎浩, 内平直志, 佐々木康朗, 警備業務におけるリアルタイム気づき組織学習の提案と有効性の評価, 第 8 回知識共創フォーラム, 2018.
6. Hiraishi, K., Uchihira, N., Choe, S., Kobayashi, K., Information Supervisory Control of Human Behavior-Experiments and Formal Modeling. IEEE 11th Asian Control Conference (ASCC2017), 2017.
7. Sasaki, Y., Uchihira, N., Game Theoretical Modeling of Information Supervisory Control, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2017), 2017.

8. Kobayashi, K., Hiraishi, K., Choe, S., Uchihira, N., Model-based Approach to Analysis of Human Behavior with Applications to Nursing and Caregiving Services. IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2017), 2017.
9. 小林孝一, 平石邦彦, 崔舜星, 内平直志, 看護・介護サービスにおけるケアスタッフの連携行動の解析, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会 (信学技報 Vol.116, No. 525), 2017.
10. 岡田政則, 内平直志, 平石邦彦, 国藤進, フィールドワークにおけるつばやきシステムの効果, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会(信学技報 Vol.117, No.301), 2017.
11. 岡田政則, 内平直志, 平石邦彦, 国藤進, 移動時における気づきの収集, 第39回日本創造学会研究大会, 2017.
12. 岡田政則, 内平直志, 平石邦彦, 国藤進, つばやきシステムを利用したミニ移動大学の実践, 第42回教育システム情報学会全国大会, 2017.
13. Tsuru, S., Shindo, A., Morimatsu, S., Sudo, K., Masumoto, A., Omori, M., Change Management for Productivity Improvement in Hospital using Structured Documentation System for Nursing, the 60th EQO Congress, 2017.
14. 松井純一, 飯島孝子, 島田晴美, 山岡悦子, 竹田一雄, 水流聡子, 佐野けさ美, 介護老人施設における介護プロセスモデル~エビデンスに基づく臨床プロセスチャート, 第1回日本臨床知識学会学術集会, 2017.
15. 飯島孝子, 松井純一, 島田晴美, 竹田一雄, 山岡悦子, 水流聡子, 佐野けさ美, 介護老人施設における介護プロセスモデル~エビデンスに基づく臨床プロセスチャート, 第1回日本臨床知識学会学術集会, 2017.
16. Hiraishi, K., Uchihira, N., Choe, S., Kobayashi, K., Information Supervisory Control of Human Behavior-Concept and Experiments toward Realization-, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2016), 2016.
17. Sato, K., Hiraishi, K., Kobayashi, K., Spatio-temporal Situation Recognition for Groups in Caregiving Services. IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA2016).
18. 木下崇, 内平直志, 佐々木康朗, 平石邦彦, 音声つばやきシステムによる気づき組織学習の評価, 2016年電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ/NOLTA ソサイエティ大会, 2016.
19. 平石邦彦, 崔舜星, 小林孝一, 佐々木康朗, 内平直志, ケアスタッフ連携スケジューリング問題 ~ 通信手段による比較とソルバーによる最適解 ~, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会 (信学技報 Vol.115, No.480), 2016.
20. 佐々木康朗, 内平直志, 情報スーパーバイザ制御の意思決定論的特徴付け, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会 (信学技報 Vol.115, No.419), 2016.
21. 小林孝一, 平石邦彦, 崔舜星, 内平直志, 切換型線形回帰モデルを用いた看護・介護サービスの行動解析について, 電子情報通信学会 システム数理と応用研究会 (信学技報 Vol.115, No.480), 2016.
22. Sato, K., Kobayashi, K., Hiraishi, K., Situation Recognition from Behavior Logs in Caregiving Services, 30th International Technical Conference on Circuits Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2015), 2015.

〔図書〕(計1件)

1. 内平直志, ミネルヴァ書房, 戦略的IoTマネジメント, 2019年, 280ページ.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

〔その他〕

1. プロジェクトホームページ
<http://www.jaist.ac.jp/ks/mot/JSTservice/index.html>
2. 表彰
 - スタートアップビジネスプランコンテストいしかわ2018 学生賞
 - ✓ 主催: 公益財団法人石川県産業創出支援機構
 - ✓ 題目: 「IoT と音声つばやきシステムを活用した漁船・内航商船向け機関業務支援システム」
 - ✓ 受賞者: 井上 杜太郎 (北陸先端科学技術大学院大学 内平研究室)
 - ✓ 受賞日: 2018年10月24日
 - MITANI ビジネスコンテスト2018 優秀賞
 - ✓ 主催: 三谷産業株式会社
 - ✓ 題目: 「E-Marine 漁船・内航商船向け機関業務支援システム」
 - ✓ 受賞者: 井上 杜太郎 (北陸先端科学技術大学院大学 内平研究室)
 - ✓ 受賞日: 2018年12月14日

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：平石 邦彦

ローマ字氏名：(HIRAISHI, kunihiko)

所属研究機関名：北陸先端科学技術大学院大学

部局名：先端科学技術研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：40251970

研究分担者氏名：金井 秀明

ローマ字氏名：(KANAI, hideaki)

所属研究機関名：北陸先端科学技術大学院大学

部局名：先端科学技術研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：90282920

研究分担者氏名：佐々木 康朗

ローマ字氏名：(SASAKI, yasuo)

所属研究機関名：北陸先端科学技術大学院大学

部局名：先端科学技術研究科

職名：講師

研究者番号（8桁）：70743772

研究分担者氏名：水流 聡子

ローマ字氏名：(TSURU, satoko)

所属研究機関名：東京大学

部局名：大学院工学系研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：80177328

研究分担者氏名：小林 孝一

ローマ字氏名：(KOBAYASHI, koichi)

所属研究機関名：北海道大学

部局名：情報科学研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：50452115

研究分担者氏名：崔 舜星

ローマ字氏名：(CHOE, sunseong)

所属研究機関名：大阪経済法科大学

部局名：教養部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：20631922

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。