

GetToyIn : 仮想ドールハウスのための実世界インタフェース

尾崎 保乃花^{1,a)} 的場 やすし² 椎尾 一郎^{1,2}

概要: 人形を使った遊びは、創造力や社会性の取得が期待される大切な成長プロセスである。子供は、“会話する”、“歩く”、“遊ぶ”、“食べる”、“寝る”などの行動を人形に行わせることで想像上の物語を展開している。このような人形遊びに魅力的な舞台・小道具を提供するために、玩具メーカーは多数のドールハウス製品群を販売している。我々は、実世界の人形に対応したCGキャラクターがコンピュータ画面内の世界に登場する、仮想ドールハウスを開発することで、物理的なドールハウスでは困難な多彩な舞台設定とアニメーションを仮想空間内で提供し、遊びの可能性を広げることが可能になると考えた。また、このような仮想ドールハウスでは、実世界と仮想世界の人形の同一性をユーザに実感させることが重要と考えた。そこで、人形をCG世界に“出し入れ”するインタフェースを特徴とした仮想ドールハウス、GetToyInを実装した。本システムは、コンピュータディスプレイ脇に設置したドア付きの小箱に、ユーザがRFIDタグ付き人形を入れる(get toy inする)と、ドアが閉まり人形を隠し、画面の中にCGキャラクターが登場する。仮想世界に入った人形を実世界へ取り出す際は、呼び鈴操作により、小箱のドアが開く。このインタフェースを被験者に体験してもらい、人形が同一であることの実感を誘発する効果と有用性を確認した。

キーワード: ドールハウス, 人形遊び, 拡張現実, タンジブル

How do I GetToyIn? : a real-world interface for AR dollhouse

OZAKI HONOKA^{1,a)} MATOBA YASUSHI² SHIO ITIRO^{1,2}

1. はじめに

おもちゃを用いた遊戯は幼少期の子供にとって欠かせない行為であり、これは子供の心身の成長に対し重要な役割を果たす。ミニチュアサイズの人形を動かしながら、想像上の物語を展開して遊ぶドールハウス遊びは、古くから女子を中心に人気を博しており、シルバニアファミリー^{*1}を始めとする多くの商品が発売されている。川島の学術指導のもとエポック社が行った調査^{*2}によると、幼少期にシル

バニアファミリーを用いて遊ぶことが、情緒性やコミュニケーション能力の成長に繋がると報告されている。また、Bergen[1]は、人形を用いたごっこ遊びを通して社会的役割を疑似体験することは、問題解決能力、社会的言語能力の発達に関与すると述べており、幼少期にそのための時間を積極的に確保するべきだとしている。

一方、ドールハウス玩具は実物体であるため、提供可能な舞台設定に制約がある。例えば、リビング、キッチン、子供部屋、ベランダなど、多様な空間におけるロールプレイングを展開する場合、多くのミニチュア家具を集める必要がある。家具が増えれば、さらに大きなドールハウスを購入しなければならない。さらには、様々な間取り・様式・文化の家や、屋外の場面を一つのドールハウスで実現することは困難である。ドールハウスが現実世界をリアルに再現したミニチュアであることが、子供の想像力に制約を課

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

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} <http://sylvanian-families.jp/>

^{*2} http://epoch.jp/img/top/bnr/110613_release_families.pdf

す可能性も考えられる。また、ドールハウス遊び・人形遊びでは、子供は手で人形を動かしてロールプレイングをする。筆者の一人は、シルバニアファミリーの人形が、ドールハウス内を歩き、会話し、踊る古いコマーシャルフィルムを子供の頃に見て、もし実際の人形が同様に動くならば、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。筆者らは、子供が期待するようにドールハウスの人形が自動で動くことで、魅力的なドールハウス遊びが実現可能だと考え、小型ロボット人形を使ったドールハウスシステムの試作を行った [2]。しかしながら実現できた動きは車輪による移動と両手の上下運動だけであった。飲食、物の運搬、睡眠などのシーンをリアルに再現することは困難である。

本研究では、これらの問題の解決策として、コンピュータディスプレイ内に 3 次元コンピュータグラフィックス (以下 CG) によるドールハウスを構築し、ここに人形の 3D オブジェクトを表示する仮想ドールハウスシステムを提案する。CG で実現することにより、舞台設定に制約は無く、子供の想像する全ての世界に対応することが可能だ。物理的なミニチュアと異なり、場所をとらず、多くの家具を購入する必要もないため、多数の仮想世界を用意したとしても、小物の収納や、片付けの手間もない。さらに、人形や小物に対してリアルなアニメーションを割り当てることも可能である。子供が創造する物語にリアルで魅力的な世界を提供する仮想ドールハウスは、ドールハウス遊びの可能性を広げるだろう。

一方で、実際の人形を用い、現実世界で行う従来のドールハウス遊びも、子供にとって重要な遊びである。実際の人形は、CG 世界のキャラクタには無い存在感があり、手で自在に動かせる人形は操作が容易である。さらに、舞台設定や動きを想像力で補い遊びの創造性を高める効果も期待される。そこで、これまで子供が行ってきた従来の遊びを CG で置き換えるのではなく、実世界の遊びと仮想世界のドールハウスを組み合わせることとした。子供が手に持つ人形が、現実・仮想世界間を移動するかのようなインタフェースを用意し、CG の中で、現実では実現することが難しい舞台設定や、リアルな人形動作を提供する。

実世界の人形に無線タグを取り付け、これを読み取ることで CG キャラクタを仮想世界に出現させる仕組みは多数実装されている。例えばスカイランダーズ*3は、NFC 機能を内蔵した人形を機器に乗せることで、3D キャラクタがディスプレイ内に表示される仕組みのアクションゲームである。しかしこの実施例では、人形は出現イベントを発生させるトリガーであり、仮想世界にキャラクタが出現した後も、機器の上に存在したままの状態である。一つの人形が実世界と仮想世界とを往来するユーザモデルを提供してい

ない。

そこで本研究では、現実・仮想の双方の世界の利点を生かし、ドールハウス遊び・人形遊びの可能性を広げることを目的に、仮想ドールハウス “GetToyIn” を開発した。本システムは、人形が実世界と仮想世界を行き来しているかのように遊び手に感じさせることが特徴である。このために、コンピュータディスプレイ脇に仮想世界への入り口となる箱型装置を設置した。ユーザが、RFID タグ付き人形を箱に入れ (get toy in し)、箱の扉を閉め人形を隠すと、画面の中に CG の人形が登場する。さらに、本インタフェースを被験者に体験してもらい、双方の世界の人形が同一の物である感覚を誘発する効果を確認した。

2. 関連研究

2.1 人形を用いた遊びの拡張

情報技術に関連する様々な手法を利用して、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 [3] は、人形の手足などに取り付けることでお気に入りの人形の一部を自動で動かすことが可能となるリング型デバイス “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行うことを試みた。また、ファービー*4や、プーチ*5など、人の動作に反応して自動で動く人形玩具が度々ブームを巻き起こし、商業的成功を収めている。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、その多くがやや大きめの人形を対象としたものである。手のひらサイズの人形は、サイズの制約上、機械の取り付け、内部設置などが難しい。

また、ドールハウス自体に仕掛けを施し、遊びの可能性を拡張する研究も行われている。Freed ら [4] は、ドールハウスに電話やメールなど、遠隔地との通信手段となる機能を組み込むことで、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。さらに、人が人形を動かす動作を他のデバイスと連携させる研究も行われている。Avrahami ら [5] は、タンジブルな物体とタブレットとの組み合わせ手法の提案の中で、人形を用いたインタラクションについて言及しており、食べ物や水などの画面表示と人形の動きとをリンクさせることで食事シーンを再現するなど、人形とタブレットを融合させた新しい遊び方を提案している。人形自体は動かず、また、デバイスによる表現は平面的ではあるが、モニターという限られた空間を活用し、人形を用いた遊びの可能性を拡張している。

2.2 拡張現実を用いたインタラクション

拡張現実を用いたインタラクションにおいては、PC 画面に実オブジェクトを取り込む、PC 画面から仮想オブジェクトを取り出すなどの手法が古くから試みられてい

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

*4 <http://www.takaratomy.co.jp/products/furby/>

*5 <http://www.segatoys.co.jp/poochi/>

る。Rekimoto ら [6] は、テーブルや壁を PC の延長と見立て、PC 画面に対しオブジェクトの出し入れを行うことで、実世界と仮想世界をリンクさせ、デジタルデータを共有する仕組みを提案した。Siio ら [7] は、PC 画面内のアイコンを紙のアイコンとしてコンピュータ画面から取り出し実世界に配置する手法を用い、PC 画面から実オブジェクトを取り出す仕組みを提案した。本研究では、実世界の人形をディスプレイ横の箱に入れて隠す・箱から取り出す手法的な手法により、実世界と仮想世界の人形が同一であると強く感じさせる手法を提案する。

3. GetToyIn

“GetToyIn” は、人形が実世界と仮想世界を行き来しているかのように感じさせるインタフェースを特徴とする仮想ドールハウスシステムである。

図 1 に本システムの使用例を示す。コンピュータ画面内には CG による世界が描画され、ユーザは、従来のドールハウス玩具の制約に縛られない多様な世界で遊ぶことが可能となる。また、ユーザが実世界から送り込んだ人形は、画面内に CG キャラクタとして現れ、生き生きとアニメーションする。これによりドールハウスの可能性を拡張し、魅力的な遊び体験の提供を目指している。

本システムは、従来のドールハウス遊びを CG で置き換



図 1 システムの使用例

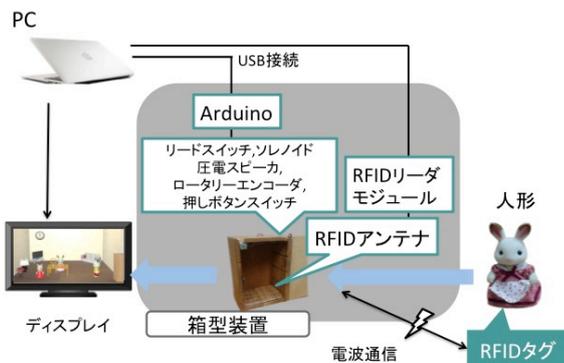


図 2 システムの構成

えるものではなく、実世界におけるドールハウス遊びの舞台を、仮想の世界に拡張するものである。そのため、実世界での人形が CG の世界に自然に出入りする効果が得られるようインタフェースを工夫した。図 1 に示すように、画面の縁に接する形で箱型装置 (以下、箱) を設置している。箱の正面には開き戸があり、箱の中を隠蔽している。また、箱の一部は CG 画面中にも描画されており、現実世界の箱が仮想世界につながっているかのような効果を出している。実世界の人形を仮想世界に入れるためには、ユーザは箱の扉を開けて中に人形を入れ、扉を閉める。すると、CG 画面内に描画された箱が開き、そこから CG キャラクタの人形が歩み出る。実際には人形は箱の中にあるにもかかわらず、扉により隠されているためにユーザは認知できないため、この仕組みにより人形が箱から画面中に移動したかのような錯覚を与える。これは、箱の中に人や物を入れ、消したり移動させる手品に類似した錯覚利用の手法である。また、現実の人形があったはずの場所から CG キャラクタが歩み出ることにより、現実の人形と CG キャラクタが同一のものであるかのような錯覚を作り出している。舞台演出において、舞台背景に投影された映像の中の俳優と、舞台上での俳優の移動をつなげて、スクリーンの縁から人が入り込む・出てくるかのように見せる手法がある。本システムでも同様の錯覚を利用した。

CG 画面から人形を取り出す操作にも同様の錯覚を利用する。ユーザが呼び鈴を鳴らすと、画面中の CG キャラクタがそれに気づき、画面内の箱に向かって歩き、箱を開けて中に入る。画面内の箱が閉まり、CG キャラクタが画面から見えなくなると、実世界の箱の扉が自動的に開き、中から実物体の人形が現れる。

4. 実装

実装した “GetToyIn” のシステム構成を図 2 に示す。本システムはコンピュータ (以下 PC)^{*6}、24 インチ液晶ディスプレイ (1920 × 1200 画素)、人形を入れる開き扉付き箱型装置 (H 16.5 cm, W 10.5 cm, D 6.8 cm) から構成される。

4.1 箱型装置

箱型装置 (図 3) には、リードスイッチ、プッシュ型ソレノイド^{*7}、圧電スピーカ^{*8}、ロータリーエンコーダ^{*9}、押しボタンスイッチを設置した。これらは Arduino UNO^{*10}で制御されている。また、RFID アンテナとリーダモジュール^{*11}を設置した。Arduino UNO と RFID リーダモジュール

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

^{*7} ZHO-0420S-05A4.5 (5V)

^{*8} FGT-31T-3.7A1

^{*9} EC12PLBRSDVF-D-25K-24-24C-31/0

^{*10} <http://arduino.cc/>

^{*11} タカヤ株式会社 TR3-A302 および TR3-C202



図 3 箱型装置

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。

箱型装置の前面に設置した開き扉には、箱の正面から見て右側に蝶番があり、扉は手前に開く。リードスイッチは箱の上部中央に取り付け、これに近接する扉の部分に磁石を設置した。磁石の近接をリードスイッチで検知することで、扉の開閉状態を検出する。プッシュ型ソレノイドは箱内部、正面から見て左上部分に取り付けた。ここは、開き扉の蝶番とは反対側の縁が当たる部分である。また扉には、磁石と鉄片により扉が閉じた状態を保持する機構、およびゴム紐により扉が引かれ大きく開放する機構を組み込んだ。これにより、扉が閉じている状態でソレノイドに通電すると、ソレノイドのプッシュバーが扉を内側から押し、扉を閉じていた磁石と鉄片が分離し、ゴム紐が扉を開放する。これにより自動的に開扉する。なお閉扉はユーザが手で行う。

箱型装置の周囲に取り付けた圧電スピーカ、ロータリーエンコーダ、押しボタンスイッチは、ユーザが仮想ドールハウスや中の CG キャラクタに働きかけるために使用する。圧電スピーカはユーザが箱の扉に対して行うノックを検出する。ノックが検出されると、CG キャラクタがその場でジャンプを行う。ユーザがロータリーエンコーダのダイヤルを回すと、仮想ドールハウスの世界が別の舞台セットに切り替わる。またロータリーエンコーダのダイヤルを押し込むと、部屋の電灯が点灯・消灯する。押しボタンスイッチは、呼び鈴として機能し、人形を外の世界に呼び出すために使用する。これらのアクチュエータ、センサ、スイッチを制御するためのプログラムを PC 上で作成し、Arduino に組み込んだ。このプログラムは、センサ、ロータリーエンコーダ、スイッチの状態を PC にシリアル送信し、また PC 側よりシリアル通信で受け取ったコマンドに従いソレノイドを駆動する。

ユーザは箱の中に人形や小物(シルバニアファミリー、エポック社製)を入れる。これらの識別のために、13.56MHz の電磁誘導方式 RFID システムを採用した。そこで、RFID アンテナを箱の床部分に組み込んだ。また、人形や小物の



図 4 人形底部に貼付した RFID タグ



図 5 Unity で構築した 3 階建てドールハウス。ユーザが選択した部屋が画面全体に表示される。

底面には、図 4 のように 4×4 mm の小型 RFID タグ^{*12}を貼付した。小型のタグであるため、ミニチュア家具にも違和感なく取り付けることが可能である。RFID リーダは PC からコマンド命令を受け取ると、近接したタグの ID を読み取る。読み取った ID は PC に送られ、PC は箱に入れられた人形と小物を識別する。この RFID システムは複数タグの読み取りにも対応しているので、複数の人形と小物を箱に入れた場合にも認識可能である。また、本実装でリーダーとタグの通信可能距離は 1cm 程度であった。

4.2 ソフトウェア

PC 上で Unity を用い、図 5 のような仮想ドールハウスを構築した。そこで、箱型装置と仮想世界を連携させるために、Unity で稼働する C# script を開発した。このプログラムは、USB ケーブルで接続された Arduino および RFID リーダモジュールとシリアル通信する。そして、箱型装置からのスイッチ、センサ、ロータリーエンコーダ、RFID による入力に応じて仮想空間内の 3D オブジェクトを制御し、必要に応じて箱の開扉を行う。

このプログラムで例えば以下のような一連のシナリオが実行される。ユーザがある人形を箱の中に入れて扉を閉じると、リードスイッチで閉扉が検出される。RFID リーダにより人形に取り付けられたタグの ID が読み取られると、画面内の端にある CG の扉が開き、人形と同じ CG キャ

^{*12} RF37S114HTFJB-Tag-it HF-I Type 5 NFC

ラクタが仮想ドールハウス内に歩き出てくる。ユーザが箱の呼び鈴スイッチを押すと、チャイムが鳴り、CG キャラクタが画面端の扉まで歩き、中に入る。CG キャラクタが画面から消えたタイミングで、箱型装置のソレノイドが動作し、実世界の箱の扉が開く。箱の中には、先程入れた人形が入っている。このシナリオにより、ユーザは、実世界から仮想世界に人形を入れて、次にこれを取り出したかのような感覚を得る。また、箱型装置に、人形に加えて小物のミニチュア玩具を入れた場合のシナリオも用意した。例えば、人形とじょうろのミニチュアを箱に入れると、仮想ドールハウスの中で人形がじょうろを手にして現れる。

また、箱型装置に備え付けた入力デバイスにより、仮想ドールハウスとその中のCG キャラクタに対して次のような働きかけが可能である。箱をロックすると、CG キャラクタが画面内でジャンプを行う。また、ロータリーエンコーダのダイヤルを押し込むと、仮想ドールハウスの照明が点灯・消灯する。さらに、ロータリーエンコーダのダイヤルを回すと、仮想ドールハウスの部屋が切り替わり、遊びに使用する部屋を選択することが可能である。現在の実装では画面全体が上下にスクロールして、3種類の部屋に切り替わる。将来は、箱をエレベータに見立てる、もしくは階段を用意することで、キャラクターが階上・階下に移動するようなアニメーションを併用したいと考えている。

CG キャラクタのモデリングにはBlenderを用い、実際の人形と同型の3Dオブジェクトを作成した(図6)。また、作成した3Dオブジェクトを展開し、人形の顔や洋服の柄に対応するテクスチャを描画した。さらにオブジェクトのボーンを生成し、歩く、振り返るなど、仮想ドールハウスで遊ぶために必要となるアニメーションを作成した。こうして完成した3DオブジェクトをUnityに取り込み、仮想ドールハウスで動作させた。一方、部屋の家具やドールハウスの小物に対応した3Dオブジェクトに関しては、実際のミニチュア玩具との類似性が人形に比べて重要ではないと考え、Unityアセットストアで購入したモデルを使用している。

5. 実験

本研究で作成したシステムを12人の被験者に試用してもらった。被験者は情報科学を専攻する大学、大学院学生

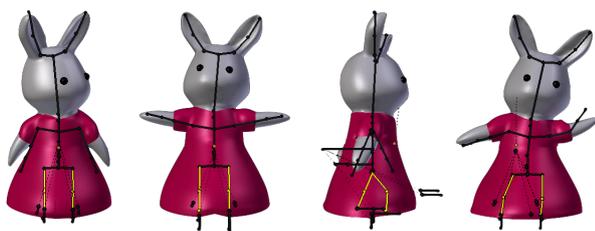


図6 Blenderで作成したCGキャラクター

である(女性12名、年齢21歳–26歳、標準偏差1.441)。いずれも日常的にコンピュータを利用するが、本システムは初めて使用した人々である。

5.1 既存手法との比較

ここでは、本システムで考案した扉付き箱に人形を出し入れする“GetToyIn”が提供するユーザ体験を、家庭用ゲーム機で実用化されているリーダに人形を乗せる手法と比較した。“GetToyIn”では、箱の扉により人形を隠す機構と、人形が置かれた画面の縁からCGキャラクターが歩いて登場するアニメーションという、二つの工夫で仮想世界と現実世界の移動をリアルに表現している。人形を隠す箱型装置は物理的な周辺機器として提供する必要があるので、製造、設置、メンテナンスのコストが必要である。一方で、歩くアニメーションのみを既存の人形リーダ装置に追加する方式は、新たなハードウェアが不要であるため、コストをかけずに実現することが可能である。そこで、(1)本方式は既存のリーダに人形を乗せる方式より優れている、さらに(2)既存の方式に、歩いて登場するアニメーションを付加しただけの場合よりも優れている、という2点を確認するために、以下の実験を計画し、被験者に評価してもらった。この実験では、被験者が実世界から仮想世界に人形を入れ、次にこれを出すユーザ体験を比較するために、以下の3種類のインタラクション(以下、手法1, 2, 3)を用意した。

手法1 (出現) 被験者が画面の手前に置かれた台に人形を乗せると、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(図7, 左)。次に、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消失する。消失を確認後、被験者は台から人形を下ろす。

手法2 (歩いて登場) 手法1と同じ台を、ディスプレイの右端に設置した(図7, 中)。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に出現し、画面中央へ歩いて登場する。被験者が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。その後、ユーザは人形を台から降ろす。

手法3 (箱) 提案システム“GetToyIn”を用いた手法である(図7, 右)。ディスプレイの右端に隣接した場所に扉付きの箱を置いた。被験者が人形を箱の中に入れて手で扉を閉じると、画面内の右端にあるCGの扉が開き、人形と同じCGキャラクターが画面中央へ歩いて登場する。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のCGの扉へ向かって歩きだし、扉が開くと中に入る。CGの扉が閉まり、CGキャラクターが見えなくなった直後に、実物の



[1] パターン 1 (画面中央に出現)

[2] パターン 2 (実人形方向から歩いて登場)

[3] パターン 3 (箱を使った本方式)

図 7 実験にあたり用意したインタラクション手法

箱の扉が自動で開き、ユーザは人形を箱から取り出す。手法 2 と提案手法である手法 3 の違いは箱型装置の有無である。箱の有無による違いを正確に確認する目的で、手法 2 の台の高さは手法 3 の箱の床と同じ高さ (高さ 5.6cm) とした。また手法 1 でも手法 2 と同じ台を使用した。手法 1, 2 では、この台の内部に RFID リーダが組み込まれ、これが人形のタグを読み込むと画面に CG キャラクタが現れるインタラクションを再現したが、実際には実験実施者が人形識別と動作開始を担当する Wizard of Oz 方式を実施した。手法 3 は、本研究で開発した仮想ドールハウスシステムをそのまま利用したが、RFID リーダがタグ読み取りに失敗した場合には実験実施者が対応した。

12 名の被験者がシステムを置いた机の前に着席すると、実験実施者から上記 3 種類のインタラクションの一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、そのインタラクションを 3 回体験した。次に第 2, 第 3 のインタラクションの説明を受けそれぞれ 3 回の体験をした。各被験者は、上記の 3 種類のインタラクションをそれぞれ 3 回、合計 9 回の体験をした。被験者を 2 名ずつの 6 グループに分け、それぞれのグループに異なる順序で手法 1, 2, 3 を体験してもらい、カウンターバランスをとった。説明と台・箱の配置変更の作業の他には休憩は挟まず、連続して実験を行った。次に述べるアンケートへの回答を含めて、被験者ごとの所要時間は 10 分程度であった。9 回の体験を終えた後、実験実施者は被験者に“人形が画面の中に出現したかのように感じられたか”と質問するアンケート用紙を与え、手法 1, 2, 3 のそれぞれが 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) のどの評価に該当するかを記入してもらった。記入にあたっては、複数の手法に同じ評価を下さないように依頼した。

3 手法それぞれに対する評価の平均を図 8 に示す。手法 1, 2, 3 のそれぞれの評価の平均は、3.8, 3.7, 6.6 であった。評価の平均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 ($F(2, 33) = 21.512, p < 0.005$)。さらに、Ryan 法で多重比較を行った。提案手法である手法 3 に関

する評価は、手法 1, 手法 2 の評価に比べ、有意に高いことが分かった。これにより、本手法は既存の方式より優れており、なおかつ既存の方式に歩くアニメーションを追加した方式よりも優れていることが確認できた。

- 手法 1,3 間 ($t(11) = 5.761, p < 0.05$)
- 手法 2,3 間 ($t(11) = 5.596, p < 0.05$)

全ての被験者が手法 3 を最も高く評価し、12 人中 11 人が 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、“実世界の人形を隠すことで、仮想世界の中に実際に人形が出現したように感じた”という意見が多く挙がった。筆者らは、歩くアニメーションだけでもある程度の効果があると予想していたが、手法 1, 2, のそれぞれの評価の平均は 3.8, 3.7 であり、差が無くむしろ逆効果でさえあった。さらに図 8 のエラーバーが示すように、手法 1 と 2 に関する評価は分かれており個人差がある。被験者への口頭質問によると、手法 1 では、台に人形を設置するとすぐに CG オブジェクトが画面の中心に現れ、運動している印象があったという肯定的意見があがった反面、台と無関係な位置に人形が瞬間移動するのように感じて不自然だったとの否定的な意見もあげられた。また、手法 2 には、台に設置してから人形が画面中央に移動するまでの一連の流れがスムーズであったという肯定的な意見もあがったが、仮想世界に人形が出現している間も台の上の実人形が視界に入

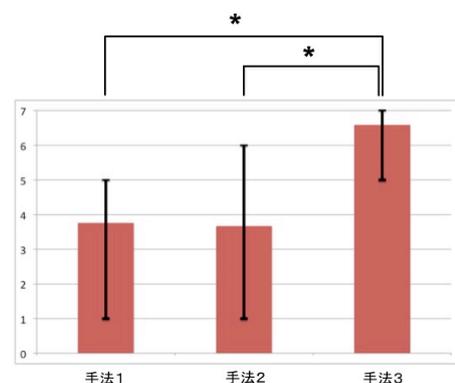


図 8 3 手法に対する評価の平均 (*: $p < 0.05$)

り、違和感を覚えたという意見もあった。また、手法3の後に手法2を体験した被験者からは、歩く動作が同一であるため双方の対比を強く意識してしまい、手法2が残念な印象であったという意見が寄せられた。以上により、箱の扉により実人形を隠す物理的な機構は、実人形を仮想世界に出し入れするユーザ体験において、ソフトウェアによる歩くアニメーションだけでは達成できない顕著な効果を実現していたことが確認できた。

5.2 ドールハウス操作の評価

前述の評価実験に引き続き、それぞれの被験者は、“Get-ToyIn”を使用した以下のシナリオを10分程度体験した。被験者は初めに、ロータリーエンコーダを用いて仮想ドールハウスの部屋の切り替えを行い、好みの部屋を選択する。また、同時に電気の消灯、点灯も体験する。次に、人形をランダムに1体選び、ミニチュアのじょうろと共に箱の中に入れ、扉を閉じる。すると、CGキャラクターがじょうろを手にして、仮想ドールハウス内に歩き出てくる。画面中心で人形は歩行を止め、じょうろを床に置いて正面を向く。ユーザが扉をノックすると、CGキャラクターがその場でジャンプをする。呼び鈴スイッチを押すと、人形がじょうろを再び手にして歩き出し、画面端のCGの扉の中に入る。その後、実物体の扉が自動で開き、ユーザは人形とミニチュアじょうろを箱から取り出す。

一連のシナリオを体験した被験者に、今回の体験を踏まえ、仮想ドールハウスの可能性を広げるアイデアについて、意見を自由に求めた。最も多く挙げられたのは、複数の人形を1度に仮想ドールハウスに出現させ、会話や食事を共に行う様子を見たい、という意見であった。ドールハウス遊びは、複数の人形を用いて行うことが多く、人形同士で会話をさせながら、想像上のストーリーを展開していく。これにより、仮想ドールハウスに、子供の想像上のストーリーをさらに発展させるという役割を付与することが可能となるのではないかと考える。また、幼少期にシルバニアファミリーによるドールハウス遊びを長時間行っていた被験者からは、部屋のカスタマイズを自分で行いたいという意見があがった。人形を動かすだけでなく、小さな箱庭的世界を自分で創造するというドールハウス遊びの側面を捉えた意見であり、これを実現すれば、仮想ドールハウスを積極的に利用したいとユーザに感じさせる効果が期待できる。最後に、仮想ドールハウス内の人形に直接的に働きかけたいという意見も複数あがった。現在のノックや呼び出しスイッチは扉越しのインタラクションであり、実世界でのドールハウス遊びと比較して、人形との距離を感じやすいという問題点がある。マウスやトラックパッドによる直接操作も考慮しつつ、今後、子供が自然に習得することが可能であり、ドールハウス遊びの世界観を損なわない、直感的な操作手法を検討し、人形への働きかけを実現して

いきたい。

6. まとめと今後の予定

本研究では、人形が実世界と仮想世界を行き来しているかのように感じさせるインタラクションを特徴とする仮想ドールハウスシステム“GetToyIn”を提案・実装した。また、実人形をRFIDリーダに乗せる既存の方式と比較する実験を行い、本方式が実世界と仮想世界との人形が同一である感覚を誘発する効果があることを確認した。また仮装ドールハウスを試用したユーザから感想、要望を得た。

今後は、複数の人形の同時利用、人形が仮想世界に持ち込むミニチュア家具の多様化、仮想ドールハウスのインテリアのカスタマイズ機能など、コンテンツの増加を検討している。さらに、仮想世界の人形と積極的にやり取りを行うためのインタラクションを実装したいと考えている。また、RFIDリーダアンテナの検出領域が不均一で、箱床の中央部分でタグが読めない問題がある。そこで、箱型装置に複数のアンテナを設置し、均一な検出領域を実現し精度の向上を図りたい。また、現在は成人女性にのみ試用してもらっているが、今後は幼児や児童に実際に体験してもらい、その様子を観察することで、より子供の興味をひくインタラクション手法と演出を実装したい。

参考文献

- [1] Bergen, D.: The Role of Pretend Play in Children’s Cognitive Development, *Early Childhood Research & Practice*, Vol. 4 (2002).
- [2] 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).
- [3] 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, *CHI ’12 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Austin, Texas, USA, ACM, pp. 725–734 (2012).
- [4] Freed, N., Burlison, W., Raffle, H., Ballagas, R. and Newman, N.: User Interfaces for Tangible Characters: Can Children Connect Remotely through Toy Perspectives?, *IDC ’10 Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children*, Barcelona, Spain, ACM, pp. 69–78 (2010).
- [5] Avrahami, D., Wobbrock, J. O. and Izadi, S.: Portico: Tangible Interaction on and around a Tablet, *UIST ’11 Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, NY, USA, ACM, pp. 347–356 (2011).
- [6] Rekimoto, J. and Saitoh, M.: Augmented surfaces: a spatially continuous work space for hybrid computing environments, *CHI ’99 Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, ACM, pp. 378–385 (1999).
- [7] Siio, I. and Mima, Y.: “IconStickers”: Converting Computer Icons into Real Paper Icons”, *the 8th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International ’99)*, 4, Vol. 1, Munich, Germany (1999).