

インタラクティブ要素を加えたカプセル玩具自動販売機

福地 健太郎[†] 楠 房子^{††}

カプセル自動販売機（通称「ガチャガチャ」）にインタラクティブ性を付与したシステムを開発した。本システムはカプセルに封入された玩具に RFID タグを埋め込み、販売機には RFID センサ及び液晶ディスプレイを組み込むことで、購入した玩具を用いてインタラクティブな遊びを可能にする。提案するシステムを用いて、キャラクタにまつわる物語を提供するアニメーション提示アプリケーションと、複数人による協調プレイを想定した戦闘ゲームの二種類のアプリケーションを製作した。

Interactive Capsule Toy Vending Machine

KENTARO FUKUCHI[†] and FUSAKO KUSUNOKI^{††}

We developed a tangible entertainment system that enables to play video game with physical collectibles as game components. It consists of a capsule toy vending machine with LCD panel, capsule toys with embedded RFID tags, an RFID sensor board and a computer. We developed two applications using the system: an narrative animation application and a battle game which allows collaborative multi-player game.

1. はじめに

ビデオゲームのインタフェースでは、ジョイスティックやボタンを用いて、画面中のキャラクタの行動を決定するという操作手段が一般的となっている。入力インタフェースはゲームの題材に合わせて、例えばドラッグゲームではハンドルやペダルを用いることがあるが、依然として操作の対象となるキャラクタは画面中にある。

しかし近年では、いわばゲーム機の内部に存在するキャラクタをプレイヤーが実際に手で触れることができる駒として外在化させ、それらを動かすことで入力とするインタフェースが研究され、また製品としても出荷されるようになってきている。この種のインタフェースは、コンピュータ内部の情報を外在化させる“Tangible User Interface”²⁾の一貫として捉えられ、「触って遊べる」インタフェースの意味で“Tangible Play”⁸⁾と呼ばれている。

我々はこれまでに、RFID タグとリーダを用いて、ゲームの盤と駒を外在化し、複数のプレイヤーが協調して遊べるボードゲームシステムを開発している¹¹⁾。このシステムでは、外在化された駒を参加者が自由に動かすことができ、その配置を基にコンピュータシ

ミュレーションを行い結果を提示し、またそれを基に配置を変えるという過程を繰り返すことでゲームが進行していく。参加者全員が同時に触って動かすことができるという特性が、ゲーム盤を介しての参加者同士の議論や協調を促している我々は考えている。

興味深いことに、小学生を対象としたこのシステムの実験結果より、ゲームの駒自体についての言及がシステムについての評価において数多く見られる。また、このシステムを国際学会等でデモンストレーション展示した際にも同様の傾向が見られ、甚しくはこっそり持って帰ろうとする者も出たことがあり、駒の存在感が如何に重要であるかを伺い知ることができる。

しかし上記のシステムにおいてはゲームの駒はシステムに付随するものであり、ゲーム開始時に参加者に配られ、ゲーム終了時には回収される。つまり駒の所有権は参加者にはない。そのため、個々の参加者が駒を実際に触ったり眺めたりする機会は限られており、そのためそれらに対する思い入れであったり愛着であったりといった感情はそれほど強くならないのではないかと我々は考えている。

そこで今回我々は「個人が所有するゲームの駒」というアイデアを取り入れた Tangible Play システムを構築した。本システムでは参加者はまず駒を購入し、その後その駒を用いてゲームを遊ぶ。駒は多くの種類が用意されており、複数の駒を同時に用いて遊べるため、一人で複数種類用意したり友人同士で持ち寄りして遊ぶことができる。駒の販売（配布）機構としては「ガチャガチャ」という名前で親しまれて

[†] 電気通信大学
The University of Electro-Communications

^{††} 多摩美術大学
Tama Art University



図1 システム外観
Fig. 1 System overview.

いるカプセル自動販売機を採用し、またゲーム盤自体もその販売機に組み込んでいる。

我々は提案するシステムにより、ゲームの駒に対する参加者の感情がより強化され、それがゲームシステムについての体験をより豊かにするという仮説を立てている。その事により、ゲームそのものをより深く楽しめ、またゲーム制作者が提示するゲームの世界観がより強く伝えられるのではないかと考えている。また、こうしたシステムを学習支援やプロモーション等に應用することで、学習の強化を促したりプロモーション内容をより強く伝えられると期待している。

2. 背景

2.1 Tangible User Interface

Tangible User Interface (TUI) は石井裕らが提唱した概念²⁾で、従来コンピュータ内部のデータは文字列として表示されるか (Character User Interface)、ディスプレイ上に図形として表示される (Graphical User Interface) が、TUI では利用者が手で触れて動かすことができる形で表現される。利用者はそれらを手にとって眺めることでデータの状態を認識し、そしてそれらを動かすことで入力とする。仮想的に直接データに触れているかのような感覚であるため、直感的な入力手段を提供する。また、複数のデータを複数人が

同時に操作することができるよう設計されることが多く、自然な並行操作環境を提供している。

2.2 ビデオゲームのインタフェース

ビデオゲームのインタフェースは、特にゲームセンターなどに置かれるアーケードゲームにおいては、より直感的な入力が好まれる。ドライブゲームにおいてはハンドルやペダル、ギア操作用のレバーなどを備えた筐体が提供されることが多い。その他にもギターやドラム、太鼓などをそのまま模したインタフェースを備えるゲームが出回っている。

また近年では、カードゲームのシステムを踏襲し、事前にカードを購入してそのカードを用いて遊ぶ形式のビデオゲームも普及している。その中でも「ワールドクラブチャンピオンフットボール⁴⁾」や「三国志大戦⁵⁾」などは、ゲーム盤の上に置かれた複数のカードの種類と位置を同時に認識する事ができ、カードを動かしてゲームを操作するという仕組みを採用している。それぞれのカードはゲームに登場するキャラクタを表わしており、より強力なカードを集めて使用することでゲームを有利に運ぶことができるようになる。トレーディングカードゲームが持つコレクション性と、ビデオゲームが提供する高度な計算やダイナミックな演出とをあわせて提供しており、人気を集めている。

2.3 ガチャガチャ

指先でつまめる程度の大きさの玩具をカプセルに封入して販売するカプセル自動販売機、通称「ガチャガチャ」は、日本においては1960年代に設置されるようになってから現在に至るまで、子供に根強い人気がある¹⁰⁾。現在では幼年層のみならず、若年層から中年層を狙った商品展開もされており、カプセル内の玩具の種類も豊富なものとなっている。

封入される玩具は大きさがほぼ揃ったものとなり、一般には直径40~50mm程度のカプセルに入る大きさである。玩具はバリエーションを揃えることでコレクションの対象としてデザインされる場合が多い。古くはそのデザインや機能に差をつけることでいわゆる「当たり外れ」のある内容を揃え、射幸性を煽ることが多かったが、近年ではそうした商品化の差異は弱まる傾向にある一方で、希少な「レアアイテム」を加えることでコレクション目的の客を動機づけしている。

ガチャガチャ本体の前面には通常、中に入っている玩具の全種類の写真や説明書きが描かれた紙がハメ込まれる。これは商品説明の目的だけでなく、玩具だけでは説明できない物語背景を与えたり、あるいはコレクション目的の者に目標を提示する役目を持つ。また、この目的のために、カプセルに玩具とともに説明書きを記した紙片を封入する場合もある。

カプセルは半分または全部が無色透明なプラスチックであり、外からその中味が見えるようになっているが、購入した際に何が出てくるかはわからないようになっている。そのため、ワクワク感を演出すると同時

に、コレクション目的で購入する者の射幸心を煽るものともなっている。ガチャガチャは、その玩具自体だけでなく、硬貨を投入してからハンドルを回し、出てきたカプセルを開けるという一連の過程そのものがある種のイベントとして楽しめるものであり、その事はガチャガチャの通称がハンドルを回す音から来ていることから伺える。

ガチャガチャは学童の通学路を狙って設置される場合が多く、学校帰りの小学生などが主な購買層となっている。そのため、子供の間での玩具の交換によるお互いのコレクションの補完や、玩具を使つての「ごっこ遊び」など、ガチャガチャを介したコミュニケーションが、ガチャガチャの周辺記憶としてよく思い出される。

3. システム概要

前述したように我々は、参加者一人々が各自で所有する駒を持ち寄り、ゲームで使用するシステムを構築した。提案システムでは駒として、指でつまめる程度の大きさの人形を採用した。これは、ゲームの駒として扱いやすく、すでにこうした大きさの駒を採用した盤ゲームが数多く見られること、またこの種の大きさの人形が携帯電話のストラップ用の人形や食玩などですでに親しまれていることを考慮し、駒を所有する喜びを満たしつつゲームに使えることを狙っている。

このシステムでは参加者が駒を取得するための機構としてガチャガチャを採用している。ガチャガチャは上記の大きさの駒をカプセルに封入して販売するため駒の販売に都合が良い事に加え、2.3 節で述べたようにガチャガチャを介しての購入過程全体を遊びの過程として取り込める。

3.1 ハードウェア

提案システムの外観を図 1 に示す。ガチャガチャ本体(あみューズ ガチャコップ)には 10.4 型の液晶ディスプレイ(Logitech LCM-T101AS)を組み込んでいる。本体前には RFID リーダを埋め込んだゲーム盤を設置する。RFID システムとして、日本信号製の積層 IC タグシステムを採用した。同システムは RFID リーダの上に置かれた複数の RFID タグの種類を同時に検出することができる。図 2 に使用する RFID タグ 2 種の写真を示す。これらの RFID タグは、販売する駒に埋め込む。RFID リーダと液晶ディスプレイは 1 台の PC に接続されており、PC は現在の実装では本体裏に設置している。

3.2 インタラクション

以下に本システムを利用して実現できる典型的な利用手順を説明する。

利用者はガチャガチャの硬貨投入口に硬貨を入れ、ハンドルを回す。すると駒が封入されたカプセルが放出される。カプセルは RFID リーダが埋め込まれたゲーム盤に転がり出る。システムはその時に販売され

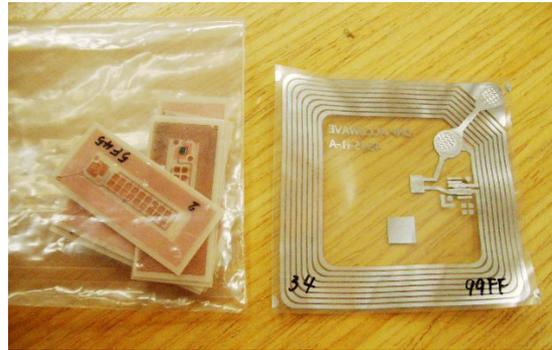


図 2 RFID タグ 2 種

Fig. 2 Two types of RFID-tag.

た駒の種類を検出し、それに応じたコンテンツを液晶ディスプレイ上に提示する。また、そのままゲームを開始することもできる。利用者はその時購入した駒のみを使用してもよいし、すでに持っている駒をさらに追加してゲームを遊ぶことができる。周囲にいる参加者も、同時に所有している駒を用いてゲームに参入することができる。

現在の実装では硬貨の投入やハンドルの操作については検知しておらず、イベントとして組み込むことはできないが、センサを追加することでそれらを検知し、ゲーム展開に活かすことを考えている。

4. アプリケーション

我々はこれまでに、提案システム上で動作するアプリケーションを 2 種製作した。一つは提案システムを介して物語・世界観を伝えることに重点を置いたもので、ゲーム性はほとんど持たない。もう一つは提案システムの画面上に現われる敵を倒すことを目的としたゲームである。

4.1 「雑貨屋さんのおもちゃたち」

近年では携帯電話ストラップや食玩、あるいはペットボトル飲料のオマケとして、小さいサイズの人形(フィギュア)が市場に大量に出回っている。多くは細かな加工や彩色を施され、所有欲を満足させる。加えて、コレクションとして数種類のフィギュアを提供し、全体で一つの世界観を提示している。消費者はそれらを集めることで、世界観や物語を享受する。しかし、これらの表現手段においてはメディアとして利用できるのはフィギュアそのものか、せいぜいそれに付属する説明用の小さな紙片でしかない。一方で、コンピュータアニメーションを用いたインタラクティブソフトウェアによる物語や世界観の提示が、グラフィックス技術の発達や World Wide Web の成長に伴って普及してきたが、この場合視聴者からソフトウェアへのインタラクションはマウスやキーボードなどの汎用入力手段に限られるため、操作を通じてキャラクタの



図 3 カプセル及び人形の例

Fig. 3 Examples of the figures and a capsule.

存在を強く実感することはない。また、コンピュータの電源を切ればそれまでであり、何も残らない。

そこで我々は提案システムを用いて、手で触れるフィギュアをインタフェースとした物語性のあるアプリケーション「雑貨屋さんのおもちゃたち」を構築した。本アプリケーションでは個々のキャラクタやキャラクタ間に存在する物語を、本体に埋め込まれたディスプレイでコンピュータアニメーションとして提示する。フィギュアの組み合わせに応じて提示されるアニメーションが変化するため、表現の内容に幅を持たせ、興行きのある世界観を提示することを可能とする一方で、より直感的で実感の持てるインタフェースを提供することができる。

4.1.1 キャラクタ

「雑貨屋さんのおもちゃたち」は共通の街に住む 6 種類の動物が登場する。図 3 にその一部のキャラクタに対応するフィギュアを示す。なお、各フィギュアはレジンキャストにより成型し、塗装している。今回の実装では RFID タグはフィギュア内部には埋め込まず、タグを貼りつけた台座にフィギュアを接着して用いた。アプリケーションは Macromedia Flash で製作しており、RFID リーダからのデータを取得する部分は別プロセスで動くモジュールを製作している。

4.1.2 インタラクションと物語の種類

個々のキャラクタはそれぞれが単独で出演する 30 秒程度のアニメーションを持っており、RFID センサの上にフィギュアを 1 個だけ載せた場合、それらのアニメーションが提示される。

また、2 種類のキャラクタを同時にセンサ上に載せると、それらのキャラクタが登場する、上述したものと別のアニメーションが提示する(図 4)。例えばヒヨコは単独では「空を飛ばたいなあ」と思っていることを表わすアニメーションが表示されるが、普段の仕事は王様であるカエルに仕える執事であり、カエル



図 4 アニメーション例「カエルとヒヨコのはなし」

Fig. 4 Snapshots from the animation of "Frog and Chick".

と組み合わせただけの場合には、外に出かけてしまったカエルを探す、というストーリーのアニメーションが表示される。また、アヒルと組み合わせると、ヒヨコがアヒルに空の飛び方を習っているシーンが提示される。

このように、購入したばかりのキャラクタについては、それが単独で出演するアニメーションを観ることとなり、個々のキャラクタについての理解を深める。そこにさらに他のフィギュアを加えていくことで、それぞれのキャラクターが持つ設定・背景を探索的に観ていくような枠組を、本アプリケーションで実現した。この際、追加のフィギュアは自分で所有しているものだけでなく、友達が持っているものを借りたりすることもできるため、皆で協同作業として物語を探索していくことを促す。

なお、現在の実装ではすべてのキャラクタの組み合わせには対応しておらず、また 3 種類以上のフィギュアを載せた時には何も提示しないようになっているが、将来的には極力すべての組み合わせについて異なるアニメーションを提示することが望ましい。

また、これまではフィギュアの識別については 6 種類のフィギュアがあると述べてきたが、採用した RFID タグでは 2^{64} 種類の ID を使うことができるため、すべてのフィギュアに固有の ID を割り振ることにより、センサ上にどの種類のフィギュアが何個載っているかを認識することができるようになる。こうすることで、センサに載せたフィギュアの個数に応じた、パラメトリックな物語を構築することが可能となる。

加えて、今回は使用していないが書き換え可能な RFID タグを用いれば、個々のフィギュアの内部状態をシステム側から変更することができるので、キャラクタの成長といった要素を盛り込む事も可能となる。

4.2 バトルゲームへの応用

提案するシステムを用いたビデオゲームアプリケーションとして、「がちゃボンセ〜のっ!」を製作した。ガチャガチャから販売されるフィギュアをゲームの駒として戦闘ゲームを遊ぶもので、一人でコンピュータを

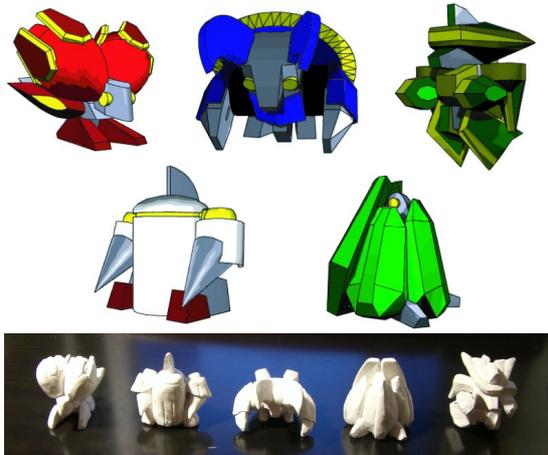


図 5 上図:バトルゲームに登場するキャラクタ, 下図:そのモックアップ

Fig.5 Top: The characters of the battle game. Bottom: Mock-ups of the characters.

相手に戦うか、複数人で協調してコンピュータを相手に戦う。

4.2.1 キャラクタ

図 5 に本アプリケーションで使用するキャラクタを示す。図 5 上が、ゲーム画面で表示されるキャラクタであり、図 5 下が、対応するフィギュアのモックアップの写真である。

5 種類のキャラクタのそれぞれには「なまえ」「とくぎ」が設定されており、所有するフィギュアをゲーム盤の上に置くとそれらを閲覧することができる(図 6)。基本的にはこれらの「とくぎ」を覚えておくことが、後の戦闘で必要となる。

4.2.2 戦闘

戦闘の手順を図 7 に示す。

最初に、ガチャガチャ本体の脇にあるボタンを押すと、戦闘が開始となる。開始時にはランダムで敵が一体表示される。この敵には弱点が複数種類設定されており、画面下部の吹き出しに、その弱点を示すセリフが順番に表示される。プレイヤーはその弱点に対応するキャラクタを、ゲーム盤に素早く置くことが求められている。例えば敵の弱点が「なげわざによわいぞ!」と表示された場合には、「なげとばし」を得意とするフィギュアを置けばよい。

制限時間内に該当するキャラクタが置かれた場合には、次の弱点が表示され、同様の操作を繰り返す。すべての弱点に対して攻撃が成功すれば、敵を倒してクリアとなる。制限時間内を超えた場合には 1 ミスとなり、ミスが 3 回たまるとゲームオーバーとなる。

現時点で、ゲームの成功報酬などは実装されていない。

5. 実験と評価

我々はこれまでに述べた 2 種のアプリケーションについて、小学校での評価実験を実施した。

5.1 「雑貨屋さんのおもちゃたち」

「雑貨屋さんのおもちゃたち」について、小学校での評価実験を実施した。2006 年 1 月 24 日に、八王子市内の小学校において同校の生徒を対象に行った。

実験開始前にまず説明員がおおまかな説明を行い、その後システム脇に説明員が待機した状態で全員にまず順に体験してもらい、その後は自由に触ってもらった。フィギュアは十分な数が用意できなかったため、カプセルの中にはキャラクタを示した紙片を封入した。傍らには 6 種類のフィギュアを置いておき、紙片に描かれたキャラクタに対応したフィギュアを各自が自由に触れて操作できるようにした。

システムの仕組みについては被験者全員がほとんど理解したように見受けられた。実験中は同教室で他のシステムのデモも行っていたため、一通り本システムを体験した被験者はその場を離れ他のシステムのデモを体験していたが、やがてうち 3 名は本システムの前に再び集まり、3 人で相談しながら、フィギュアの組み合わせを変えながら試している様子が観察された。この時、各自がそれぞれフィギュアを持ち、誰がどのフィギュアを置くかをお互いに確認しながら操作する姿が観られた。またその姿を見て他の被験者も序々に集まり、どのようなキャラクタの組み合わせが有効であるかを一緒に眺めている様子が観られた。

これらの観察結果より、提案システムのインタフェースについては理解が容易で、すぐに扱えるようになるものであると考えられる。また、複数人で相談しながら同時にフィギュアを操作する姿も観られ、これまでの我々の研究と同様、手で触れて操作できるインタフェースが協調的な同時操作を自然に促していることがわかる。最後に、提案するシステムが、被験者がより多くの物語を享受するための探索的な操作を喚起していることが確認された。

5.2 「がちゃボンせ~のっ!」

バトルゲームアプリケーションについて、小学校での評価実験を実施した。実験は 2006 年 11 月 21 日に、八王子市内の小学校において同校の 4~6 年生の男女 13 人を対象に行った。実験内容は、本アプリケーションのプロトタイプ実装を実際に遊んでもらい、終了後にアンケート調査を実施した。

実験中は説明員一人が常にシステム脇に立ち、ゲームの基本的な遊び方を説明した。プロトタイプ実装では、カプセルに封入されたキャラクタはレジンキャスト成型ではなく、紙で作った直方体にキャラクタの三面図を印刷したものを使用した。実験機ではカプセルを購入するには本物の硬貨ではなくメダルを使用した。



図 6 キャラクターの説明画面

Fig. 6 Interface of an instruction of a character

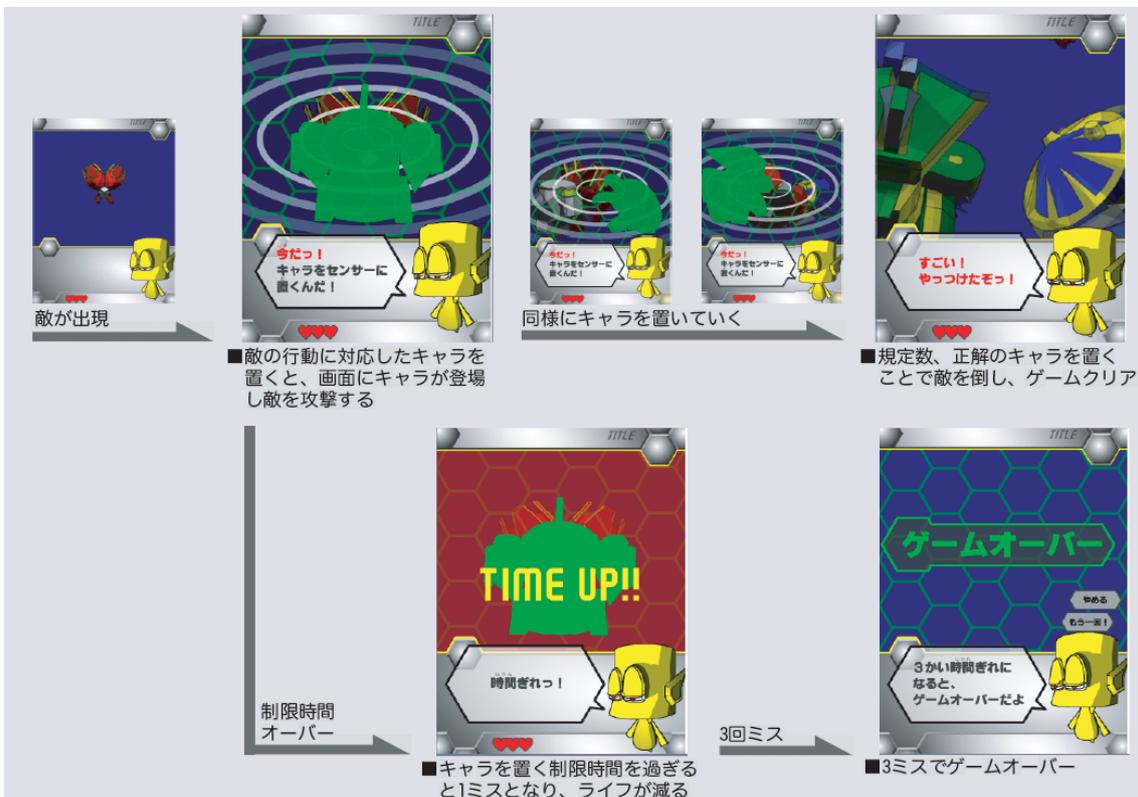


図 7 戦闘手順のフローチャート

Fig. 7 The flow chart of the battle

メダルは被験者に一枚ずつ渡したが、希望があれば追加で渡すようにした。

表 5.2 にアンケート結果を示す。

アンケート結果より、ほぼ全員がゲームクリアにまで辿りついており、ゲームの内容や操作方法については理解されていることがわかった。またプレイの感想として、キャラをもっと集めたいという意見が多く、

また追加要素の希望としてもキャラクタを増してほしいというものが多いことから、キャラクタの特徴などは十分に伝っている上で、種類の少なさから来るもの足りなさを感じていることがわかった。ポケモンやムシキング等のゲームに比べれば、5種類という数ははるかに少ないものであり、300種類以上いるポケモンの名前や得意技を暗記できるような被験者から見れば

表 1 アンケート結果
Table 1 A summary of inquiries

回答項目	人数
ゲームクリア状況	
・すぐできた	8
・何とかできた	4
・できなかった	1
プレイの感想(複数回答可)	
・キャラを集めたい	8
・もっとやりたい	7
・かんたんだった	3
・キャラがカッコわるい	2
・もうやりたくない	1
追加を希望する要素(複数回答可)	
・キャラ増量	10
・変形・合体	6
・ゲーム要素の追加	4

簡単すぎるという感想もうなずける。

またゲームそのものについて感想としては「かんたんだった」という感想に加え、追加要素を希望する意見が多いことから、ゲームが単純であると受け止められていたことが伺える。

6. 議 論

2種のアプリケーションの評価実験からは、提案システムのインタラクションは十分に理解されていること、またキャラクタを介しての物語の享受やゲームの体験が機能していることがわかった。一方で、キャラクタを所有することでそうした体験が強化されるのではないかという仮説については、今回実施した評価実験では明らかにされていない。この仮説については今後評価実験を重ねた上で検討する必要がある。

現在ゲーム盤が検知するのは盤上に置かれたフィギュアの種類と個数のみである。しかし子供の人形遊びにおいては、人形同士が近付いたり離れたりとといった位置関係を変化させながら物語を紡ぎだす光景がよく観られる。従って、ゲーム盤上でのフィギュアの位置を認識し、それらの位置関係を反映させたコンテンツ提供やゲームの操作ができれば、より強い感情移入を促し、また直感的な操作を可能にすると考えられる。すでに我々はRFIDリーダを複数使うことでRFIDタグの位置を認識できるゲーム盤を開発している¹¹⁾。このゲーム盤を提案するシステムに採り入れることを検討したい。

また現状では、ゲームを繰り返し遊んでも、所有するフィギュア自体には何のフィードバックも返さない。物語のメディアとしてのアプリケーションであれば、すでに観たことのあるアニメーションを記録しておいたり、ゲームアプリケーションであれば倒した敵の種類や数を記録することができれば、より高度なアプリケーションの構築が期待できる。書き換え可能な

RFIDタグの利用を検討している。

ネットワークの利用も検討中の課題である。現在の実装ではPC内にあらかじめ用意したコンテンツ以上のもは提供できないため、一通り遊び尽してしまうとすぐに飽きがくる。そこでネットワークを通じてコンテンツを定期的に供給するような仕組みが必要となるだろう。

バトルゲームアプリケーションにおける複数人プレイは、現在は協調プレイのみをサポートしているが、今後は対戦での遊びを提供したい。この場合、一つのガチャガチャで複数人が対戦するだけでなく、ネットワークを介したグループ対戦を導入することで、キャラクタを介した協調プレイという提案システムの特徴を活かしつつ対戦プレイの面白さを採り入れることができるのではないかと考えている。

7. 関連研究・製品

Entertaible¹⁾⁹⁾は大型の液晶ディスプレイを横置きにし、薄膜センサによる手指認識と赤外線によるディスプレイ上の物体認識を可能とした、ゲーム用インターフェイスである。盤ゲームの特徴である触って動かせる駒による操作と、ビデオゲームの特徴である動的な演出や複雑な計算の支援などの機能の双方を採り入れることができる。駒の識別は駒の直径を認識することで行われているため、識別できる数はそれ程多くない。

“Magic: The Gathering”は、トレーディングカードをカードゲームに応用した最初の例である。プレイヤーが各自でカードを所有し、それらを組み合わせてゲームを有利にするための工夫をする。「ワールドクラブチャンピオンフットボール」⁴⁾はこうしたトレーディングカードゲームのアイデアをビデオゲームに採り入れたもので、カードにRFIDタグを埋め込み、その種類と位置をゲーム機側から検知する。カードそのものを操作に用いないものとしては、「甲虫王者ムシキング」⁶⁾「オシャレ魔女ラブ and ベリー」⁷⁾が挙げられる。これらのゲームではカードの種類のみが認識され、基本的な操作はボタンを用いる。

Zowie Entertainment社の“Smart Toy”³⁾は、ゲーム盤の上に置かれた複数の人形の位置を同時に認識することができる。ゲーム盤はコンピュータに接続され、利用者はゲーム盤上での人形の操作を反映したイベントが画面上に表示される。操作できる人形はセットに含まれる2体のみであり、ゲームの進行は専ら人形の移動により展開される。

参 考 文 献

- 1) Hollemans, G., Bergman, T., Buil, V., van Gelder, K., Groten, M., Hoonhout, J., Lashina, T., van Loenen, E. and vande Wijdeven, S.: Entertaible: Multi-user multi-object concurrent

- input, *Adjunct Proceedings of the 19th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST06)*, pp.55–56.
- 2) Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, *Proceedings of CHI'97*, pp.234–241 (1997).
 - 3) Piernot, P.P., Vescovi, M.R., Willow, J. and Petravoc, R.: US Patent # 6,417,663: Detecting physical objects states using electromagnetic sensors (2002).
 - 4) SEGA: World Club Champion Football. <http://www.wccf.jp/>.
 - 5) SEGA: 三国志大戦. <http://www.sangokushi-taisen.com/>.
 - 6) SEGA: 甲虫王者ムシキング (2003). <http://www.mushiking.com/>.
 - 7) SEGA: オシャレ魔女ラブ and ベリー (2004). <http://osharemajo.com/>.
 - 8) vanden Hoven, E. and Mazalek, A.(eds.): *Proceedings of Tangible Play workshop* (2007).
 - 9) van Loenen, E., Bergman, T., Buil, V., van Gelder, K., Groten, M., Hollemans, G., Hoonhout, J., Lashina, T. and van de Wijdeven, S.: Entertaible: A Solution for Social Gaming Experiences, *Proceedings of Tangible Play workshop* (2007).
 - 10) 杉村典行：駄菓子屋の前の等身大文化 ガチャガチャ, *日曜研究家* 第6号, pp.8–31 (1996).
 - 11) 楠 房子, 杉本雅則, 橋爪宏達: 思考の外化を支援することによるグループ学習支援システム, *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol.J83-D1, No.6, pp.580–587 (2000).