

スマートハウスのためのぬいぐるみ型インターフェイスの提案

関恵美^{†1} 杉山希^{†1} 須藤敦仁^{†1} 中野亜希人^{†2} 羽田久一^{†1}

家庭環境全体をネットワーク化するスマートハウスは次世代の住宅として注目を集めている。スマートハウスのコントロールでは、リラックスした状態に適したインターフェイスが必要となる。そこで本研究ではスマートハウス内での利用を想定したぬいぐるみ型インターフェイスを提案し、ぬいぐるみの手足を使った握りジェスチャと振りジェスチャによって家電製品をコントロールすることができるシステムの実装を行った。

A proposal of the stuffed toy type interface for smart houses

EMI SEKI^{†1} NOZOMI SUGIYAMA^{†1}
ATSUTO SUDO^{†1} AKITO NAKANO^{†2} HISAKAZU HADA^{†1}

A Smart house, which covers the whole home network system with one system, is drawing interest as the popular next-generation house. During the controlling process, we consider the need of an interface which provides relaxation and comfort. In this paper, we propose a stuffed toy type interface for the use of a smart house, and implement the system which can control home appliances by gestures of shaking or squeezing on the toy's arms or legs.

1. はじめに

次世代の住宅として注目を集めているスマートハウスでは、家庭内の多くのものがネットワーク化され、居住者によってコントロールされる。ネット家電やセンサなどの情報交換方法を定義した国際標準通信プロトコルとしてECHONET lite[1]が提案されており、対応機器も増加してきている。これにより、現在は各メーカーで別々の規格で動いていたスマートハウスのシステムが、将来的にECHONET liteによって統一されることが考えられる。このことを利用し、家電ネットワークを操作するプログラミング環境の整備[2]なども行われており、スマートハウスへの注目の高まりが伺える。

スマートハウスの中でも日常的に生活動作の中でコントロールするものの例として、TV、照明、空調などの家電製品が挙げられる。この他にも、様々な家電製品が通信に対応してきている。従来家電製品のコントロールはそれぞれの製品ごとであったが、スマートハウスでの家電製品は、無線通信に対応することで、コントローラを統一することが実現可能となり、また家庭内のどこからでもコントロールすることができるようになる。

スマートハウスの操作には、自宅であるからこそそのリラックスした状態に適したインターフェイスがふさわしい。また、コントローラを統一するので、そのコントローラを紛失するようなことがあってはならない。しかしながら、現在普及しているそれらのコントローラは独立しており紛失しやすいことや、リラックスとは無縁の無機質な印象であることが問題点として挙げられる。本研究ではこの問題

点を解決するリラックスした状態に適したインターフェイスとして、ぬいぐるみ型インターフェイスを提案する。現在普及しているコントローラの無機質な印象と違い、手触りが良くやわらかいものは、使用者が触ったり抱きかかえたりしてリラックスすることに適している。クッションなどもその条件は満たしているが、手足などのパーツのあるぬいぐるみであれば、直感的に操作がしやすく、また抱きかかえるなどして使用することで愛着が湧きやすく、よりリラックス効果が期待できるのではないかと考えた。実際に、臨床現場でのぬいぐるみ配布の事例もあるなど、ぬいぐるみを使ったリラクゼーション[3]は注目を集めている。

以上のことから、本研究ではスマートハウスでの使用を想定したぬいぐるみ型インターフェイスの提案と開発を行う。

2. 関連研究

ぬいぐるみを用いたインターフェイスの研究としてはパソコン操作を助けるキャットデバイスの開発[4]が挙げられる。この研究では、リラックスした状態でtwitterやGmailの操作を、ジェスチャ入力と音声入力・読み上げを使ってぬいぐるみ型のデバイスで行うというものであり、本研究との共通項が多い。本研究では、音声認識はユーザにとって負担になると考え、導入をしないものとする。また、本研究ではぬいぐるみ型インターフェイスを、従来の家電などのリモコンに代わるものと位置づける。

杉浦らの研究[5]では、クッションなどの柔軟物体にフォトリフレクタを配置し、それによって中綿の密度の変化から圧力のかかり方が計測できるとしている。この研究では、

^{†1} 東京工科大学 メディア学部
Tokyo University of Technology, School of Media Science

^{†2} 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科
Keio University, Graduate School of Media and Governance

フォトフレクタをクッションなどに複数配置することで圧力のかかる位置などを計測・認識することができ、クッションをインターフェイスにしているが、本研究ではぬいぐるみを用いた簡単な操作のインターフェイスを目標とするため、フォトフレクタで柔軟物体への圧力が認識できることを参考にし、握る部分にフォトフレクタを使用する。

伊藤智也らの研究[6]では、加速度センサの値から振るなどの動作の判別方法について提案している。伊藤らは Wii リモコンの加速度センサを用い判別をおこなっており、本研究の加速度センサ値の処理において参考にしている。

3. ぬいぐるみ型インターフェイスの提案

ぬいぐるみは、家庭内にインテリアとして置かれていても不自然ではなく、また紛失しにくい。さらに、医療機関での配布や、臨床現場での活用の例もあるなど、リラックス効果もあるとされている。また、従来のリモコンや操作パネルのようなボタンを押す、タップするといったインターフェイスではなく、擬人化された形であるぬいぐるみならではの、ジェスチャ入力による直感的な操作が可能となる。ジェスチャでの操作には、操作者本人がジェスチャするものが近年見られるが、操作者本人が実際に体を動かしてジェスチャすることに比べ、ぬいぐるみを動かしてジェスチャさせることで肉体的・心理的負担を減らす狙いがある。

また、インターフェイスとなるぬいぐるみ自身は、あくまで一般的なぬいぐるみと同じように、受動的な存在であり、ぬいぐるみ自身が話すなどのロボットの要素を持たせないことで、ぬいぐるみとしての自然な親しみやすさも損なわないようにする。また、先述した通り、ぬいぐるみに話しかける操作を行う音声認識はユーザの肉体的・心理的負担を考え、自宅でリラックスした状態にふさわしくないと判断した。

ぬいぐるみをインターフェイスにするにあたり、問題点としてその質感が挙げられる。内部に入れるセンサ類によって、ぬいぐるみのやわらかさを損なってしまうと、ぬいぐるみの持つリラックス効果も損なわれると考えたため、今回の実装にあたってはぬいぐるみの質感を重要視するものとする。

このぬいぐるみ型インターフェイスでは、耳を握る、手を握る、目を覆う、足を握る、口をふさぐといった簡単なジェスチャ入力を行うものとし、それにより TV、空調、照明等を操作する。図 1 は使用時の様子である。



図 1 ぬいぐるみ型インターフェイスを使用している様子
Figure 1 Using the stuffed toy type interface

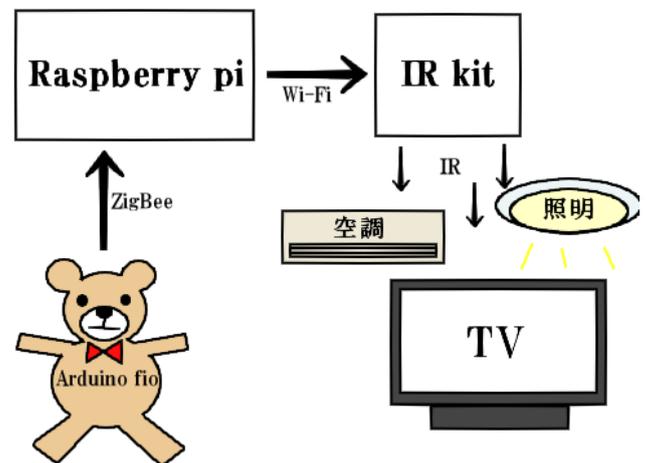


図 2 システム構成

Figure 2 The configuration of the system

4. 実装

4.1 システム概要

図 2 のように、今回のぬいぐるみ型インターフェイスは、Arduino Fio、Raspberry pi[7]、IR kit[8]で構成した。本体には Arduino Fio を内蔵し、Arduino に書き込んだプログラムにより、取得したセンサ値のデータを処理し、それに応じて対象の家電製品を操作するコマンドを Raspberry pi に送る。コマンドを受け取った Raspberry pi が Wi-Fi 経由で IR kit を操作する。IR kit は赤外線のコマンドをウェブサービスとしてコントロールできるようにするものである。Arduino Fio と Raspberry pi は ZigBee により無線通信する。ZigBee は enddevice 設定により電力消費を抑え、長時間でも充電せずに使用できるようにした。

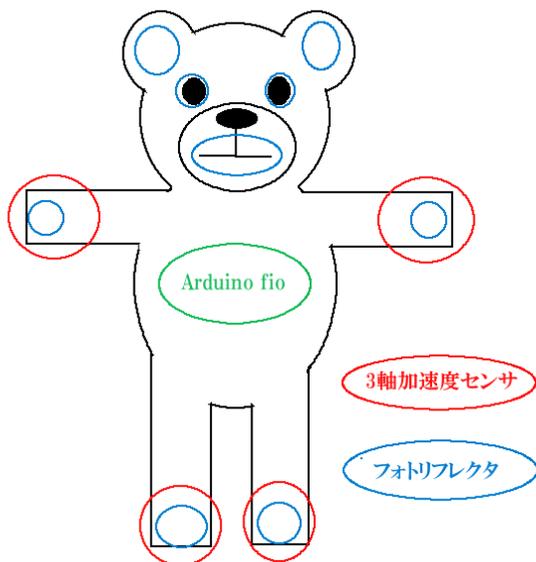


図 3 センサの配置

Figure 3 Placement of the sensors

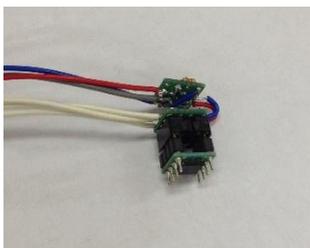


図 4 センサ部

Figure 4 Sensors

4.2 センサモジュール

ぬいぐるみのジェスチャ認識には、3軸加速度センサとフォトリフレクタを使用している。3軸加速度センサは“振る”ジェスチャを認識し、フォトリフレクタは“握る”ジェスチャと、“覆う”ジェスチャを認識する。図3に示したとおり、ぬいぐるみの手足に3軸加速度センサ、耳・目・口元・手足にフォトリフレクタ、体の中心にArduino Fioを配置する。

ぬいぐるみの動きを認識するにあたり、使用可能なセンサは他にもあるが、ぬいぐるみの質感を損なわないことを重視するため、バンドセンサ等の硬い感触を与えるセンサは使用を控えた。また、図4に示したように、これらのセンサモジュールを小さくすることにより、ぬいぐるみのやわらかい質感をより損なうことなくセンサ類を内蔵することができ、違和感なく操作させることができる。

センサは、それぞれADコンバータに接続し、ADコンバータはArduino FioとI2CないしはSPI通信を用い接続することで、Arduino Fio単体で多くのセンサ値を取得できる

ようにする。これによりセンサのみならず、内部の機構を最小限にとどめることができる。内部の機構は、す

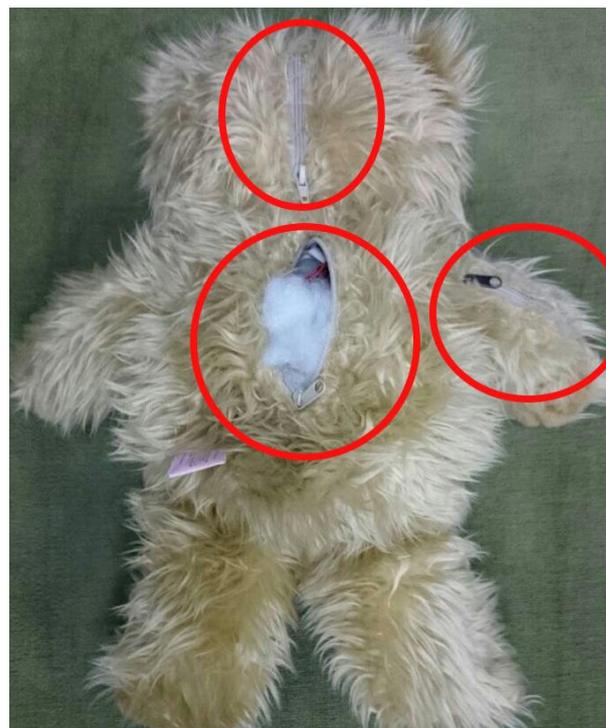


図 5 ぬいぐるみ背面

Figure 5 The back of the stuffed toy

べて柔軟性のある薄いゴムシートで保護し、綿と接触しないようにする。

また、Arduino及びセンサ部をぬいぐるみに内蔵するにあたり、図5のように、ぬいぐるみ背面や腕部分にファスナーを設置し、着脱や調整を容易にできるようにした。

4.3 ジェスチャ判別の手法

ぬいぐるみの中では、3軸加速度センサの方向を固定して使うことができないことに加え、常に重力加速度の影響を受けるため、振りのジェスチャ判別においてはセンサで取れる振り入力の変位の3次元ベクトルの絶対値を使用した。図6はセンサを振った時の3次元ベクトルの絶対値の変化をグラフにしたものである。グラフにおける山の部分を判定するため、このグラフで一定以上の値を記録し、その次の値が一定以上下降している場合を振るジェスチャとして認識している。

フォトリフレクタでの握りジェスチャについては、握った時の中綿の密度が上がることでセンサ値が大きくなることを利用し判別をおこなった。センサ値が大きくなった後に、手を離れたことを意味するセンサ値の下降を検出した場合に握ったと判定している。フォトリフレクタを握りの判定に利用することについては、杉浦らの研究[5]を参考にしている。

加速度センサ値から計算された速度の3次元ベクトルの絶対値の変化

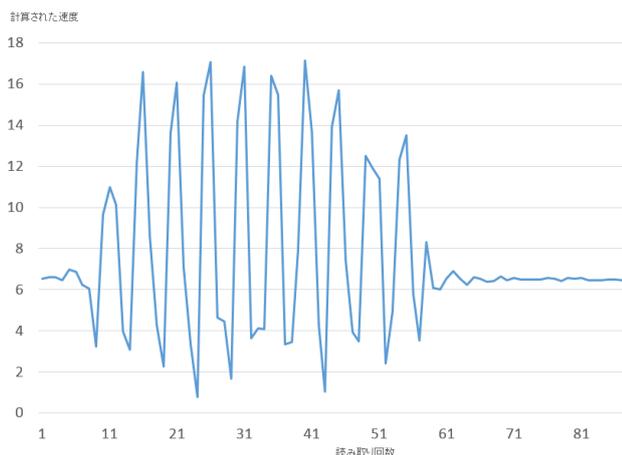


図 6 加速度センサにより取得した速度(10回振った場合)

Figure 6 The velocity monitored by the acceleration sensor

表 1 ジェスチャ成功回数

Table 1 The number of success

被験者	振り成功回数	握り成功回数
A	29	66
B	44	64
C	51	70
D	14	59

4.4 アプリケーション

前述のシステムを使用し、テレビのリモコンの代わりにぬいぐるみインターフェイスで果たすアプリケーションを制作した。振りジェスチャによりテレビのチャンネルを変える、握りジェスチャで音量を変えるという操作を実装した。今後このアプリケーションを拡張し、テレビのその他の操作と、テレビ以外の家電製品の操作も実装する予定である。

5. 評価と議論

ぬいぐるみの腕を振る・握るという2つの操作に関して、被験者4人が100回ずつ連続して操作をする実験をしたところ、表1の結果が得られた。

平均での成功確率は、振りが31.4%、握りが64.75%となった。

上記の結果から、特に加速度センサでのジェスチャの判定精度に改善の余地があることがわかった。併せて、個人差が激しいこともあり、動かし方を統一できるような工夫が必要であると考えている。フォトリフレクタの判定精度は、閾値調整の他に、ぬいぐるみに詰める綿の密度調整や、センサ位置の固定などにより向上を見込んでいる。

6. 今後の課題

ぬいぐるみ型インターフェイスを実際利用に堪えるものにするために、既存のジェスチャ判定の精度の向上が必要である。また、未実装である覆いジェスチャや、空調と照明の操作などの実装に取り組む。また、未実装の課題

としては本体の電源 ON/OFF や、充電の問題なども挙げられる。これらに関しても、センサ部と変わらずぬいぐるみのやわらかい質感を損なわないよう配慮しながら実装して行く必要がある。

7. まとめ

スマートハウスの広まりに伴い、家庭内の機器を統一してコントロールするための機構が望まれてきている。本研究では主としてリビングルームのようなリラックスした状況での家電の利用を促進するためにぬいぐるみを利用したインターフェイスを提案し、実装を行った。

本インターフェイスでは動物型のぬいぐるみの手足や頭を動かすことによって家電の操作を行う。手足を振る動作の認識には加速度センサを用い、握りしめる動作の認識にはフォトリフレクタを用いている。実装したシステムを用いた実験により、手足を振る動作においては30%、握りしめる動作においては65%の認識精度を達成した。

今後は認識精度を高めるとともに、複数機器への対応などを進めていき、家庭内において統合的に家電製品をコントロールするためのインターフェイスを構築する。

参考文献

- 1) ECHONET CONSORTIUM, <http://www.echonet.gr.jp/index.htm>
- 2) 大和田 茂, 徳久 文彬, 市岡 陽子, 島崎 聡: Kadecot: スマートハウスのいじれる化プラットフォーム, WISS 第20回 インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ 2012, 2012
- 3) 筑波大学ニュース, <https://www.tsukuba.ac.jp/news/20070417142730.html> (最終閲覧日: 2014/07/22),
- 4) 池田彩乃, 千葉祐貴, 羽田久一: パソコン操作を助けるぬいぐるみ型デバイス, 情報処理学会研究報告, 2013-UBI-40(16), 1-5, 2013
- 5) 杉浦裕太, 寛豪太, ウィタナ アヌーシャ, リーカリスト, 坂本大介, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 五十嵐健夫: FuwaFuwa: 反射型光センサによる柔軟物体への接触位置および圧力の計測手法の提案とその応用, エンタテインメントコンピューティング 2011 (EC2011), 2011
- 6) 伊藤智也・小玉 成人, 加速度センサを用いた直感的な動作認識手法, 八戸工業大学紀要 第27巻, 2008
- 7) Raspberry pi, <http://www.raspberrypi.org/> (最終閲覧日: 2014/07/22)
- 8) IR kit, <http://getirkit.com/> (最終閲覧日: 2014/07/22)
- 9) Kadecot プロジェクト, 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所, <http://kadecot.net/> (最終閲覧日: 2014/07/22)
- 10) 用語解説 HEMS (Home Energy Management System), エネルギア総合研究所 電気高度利用技術担当 内藤 正記, http://www.energia.co.jp/eneso/tech/review/no30/pdf/30_p11.pdf (最終閲覧日: 2014/07/22)