

令和元年6月24日現在

機関番号：34304

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00726

研究課題名(和文) スマートハウス向け天井通知システムとそのビジュアル&amp;サウンドデザイン

研究課題名(英文) Ceiling Notification System for Smarthome with Its Visual And Sound Design

研究代表者

平井 重行 (HIRAI, Shigeyuki)

京都産業大学・情報理工学部・准教授

研究者番号：50367950

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：今後のスマートハウス機能を示すことを目的として、天井を情報提示場所として利用するスマート天井通知システムの開発、表示画面のビジュアルデザインとそれに伴うサウンドデザインを行った。扱う情報は、家電の動作完了通知やインターホン、メール・SNS、スケジュール、天候など様々であり、通知については部屋の天井を広く使って人の周辺視野でアニメーションが動いて見えるものとした。また通知後に対応していないイベントについては、住人の頭上にToDoリストとして表示される。これらのシステムを、京都産業大学の実験住宅で実際に動作するシステムとして構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スマートハウス(スマートホーム)は、従来からあるホームオートメーションのようなものや省電力な家という概念が浸透しているが、人々の暮らしそのものをスマートにする仕組みとして、忘れていたり自身の健康状態などを自然な形で気付かせてくれたり、従来の生活行動そのものがより楽しく豊かに暮らせるような住空間を提供するものとして定義し、そのための仕組みの一つとして、天井を情報提示画面として活用する例を示した。これは、実際の生活に則した内容を扱うほか、様々な機能をソフトウェアによって追加・拡張できる柔軟な環境とするもので、今後のスマートハウスのあり方や方向性を示すものとして意義がある。

研究成果の概要(英文)：In order to express a novel smart house function, we developed a smart ceiling notification system that uses the ceilings as displays in a house. We also designed some visual menus and notifications with accompanying sound design. This system handles various information such as notification of home appliances, intercom, email, SNS, schedule, and weather. For the notification, the ceiling of the room was widely used to make animation appear to move in the peripheral vision of the person. Also, events that are not completed after notification will be displayed as a ToDo list above the person's head. This smart ceiling notification system were developed and can work in the experimental house in Kyoto Sangyo University.

研究分野：ヒューマン・コンピュータ・インタラクション

キーワード：スマートホーム 通知 ToDoリスト ユビキタスコンピューティング ビジュアルデザイン サウンドデザイン

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

日本国内においては HEMS (Home Energy Management System) と同義に認知されている「スマートハウス」だが、本来なら住まう人の生活そのものがスマートになる住宅環境をそう呼ぶべきである。一方で、IoT デバイスが登場して、様々なものがスマートデバイスとして機能するようになってきているが、それらほぼすべてがスマートフォンなどの携帯型個人端末と連携、操作・情報確認する形で提供されている。自宅では携帯端末を卓上やソファに置いたままで、常に持ち歩くととは限らない人が比較的多いほか、メガネや腕時計でさえ自宅では外す人もいる。それを考慮すると、玄関から中（自宅）と、常に端末を持ち歩く外（屋外やオフィスなど）では、端末の扱われ方が違うと言える。機器を設定・制御する場合に携帯端末は有用なものの、情報確認（情報提示）の際に、確認に至る操作の手間がかかるほか、小画面を覗き込む行為の不格好さもあると言える。言い換えれば、自宅では携帯端末非依存で、居場所に応じて情報が確認できることが、スマート環境の一つの在り方と捉えることができる。

### 2. 研究の目的

人の生活がスマートになる住宅環境を目指して、家電やインターホン、メール・SNS などの様々な通知、住人の健康関連情報、スケジュール、天候など様々な情報提示を統合的に扱い、活用度の低い天井を情報提示場所として利用するスマート天井通知システムについて研究を行う。本研究では、その情報通知・提示のビジュアル表現およびサウンド表現についてデザインを試み、本物の住宅にてシステム構築と実証実験を行う。これらにより、その有用性を示すと共に、スマートハウスの在り方とデザインの例を世の中に示すことを研究目的とする。

### 3. 研究の方法

研究内容は次の4つのサブテーマについて取り組んだ。

#### ■サブテーマ1：ビジュアル情報提示のデザインとその検証

天井にプロジェクタで情報投影して人に視覚的に知らせる・気付かせる表現のデザインについて取り組む。ここでは、周囲の人が見ても分かりやすいように、極力文字は使わず、アイコンなど抽象的で理解しやすいものを中心に提示し、かつ適切な速度で回転しながら提示することなどの工夫により、把握・理解しやすいようなアニメーションデザインを試みる。

#### ■サブテーマ2：サウンド情報提示のデザインとその検証

家族の動向や健康情報、生活行動上の ToDo・カレンダー情報などを住人に伝える際のサイン音や音楽表現を含む聴覚情報デザインについて取り組む。ここでは聞き流せると共に必要な際には注意を引くような音楽・サウンド表現手法についてデザインを試みる。

#### ■サブテーマ3：システム統合

京都産業大学の実験住宅 Home (くすいーほーむ) にて、インタラクティブに家電などの生活情報が表示できるシステムを構築する。ここでは、広い天井でも複数のプロジェクタを用いて一つのスクリーンとして扱えるマルチプロジェクタによる投影システムとし、住宅内の場所と人によってどのような情報通知を行うのかを自由に設定できるものとする。

#### ■サブテーマ4：天井通知システムの実証実験

サブテーマ3)までの内容で統合化された天井通知システムを用いて、年齢や性別が様々な被験者を対象に、数日から数週間利用してもらい形で本研究システムの有用性、有効性について実証実験を行う。

### 4. 研究成果

サブテーマ1のビジュアル情報提示に関しては、マルチプロジェクタによる投影サブシステムと、通知情報管理を行うサブシステムについてそれぞれ開発を行った。また、Unity を用いての複数のアニメーション表示例についても様々なデザインを行った。この Unity で描画された内容については、動画をネットワーク越しに送受信するプロトコル NDI を通じて各プロジェクタに接続された小型コンピュータに送信され、そこで投影される形式となっている。これはどれほど凝った画面描画であってもそのレンダリングは1台のコンピュータ上で集中して行われ、その結果を分散プロジェクタへ送信する形式であり、レンダリングの処理負荷は全体として少なめな一方で、画面転送にネットワークトラフィックが増える傾向にある。一方で、小型コンピュータで CG 描画に優れた性能のものがあれば、描画に必要な情報だけをネットワーク越しで送信し、各プロジェクタに接続された小型コンピュータでレンダリングする形式も考えられる。この場合はネットワークトラフィックが減り、全体でのレンダリングに使う計算量が増えることとなる。このどちらの形式が良いかは、実際にどのような通知画面描画また ToDo リスト描画を行うかにも依存するため、一概に言えない。そのため、今後様々な内容の描画と実証実験を通じて、描画システムとしての性能や最適化について検証する必要がある。

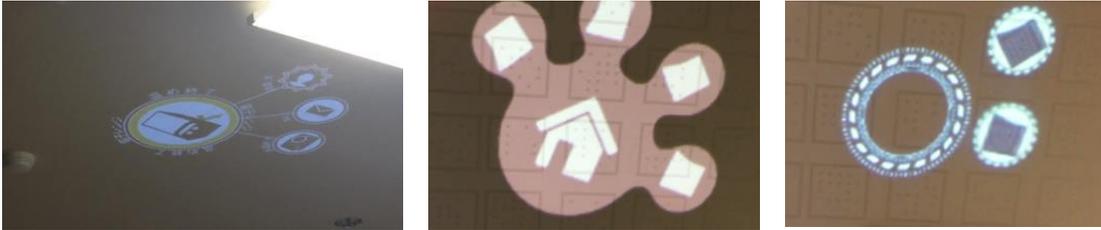


図1 ToDo リスト描画デザインの例



図2 天井での通知アニメーションの例

サブテーマ2においては、家庭生活での報知情報を洗い出し、報知の強さ(情報の重要性、対応の必要性や緊急度)に応じた分類を行った。そして、どの情報をどのタイミングで音表示するかを決める「発音設計」を実施した。設計に基づくサウンド制作のために、サウンドデザイナーと共にサウンドデザインを実施した。統一的な意匠性を保ちつつ、報知の強さ、すなわちサウンドの「明示レベル」を変化させるデザインを繰り返し実施した。一方、報知音の評価方法についての研究も行った。制作音を研究室内で評価する方法として、HMDとバイノーラル録音を利用する方法、平面モニタとステレオ録音を利用する方法など、visualとsoundの提示方法の違いが評価結果に与える影響を調査した。結果は「平面モニタ+ステレオ録音」という簡便な評価方法も活用できることがわかった。これについては日本音響学会2018年春季研究発表会にて発表した。一方で、サウンドの慣れに関する実験も実施した。初めてその音を聞いた時と1週間程度毎日聞いた後の評価の違いについて研究した。その結果、利用を続けた後は好ましさやふさわしさが上昇することがわかった。さらに、(1)報知音の警告強度のわかりやすさとサウンドセットの統一感に関する実験、(2)聞き流せる報知音のデザインに関する研究、(3)操作反応音にゆらぎを持たせることの効果、についても研究を行い、これらから得た結果に基づいて、天井通知システム用の報知サウンドセット2セット(全18音)をデザイン制作した。これらについては、日本音響学会研究発表会で発表を行った。

サブテーマ3のシステム統合では、Unityでレンダリングされた通知画面は、投影サブシステムを通じて天井へ投影できるように開発を行った。この表示システム環境の構築に時間を割いた。マルチプロジェクタ投影サブシステムと通知情報管理サブシステムの内容については、電子情報通信学会総合大会にて発表を行った。また、加えて、位置情報サブシステムやユーザ管理機能、通知設定機能などを実装し、システム統合化を行った。これにより、Unityでレンダリングされた通知画面やToDoリストの画面表示が、実験住宅のリビングルームにおいて天井全体をシステムとして利用できるようになった。この内容については、国内のワークショップUWW2018や、情報処理学会インタラクシオン2019にて発表を行った。

なお、サブテーマ4の被験者によるユーザ評価などについては、サブテーマ3のシステム統合化に時間がかかったため実施途中であり、引き続き取り組む予定である。ただ、この評価結果に関わらず、実際に天井通知システムは住宅内で動作しており、天井が情報提示の場所として活用でき、かつ様々なデザインのもとで通知として機能することは研究開始当初の初期評価の内容からはわかっており、その内容については国際会議IEEE PerCom2019の併設ワークショップPerLS2019にて発表を行った。

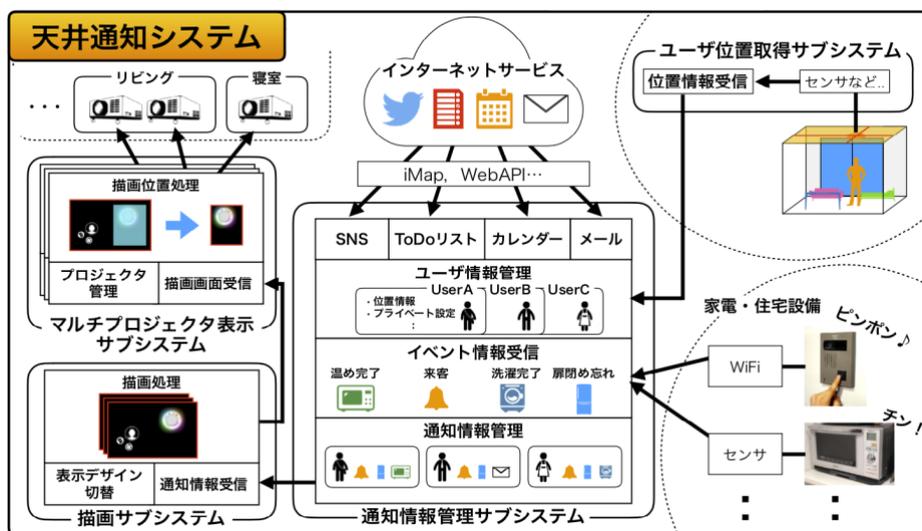


図3 天井通知システムの構成全体概要

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 8 件)

- ① Shigeyuki Hirai and Michi Takamura, Everyday Life ToDo Display on Ceiling for Smart Living Space, PerLS 2019, 査読有, 2019
- ② 増田絢子, 和氣早苗, 安心感を与える音色の条件導出 ~医療介護機器等における UI サウンドデザインに向けて~, 日本音響学会 2019 年春季研究発表会, 2019
- ③ 浅野莉彩, 和氣早苗, 聞き流せる報知音-アンビエント報知音-のデザインに向けての一検討, 日本音響学会 2019 年春季研究発表会, 2019
- ④ 丸井さくら, 和氣早苗, 長さゆらぎを有する操作反応音の操作性に関する検討, 日本音響学会 2019 年春季研究発表会, 2019
- ⑤ 櫻井爽太郎, 平井重行, スマートハウスでの天井通知システムの構成と実装, 情報処理学会インタラクティブ 2019, 査読無, 2019
- ⑥ 櫻井爽太郎, 平井重行, 天井通知システムの構成と実装, Ubiquitous Wearable Workshop 2018, 査読無, 2018
- ⑦ 櫻井爽太郎, 平井重行, 天井通知システムの設計と開発, 電子情報通信学会総合大会 2018, 査読無, 2018
- ⑧ 谷若菜, 井上茉優, 和氣早苗, プロダクトにおける UI サウンドの評価方法に関する研究, 日本音響学会 2018 年春季研究発表会, 査読無, 2018

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

スマート天井通知システム Web ページ  
[http://ubiqmedia.cse.kyoto-su.ac.jp/?page\\_id=1592](http://ubiqmedia.cse.kyoto-su.ac.jp/?page_id=1592)

## 6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 和氣 早苗  
 ローマ字氏名: (WAKE, Sanae)  
 所属研究機関名: 同志社女子大学  
 部局名: 学芸学部  
 職名: 教授  
 研究者番号 (8 桁): 00351289

※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。