

実世界人形遊びを拡張する仮想ドールハウスとその評価

尾崎 保乃花^{1,a)} 的場 やすし² 椎尾 一郎^{1,2}

概要：ドールハウス遊びには、子供の創造力や社会性を育む効果が期待される。これをコンピュータ画面内の仮想世界に展開することで、人形動作、舞台設定の制約を取り除き、より魅力的な遊びの提供が可能となるが、一方で、実世界の人形遊びの利点は損なわれる。仮想ドールハウスを、実世界の人形遊びを拡張するよう設計することで、双方の利点を活かすことが可能となる。そこで我々は、実世界と仮想世界とを連続的に繋ぐ箱型インタフェース“GetToyIn”と、これを利用した仮想ドールハウスを実装し、予備調査を行ってきた。本稿では、仮想ドールハウスに対して2種類の評価実験を行ったので報告する。はじめに、成人への実験を通して、箱型インタフェースが実世界と仮想世界の連続性をより強く提示する効果を持つことを確認した。さらに、本システムで4~10歳の子供が遊ぶ様子を観察することで、子供らがデザインモデルを理解し、操作可能であることを確認した。

1. はじめに

人形を用いたごっこ遊びには、社会的役割の疑似体験による、問題解決能力、社会的言語能力の発達が期待される[2]。ミニチュア人形と小物を組み合わせ、日常生活を再現するドールハウス玩具は、ごっこ遊びによる成長を促す効果を持つと考えられる。しかし、ドールハウス玩具には、人形の挙動や提供可能な舞台設定に制約がある。子供は、動かない人形を自身の手で動かしてごっこ遊びを行わなければならない。筆者の一人は幼少期に、人形がドールハウス内で歩き、踊る、シルバニアファミリー^{*1}の商業フィルムによる演出を見て、もし実際の人形が同様に動くのであれば、素晴らしい遊びの体験に繋がるだろうと考えたものである。また、多彩な舞台設定を実現するためには、多くの部屋や小物を揃える必要がある。

こうした課題に対し、筆者らは、実世界と仮想世界を連続的に繋ぐ箱型インタフェース、“GetToyIn”と、これを用いた仮想ドールハウスシステムを構築し、インタフェースの有用性に関する予備調査を行った[14],[15]。本研究では、箱型インタフェースに対する評価実験を行い、本手法の扉機構が実世界と仮想世界の連続性をより強く提示する効果を持つことを確認した。また、開発した仮想ドール

ハウスで4~10歳の子供が遊ぶ様子を観察することで、子供らがデザインモデルを理解し、操作可能であることを確認した。

2. 関連研究

2.1 人形を用いた遊びの拡張

情報技術を利用して、人形を用いた遊びの可能性を広げる試みが行われている。Sugiuraらは、お気に入りの人形の手足などに取り付けることでそれらの一部を自動で動かすリング型デバイス“PINOKY”を開発し、より創造的なストーリーテリングやテレコミュニケーションを試みた[8]。また、ファービー^{*2}や、プーチ^{*3}など、人の動作に反応し自動で動く人形玩具が製品化されている。このように人形を自動化する取り組みは多数行われているが、その多くは、ドールハウス遊びに適さない大きなサイズの人形を対象としている。手のひらサイズの人形に関する研究として、東藤らは非接触給電を利用し、ドールハウスに置くだけで人形が自動で上下運動、振動、発光するシステムを提案した[12]。また筆者らも、Bluetooth通信する小型ロボット人形を用いたドールハウスシステムを開発している[13]。しかし手のひらサイズの人形は、サイズの制約上、機構の取り付けが難しく、実現可能な動作が限られている。

また、人形が置かれる環境に仕掛けを施し遊びの可能性を拡張する研究も行われている。Hinskeらは、RFIDタグを取り付けた人形や小物を用いて子供のための拡張玩具環境を実装し、設計のガイドラインを示した[4]。Freedらは、

¹ お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース

Ochanomizu University, Bunkyo, Tokyo 112-0012, Japan

² お茶の水女子大学 理学部 情報科学科

Ochanomizu University, Bunkyo, Tokyo 112-0012, Japan

^{a)} g1220512@is.ocha.ac.jp

^{*1} ドールハウス製品の一つ。 <http://sylvanian-families.jp/>

^{*2} <http://www.takaratomy.co.jp/products/furby/>

^{*3} <http://www.segatoys.co.jp/poochi/>

電話やメールなど遠隔地との通信手段となる機能をドールハウスに組み込むことで、人形を介した子供同士の遠隔コミュニケーション手法を提案した [3]。また、Avrahamiらは、実物体とタブレット PC を組み合わせたシステムの提案の中で、人形の位置や向きを検出しタブレット PC の表示を変化させ、人形の食事シーンなどを表現する手法を実現している [1]。さらに、ドールハウスと CG の連携に関して、渡辺らは、実世界の環境の変化をセンサで検出し、CG ドールハウスに反映させる手法を提案している [11]。本研究では、人形が実世界と仮想世界とを往来するシステムを提供することで、遊び空間を仮想世界に拡張する。

2.2 拡張現実インタラクション

拡張現実を用いたインタラクションにおいては、実物体を仮想世界に入れる [5]、逆に仮想オブジェクトを実世界に取り出す [7] かのような操作方法を提供することで、実世界と仮想世界を円滑に連携させる仕組みが古くから提案されている。伊豫田らは、伸縮性のあるのれん状スクリーンを開発し、実物体の野球ボールを画面正面から CG 世界に投げ込むインタラクションを実現した [9]。また、Robertらは、ブロック型可動式ロボットと自動開閉扉を製作し、スクリーン投影される CG キャラクターとロボットとの同一性をユーザに与えるシステムを提案した [6]。本研究では一般的なディスプレイを使用し、その脇に箱型装置を設置することで、CG 世界の一部を隠すことなく実世界と仮想世界とを連続的に繋ぐ手法を提案する。

ゲーム市場においては、実世界の人形に RFID タグを取り付け、これを読み取ることで対応した CG キャラクターが画面内に登場する仕組みの商品が多く発売されている。例として、スカイランダーズ*4、amiibo*5などがあり、これらは“Toys to Life”とも呼ばれている。しかし、これらの商品において、人形はゲーム内出現イベントを発生させる単なるトリガーであり、実人形がゲーム内に入出入りする仕掛けは提供されていない。仮想世界に CG キャラクターが出現した後も、実人形は機器の上に放置されたまま存在している。そこで本研究では、実世界の人形を画面横の箱に入れて隠す・箱から取り出す手法により、一つの人形が実世界と仮想世界とを往来するシステムの提供を目指す。

3. GetToyIn

本節では、これまでに筆者らが提案・実装したシステム“GetToyIn” [14], [15] について説明する。“GetToyIn”は、人形が実世界と仮想世界を往来しているかのように感じさせることで、2つの世界を連続的に繋ぐ箱型インタフェースである。図1に本装置を用いて試作したドールハウスシステムを示す。コンピュータ画面内にはCGによる仮想



図1 システムの使用例。

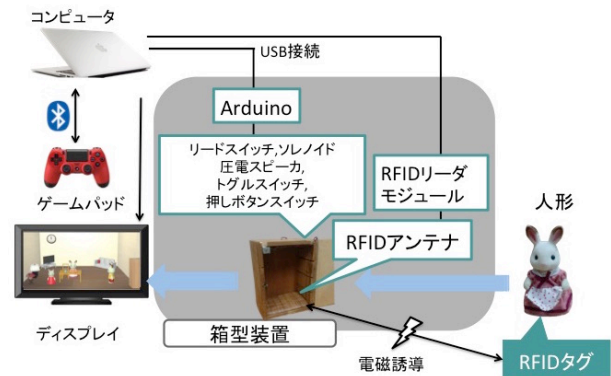


図2 システムの構成。

ドールハウスが描画され、ユーザは、実世界ドールハウスの制約に縛られない多様な世界で遊ぶことが可能である。

本システムでは、従来のドールハウス遊びをCGで完全に置き換えるのではなく、実世界におけるドールハウス遊びの舞台を、仮想世界に拡張することを目指した。そこで、図1に示すように、画面の縁に接する位置に箱型装置“GetToyIn”（以下、箱）を設置した。箱の正面には開き戸があり、箱の中を遮蔽している。また、箱の一部は画面内にもCGにより描画されており、実世界の箱が仮想世界に繋がっているかのような効果を演出している。実世界の人形を仮想世界に入れるためには、ユーザは扉を開けて箱の中に人形を入れ、扉を閉める。すると、画面内にCGで描画された扉が開き、ここからCGキャラクターの人形が歩み出る。実際には人形は箱の中に存在するが、扉により隠されユーザには認知できないため、人形が箱から画面内に移動したかのような錯覚を与える。また、複数の人形を箱に入れると、それぞれに対応したCGキャラクターが連なって現れる。人形と小物を箱に入れると、小物を持ったCGキャラクターが現れる。CG画面から人形を取り出すためには、ユーザは呼び鈴スイッチを押す。チャイムが鳴るとCGキャラクターは、CGの扉に向かって歩き、中に入る。CGの扉が閉まり、CGキャラクターが画面から見えなくなると、そのタイミングで実世界の箱の扉が自動的に開く。箱の中には、先程入れた人形が入っているだけだが、ユーザには仮想世界から人形が現れたかのような錯覚を与える。

システム構成を図2に示す。本システムはコンピュータ

*4 <http://www.jp.square-enix.com/skylanders/>

*5 <https://www.nintendo.co.jp/hardware/amiibo/>

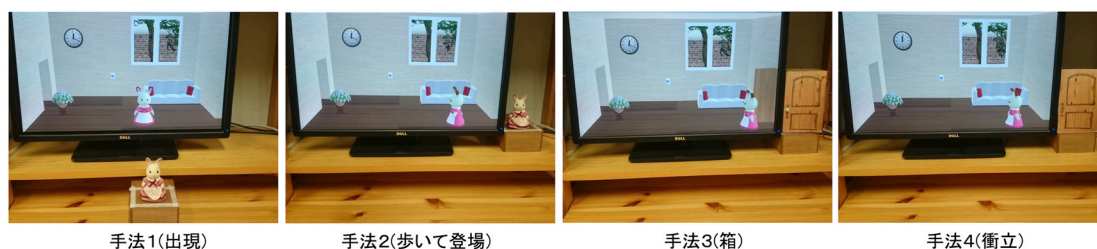


図 3 4種類のインタラクション手法。

(以下 PC)*⁶, 24 インチ液晶ディスプレイ (1920 × 1200 画素), Bluetooth 接続ゲームパッド*⁷, 人形を入れる箱型装置 (H 16.5 cm, W 10.5 cm, D 6.8 cm) から構成される。箱型装置には、リードスイッチ、プッシュ型ソレノイド*⁸, 圧電スピーカ, トグルスイッチ, 押しボタンスイッチを設置した。これらは Arduino UNO で制御されている。また, RFID アンテナとリーダモジュール*⁹ を設置した。Arduino UNO と RFID リーダモジュールは PC に USB 接続され, それぞれシリアル通信を行っている。

仮想ドールハウスの構築には Unity を使用した。CG キャラクターのモデリングには Blender を用い, 実際の人形と同形の 3D オブジェクトを作成した。

4. インタフェースの評価

家庭用ゲーム機の “Toys to Life” 製品では, 人形を RFID リーダ内蔵の台に乗せることで仮想世界に CG キャラクターを出現させる手法が採用されている。これに対して, “GetToyIn” は, 箱の扉の開閉により人形を隠す機構と, 画面の縁から CG キャラクターが歩いて登場するアニメーションの二つを加えることで, 実世界と仮想世界とが連続的に繋がっているかのような効果を提示する。人形を隠す箱型装置には, 単純な RFID リーダ内蔵の台に比べて設置や位置調整のコストが必要である。一方従来方式においても, 歩いて登場するアニメーションや, 人形を遮蔽する衝立などの追加により, 実世界との繋がりを安価に強化できる可能性がある。そこで, 従来方式と比較して, 本方式がユーザに対して連続性や没入感をより強く与えることを確認するために, 成人を対象とした評価実験を行った。

4.1 既存手法との比較

“GetToyIn” を, 人形をリーダに乗せる既存手法と比較することを目的に評価実験を実施した。本実験では, 12 名の被験者 (男性 6 名, 女性 6 名, 年齢 21–27 歳, 標準偏差 1.59) が, (1) リーダに人形に乗せる既存の方式, (2) 既存の方式に歩いて登場するアニメーションのみを付加した方

式, (3) 箱型装置で人形を隠す方式, を使用し評価した。

手法 1 (出現) 被験者が, 画面の手前に置かれた台 (H 5.6cm) に人形を乗せると, その人形に対応した CG キャラクターが画面中央に瞬時に出現する。呼び鈴スイッチを押すとチャイムの音が再生され, CG キャラクターは画面から瞬時に消失する。

手法 2 (歩いて登場) 手法 1 と同一の台を画面右隣に設置する。被験者がこの台に人形を乗せると, 人形に対応した CG キャラクターが, 台に隣接した画面の右端から画面中央に向かって歩いて登場する。呼び鈴スイッチを押すとチャイムの音が再生され, CG キャラクターは画面右端へ向かって歩き出し, フレームアウトする。

手法 3 (箱) 提案システム “GetToyIn” を用いた手法である。手法 1, 2 と等しい高さの台を画面右隣に置き, その上に扉付きの箱を設置する。被験者が人形を箱の中に入れ扉を閉じると, 画面内の右端にある CG 扉が開き, 人形に対応した CG キャラクターが画面中央へ向かって歩いて登場する。呼び鈴スイッチを押すとチャイムの音が再生され, CG キャラクターは画面右端へ向かって歩き出し, CG 扉が開くとその中に入る。CG 扉が閉まり, CG キャラクターが見えなくなった直後に, 実物の箱の扉が自動で開く。

手法 1, 2, 3 をそれぞれ図 3 に示す。手法 1, 2 については, 実験実施者がシステム操作を担当する Wizard of Oz 方式を実施した。被験者を 2 名ずつの 6 グループに分け, それぞれに異なる順序で 3 手法を体験してもらい, カウンターバランスをとった。

12 名の被験者は, 机の前に着席すると, 実験実施者から上記 3 種類の手法のうち, 1 つに関する操作の説明を受けた。次に, 3 体用意した人形から好きな人形を次々に選択し, 指示された手法を 3 回体験した。続いて, 第 2, 第 3 の手法の説明を受け, 同様に 3 回の体験をした。操作に関する説明と装置の配置作業の他には休憩を挟まず, 連続して実験を行った。9 回の体験を終えた後, 被験者に, 人形が画面の中に入ってきたかのように感じられた程度が強い順に 3 手法を並べ替えた上で, 重複なく 7 段階リッカート尺度 (1:感じられなかった, 7:感じられた) に当てはめてもらった。実験の所要時間は各被験者に対し 10 分程度だった。

3 手法の評価の平均は, 図 4 に示す通り, 3.7, 4.3, 6.6 で

*⁶ MacBook Air, 1.6 GHz Intel Core i5, OS X 10.11.6

*⁷ CUH-ZCT2J

*⁸ ZHO-0420S-05A4.5 (5V)

*⁹ タカヤ株式会社 TR3-A302 および TR3-C202

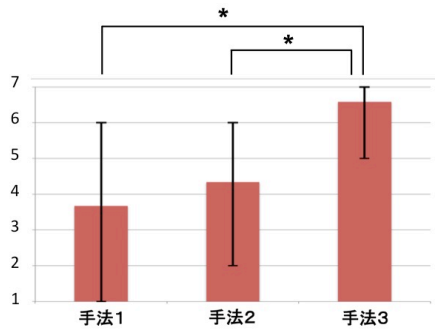


図4 3手法に対する評価の平均 (*: $p < 0.05$). エラーバーは最大, 最小値を表す.

あった。それぞれについて分散分析を行ったところ、有意な差が確認された ($F(2, 33) = 23.2, p < 0.005$)。さらに、Ryan 法で多重比較を行った。

- 手法 1,3 間 ($t(11) = 6.50, p < 0.05$)
- 手法 2,3 間 ($t(11) = 5.01, p < 0.05$)

よって、手法 1,3 および手法 2,3 の間に有意な差が認められた。全ての被験者が手法 3 を最も高く評価し、12 名中 11 名が 6 以上の評価をつけた。その理由を口頭で質問したところ、9 名の被験者から、“実世界の人形を隠すことにより、仮想世界の中に実際に人形が入ってきたかのように感じた”という意見があがった。また、手法 1, 2 間には、有意な差が認められなかった。

以上より、提案手法は、既存の手法や既存の方式に歩くアニメーションを追加する手法と比較し、より高い連続性や没入感を提示することを確認した。

4.2 衝立と扉の比較

前節の実験アンケート結果において、“実世界の人形を隠すことで、仮想世界に入ってきたかのように感じた”という意見が多くあがった。人形を隠すだけであれば、リーダの前に衝立を置くことで安価に実現できる。筆者らは、連続性や没入感を演出するにおいて、ユーザ操作で閉扉し、自動で開扉する機構が重要な役割を果たしていると考えている。そこで、リーダの前に衝立を置く方式と、扉を使用した本方式の比較実験を行った。

本実験で比較を行った 2 つの手法について述べる。1 つ目は、扉を用いた “GetToyIn” の本方式であり、前述の実験における手法 3 である (以下、同様に手法 3 と呼ぶ)。2 つ目は、前述の実験で使用した台 (H 5.6cm) の手前に衝立を設置し、衝立の奥に、手で人形を置くことで、実世界の人形を隠す手法である (以下、手法 4 と呼ぶ)。手法 4 の条件は、衝立の有無を除き、手法 2 と同等である。衝立のサイズ、デザインは、手法 3 で使用した扉に等しい。手法 3, 4 を図 3 に示す。前章と同じ被験者に対し、同様の手順で 2 手法を体験してもらった。本実験においてもカウンターバランスをとった。全ての体験終了後、被験者に対し、よ

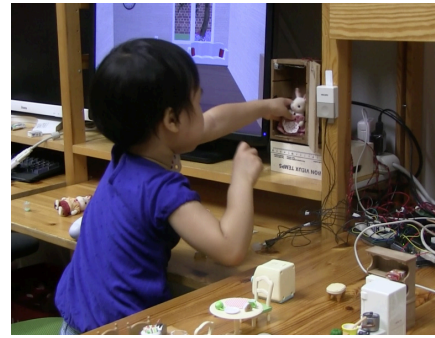


図5 評価実験において、本システムを体験する女兒の様子。

り人形が画面の中に入ってきたかのように感じられたのはどちらの手法かという二択のアンケートを行った。

全ての被験者が、より人形が画面の中に入ってきたかのように感じられたのは手法 3 であると回答した。その理由について尋ねたところ、6 名の被験者が、自動で開扉する機構により人形が自身で実世界に戻ってきたという感覚を得たという意見をあげた。さらにこの機構について、4 名の被験者は、人形を取り出すタイミングが明確になったと述べた。これは、人形が仮想世界から実世界に帰ってくる事象を明確に感じた結果と考えられる。また、衝立を使用した場合、握っている人形を手放す前に仮想世界に CG キャラクターが現れ、不自然に感じる場合があったとの意見もあがった。また、5 名の被験者から、CG 扉の開閉と実世界の扉の開閉の連動に効果を感じたという意見があがった。以上の結果より、単に人形を隠す手法に比べて、扉の開閉により人形を隠す本手法は、連続性や没入感をより強く提示することが示された。

5. 子供による実証実験

実世界と仮想世界とを “GetToyIn” で繋いだドールハウス遊びを子供に体験してもらい、その様子を観察した (図 5)。本観察実験の目的は、子供が “GetToyIn” のデザインモデルを理解し、操作することが可能かを確認することである。ドールハウス玩具の対象ユーザを想定し、4 名の女兒に被験者 (以下 A, B, C, D とする) として参加してもらった。被験者の年齢は 4 歳 (A, D)、5 歳 (B)、10 歳 (C) である。実験前にドールハウスを所持しているか否かのアンケートを子供の保護者に行った。被験者 A, D はドールハウスを所持しておらず、B, C はドールハウス (シルバニアファミリー) を所持していた。被験者 A, D は 1 名ずつ本実験に参加した。被験者 B, C は姉妹であり、日頃から共にドールハウス遊びを行っていたため、本実験においても 2 名同時に参加した。

5.1 実験手順

はじめに、ドールハウス遊びに慣れるため、被験者にシルバニアファミリー製品を与え、10 分間自由に遊んでも

らった。その後、遊び空間を仮想ドールハウスに広げた環境で、人形遊びを30分間程度体験してもらい、その様子を観察した。遊びの中で、以下の操作を体験するよう促した。

- 人形を1体選び、箱に入れ、扉を閉めることで、画面内の仮想ドールハウスにCGキャラクタを登場させる
- 箱に人形と共に小物を入れることで、CGキャラクタと共に画面内の仮想ドールハウスへ小物を登場させる
- 箱に複数の人形を入れることで、画面内の仮想ドールハウスへ、同時に複数のCGキャラクタを登場させる
- ゲームパッドを用いCGキャラクタを移動させる
- 扉のロックによりCGキャラクタをジャンプさせる
- 呼び鈴スイッチを押し、仮想ドールハウスからCGキャラクタを退場させ、箱から人形を取り出す

5.2 観察結果

前述した各操作に関して、被験者ごとの観察結果を記す。

人形を箱に入れる 被験者A, Bは、人形を箱に入れ、扉を閉めた後、画面内に現れたCGキャラクタを指差し追いかけた。また、扉を閉める際に、被験者Aは「ばいばい」、被験者Dは「いってらっしゃい」と複数回にわたり人形に話しかけていた。

人形と小物を箱に入れる 全ての被験者が、仮想世界に人形と共に小物を入れることに強く関心を持った様子であった。特に被験者B, C, Dは、タグが貼付されていない小物も箱に入れることを試みた。被験者Dは、人形と共に三輪車を入れることで、人形が三輪車に乗った状態で登場するのではないかと考えたようだった。

複数体の人形を箱に入れる 本実験を共に体験した被験者B, Cは、2人それぞれが人形を1体ずつ選び、共に箱に入れ、2つのCGキャラクタを登場させた。

ゲームパッドで人形を操作する 被験者B, Cは、ゲームパッドを用いて仮想世界のCGキャラクタを操作することに関心を持った様子であった。彼女らは日常的にシルバニアファミリーに触れており、慣れ親しんだキャラクタを仮想世界で動かすことに新鮮味を感じたようである。一方、ゲームパッドに触れた経験が無い被験者Aは、使用方法を理解することができず、CGキャラクタを操作することに興味を持たなかった。

ロックをする 被験者Dに関して、繰り返し扉をロックしCGキャラクタをジャンプさせる行動が観察された。実物体を用いて仮想世界へ働きかける仕組みが、子供の興味を引きつけたと考えられる。

人形を箱から出す 被験者Dは、扉が自動で開いた瞬間に「(人形が) 帰ってきた」「おかえりなさい」と人形に呼びかけていた。一方、被験者B, Cは、CGキャラクタが画面からフレームアウトし、扉が自動で開くまで待ちきれない様子であった。

人形を箱に出し入れする際の被験者A, Bの指差し行動

や、被験者A, Dの発言などから、被験者らは、仮想ドールハウスに出現したCGキャラクタと箱に入れた実物体の人形が同一のものであると認識したと考えられる。また、全ての被験者は箱を経由した仮想世界への人形の出し入れを理解し、容易に操作することが可能であった。以上の実験結果より、子供が“GetToyIn”のデザインモデルを理解し、操作することが可能であることを確認した。

5.3 保護者へのヒヤリング

最後に、本システムに関して、被験者の保護者にヒヤリングを行った。ヒヤリングは、被験者Aは父親、被験者B, Cは母親、被験者Dは父親と母親を対象に実施した。全ての保護者が、実世界のドールハウスを仮想世界に完全に置き換えるのではなく、それらを繋げ、双方の世界で遊ぶという手法に共感を示した。被験者Dの母親からは、子供にCGゲームを与えることには抵抗を感じるが、実世界のドールハウスと組み合わせた仮想ドールハウスであれば抵抗が少ないという意見があがった。

また、どのようなアプリケーションがあれば使用したいかに関して質問をしたところ、全ての被験者の保護者から、自分の人形を仮想世界に入れることで、離れた場所にいる友人とCGキャラクタを通して交流ができるのではないかという意見が出た。被験者B, Cの母親は、子供と共に友人の家に人形や小物を持ち寄り、ドールハウス遊びを行う機会が多いが、人形や小物の運搬を繰り返すことは、移動の負担が大きく、また、小物の混同や紛失に繋がるという問題があると発言した。また、被験者Dの母親は、兄弟のいない子供は、他人とドールハウス遊びを行う機会が少ないため、CGキャラクタを用いることで、その機会を増やすことが可能となるのではないかという意見をあげた。

最後に、本システムを用いた仮想ドールハウスシステムが存在した場合、子供に与えてみたいと思うかに関して質問を行ったところ、全ての被験者の保護者が、「与えてみたい」と回答した。その理由として、被験者Bの母親からは、実世界のドールハウスは小物の収納にスペースをとり、また、紛失も多いため、一部を仮想世界に置き換えることで片付けが楽になるという意見が出た。さらに、被験者Aの父親からは、実世界では実現不可能な動作をCGキャラクタに行わせることができれば面白い、という意見が出た。

5.4 ユーザ評価に基づく改良案

今回の実装では、CGキャラクタの移動手法として一般的なゲームパッドを採用した。しかし実験を通し、操作方法を理解できない様子が観察された子供も存在した。そこで、より直接的な操作方法を実現するため、タッチパネルモニターやLeap Motionを用いた試作を進めている。さらに、実世界の人形を用いて、仮想世界のCGキャラクタとインタラクションする仕掛けについても検討中である。全

ての被験者において、箱を経由した仮想世界への人形の出し入れを容易に行う様子が観察されたが、箱に入りきらないほど多くの人形や小物を入れようとする、人形を座った形のまま箱に入れようとするなどの行為により、貼付されたRFIDタグとリーダーの距離が離れてしまい、検出精度が低下する事態が生じた。こうした事態を想定した実装を行い、検出性能を改良する必要がある。

一部の子供において、呼び鈴スイッチを押してから自動開扉するまでの時間を待ちきれない様子が観察された。現在の実装では、CG扉から遠い位置にCGキャラクターがいる場合に、CG扉への到達時間が長くなる傾向があるため、アニメーションを工夫しこれを改善したい。また、仮想世界にCGキャラクターが存在するにも関わらず、呼び鈴スイッチを押さずに突然扉を開けてしまう行動も観察された。実世界と仮想世界の双方に人形が存在する事態を防ぐため、現時点では、手で開扉した場合、瞬時にCGキャラクターをその場で消失させているが、CGキャラクターが急いで箱に戻るなど、より自然な演出を検討している。

ヒヤリングにおいて、全ての被験者の保護者から、本システムを、離れた場所にいる友人との交流に利用したいとの提案があった。今後、仮想ドールハウス空間を遠隔地にいる友人と共有することで、コミュニケーションツールとしての展開も検討したい。使い慣れた人形を仮想世界に出現させることで、遠隔地の友人とのドールハウス遊びが可能になる。これはドールハウス遊びの可能性を広げ、対人コミュニケーションスキルを伸ばすツールにもなるだろう。さらに、実験を通し、扉の開閉は4歳の子供でも容易に行えることが確認された。箱の扉を開けると、遠隔地の友人が所持する箱の扉も連動して開くなどの仕組みにより、[10]のように、ミニチュア扉の開閉を利用した遠隔地コミュニケーションも実現可能と考えられる。

6. まとめと今後の予定

我々は、人形が実世界と仮想世界間を移動しているかのように感じさせることで、2つの世界を連続的に繋ぐ箱型インタフェース“GetToyIn”を実装し、予備調査を行ってきた。これに加えて本稿では、2種類の評価を行った。はじめに、成人への実験を通して、本手法の扉機構が実世界と仮想世界の連続性をより強く提示する効果を持つことを確認した。さらに、4~10歳の子供に対し、本システムを用いて実世界と仮想世界を組み合わせたドールハウス遊びを体験してもらった。被験者の様子を観察することで、子供らがデザインモデルを理解し、操作可能であることを確認した。今後は、2つの世界をより自然に繋げたドールハウス遊びの提案に向け、仮想世界への働きかけの機構を拡充したいと考えている。そのために、現在実装している、扉のロックや呼び鈴スイッチに加え、仮想世界への入り口を利用した新たなインタラクションを実装したい。また、

ゲームパッドで行っている現行のCGキャラクタ操作に代わる、直接的な操作方式の導入を検討している。さらに、子供が遊ぶ様子の観察を通して、実世界人形遊びを本システムが拡張することを検証予定である。

参考文献

- [1] Avrahami, D., Wobbrock, J. O. and Izadi, S.: Portico: Tangible Interaction on and around a Tablet, In *Proc. of UIST '11*, ACM, pp. 347–356 (2011).
- [2] Bergen, D.: The Role of Pretend Play in Children’s Cognitive Development, *Early Childhood Research & Practice*, Vol. 4, No. 1, pp. 1–8 (2002).
- [3] Freed, N., Burleson, W., Raffle, H., Ballagas, R. and Newman, N.: User Interfaces for Tangible Characters: Can Children Connect Remotely through Toy Perspectives?, In *Proc. of IDC '10*, ACM, pp. 69–78 (2010).
- [4] Hinske, S., Langheinrich, M. and Lampe, M.: Towards guidelines for designing augmented toy environments, In *Proc. of DIS '08*, ACM, pp. 78–87 (2008).
- [5] Rekimoto, J. and Saitoh, M.: Augmented surfaces: a spatially continuous work space for hybrid computing environments, In *Proc. of CHI '99*, ACM, pp. 378–385 (1999).
- [6] Robert, D. and Breazeal, C.: Blended reality characters, In *Proc. of HRI '12*, pp. 359–366 (2012).
- [7] Siio, I. and Mima, Y.: IconStickers: Converting Computer Icons into Real Paper Icons, In *Proc. of HCI International '99*, 4, Vol. 1, pp. 271–275 (1999).
- [8] 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. of CHI '12*, ACM, pp. 725–734 (2012).
- [9] 伊豫田旭彦, 木村秀敬, 武井悟, 垣内祥史, 杜曉冬, 藤井宗太郎, 益田義浩, 柊野大輔, 宮田一乘: 加速度センサとのれん状スクリーンを用いたピッチングVRアプリケーション, *芸術科学会論文誌*, Vol. 5, No. 2, pp. 33–44 (2006).
- [10] 川口一画, 遠藤優, 葛岡英明: Next Room: 扉型インタフェースを用いた遠隔コミュニケーション支援システムの提案, *インタラクション2016*, pp. 744–745 (2016).
- [11] 渡辺柚佳子, 榎村健人, 岡田佳子, 大澤博隆, 菅谷みどり: 橙色の屋根のお家: 発達障害を持つ子ども向けのデジタルプレイセラピーの提案, *研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)*, Vol. 45, No. 24, pp. 1–8 (2015).
- [12] 東藤絵美, 吉池俊貴, 馬場哲晃, 串山久美子: 非接触給電を用いたドールハウス型人形玩具の提案, *インタラクション2013*, pp. 380–381 (2013).
- [13] 尾崎保乃花, 椎尾一郎: コンピュータ強化されたドールハウスの提案と実装, *情報処理学会第79回全国大会講演論文集*, pp. 4–259–4–260 (2017).
- [14] 尾崎保乃花, 的場やすし, 椎尾一郎: GetToyIn: 仮想ドールハウスのための実世界インタフェース, *研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)*, Vol. 174, No. 2, pp. 1–8 (2017).
- [15] 尾崎保乃花, 的場やすし, 椎尾一郎: 実世界人形遊びを拡張する仮想ドールハウス, *第25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 (WISS2017)*, デモ発表 (2017).