

PINOKY: ぬいぐるみに動きを付与するデバイス

杉浦裕太^{†1} リーカリスタ^{†1} 尾形正泰^{†2} ウィタナアヌーシャ^{†3}
坂本大介^{†4} 牧野泰才^{†4} 五十嵐健夫^{†4} 稲見昌彦^{†4}

概要: 本研究では, PINOKY (ピノキー) と呼ばれる一般的なぬいぐるみの手足, 尻尾などの部位を動かすことができるデバイスを開発した. デバイスはリング型で, アクセサリー感覚でぬいぐるみに取り付けることができる. 本デバイスは, モータによってぬいぐるみの表面の布を外側から引っ張ることで, 屈曲を実現する. 従来手法は, ぬいぐるみの内部に機構を埋め込み駆動させることが一般的であった. 本提案では, ぬいぐるみを切り裂くなどの加工を加えることなく, ロボット化することが可能である. 本デバイスを一般のユーザに利用してもらい, 容易に扱えることを確認した. またユーザが所有しているぬいぐるみに装着したときの経験を抽出した. さらに, 実験結果を元に PINOKY の応用を検討した.

キーワード: インタラクティブなぬいぐるみ, タンジブルユーザインタフェース, ユビキタスコンピューティング

PINOKY: A Ring That Animates Plush Toys

YUTA SUGIURA^{†1} CALISTA LEE^{†2} MASA OGATA^{†2} ANUSHA
WITHANA^{†3} DAISUKE SAKAMOTO^{†4} YASUTOSHI MAKINO^{†4}
TAKEO IGARASHI^{†4} MASAHIKO INAMI^{†4}

Abstract: PINOKY is a wireless ring-like device that can be externally attached to any plush toy as an accessory that animates the toy, such as by moving its limbs. A user is thus able to instantly convert any plush toy into a soft robot. The user can control the toy remotely or input the movement desired by moving the plush toy and having the data recorded and played back. Unlike other methods for animating plush toys, PINOKY is non-intrusive, so alterations to the toy are not required. In a user study, 1) the roles of plush toys in the participants' daily lives were examined, 2) how the participants played with plush toys without PINOKY was observed, 3) how they played with plush toys with the device was observed and their reactions to the device were surveyed. On the basis of the results, potential applications were conceptualized to illustrate the utility of PINOKY.

Keywords: Interactive Plush Toy, Tangible User Interface; Robots, Ubiquitous Computing

1. はじめに

ぬいぐるみのような外観をしたロボットは, 子供の玩具だけでなく[3], 近年ではセラピーやコミュニケーションツール, ペットの代替としての利用が期待されている[23]. それらは感触が良く, キャラクターなどのフレンドリーな外観を保持しているため, 人はそれらを撫でたり, 抱擁するなどの身体的なインタラクションを行うことができる. このインタラクションを通してぬいぐるみロボットは利用者の精神的な部分をケアする存在になっている.

ぬいぐるみロボットの外観や動作をデザインする際の一般的な方針としては, 万人の利用者にデザインが受け入れられるようにすることであり, 研究者や企業は様々な形状を利用者に提示して反応を見ながら調整をしている. 代表的なぬいぐるみロボット「Paro」はこのユニバーサルデザインに成功した例であり, これまで介護施設や被災地などのメンタルケアとして幅広く受け入れられている[29].

ユニバーサルデザインされたぬいぐるみロボットは幅

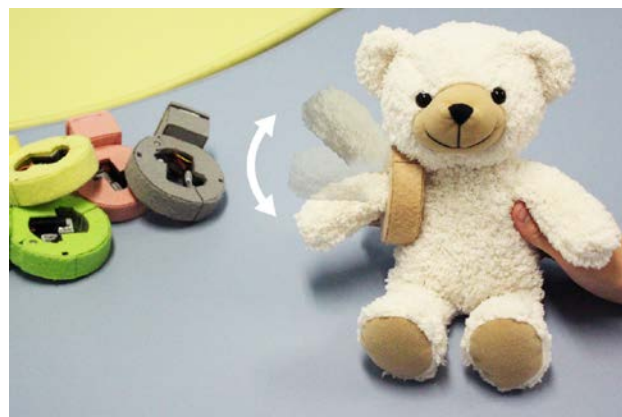


図 1 PINOKY をぬいぐるみに装着して駆動している様子

Figure 1 PINOKY attached to the right arm of plush toy, enabling the arm to be moved.

広い利用者にとって満足できる存在であるが, 一方で全ての利用者にとって受け入れられる存在かというところは言い難い. 人間はペットに対してそれぞれ嗜好が異なり, ペ

^{†1} 慶應義塾大学
Keio University

^{†2} 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

^{†3} Singapore University of Technology and Design (SUTD)

^{†4} 東京大学
The University of Tokyo

ット市場においても多様な種が流通している現代社会を見れば、ペットに目的や外観、動作が近いぬいぐるみロボットについても同様に、利用者は多様な種の中から好きなものを選択できたり、カスタマイズできるようになるべきという発想に至った。

現在のぬいぐるみロボットは、駆動部位を動かすための装置が内部に埋め込まれている構造が一般的であるが[23]、多種多様なぬいぐるみロボットを提供するためにはこの内部動作機構自体の種類を用意する必要があり製造コストがかかる。また関節などの配置をカスタマイズ可能な内部動作機構モジュールを製造して、これにぬいぐるみ外装を被せることで多様性を生み出す方法も考えられるが、その内部構造モジュール専用のぬいぐるみ外装を同時に製造する必要があり、これにコストがかかる。

そこで本研究では、市場にすでに流通しているぬいぐるみに着目し、これをぬいぐるみロボット化できる汎用モジュール PINOKY (ピノキー) を開発した(図 1)。これによって動作機構モジュールや外装の製造コストを抑えながら、利用者は嗜好に合わせて外観や動きを容易にカスタマイズできる。この PINOKY は一般的に販売されているぬいぐるみやすでに利用者が所有しているものの手足、尻尾などの部位を動かすことができるデバイスである。デバイスはリング型で、ぬいぐるみを切り裂くなどの加工を施すことなく、アクセサリ感覚でぬいぐるみに装着できる。本デバイスは、モータによってぬいぐるみの表面の布を外側から引っ張ることで、屈曲を実現する。

本研究では、実際に一般ユーザにデバイスを利用してもらい、その様子を観察したり、アンケートやインタビューを通して、ぬいぐるみロボットをユーザ個々にカスタマイズすることの経験を抽出し、その利点を議論した。さらに実験の知見をもとに、居住空間での利用例を示した。

なお、本論文は、[20][28]の発表内容をまとめて、さらにユーザがすでに所有しているぬいぐるみに装着した際の実験結果を追加したものである。

2. 関連研究

2.1 組み替え可能なロボット

提案する PINOKY は、ユーザが自分の好みに合わせてぬいぐるみの部位を動かすことができるものである。これまで自動的、もしくは人によって形状や、動作を組み替え可能なロボットは数多く提案されてきた。例えば、Yoshida は、小型のロボットモジュールを作業対象に合わせて自身の形状を自動的に変化させることで、人では困難な作業を遂行することが可能な組み替えロボットを提案している [26]。ユーザレベルが組み替え可能なものとして、Lego Mindstorm は、視覚的なユーザインタフェースを操作することで、ロボットの動作をプログラミングすることが可能な開発環境である[11]。ハードウェアコンポーネントはそ

れぞれパッケージ化されており、各々を配線でつなげることで利用することができる。Raffle らは、物体の運動の原理を学ぶことができる Topobo という教育キットを開発している[17]。ユーザは、モジュールを組み合わせることでロボットの形状を組み立てることができ、さらに動作部位を直接手で動かすことで動作を生成する。Topobo はその通りに動作を再生する。これらの一連の動作はモジュールに備え付けられたボタンによって行うため、パソコンを経由する必要がない。ユーザは、動作教示と再生を素早くできるため、何度もこの作業を繰り返しながら、創造性を発揮することができる。Oschuetz は、Topobo の動作プログラミング機能を省くことにより、限られた制約の中で子供が創造性を発揮できるような組み立てロボットを開発した[15]。Osawa らは、既存の家電に装着して擬人化できるロボットデバイスを開発した[14]。また人体に装着して人間の動作を拡張する試みもある[5][21]。本研究は、これらの研究と比較し、既存の柔軟物であるぬいぐるみに後から装着してロボット化するための手法を提案している。

2.2 ぬいぐるみ作成のための支援ツール

ぬいぐるみを作成する過程は素人には難しく、専門家によって行われていた。そこでこれを支援するシステムが提案されている。Mori らは、手書きスケッチのような操作によって、ぬいぐるみをモデリングし、同時に二次元の型紙を生成するソフトウェアを構築した[13]。また、手書きのスケッチを郵送することで、それに似たぬいぐるみを作成し、送り返すサービスも展開されている[30]。さらに、自身の顔写真を送ることで、立体的に加工してぬいぐるみに貼付けられるようなサービスもある[31]。また、デバイスが組み込まれたインタラクティブなぬいぐるみを作成する際の、デバイスの配置位置や配線の取り回しなどをソフトウェア上で設計することができるシステムも提案されている[7]。本研究では、ぬいぐるみの動かしたい部位とその動き方を自由にユーザが決めることが可能なデバイスを提案する。

2.3 ぬいぐるみ型のインタラクティブシステム

ぬいぐるみをインタフェースやロボットとして扱う取り組みがたくさん存在する[8][9][12]。柔らかい外装を持ったロボット、特にぬいぐるみロボットはこれまで子供の玩具として普及してきたが[3]、近年では、これらのセラピーやコミュニケーションメディア、エージェントとしての可能性に注目が集まり関係する研究や商品が開発されている。Wada らは、アザラシのような柔らかい手触りのロボットを作成し、これの高齢者へのセラピーとしての有効性を実験によって検証している[23]。また、このロボットは東日本大震災時にも、避難所での心のケアを目的として活用されている[29]。Breazeal らは、ぬいぐるみロボットでジェスチャ等を組み合わせた協調作業支援システムを提案している[1]。Sekiguchi らは、テディベア型のロボットを用いて、声だけでなくモーション、触覚的な要素を伝達するコミュニ

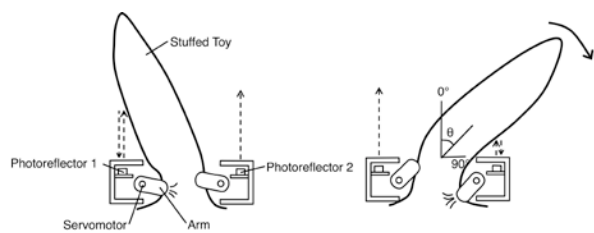


図 2 駆動と計測原理

Figure 2 Page Configuration: Character and Line.

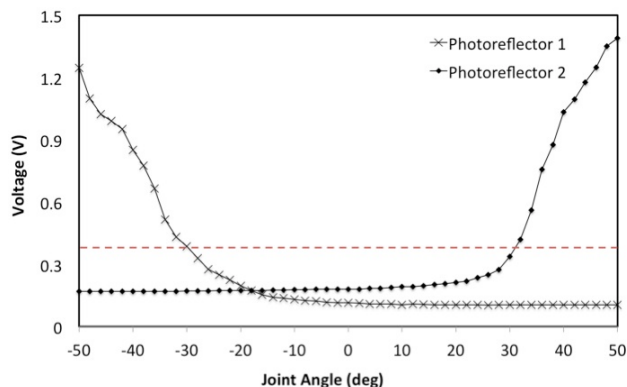


図 3 フォトリフレクタの値と関節角度の関係

Figure 3 Measurable joint angle range.

ケーションツールを提案している[18]. Ueki らは、柔らかく呼吸をしているかのように動く生物のような照明を開発した[22]. Yonezawa らは、ぬいぐるみの内側に曲げセンサやマイクロフォンなど 7 種類のセンサを取り付けることで、ユーザとのインタラクションの頻度や強度に応じて楽曲が生成されるアプリケーションを実装した[25]. さらにぬいぐるみをバーチャル世界の操作に利用する試みもある. Johnson らは、センサが埋め込まれたぬいぐるみを利用して、バーチャルキャラクタを操作する仕組みを考案した[10]. これに加えて、Shimizu らは、CG キャラクタがバーチャル世界で受けた反応を、ぬいぐるみを通してユーザ自身が感じ取ることができるシステムを開発した[19]. これらは、特別に研究者が用意したぬいぐるみインタフェースを利用することになるが、我々のシステムは、ユーザが好みのぬいぐるみを選択することができ、それをインタフェース化することが可能である.

3. PINOKY

ぬいぐるみを動かす技術としては、ぬいぐるみの内部に埋め込む構造のものが一般的であるが、これは、ぬいぐるみを切り開いて埋め込むことを要求する. 本研究で提案するデバイスはぬいぐるみを傷つけることなく、ぬいぐるみの外側から駆動させるものである. PINOKY はぬいぐるみに簡単に取り外し可能な構造になっているため、工学的知識がない人でも自由に動かしたい部位をカスタマイズすることが可能である. 以下の段落では、システム構成、ぬい

ぐるみの駆動方法、関節角度の計測方法、PINOKY との基本的なインタラクション方法を説明する.

3.1 駆動方法

本研究では、外側からぬいぐるみを駆動するリング型のアクチュエータを開発する. このアクチュエータは 2 つのサーボモータによってぬいぐるみの関節を屈曲させる. サーボモータには、フレームが取り付けられており、これが図 2 のようにぬいぐるみの表面の布に接地している. 図 2 の左のようにフレームが動くとき一方のぬいぐるみの表面の布は引き込まれ、もう一方は押し出されるために屈曲する. また、サーボモータの回転方向を逆にすることで反対方向にも曲げることができる. またサーボモータの回転スピードや角度によって、ぬいぐるみを曲げるスピードや動作角度を制御することが可能である. 現在のデバイスでは、最大左右に 50° ずつぬいぐるみを駆動できることを確認している.

3.2 計測方法

ぬいぐるみの関節角度を認識する手法として、フォトリフレクタを用いている. 一般的にフォトリフレクタは対象物体までの距離を計測する目的で利用されるが、我々はこの特徴を、関節角度を認識するために応用する. フォトリフレクタは図 2 のようにリング型デバイスの周囲に貼付けられている. ぬいぐるみがユーザによって曲げられたとき、センサとぬいぐるみの表面の布との距離が縮まるため、屈曲したことを認識することが可能である. 図 3 は直径 8.5cm のぬいぐるみを $-50^\circ < \theta < 50^\circ$ で傾けたときのフォトリフレクタの値を示す. 図 3 のフォトリフレクタの番号は、図 2 のフォトリフレクタの番号に対応している. グラフ中の赤線は人が指で直接センサに触れたときの値である. これを考慮すると、本センサは $\theta < -31.2^\circ$, $34.2^\circ < \theta$ の範囲において有効に機能する.

3.3 デバイスの構成

PINOKY はサーボモータ、フォトリフレクタ、ZigBee, Arduino Pro Mini, リチウムポリマーバッテリー (350[mA]) によって構成されている (図 4). サーボモータはぬいぐるみの表面の布を引っ張ることで屈曲させるために利用され、また、フォトリフレクタはぬいぐるみの関節角度を読み取るために利用される. センサデータは ZigBee を用いてデバイス同士や PC に送られ、PINOKY 同士を同期させるために用いられる. リングは磁石によって開閉可能な仕組みになっており、特別な道具を必要とせずぬいぐるみに PINOKY を着脱できるような仕組みになっている. PINOKY は常に動かしている状態で約 1 時間使用できる. デバイスの外装は、ぬいぐるみの素材と適合できるようにフェルトで覆われている (図 4).

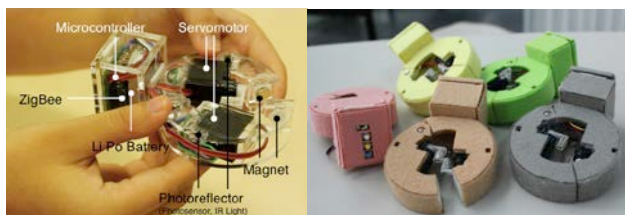


図 4 センサモジュールの構成と外観

Figure 4 Hardware components.

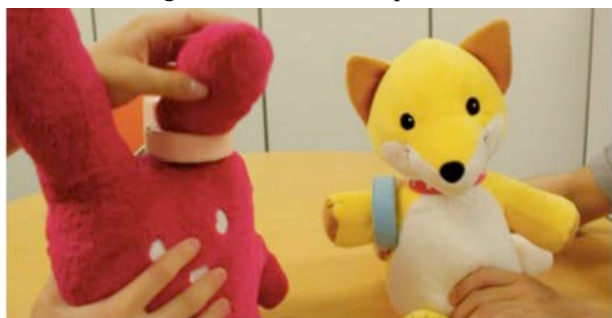


図 5 PINOKY デバイス同士の同期

Figure 5 Synchronized PINOKY.



図 6 外部入力装置，身体動作入力（左），音声入力（中央），ボタン入力（右）

3.4 通信

PINOKY の通信には ZigBee を用いる。ZigBee は ID を共有してしまえば、複数のデバイスに対してデータをブロードキャストすることができるからである。デバイスを追加したいときにも、ZigBee の ID が共有されていれば、アドホックに追加することが可能である。

3.5 PINOKY の基本的なインタラクション

PINOKY とのインタラクションは二つに分類できる。デバイスだけでインタラクションが完結するものと、外部のデバイスと接続することでインタラクションするものの二種類である。

我々は、PINOKY とのインタラクションを設計するに当たって、Raffle らが開発した Topobo を参考にした[17]。PINOKY との基本的なインタラクション方法としては、記録・再生、同期モードが用意されている。これらのモードは、デバイスの背面に取り付けられている押しボタン式スイッチで切り替える（図 4）。記録・再生モードでは、ユーザがぬいぐるみの関節を屈曲させることで動作を記録させ、それを再生することができる。同期モードでは、一つのぬいぐるみの関節を屈曲させると、複数の PINOKY が同様の方向、タイミングでそれぞれが装着されているぬいぐるみ

を屈曲させる。

また外部のセンサと接続することで、PINOKY とインタラクションできる。この連動は、デバイスが分散協調モジュールになっているため、容易に追加していくことが可能である。その一つの例が加速度センサとの連動であり、このセンサが組み込まれたデバイスを左右に振ることで PINOKY が振りに合わせて動くというものである（図 5）。その他にも、リモートコントローラでの制御や音声を利用してインタラクションを行える入力装置も制作した（図 6）。

4. ユーザスタディ

開発した PINOKY を一般のユーザが初見でも取り扱い可能かどうかを調査するためにユーザスタディを行った。また、使用時のリアクションなどの観察や使用後のインタビューで PINOKY がどのような使われ方をするか観察した。さらに、日常生活におけるぬいぐるみの扱いや遊び方についてのアンケートや、観察を行った。

4.1 実験協力者

本実験は東京にある科学館において実施した。我々は実験の概要が書かれたポスターを科学館の二つの場所に配置することによって、実験協力者を募集した。この結果、51 名の実験協力者が集まった。実験協力者は 2 歳から 70 歳（平均：23.8 歳，SD：19 年）で、24 人が男性、27 人が女性だった。また、2 歳から 9 歳までの実験協力者が 18 名いた。また 3 歳以下の実験協力者には、デバイスの利用時に両親のサポートを許可した。全ての実験協力者は PINOKY の使用経験がないことを確認した。

4.2 実験環境

実験会場は科学館という開かれた環境で行ったが、実際には仕切りを設けて、周りから実験の様子がわからないようにした（図 7）。実験協力者は机を挟んで着座し、その机の上にデバイスを、その右横のテーブルにはぬいぐるみを配置した。また実験協力者の様子は、実験者の広報に設置された定点カメラにおいて常に記録を行った。

4.3 実験デザイン

今回は 3 つの実験手順がある。1 つめはアンケートによる

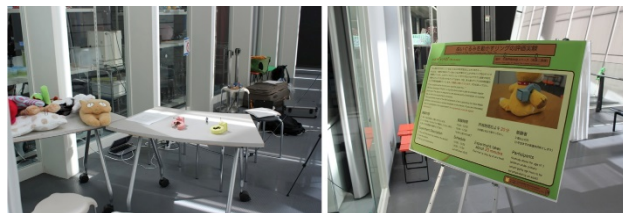


図 7 実験環境（左），実験協力者を募集するポスター（右）

Figure 7 Environment for user study.

ぬいぐるみの実態調査, 2 つめは PINOKY を装着していない状態でのぬいぐるみとの触れ合い方の観察, 3 つめは PINOKY をぬいぐるみに取り付けて遊んでいる様子の観察とその後のインタビューである。

1 つめのフェーズでは, 14 歳以上の実験協力者 (30 名) を対象に行った。このフェーズの目的は, 日頃の実験協力者のぬいぐるみに対する印象やどのぐらい所有しているか, また, どんな種類のぬいぐるみをもっていて, どのような思い出があるかどうかを調査することである。これは一通りの記述式アンケートに答えてもらったあと, 実験者が一通り読んで理解が難しい部分に関してはインタビューを行った。

2 つめのフェーズは, PINOKY を装着していないぬいぐるみと実験協力者はどのように触れ合うかの観察である。このフェーズは特に実験協力者に観察していることを伝えずに自然にぬいぐるみに手をとった人を対象にして行った。このフェーズでは実験協力者にデバイスを示さなかった。観察を終えたあとにインタビューをした。

3 つめのフェーズでは, PINOKY のデバイスを実際に利用してもらった。まず実験者や PINOKY のコンセプトとその操作方法 (記録再生モードとシンクロモード) を説明した。実験では, テーブルに 5 つのデバイスと 12 種類のぬいぐるみ (ヒューマノイドタイプのぬいぐるみ 6 体, 魚型 3 体, テディベア 1 体, タコ 1 体, ヘビ 1 体) を配置した。実験協力者には自由にデバイスの個数と, ぬいぐるみを選択してもらい, 約 10 分間遊んでもらった。このフェーズの最後では, 10 歳以上の実験協力者 (32 人) には事後アンケートによって PINOKY の印象について回答してもらい, さらにその後インタビューをした。

5. ユーザ体験

5.1 日常生活におけるぬいぐるみ

30 人 (14~70 歳, 平均 34.7 歳, SD : 13.7 年) の実験協力者が所有しているぬいぐるみについて回答した。実験協力者の内訳は, 男性 11 名, 女性 19 名だった。実験協力者は所有しているぬいぐるみのサイズや形状や種類, 家でどの場所に飾られているか, もしくは保管されているか, またそのぬいぐるみにどのような思い出があるか回答してもらった。この結果, 70% の人が 1 つ以上のぬいぐるみを所有していて, 所有している数は平均で 13.6 個 (SD: 14.5 個) であった。所有数は家族の構成にも大きく依存していた。

実験協力者は, 76% のぬいぐるみに対してそれがどういう経緯で手元にあるか, 記憶していた。また, 58% のぬいぐるみが, 誕生日などの特別なイベントで親密な関係のものから受け取ったものだということがわかった。

また, ぬいぐるみを所有している人のうち 73% のぬいぐるみが, 居住者が眠るような場所に配置していた。具体的には, 34% がベッドの周辺, 16% がタンスの上, 9% が



図 8 実験協力者がぬいぐるみを使って子供とゴッコ遊びをしている様子 (左), 実験協力者がぬいぐるみを同期させて動かしている様子 (右)

Figure 8 Participants demonstrate how they play with plush toys, bending the limbs (left), synchronizing the movements of similar-shaped plush toys (right).

ソファの周辺であった。しかし, 23% のぬいぐるみが, クローゼットやおもちゃ箱の中にしまい込まれていた。

5.2 ぬいぐるみとの触れ合い方

我々は, 人が日常的にぬいぐるみとどのように触れ合っているかどうか観察した。この観察は, PINOKY によってインタラクティブになったぬいぐるみとのインタラクションデザインをするためのものである。

実験協力者はぬいぐるみをつかんでダンスや, ジャンプの動きをさせていた。多くの実験協力者は, ぬいぐるみを擬人化して, それに声を付加して他のぬいぐるみと会話するような「ごっこ遊び」をしていた。特に親と幼児がペアの実験協力者がこの遊びを多くしていた。

一人のある実験協力者は, 「よく子供に言いたいことを伝えるために自分の代わりにぬいぐるみに代弁させる」とコメントしていた。またある実験協力者が, 「二つのぬいぐるみを同期して動かしたときに子供は喜ぶ」とコメントして, その様子を実演してくれた。これらのぬいぐるみとの触れ合いにおいて, ユーザはぬいぐるみの手足や首, しっぽを手でつかんで動かし, それに合わせて声を当てることで表現をしていた (図 8)

5.3 ユーザビリティ

2 歳から 70 歳までのすべての実験協力者は, デバイスをぬいぐるみの任意の場所に着脱できていた。ほとんどのユーザに対しては, 実験に入る前に, 実験者が操作方法を実験協力者の目の前でデモンストレーションを交えて指示したが, 一部の子供の実験協力者は, この指示の前にぬいぐるみに装着してしまった。これは, 一方で, デバイスの形状がぬいぐるみの手足に取り付けることをアフォードしているとも言い換えることができる。

ユーザビリティを調査するアンケートは, 8 項目で 1 項目 7 段階の点数で構成されている。結果を表 1 に示す。この表には, 点数の平均値とその標準偏差, 4 点以上をつけた好意的な反応の割合を示している。25 人の実験協力者は, ぬいぐるみが動いて楽しかったと回答した。23 人の実験協力者は簡単にぬいぐるみを動かすことができたと回答し

た。多くの実験協力者が、デバイスを扱うにあたり多くのことは学ぶ必要がないと回答し、簡単にぬいぐるみの動作を作ることができるという回答した。一方で、56 パーセントの実験協力者が自信をもってデバイスを扱うことができないと回答した。

表 1 PINOKY のアンケート結果
Table 1 Results of post-experiment questionnaire

No.	質問項目	平均	標準偏差	%
1	ぬいぐるみが動いて嬉しかった・楽しかった。	5.19	1.07	78.1
2	簡単にぬいぐるみを動かすことができた。	5.16	1.54	71.9
3	簡単にぬいぐるみの動作をつくらることができた。	5.16	1.44	71.9
4	自信を持ってリングを扱うことができた。	4.34	1.57	43.8
5	多くの人がこの方法でぬいぐるみの動作を作れると思う。	4.81	1.42	59.4
6	この方法がぬいぐるみの動作を作る方法として適切だと思った。	4.16	1.35	43.8
7	このリングを使うのに沢山学ぶ必要があると感じた。	3.59	1.56	31.3
8	このリングを使うのに集中する必要がある。	3.19	1.57	18.8

5.4 デバイスの装着回数や装着場所

多くの実験協力者が複数のデバイスを一つのぬいぐるみにたくさん付けて遊んでいる様子が確認できた。例えば、このぬいぐるみだったら、その足すべてにデバイスを取り付けている実験協力者や、ヘビに等間隔でデバイスを取り付けている実験協力者がいた。また、複数個デバイスを取り付けて同期させることで、複雑で意味を持った動作を生成している様子も観察された。また、同じぬいぐるみにおいても実験協力者ごとに異なった部位に装着している例も確認できた (図 9)。



図 9 装着場所の違い、耳 (左)、しっぽ (中央)、手 (右)

Figure 9 Attachment location: ear (left), tail (center), and arms (right).

5.5 ユーザーの期待とデバイスのパフォーマンスの差異

デバイスの装着回数や装着場所 実験協力者が、操作が慣れていない段階において、ぬいぐるみの動作を記録するときに、センサが取り付けられていない方向に手足を曲げてしまうため、センサが反応しなく動作が記録されないという問題があった。一方で、センサの場所を一度正確に指示した後は、この機能を問題なく利用することができていた。これは、センサの感度の設定が低すぎるという課題や、ぬいぐるみが動く方向の認識が困難といった課題がある。また、プレイバック機能を説明したとき、多くの実験協力者は、ぬいぐるみを自分で動かした通りに再生することができると思っていた。この結果、デバイスは一方向にしか動かないにも関わらず、何人かの実験協力者はぬいぐるみの手足を回転させる、また捻るような動きを入力して動作を記録していた様子が確認された。また、何人かの実験協力者は、デバイスの大きさや重量について言及していた。

5.6 年齢によって PINOKY に対する印象の違い

すべての実験協力者は、自由にデバイスを扱うことができていたが、年齢や性別によってぬいぐるみが動作したときの様子や遊び方が異なっていた (図 10)。

男性は女性と比較して、多くのデバイスを一つのぬいぐるみに取り付ける傾向があった。男性は特に PINOKY がどのようにぬいぐるみを駆動しているかに興味を持ち、女性は純粋にぬいぐるみが動くという効果にリアクションをしているようだった。

二歳児の実験協力者は、両親もしくは実験者のガイダンスに従って一緒にデバイスを利用した。一人の二歳の女児は、デバイスをぬいぐるみに取り付けることをひどく拒んだ。母親がぬいぐるみに取り付けようとすると、それを直に取り除こうとデバイスを無理に引っ張った。また、一人の二歳児は全くデバイスやぬいぐるみが動くことに興味を示さなかった。また、ほとんどの場合において二歳児がデバイスを取り付けるに大人の助けが必要だった。これは、リングを開く際に必要な力を出すことができず、さらに、リングの中央にぬいぐるみをきちんとはめることができなかったことが原因である。

三歳児の実験協力者も、一人は自力でデバイスを扱うことができていたが、それ以外は、扱う際に手取り足取りガイダンスが必要であった。一人の三歳児は、プレイバック機能も使いこなすことができていた。一方で、シンクロモードにおいては、ぬいぐるみを手で動かすのにとらわれてしまい、その対応関係を認識することはできていなかった。他の三歳児は、任意の位置にデバイスを取り付けることができていた。一方で、ぬいぐるみが動き始めるというよりも、デバイスの開閉やそれをぬいぐるみの手足に挟む行為自体に楽しさを見いだしているようだった。この年齢の幼児は、特に支援を必要とせずデバイスを任意の位置に着脱することができ、また、随時指示をしてあげれば PINOKY



図 11 PINOKY を利用している実験協力者

Figure 11 Images of participants using PINOKY.

で遊ぶことができていた。

小学生と中学生は、特に大人の支援を必要とせずにデバイスを使って遊ぶことができていた。二人の実験協力者は、最初はデバイスを付けて遊んでいたが、しばらくするとそれを取り外して、ぬいぐるみを振り回して叩き合っていた。基本的にはこの年代の実験協力者は、特に問題なくデバイスを扱うことができていた。彼らは、両方のインタラクションを使い分けて、デバイスを複数のぬいぐるみに取り付けることに挑戦した。実験協力者は、一人よりも、複数人で遊んでいる方が楽しんでいるようだった。例えば、一度記録した動きを家族や友達に示して喜んでた。

20 歳から 39 歳の実験協力者は、一般的なぬいぐるみがデバイスをつけたとたんに動き始めることに驚いていた。これらのリアクションは特に若い女性の実験協力者に顕著に確認された。また、特に男性の実験協力者は、このデバイスの技術、どのようにぬいぐるみを駆動しているかに関して興味を示しているようだった。

40 歳から 59 歳の実験協力者は、20 歳から 39 歳までの実験協力者と比較して大きく驚いた様子は確認できなかった。この年代の実験協力者は、特に PINOKY に対する期待が大きかったためか、ぬいぐるみがしてほしい動作や、デバイスのサイズについて頻繁に言及していた。また、この世代の特に男性は子供の頃ぬいぐるみとの関わりがなかったという実験協力者が多く、それもリアクションが少ない原因だと思われる。一方で、59 歳のオーストラリア出身の実験協力者は、ぬいぐるみが動くことにひどく喜んでた。彼女は用意されたすべてのデバイスをぬいぐるみに取り付けてこれを同期させて楽しんでた。生まれ育った文化によっても PINOKY に対する印象が異なるということが示唆される。

60 歳以上の実験協力者はデバイスを利用することができていたが、そこまで大げさなリアクションはなかった。

5.7 一人で遊んだときとグループで遊んだときの違い

実験協力者が一人で PINOKY を利用したときと、一人以上で利用したときに、遊び方が異なっていた。アンケートにおいて、一人で遊んだときと二人以上で遊んだときの実



図 10 思い出のあるぬいぐるみに PINOKY を装着したユーザ

Figure 10 Case study with a couple of users and their own plush toy.

験協力者を分割して、ANOVA による分散分析を実施した。この結果、Q1 と Q3 の項目に関して有意差が確認された (Q1 ($F(1,30) = 36.8750, p < .01$) and Q3 ($F(1,30) = 66.2188, p < .05$)). 具体的には、グループで PINOKY を利用した方が、PINOKY で楽しく遊ぶことができるという結果だった。これは、ぬいぐるみを動かしている経験を他者に共有することができるからだと考える。実際に、動いたぬいぐるみを他者に示している様子を複数確認した。また、シンクロモードによって他人が装着したぬいぐるみを自分のぬいぐるみで動かすことができるというコミュニケーションに発展した例も少なくなかった。またグループで PINOKY を利用した方が、その利用方法を簡単に理解できるということがわかった。これは、使い方が理解できていない実験協力者が他者からの助言を受けることによってスムーズにデバイスを使うことができるからである。実際に観察においてもデバイスの使い方を教え合っている実験協力者が多く見受けられた。

6. ケーススタディ

上述の実験において多くのユーザが PINOKY を用いてぬいぐるみをロボット化することができることを確認できた。また実験協力者の中でも「自分自身のぬいぐるみに PINOKY を装着してみたい」など我々が想定している意見も出た。そこで実際に一組の親子に思い出のあるぬいぐるみを用意してもらい PINOKY を装着したときの経験を抽出する実験を設定した (図 11)。ぬいぐるみは、この娘の祖母から 20 年前に譲り受けたものであり、祖母が自作したものである。PINOKY を通してぬいぐるみと親子がインタラクションをした結果、よりぬいぐるみに対して深い愛着を感じ、PINOKY を通してぬいぐるみと触れ合うことで過去の記憶を色々と思い出すことができた、などの経験が得られることを確認できた。

7. 議論

7.1 日常におけるぬいぐるみ

フェーズ 1 の結果から、ぬいぐるみは多くの人が所有し

ている日用品であり、所有しているぬいぐるみの多くを日常生活において居住者の視界が届く場所に設置しているということがわかった。また、観察結果から、実験協力者は自然にぬいぐるみと触れ合うことができ、触れ合うときはダイナミックに手足を動かしたり、キャラクタに合わせた声を付加したり、ぬいぐるみの身体性を利用した遊びやコミュニケーションをしていた。

7.2 PINOKY のデザインについての考察

この節では、ぬいぐるみと遊ぶ様子、PINOKY を使用していた様子をもとに、PINOKY のデザインにおいて重要な要素を考察する。

7.2.1 簡単にデバイスを扱えること

今回の実験では、2 歳から 70 歳と幅広い年齢の実験協力者に使用してもらったが、これらの実験協力者は PINOKY をぬいぐるみに装着することができていた。

7.2.2 ぬいぐるみに傷をつけないこと

ぬいぐるみの実態調査により、利用者が所有しているぬいぐるみの多くに対して記憶や思い出を持っていて、大切な存在として扱っていることがわかった。従って、これらを傷つけるような手続きはとるべきではないと考える。また、ぬいぐるみは生き物のような形状をしている点においても、ぬいぐるみの加工に対して利用者は嫌悪感を示す。開発したデバイスのぬいぐるみを加工することなく取り付ける点は被験者に評価され、また実際に 4 日間の実験を通して特にぬいぐるみの表面をはがしたりするような損傷を与えることはなかった。

7.2.3 特別な道具を使わずに簡単にデバイスを着脱できること

実験において実験協力者が、「よくぬいぐるみが汚くなると洗濯をする」というようなコメントをした。これは、デバイスの着脱性に関するデザインゴールの必要性を示している。ぬいぐるみのように頻繁に人が触れると汚れがつき、また、環境に配置していても埃がたまるため、洗濯ができるようになっていることが重要である。開発したデバイスは、特別な道具を必要とせず、磁石によって簡単に開閉でき、ぬいぐるみに取り付けることができるものになった。この単純さにより、幼児の実験協力者でもぬいぐるみに取り付けることができ、動かして遊ぶことができていた。拡張性：実験において、実験協力者は自分の好みに合わせて PINOKY の取り付けの部位を選択していた。これはデバイスのスケーラビリティの重要性を示している。また実験協力者は、複数の PINOKY を一つのぬいぐるみに装着して、それをさらに連動させて楽しんでいた。また、PINOKY を多くのぬいぐるみに取り付けて連動させることで他者とコミュニケーションができていた。また、何人かの実験協力者は、PINOKY が駆動できるサイズのぬいぐるみを超えたものに対して取り付けた結果、うまく動作しないといった問題があった。

7.2.4 外観のデザイン

多くの実験協力者は、ぬいぐるみは居住空間を華やかにするものとして、また落ち着かせるものとして重要な役割を担っているとコメントした。今回はデバイスをフェルト素材でカバーしたが、これがぬいぐるみの素材感と調和しているため、取り付けの際に大きな違和感を与えないということに成功した。一方で、二歳の実験協力者が、デバイスを取り付けることに嫌悪感を示して、それを直に取り外そうとした。これは、デバイスがぬいぐるみを締め付けているような印象を与えたからだと考える。これは現状のデバイスのサイズや外観が大きく関係しているため、改良の余地があると考えている。例えば、デバイスをできるだけ小型にしていき、さらによりアクセサリや洋服などのぬいぐるみに親和するようなデザインにしていこうとすることで、これを解決できると考える。

7.2.5 安全性と耐久性

ぬいぐるみは柔らかいため、子供はぬいぐるみに対して乱暴に扱う傾向がある。そこで、デバイスの安全性や、耐久性が重要となる。今回の実験においては、例え幼児の実験協力者においても PINOKY を使っている際に怪我をしたといった報告はなかった。また、実験中にデバイスは何度かテーブルの高さからの落下や、実験協力者が限界を超えてリングを広げるようなことをした。一方で、4 日間の実験を通して、すべてのデバイスは一度も破損することがなかったため、耐久性も十分で、機構としても無理のないものになっていると言える。

7.2.6 適切な動きの生成

フェーズ 1 の観察において、実験協力者はぬいぐるみを直接手で動かすことで触れ合い、それを利用してコミュニケーションしていることがわかった。動かし方も様々であり、例えば、歩行、ジャンプのような動作を生成していた。観察中では、手を上下に振るようなスウィングの動作が最も頻繁に行われていた。このスウィングの動作が様々な種類の表現ができるからだと考える。例えば、首をスウィングさせることで、同意や非同意などの意図を伝えることができる。また、その周波数やダイナミクスを変更することで、強く同意するといったようにその表現の強さを変更することもできるからである。それ故に、我々はユーザがぬいぐるみに期待する動きに最も近い動きをデザインすることができたと言うことができる。

観察と実態調査から、PINOKY のデザインが与えるユーザ体験について考察。実験協力者は、デバイスが実現する現象に好意的に捉え、楽しんでいるようだった。特に、これまで絶対に動かないと先入観をもっていたものが動き始めるという現象に素直に驚いているようだった。また、一見ぬいぐるみをデバイスがどのように駆動しているかわからないようになっているという特徴もこの驚きを創出する原因だと考えている。実際に実験協力者の前でデモンスト



図 12 ストーリーテリング

Figure 12 Story telling.

レーションをした際に、多くの実験協力者から「どうやって動かしているのですか？」といった質問を受けたことからわかる。また、何人かの実験協力者は、「ぬいぐるみが生きているようだ」といったコメントを残した。一方で、取り付けることができるぬいぐるみのサイズに対する制約や、デバイス自体のサイズに対して不満があった。これに関しては、「適用範囲と今後の課題」のセクションで詳しく記述する。

7.3 応用例

PINOKY は、複数のぬいぐるみを同時に駆動することができたり、さらに動作を教示したり、他の機器と接続することが可能であることにより、様々な経験を提供することができる。この特徴を利用して家庭環境における PINOKY の利用例を議論する。

一つの応用例は、遠隔コミュニケーションである。今回調査をしてわかったことは、所有しているぬいぐるみのほとんどが親密な他者から譲り受けるものであり、ぬいぐるみに対する記憶が他者と紐づいているということである。ぬいぐるみがコミュニケーションのメディアになることでぬいぐるみの身体を提供者に投射でき、離れた場所でも親密なコミュニケーションができると考えている。

もう一つの応用は、ごっこ遊びの延長として、PINOKY を活用したストーリーテリングである（図 12）。利用するぬいぐるみやその動きをカスタマイズできるため、個人に紐づいた物語を作ることが可能である。

また PINOKY はテレビなどのメディアと連動させることもできる。PINOKY はぬいぐるみの柔らかさを損なわない特徴があるため、ユーザはぬいぐるみを容易に抱きかかえることができる。ぬいぐるみがユーザに密着した存在になると、見た目だけでなく触覚を通じた提示ができる。コンテンツに合わせてぬいぐるみが喜怒哀楽を表現することで、コンテンツのエンタテインメント性を拡張できる。

さらに、我々の調査からぬいぐるみに対して何かしらの思い出があると答えたユーザが多かった。この個人に紐づいた思い出を活用したサービスなども提供できる。

8. 適用範囲と今後の課題

開発したリング型デバイスは、まだ試作段階であり様々な課題がある。例えば、両サーボモータの中央にぬいぐるみの手足をきちんと取り付けていなかったために、うまく屈曲できないといった場面が多く観察された。また、今回は幅広いサイズのぬいぐるみに対応するために、2種類のサイズのデバイスを構築したが、ある実験協力者は、これを使い分けることができずに、無理矢理取り付けようとして苦戦している場面が観察された。将来的には、一つのデバイスにより、幅広い大きさのぬいぐるみに対応できるようなデバイスを構築していく。例えば、今は二つ利用しているサーボモータの一方を排除して、ゴムのような柔軟な素材で固定することができるようになればその課題を克服することができるかもしれない。また、取り付けるぬいぐるみのサイズによっては現在のデバイスのサイズは調和しないため、できる限り、これを小さくする必要がある。現在は、Arduino や汎用的な ZigBee モジュール (XBee) を利用しているため、これを PINOKY 専用に設計することで、現状よりも小型にすることは可能である。一方で、モータの大きさは実現するトルクにも関係するため、慎重に選定する必要がある。例えば、小さなぬいぐるみのようなものには、バイオメタルのようなアクチュエータが適しているかもしれないが、これは応答性が低く、実現するトルクも小さいため、大きなぬいぐるみを動かすことは困難である。高トルク、高速、小型のアクチュエータを利用するのが理想的だが、これは現在の技術では限界があるため、ぬいぐるみに装着した際に、違和感のないデザインを考えた方が健全である。例えば、現在はそれぞれの関節に対して一つのモジュールを搭載しているが、動かす部位が固定できるようなぬいぐるみに対しては、例えば、バックパックのようなもので対処しても良い。これは、制御部やバッテリーを共有することができるため、より小型のものができると同時に、バックパックという形状にすることで、ある程度のサイズなら容認することができると考える。

また、スウィング動作は、単体もしくはそれを組み合わせることで様々な表現ができるが、まだいくつかの表現をすることは困難である。ぬいぐるみとの触れ合いを観察したときも、ぬいぐるみの首を YAW 方向にねじる動作をすることで意図を伝えるジェスチャをしている実験協力者が観察され、インタビューからもそのような動作は表現をする上で重要であるといったコメントがあった。今後、我々はスウィング以外の動作を実現する手法を考案していく必要がある。例えば、ぬいぐるみに尻尾のようなデバイスを取り付けこれが動くことで、体全身が揺れるような動作を引き起こすことができるかもしれない。また、このような新しい動作を組み合わせることで、ぬいぐるみの動きが、遊び方にどのような影響を与えるか、どのような経験を提供でき

るのか、実験をしていきたい。

他の問題として、現在の PINOKY は、センサとしてフォトトリフレクタを利用しているため、太陽光が射す環境においては、利用することができない。これはフォトトリフレクタの代わりに超音波センサを利用すれば解決できるだろう。また、ぬいぐるみの動作を記録して再生するときに、センサが取り付けられていない面にぬいぐるみを曲げてしまい、センサがうまく反応しないといった場面が多く観察されたため、複数個センサを取り付けるか、計測可能である屈曲方向を明示的に示しておく必要がある。

9. まとめ

本研究では、所有しているぬいぐるみをインタラクティブな存在にするデバイス、PINOKY を開発した。このデバイスはリング型をしており、アクセサリ感覚でぬいぐるみに取り付けることができる。本デバイスは、モータによってぬいぐるみの表面の布を外側から引っ張ることで屈曲を実現する。従来手法はぬいぐるみの内部に機構を埋め込み駆動させることが一般的であった。本提案では、ぬいぐるみを切り裂くなどの加工を施すことなく、自分好みの部位を動かすことが可能である。

本研究のアンケート結果で、70%の人々が一つ以上のぬいぐるみを所有していることがわかり、さらにその中でも、76%の人々がそのぬいぐるみに対して何かしらの経緯ぬいぐるみに対してそれがどういう経緯で手元にあるか、記憶してた。そのことから、ぬいぐるみは人々に親密な日用品であることがわかった。

PINOKY を幅広い年齢のユーザに利用してもらい、ぬいぐるみに装着できることがわかった。またそれぞれのユーザの背景で、インタラクションが異なることもわかった。また、ユーザが所有しているぬいぐるみに対して装着した場合に、よりユーザがぬいぐるみに対してより深く愛着を感じ、新規にぬいぐるみに PINOKY を装着したときとは異なる経験が得られることもわかった。今後は、PINOKY を通じたアプリケーションやサービスの展開を目指していく。

謝辞 研究は JST ERATO および科研費若手研究 (A) (26700017) の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] Breazeal, C., Kidd, C., Thomaz A. L., Hoffman, G. and Berlin, M. Effects of Nonverbal Communication on Efficiency and Robustness in Human-Robot Teamwork. In Proc. IROS '05, IEEE (2005), 708–713.
- [2] Camp Quality. <http://www.campquality.org.au/>
- [3] Furby (1998). Furby, from <http://www.furby.com>
- [4] Furukawa, M., Uema, Y., Sugimoto, M. and Inami, M. Fur interface with bristling effect induced by vibration. In Proc. AH '10, ACM (2010), Article 17, 6 pages.
- [5] Ghan, J., Steger, R. and Kazerooni, H. Control and system identification for the Berkeley lower extremity exoskeleton (BLEEX), *Advanced Robotics* 20, 9 (2006), 989–1014.
- [6] Hadari, F. <http://www.speakingpuppetry.com/>
- [7] Huang, Y. and Eisenberg, M. Steps toward child-designed interactive stuffed toys, In Proc. IDC '11, ACM, pp.165–168.
- [8] Johnson, M. P., Wilson, A., Blumberg, B., Kline, C. and Bobick, A. Sympathetic interfaces: using a plush toy to direct synthetic characters. In Proc. CHI '99, ACM (1999), 152–158.
- [9] Sugiura, Y., Kakehi, G., Withana, A., Lee, C., Nagaya, N., Sakamoto, D., Sugimoto, M., Inami, M. and Igarashi, T. Detecting shape deformation of soft objects using directional photoreflexivity measurement, In Proc. UIST '11, ACM (2011), 509–516.
- [10] Koizumi, N., Yasu, K., Liu, A., Sugimoto, M. and Inami, M., Animated paper: A toolkit for building moving toys, *Computers in Entertainment (CIE)* 8, 2 (2011).
- [11] Lego. Lego Mindstorm. <http://mindstorms.lego.com/>
- [12] Marti, S. and Schmandt, C. Physical embodiments for mobile communication agents. In Proc. UIST '05, ACM (2005), 231–240.
- [13] Mori, Y. and Igarashi, T. Plushie: An Interactive Design System for Plush Toys. *ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 2007)*, vol.26, No.3, 45:1–8, San Diego, USA, August 2007.
- [14] Osawa, H., Ohmura, R. and Imai, M. Using Attachable Humanoid Parts for Realizing Imaginary Intention and Body Image, *International Journal of Social Robotics* 1, 1 (2009), 109–123.
- [15] Oschuetz, L., Wessolek, D. and Sattler, W. Constructing with movement: kinematics. In Proc. TEI '10, ACM (2010), 257–260.
- [16] Puppets in Education. <http://www.puppetsineducation.org/>
- [17] Raffle, H., Parkes, A. and Ishii, H. 2004. Topobo: A Constructive Assembly System with Kinetic Memory. In Proc. CHI '04, ACM (2004), 869–877.
- [18] Sekiguchi, D., Inami, M. and Tachi, S. RobotPHONE: RUI for Interpersonal Communication. In Ext. Abst. CHI '01, ACM (2001), 277–278.
- [19] Shimizu, N., Koizumi, N., Sugimoto, M., Nii, H., Sekiguchi, D., Inami, M. A Teddy-Bear-Based Robotic User Interface, *Computers in Entertainment (CIE)* 4, 3 (2006).
- [20] Sugiura, Y., Lee, C., Ogata, M., Withana, A., Makino, Y., Sakamoto, D., Inami, M. and Igarashi, T. PINOKY: a ring that animates your plush toys. In Proc. CHI '12, ACM, USA, 725–734.
- [21] Taal, S.R. and Sankai, Y., Exoskeletal Spine and Shoulders for Full Body Exoskeletons in Health Care, *Advances in Applied Science Research* 2, 6 (2011), 270–286.
- [22] Ueki, A., Kamata, M. and Inakage, M. Tabby: designing of coexisting entertainment content in everyday life by expanding the design of furniture. In Proc. ACE '07, ACM (2007), 72–78.
- [23] Wada, K. and Shibata, T. Social effects of robot therapy in a care house - change of social network of the residents for two months. In Proc. ICRA '07, IEEE (2007), 1250–1255.
- [24] Winnicott, D. Transitional objects and transitional phenomena - A Study of the First Not -Me Possession, *Int. J. Psychoanal.* 34, (1953), 89–97.
- [25] Yonezawa, T., Clarkson, B., Yasumura, M. and Mase, K. Context-aware sensor-doll as a music expression device. In Ext. Abst. CHI '01, ACM (2001), 307–308.
- [26] Yoshida, E., Murata, S., Kamimura, A., Tomita, K., Kurokawa, H. and Kokaji, S. A Motion Planning Method for a Self-Reconfigurable Modular Robot, In Proc. IROS '01, IEEE (2001), 590–597.
- [27] 石川達也, 長谷川晶一: 柔らかいぬいぐるみロボットの動作制御, 第 20 回エンタテインメントコンピューティング研究発表会, セッション EC19-13, 2011.
- [28] 杉浦裕太, リーカリス, 尾形正泰, 牧野泰才, 坂本大介, 稲見昌彦, 五十嵐健夫, PINOKY: ぬいぐるみを駆動するリ

ング型のデバイス，第19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 (WISS2011)，2011年12月。

[29] 第4回：避難者の心を癒すロボット「パロ」，Tech-On，日経BPネット (June 20, 2011).

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20110615/192583/>.

[30] プリテプリテ，<http://www.prete-prete.com/>

[31] プリ面ぐるみ，<http://purimen.jp/>

著者紹介

杉浦裕太 (正会員)

2013年日本学術振興会特別研究員(PD)。2014年慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科特任助教。2015年，国立研究開発法人産業技術総合研究所人間情報研究部門デジタルヒューマン研究グループ産総研特別研究員。2016年より慶應義塾大学理工学部情報工学科助教。情報処理学会 山下記念研究賞受賞。ヒューマンコンピュータインタラクションに関する研究に従事。

リーカリスト (非会員)

2012年慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科修士課程修了。修士(メディアデザイン学)。

尾形正泰 (非会員)

2016年慶應義塾大学大学院理工学研究科博士課程修了。博士(工学)。現在，国立研究開発法人産業技術総合研究所情報技術研究部門メディアインタラクション研究グループ研究員。VR学会学術奨励賞，Microsoft Research Asia Fellowship Award，ACM SIGCHI Best Paper Honorable Mention Award 受賞。身体性インタフェースに関する研究に従事。

ウィタナヌーシャ (非会員)

2014年慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科博士後期課程修了。博士(メディアデザイン学)。現在 SUTD Singapore University of Technology and Design 研究員。ハプティックインタフェースやヒューマンロボットコラボレーション，実世界指向インタフェースに関する研究に従事。ACM 会員。

坂本大介 (正会員)

2008年公立はこだて未来大学大学院システム情報科学研究科 博士(後期)課程修了。博士(システム情報科学)。国際電気通信基礎技術研究所(ATR)にてインターン，東京大学にて日本学術振興会 特別研究員 PD，JST ERATO 五十嵐デザインインタフェースブ

プロジェクト 研究員，東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻助教を経て，現在，同大学同研究科 特任講師。人とロボットを含む情報環境とのインタラクション設計に関する研究に従事。

牧野泰才 (正会員)

東京大学大学院新領域創成科学研究科複雑理工学専攻講師。2007年東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻博士課程修了。博士(情報理工学)。学術振興会特別研究員，特任研究員を経て，2009年より慶應義塾大学環境共生・安全システムデザイン教育研究センター特任助教。2012年同特任講師。2013年10月より，東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻講師。2014年4月より現職。触覚を中心としたヒューマンマシンインターフェースの研究に従事。

五十嵐健夫 (非会員)

東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻教授。2000年，東京大学大学院においてユーザインタフェースに関する研究により博士号(工学)取得。2002年3月に東京大学大学院情報理工学研究科講師就任，2005年8月より同助教授。IBM 科学賞，学術振興会賞，ACM SIGGRAPH Significant New Researcher Award，Karayanagi Prize in Computer Science 等受賞。ユーザインタフェース，特に，インタラクティブコンピュータグラフィクスに関する研究に取り組んでいる。

稲見昌彦 (正会員)

1999年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。東京大学助手，科学技術振興機構さきがけ研究者，マサチューセッツ工科大学コンピュータ科学・人工知能研究所客員科学者，電気通信大学教授，慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科教授などを経て，現在東京大学先端科学技術研究センター 教授。超人スポーツ協会共同代表。日本バーチャルリアリティ学会理事・評議員，情報処理学会エンターテインメントコンピューティティンク研究会主査，コンピュータエンターテインメント協会理事等を歴任。IEEE Virtual Reality Best Paper Award，米「TIME」誌 Coolest Inventions，文化庁メディア芸術祭優秀賞，文部科学大臣表彰若手科学者賞，日本 VR 学会論文賞など各賞受賞。