

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K14028

研究課題名（和文）生活支援と運転・移動支援を繋ぐ見守りシステムの開発

研究課題名（英文）Development of a bridged-supporting system that connects smart house and mobility

研究代表者

伊藤 研一郎（Ito, Kenichiro）

東京大学・大学院情報理工学系研究科・特任助教

研究者番号：30805578

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、住居内の生活支援システムと運転・移動支援システムを繋ぎ外出時の移動中に求められる情報を事前に提供し、移動中は安全な歩行や運転行動を阻害しない情報提供を行う見守りシステムの開発に取り組んだ。一方、住居内の生活支援システムに課題点が多く、住居内の情報を安全・安心に活用可能な基盤技術が不足していることがわかり、包摂的な基盤システムとヒューマンインタフェース技術に着目することとなった。高齢化社会に直面する日本住居内の生活支援システムの検討は、高齢者を考慮が不可欠であり配慮したインタフェース設計に注力した。プロトタイプを用いた評価実験を通じて外部でも利用可能な生活支援システムの開発ができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目指す、住居内に利用者がいるところから運転支援システムが関わることを検討している包括的な支援システムの研究は2023年現在でも不足している。生活支援システムを移動・運転支援システムに繋げることをも包含した総合的な見守りシステムとして捉えた情報提示方法のあり方について検討している研究例は少なく、本研究成果の学術的意義は高い。特に、高齢者のインタフェース設計に着目し、高齢社会に直面している現代における社会的意義の高い研究成果を多く報告することができた。ただし、申請時に本研究が焦点をあてた視線移動を考慮した評価は、高齢者の生活中における評価方法として適さないことがわかったため用いなかった。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to develop a monitoring system that connects a smart home system and a mobility support system, providing information in advance, required during transit and ensuring the provision of information that does not impede safe walking or driving behavior during movement. On the other hand, numerous challenges were identified for smart home system, revealing a lack of foundational technologies that would enable the safe and secure utilization of information within residences. Consequently, attention was directed towards inclusive foundational systems and human interface technologies. Within the context of Japan facing an aging society, essential consideration and emphasis on interface design that takes elderly individuals was taken into account for evaluation of smart home system. Through experiments utilizing prototypes, the externally usable smart home system was developed.

研究分野：情報工学

キーワード：IoT 生活支援 移動支援 ヒューマンインタフェース ユーザビリティ

1. 研究開始当初の背景

スマートフォン（以下、スマホ）は若年層から高齢者まで幅広い人達の生活必需品として利用され始めている。また、GPS センサなど応用したナビゲーションシステム（以下、ナビシステム）としても、スマホは歩行中から四輪自動車の運転まで、広く普及しつつある。特にカーナビシステムとしての利用は、四輪自動車だけでなく、自動二輪車用や自転車用の運転支援システムとしても利用されており、さまざまな車両種別での利用が確認されている。しかし、スマホの液晶ディスプレイに表示される情報を歩行中または運転中に注視して適切に理解することは難しく、安全な歩行や運転行動を阻害する要因になっている。

カーナビシステムは、各国の道路交通法や自動車業界などが定めたガイドラインを遵守し開発・搭載・利用されている。一方で近年普及しているスマホ用いたナビシステムは、スマホの多様な利用形態の一部としてアプリが開発されているため、カーナビシステムとして遵守すべき制約を十分に反映していないことが多い。スマホアプリのナビシステムが普及している背景としては、既存の四輪自動車用のナビシステムに比べて安価であった他、自動二輪車や自転車については安全情報やナビゲーション情報を提供するシステムがほとんどなかったからである。図1に例示するように、自動二輪車においては、スマホが普及する以前の2006年頃から、情報提供システムに高い需要があったことがわかっている。

また、人は外出予定がある時に、事前に情報収集を行い、計画や見積を立ててから外出する傾向にある。近年はスマホを用いた情報収集が可能となってきている一方で、欲しい情報をすべて能動的に調べるのは難しく、外出前に積極的に生活支援システムなどを利用した移動・運転支援情報の提供が求められている。なお、外出前の段階に十分な情報収集ができなかった場合は、渋滞・乗換・遅延・天気情報や忘れ物・スケジュール確認など、危険な「移動しながら」の情報収集が行われる。

そこ本研究は、生活支援と移動・運転視点システムを個別に扱うのではなく総合的に扱い、利用者を見守るシステムの必要性和有効性がある可能性に着目した。生活支援システムとしては、外出前に安心して外出を行うことができるようになるのと同時に、生活支援システムと連携する運転支援システムはより効果的な運転支援を実現し、利用者がより安心して安全な運転行動を行うようになる効果が期待される。

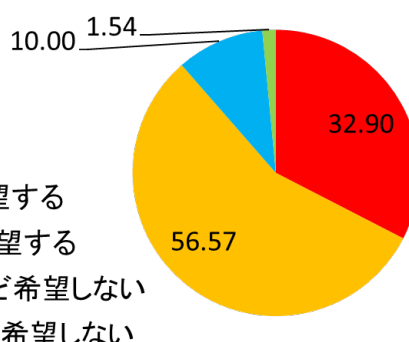


図1 大都市圏の自動二輪運転手を対象として、何らかの情報提供の希望に関する調査結果(n=432) (JSDC, 2006).

2. 研究の目的

本研究は、住居内の生活支援システムと運転・移動支援システムを連携させ、外出時の移動中に求められる情報を事前に提供し、移動中は安全な歩行や運転行動を阻害しない情報提供を行う見守りシステムの開発を目的とする。

3. 研究の方法

危険な「移動しながら」の情報収集に繋がらない支援システムのあり方を総合的に検討するアプローチとして、これまで知見を活かして、模擬交通道路に模擬住居（図2）を加え、模擬交通道路と模擬住居を用いた生活支援システムと移動・運転支援システムの開発検討を行う。模擬交通道路を用いた運転支援システムに関する研究や、模擬住居を用いた生活支援システムを個別に検討する検討はさまざま報告されているが、模擬交通道路と模擬住居の両方の模擬環境を用いて総合的な見守りシステムの検討を行う。具体的には、(1) IoT センサに計測されることに対する受容度や普段の利活用状況について実態の調査、(2) 調査結果より見守りシステムのプロトタイプを開発し、プロトタイプを実験参加者などの評価を通じて、見守りシステムに必要な機能などの詳細化を実施、(3) 見守りシステムのプロトタイプを運用と効果測定、評価を実施する。なお、計画では(4) オープンソース化可能な部分とそうでない部分を整理し、ソフトウェアだけでなくハードウェアを含めてオープン可能なものは積極的に全世界に発信し、システムの普及を検討する。

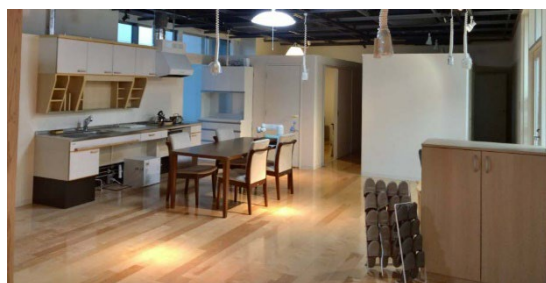


図2 研究計画で用いる住居型の模擬環境

4. 研究成果

(1) IoT センサに計測されることに対する受容度や普段の利活用状況について実態の調査
模擬交通道路を用いた情報提示走行実験[1]および、総合的な見守りシステムの検討を予備的に
すすめるためのシミュレータの開発[2]を行った。また、ワークショップを通じてIoTセンサに
対する需要度や利活用に関するワークショップ・インタビュー調査を実施し実態を解明した
[3][4][5]。なお、実態調査については経年で実施していた[6]が、COVID-19の影響で、これまで
の調査方法を継続することが難しくなり、2020年に本格的なパンデミックを迎えていこう中斷
を余儀なくされた。

(2)調査結果より見守りシステムのプロトタイプを開発と機能などの詳細化
調査結果よりプロトタイプを開発し、ワークショップを通じてPDCAサイクルを回して必要な詳
細機能について検討を行った[7]。なお、COVID-19の影響で世界中の多くの人達の生活様式が大
きく変わり、生活支援における支援内容の需要が本研究の開始前から大きく変化した。ニーズベ
ースでは、機能の詳細化の変容が著しいという課題に直面した。

特に、移動そのものが減ったことによる移動に対する社会的需要の質と量の変化は十分に考
慮する必要があり、人々の生活も、生活支援と連携する支援システムとして、身体的な移動を伴
う移動支援よりも、サイバー空間などオンライン世界との繋がり強化を望む声が増えたこと
がわかった。また、ポストCOVID-19をむかえつつあった2022年度後半においては、身体的な移
動との情報的なつながりを新たな局面をむかえた[8][9]。

(3)見守りシステムのプロトタイプを運用と効果測定、評価

ポストCOVID-19をみすえた人々の生活に対する生活支援システムのあり方の再検討を通じた、
総合的な見守りを提供可能な支援システムのプロトタイプを制作し評価した [8]。また、今後発
展し生活の中心になる可能性のあるリアル空間における移動だけでなくサイバー空間であるメ
タバースにおける移動につながる、総合的なCyber-Physical空間に資する道筋を導出した[10]。

(4)オープンソース化と国際的な発信

GitHubにてプロジェクトを管理し、ソフトウェアの公開準備をすすめ、また、システムの操作
マニュアルなどはオープンソース化を前提として制作を進め、こちらもソフトウェアの公開に
あわせて公開する準備を整えている。国際的な発信については、海外の雑誌や海外の国際会議で
の発表などを通じて行った。

[1] **Ito Kenichiro**, Nishimura Hidekazu, Ogi Tetsuro. Motorcycle Head-Up Display: Design of Presenting Navigation Information. IEEE Consumer Electronics Magazine, Vol.9, pp.74-78, 2019. DOI: 10.1109/MCE.2019.2923934

[2] **Ito Kenichiro**, Hirose Michitaka. Immersive Virtual Reality Environment to Test Interface of Advanced Driver Assistance Systems for Elder Driver, Human Interface and the Management of Information. Information in Intelligent Systems. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science, Vol.11570, pp.151-163, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-22649-7_13

[3] Kang Soo In, Yoshizaki Reina, Nakano Koki, Okatani Taiyu, Kamesawa Akihiko, Yoshioka Daisuke, Wu Jiang, Sakurai Yuriki, **Ito Kenichiro**, Fujisaki-Sueda-Sakai Mahiro, Sugawara Ikuko, Nihei Misato, Miura Takahiro, Yabu Ken-ichiro, Mori Taketoshi, Ifukube Tohru, Okata Junichiro. Design and Implementation of Age-Friendly Activity for Supporting Elderly's Daily Life by IoT. Human Aspects of IT for the Aged Population. Social Media, Games and Assistive Environments. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 11593, pp.353-368, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-22015-0_28

[4] Koki Nakano, Soo In Kang, Reina Yoshizaki, Taiyu Okatani, Akihiko Kamesawa, Daisuke Yoshioka, Jiang Wu, Yuriki Sakurai, **Kenichiro Ito**, Mahiro Fujisaki-Sueda-Sakai, Ikuko Sugawara, Misato Nihei, Takahiro Miura, Ken-ichiro Yabu, Taketoshi Mori, Tohru Ifukube and Junichiro Okata. How the Elderly Accept the Concept of IoT as Assistive Technology: Interventional Study of the Attitude to IoT by Workshop, 11th International Association of Gerontology and Geriatrics Asia/Oceania Regional Congress (国際学会), 2019.

[5] **伊藤研一郎**, 湖上碩樹, カンスーイン, 吉崎れいな, 櫻井友理希, 中野航綺, 吉岡大介, 藤崎万裕, 菅原育子, 二瓶美里, 三浦貴大, 藪謙一郎, 森武俊, 伊福部達, 原田昇. IoTを活用した在宅高齢者のQoLとコミュニティ支援に関する研究. ヒューマンインタフェース学会 高齢者支援 ICT 専門研究委員会 第2回研究会, 2019.

[6] **Ito Kenichiro**, Ogino Ryogo, Hiyama Atsushi, Hirose Michitaka. Evaluating Seniors' Virtual Reality Experience Performed at a Local Community Event in Japan. Human Aspects of IT for the Aged Population. Healthy and Active Aging. HCII 2020. Lecture

Notes in Computer Science. Vol. 12208, pp.609–621, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-50249-2_43

[7] **Kenichiro Ito**, Hiroaki Kogami, SooIn Kang, Reina Yoshizaki, Yuriki Sakurai, Koki Nakano, Daisuke Yoshioka, Jiang Wu, Mahiro Fujisaki-Sueda-Sakai, Ikuko Sugawara, Takahiro Miura, Ken-ichiro Yabu, Tohru Ifukube. Configuring Interface for IoT: Natural User Interface Study on Senior Adults in Japan. 2021 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech), pp.200–203, 2021. DOI: 10.1109/LifeTech52111.2021.9391943

[8] Kang SooIn, **Ito Kenichiro**, Yoshizaki Reina, Kogami Hiroki, Nakano Koki, Yoshioka Daisuke, Sakurai Yuriki, Fujisaki-Sueda-Sakai Mahiro, Sugarawa Ikuko, Miura Takahiro, Yabu Ken-Ichiro, Ifukube Tohru. Enriching IoT Web Application Experience by Integrating Containerized Edge Resource. 2022 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech). pp.544–546, 2022. DOI: 10.1109/LifeTech53646.2022.9754770

[9] Yoshizaki Reina, Kang SooIn, Kogami Hiroki, Ito Kenichiro, Yoshioka Daisuke, Nakano Koki, Sakurai Yuriki, Miura Takahiro, Fujisaki-Sueda-Sakai Mahiro, Yabu Ken-ichiro, Matsumoto Hiroshige, Sugawara Ikuko, Nihei Misato, Akiyama Hiroko, Ifukube Tohru. Design and Verification of a Smart Home Management System for Making a Smart Home Composable and Adjustable by the Elderly. Lecture Notes in Computer Science, Vol.13331, pp.134–153, 2022.

[10] Kenichiro Ito, Michitaka Hirose. Metaverse is Not Just a Universe but a Metaverse: Ontology, Taxonomy, and Definition. 24th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2022) (国際学会), 2022.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ito Kenichiro, Ogino Ryogo, Hiyama Atsushi, Hirose Michitaka	4. 巻 12208
2. 論文標題 Evaluating Seniors' Virtual Reality Experience Performed at a Local Community Event in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Human Aspects of IT for the Aged Population. Healthy and Active Aging. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 609 ~ 621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-50249-2_43	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenichiro Ito, Hiroaki Kogami, Soo In Kang, Reina Yoshizaki, Yuriki Sakurai, Koki Nakano, Daisuke Yoshioka, Jiang Wu, Mahiro Fujisaki-Sueda-Sakai, Ikuko Sugawara, Takahiro Miura, Kenichiro Yabu, Tohru Ifukube	4. 巻 -
2. 論文標題 Configuring Interface for IoT: Natural User Interface Study on Senior Adults in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ¥em 2021 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)	6. 最初と最後の頁 200 ~ 6203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LifeTech52111.2021.9391943	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ito Kenichiro, Nishimura Hidekazu, Ogi Tetsuro	4. 巻 8
2. 論文標題 Motorcycle Head-Up Display: Design of Presenting Navigation Information	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Consumer Electronics Magazine	6. 最初と最後の頁 74 ~ 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/MCE.2019.2923934	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ito Kenichiro, Hirose Michitaka	4. 巻 11570
2. 論文標題 Immersive Virtual Reality Environment to Test Interface of Advanced Driver Assistance Systems for Elder Driver	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Human Interface and the Management of Information. Information in Intelligent Systems. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 151 ~ 163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-22649-7_13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kang Soo In, Yoshizaki Reina, Nakano Koki, Okatani Taiyu, Kamesawa Akihiko, Yoshioka Daisuke, Wu Jiang, Sakurai Yuriki, Ito Kenichiro, Fujisaki-Sueda-Sakai Mahiro, Sugawara Ikuko, Nihei Misato, Miura Takahiro, Yabu Ken-ichiro, Mori Taketoshi, Ifukube Tohru, Okata Junichiro	4. 巻 11593
2. 論文標題 Design and Implementation of Age-Friendly Activity for Supporting Elderly's Daily Life by IoT	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Human Aspects of IT for the Aged Population. Social Media, Games and Assistive Environments. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 353 ~ 368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-22015-0_28	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Kenichiro Ito, Hiroaki Kogami, Soo In Kang, Reina Yoshizaki, Yuriki Sakurai, Koki Nakano, Daisuke Yoshioka, Jiang Wu, Mahiro Fujisaki-Sueda-Sakai, Ikuko Sugawara, Takahiro Miura, Ken-ichiro Yabu, Tohru Ifukube
2. 発表標題 Configuring Interface for IoT: Natural User Interface Study on Senior Adults in Japan
3. 学会等名 2021 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ito Kenichiro, Hirose Michitaka
2. 発表標題 Human Aspects of IT for the Aged Population. Social Media, Games and Assistive Environments. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science
3. 学会等名 Human Computer Interaction Internation 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kang Soo In, Yoshizaki Reina, Nakano Koki, Okatani Taiyu, Kamesawa Akihiko, Yoshioka Daisuke, Wu Jiang, Sakurai Yuriki, Ito Kenichiro, Fujisaki-Sueda-Sakai Mahiro, Sugawara Ikuko, Nihei Misato, Miura Takahiro, Yabu Ken-ichiro, Mori Taketoshi, Ifukube Tohru, Okata Junichiro
2. 発表標題 Design and Implementation of Age-Friendly Activity for Supporting Elderly's Daily Life by IoT
3. 学会等名 Human Computer Interaction Internation 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤研一郎
2. 発表標題 自動二輪ライダの特性を考慮した二輪HUDの研究事例
3. 学会等名 自動車技術会 自動車開発における人間工学の理論と実践 - ドライバの特性を考えた車づくり - (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koki Nakano, Soo In Kang, Reina Yoshizaki, Taiyu Okatani, Akihiko Kamesawa, Daisuke Yoshioka, Jiang Wu, Yuriki Sakurai, Kenichiro Ito, Mahiro Fujisaki-Sueda-Sakai, Ikuko Sugawara, Misato Nihei, Takahiro Miura, Ken-ichiro Yabu, Taketoshi Mori, Tohru Ifukube and Junichiro Okata
2. 発表標題 How the Elderly Accept the Concept of IoT as Assistive Technology: Interventional Study of the Attitude to IoT by Workshop
3. 学会等名 11th International Association of Gerontology and Geriatrics Asia/Oceania Regional Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤研一郎, 湖上碩樹, カンスーイン, 吉崎れいな, 櫻井友理希, 中野航綺, 吉岡大介, 藤崎万裕, 菅原育子, 二瓶美里, 三浦貴大, 藪謙一郎, 森武俊, 伊福部達, 原田昇
2. 発表標題 IoTを活用した在宅高齢者のQoLとコミュニティ支援に関する研究
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース学会 高齢者支援ICT専門研究委員会 第2回研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------