

Equiput: ゲーム内アイテムの獲得と喪失を物理パーツの着脱として表現する実世界連動型ゲームインタフェース

Kim Hyunmin^{†1} 藤江彩琉^{†1} 築瀬洋平^{†2} 橋本直^{†1}

概要: 本論文では、ビデオゲームにおけるアイテムや能力の獲得・喪失といった状態変化を、ゲーム画面内だけでなく、実世界でも物理的に表現できるようにするゲームインタフェース「Equiput」を提案する。本システムは、パーツを着脱可能なゲームパッド、パーツを出し入れ可能な箱型デバイス、パーツを着脱可能なポート型デバイスの3種類から構成される。ゲーム内のアイテムや能力は、実世界ではゲームパッドのボタンパーツとして表現され、その着脱によってゲーム内での有効化・無効化が行われる。箱型デバイスはプレイヤーに新しいパーツを提供したり、逆にパーツを封印させたりする目的で使用される。ポート型デバイスは、アイテムの使用先となる役割を持ち、ゲーム内において鍵穴やバッテリースロットなどが対応する。これら3種類のデバイスを用いて、ゲーム内のイベントを現実での演出としてプレイヤーに伝えることで、獲得感および喪失感を増強するとともに、新しい楽しさや面白さを有するゲーム体験を提供することを目指す。本稿では、提案システムの概要と実装について述べ、ゲームでの使用例について示す。

1. はじめに

ビデオゲームにおいて、アイテムや能力の獲得および喪失は、ゲームデザインや物語表現を構成する重要な要素である。例えばアクションゲームでは、宝箱からアイテムを入手し、それを装備することで、より強力な攻撃手段や新たな移動手段を獲得できる。これらの過程を通じて、プレイヤーは「自らの行為の結果としてそれを手に入れた」という獲得感を得る。一方、物語進行上の理由から、所有しているアイテムを差し出したり、能力を封印されたりする場面もある。それまで可能であったアクションが実行できなくなることで、プレイヤーはゲーム内の主人公と同様の喪失感を味わうことになる。

多くのビデオゲームにおいて、アイテムの獲得や喪失はゲーム内データの書き換えによって実現されており、その表現は主としてゲーム画面内に閉じている。そこで本研究では、アイテムや能力の獲得・喪失といった状態変化を、ゲーム画面の中だけでなく実世界側でも物理的に表現するゲームインタフェース「Equiput」を提案する。本システムは、パーツを着脱可能なゲームパッド、パーツを出し入れ可能な箱型デバイス、およびパーツを着脱可能なポート型デバイスの3種類から構成される(図1)。ゲーム内のアイテムや能力は、実世界ではゲームパッド上のボタンパーツとして表現され、それらの着脱によってゲーム内での有効化・無効化が行われる。箱型デバイスは、新たなパーツをプレイヤーに提供したり、逆に既存のパーツを封印させたりする役割を担う。また、ポート型デバイスはアイテムの使用先として機能し、ゲーム内における鍵穴やバッテリースロットなどに対応する。

本研究では、このようなシステムを用いてゲーム内イベントを実世界での演出として提示することで、プレイヤーが感じる獲得感および喪失感を増強するとともに、新しい楽しさや面白さを有するゲーム体験を提供することを目的とする。

2. 関連研究

2.1 実世界と画面の中の世界の連動

実世界の装置とビデオゲームを連動させる試みとして、任天堂が1985年に発売したファミリーコンピュータロボット[1]がある。このロボットは、テレビ画面上に表示される光信号を検出し、それに応じて実世界でアームを動作させるゲーム機用周辺機器である。ゲーム画面上の出来事が実世界での物理的な動作として提示されることで、プレイヤーは画面と現実空間の双方に注意を向けながら遊ぶことになり、ゲームの世界が現実空間に現れたかのような驚きや楽しさがもたらされる。

尾崎らのGetToyIn[2]は、実物の人形と仮想世界におけるCG表現を同期させ、あたかも人形が実世界と仮想世

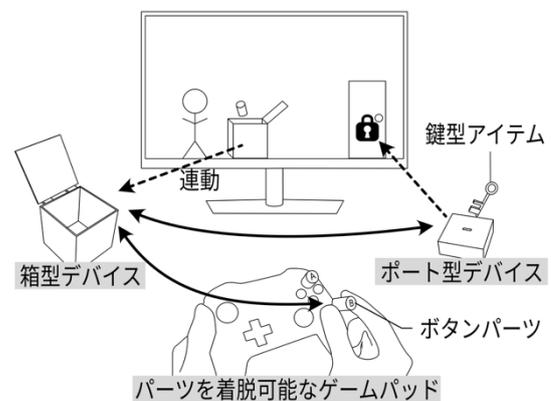


図1 システムの全体像

^{†1} 明治大学 総合数理学部

^{†2} ユニティ・テクノロジーズ・ジャパン株式会社



図 2 パーツを着脱可能なゲームパッド

界を行き来しているように見せるシステムである。ユーザが人形を収納箱に入れて扉を閉じると、仮想空間内に対応する人形の CG が出現し、さらに箱を叩くといった物理的操作が CG の挙動に反映される。また、CG は扉を介して再び人形として実世界に戻ってくることもできる。

我々の提案は、これらの先行事例と同様に、電氣的・機械的な仕掛けを有するデバイスを紹介して実世界と画面内の世界を連動させる枠組みを採用しているが、ゲーム内アイテムの存在そのものを実世界において実体化し、その着脱や管理を通じて獲得感や喪失感を強調する点に特徴がある。

2.2 カスタマイズ可能なゲームコントローラ

VoodooIO Gaming Kit[3] は、柔軟な基板上にボタン、ダイヤル、スライダなどの小型モジュールを自由に挿し込むことで、ユーザが即興的にインタフェースを組み立てられるシステムである。モジュールはその場で着脱・再配置が可能であり、個人の好みやゲームニーズに応じた操作性の最適化を目的としている。

HOT SWAP[4] では、操作コンポーネントをゲームプレイ中に交換可能なゲームコントローラとゲームコンテンツが提案されている。作例では、コントローラベースに同時に装着できる操作コンポーネントの数が制限されているため、隣り合うプレイヤー同士が協力して操作コンポーネントを交換し合うことを前提としたゲームデザインとなっている。

本研究においても、ゲーム中にコントローラの構成部品の着脱を行うことを中心的なインタラクションとしている。一方で、本研究では部品をゲーム内アイテムと対応付け、さらに箱型デバイスを用いた出し入れの行為を組み合わせることで、獲得感や喪失感を増強することを狙っている点に独自性がある。

3. 提案手法

提案する実世界連動型ゲームインタフェース「Equiput」について説明する。本システムは、パーツを着脱可能なゲームパッド、パーツを出し入れ可能な箱型デバイス、およびパーツを着脱可能なポート型デバイスの三種類から構成される。以下にそれぞれの詳細を述べる。



図 3 箱型デバイス(単位は mm)

(1) パーツを着脱可能なゲームパッド

本システムにおいて、ユーザが主たる操作を行う入力装置が、ボタンパーツを着脱可能なゲームパッドである。ゲームパッドの外観を図 2 に示す。

本体右側に配置された 4 つのフェイスボタンは、それぞれ独立したパーツとして着脱可能であり、ゲームプログラムから、どのパーツがどの位置に装着されているかを認識できる。各パーツにはタクトスイッチと抵抗が内蔵されており、ゲームパッド側ではマイコン (Arduino) による電圧計測を通じて抵抗値を判別することで、装着されているボタンパーツを識別している。

パーツの装着状態は、ゲーム内におけるアイテムや能力の有効・無効と対応付けられており、ゲームパッドにパーツを装着する行為はアイテムの装備や能力の有効化を、パーツの取り外しはそれらの無効化を表す。この対応関係により、ボタンパーツ自体がゲーム内アイテムを物理的に具現化した存在となり、パーツを失うことや他プレイヤーへの譲渡は、ゲーム内におけるアイテムの喪失や受け渡しと同様の意味を持つ。

(2) 箱型デバイス

箱型デバイスは、ゲーム側からユーザに物理的なパーツを提供したり、逆にパーツを封印したりする目的で使用される。箱型デバイスの外観を図 3 に示す。

本デバイスは卓上サイズの箱状構造を持ち、開閉可能な扉を備えている。現在の実装では、電磁ロックとそれを制御する駆動回路、マイコン (ATOM Lite)、バッテリーを内蔵している。ユーザが扉を閉めると自動的に施錠状態となり、ゲームプログラムからは無線通信による開錠操作と施錠状態の検知が可能である。

箱型デバイスの内部には、前述のゲームパッドのボタンパーツが収められており、扉が開くことでユーザはそれらを取り出し、ゲームパッドに組み込むことができる。例えば、ゲーム内で宝箱にアクセスしたタイミングに合わせて実世界側で箱型デバイスの扉が開くことで、パーツを直接手に取る行為を通じてアイテム獲得を演出できる。一方で、ゲーム内においてアイテムの供出や放棄が求められた際に

は、箱型デバイスはボタンパーツを封印する場所として使用される。このとき、ボタンパーツが物理的に使用不可となることで、アイテムや能力の喪失が実世界の行為として表現される。

箱型デバイスは、TV 画面に近い位置やユーザの傍らなどに明示的に配置することで、何かが出てくることへの期待感を喚起する使い方が可能である。一方で、あえて他の物体群に埋没する形で配置することで、扉が開いた際の意外性や驚きを強調する演出も実現できる。なお、ゲーム内容に応じて、ヒントが記された紙や他のデバイスで使用する部品など、ボタンパーツ以外の物品を扱うことも可能である。

(3) ポート型デバイス

ポート型デバイスは、単一のボタンパーツを着脱可能な端子を有する装置である。ポート型デバイスの外観を図 4 に示す。ポート型デバイスからは通信用の配線が伸びており、マイコン (Arduino) へと接続されている。装着されたパーツの信号はこの配線を通じてマイコンへ送られ、ゲームプログラムへ伝送される。

ポート型デバイスでは、前述のゲームパッドと同様の識別原理を用いて、装着されたボタンパーツを認識することができる。ゲームパッドをゲームキャラクターの身体的な要素を模した存在と捉えるならば、ポート型デバイスは主に環境側の要素を模した存在として位置づけられる。具体的には、アイテムを使用するための環境上の場所として機能し、ゲーム内における鍵穴やバッテリースロットなどに対応する。例えば、ゲームパッドから一時的にボタンパーツを取り外し、それをポート型デバイスに装着する一連の操作を通じて、ゲーム内でのアイテム使用を実世界側での物理的な行為として演出できる。

さらに、ポート型デバイスを前述の箱型デバイスの内部に配置することで、ボタンパーツが箱の中にあるかどうかを検知できるようになる。これにより、ユーザがアイテムを手にしたタイミングの検出や、アイテムが正しく封印さ



図 4 ポート型デバイス

れたことの確認が可能となる。

なお、ポート型デバイスで使用するパーツはボタンパーツに限定されない。パーツの設計要件は、抵抗値によって識別可能であることであり、物理形状については自由度を持たせている。例えば、鍵やフラッシュメモリの外観を持つパーツを用いることも可能である。

4. アクションゲームにおける利用例

提案システムをゲームメカニクスの一部として組み込んだ作例を図 5 に示す。本作例は、ゲームパッドを操作してキャラクターをゴールまで導くことを目的とした 2D アクションゲームである。ゴールへ到達するためには、複数のデバイスを適切に活用する必要がある。本ゲームは、全三つのステージによって構成されており、それぞれのステージを図 6、図 7、図 8 に示す。

第 1 ステージでは、箱型デバイスによるボタンパーツの獲得 (図 6-a) と、ゲームパッドにパーツを差し込むことによる能力獲得 (図 6-b) を利用するステージになっている。キャラクターの先には穴が配置されており、その穴にキャラクターが落ちてしまうとゴールへ進めなくなる。しかし、プレイヤーがゲームパッドで行える操作は左右移動のみである。ボタンパーツが装着されていないため、物理的にジャンプのための押下操作を行うことができない状態にある。キャラクターの左側には箱が配置されており、これにキャラクターが到達すると、ゲーム内の箱が開くと共に実世界に設置された箱型デバイスの扉も自動的に開く。その後、中からボタンパーツを入手できる。プレイヤーがこのボタンパーツをゲームパッドの空きスロットに装着し、ボタンを押すと、ゲーム内でキャラクターがジャンプできるようになる。これによって、キャラクターが穴を飛び越えてゴールへ進むことができる。

第 2 ステージでは、箱型デバイスによるアイテムの獲得 (図 7-a) と、ポート型デバイスによるアイテムの使用 (図 7-b) を利用するステージである。ゴールの手前には鍵穴のある扉が設置されており、プレイヤーはそのままではゴール



図 5 ゲーム利用例

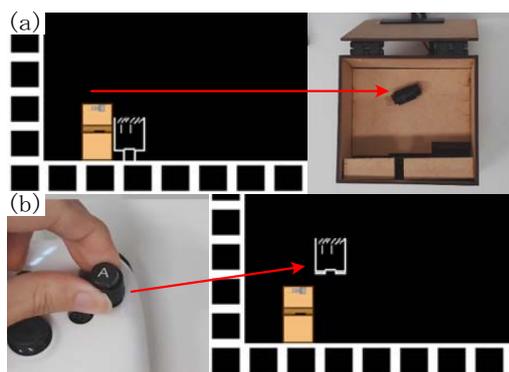


図 6 第 1 ステージ

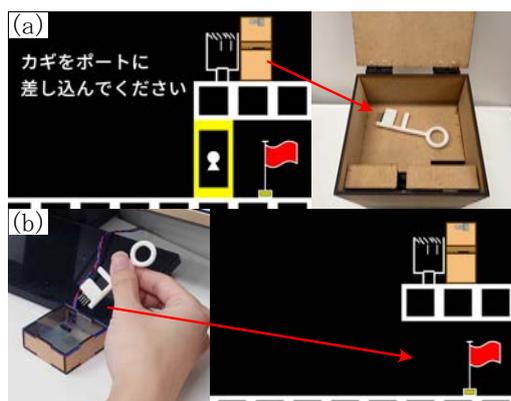


図 7 第 2 ステージ

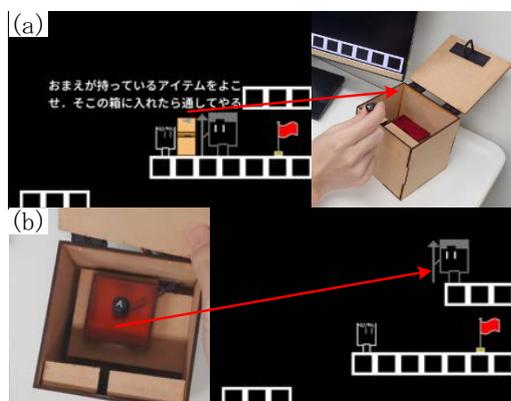


図 8 第 3 ステージ

ルへ進めない状態となっている。そこで、ゴールの上部に配置された箱に到達すると、第 1 ステージと同様に実世界の箱型デバイスの扉が開き、中に入っている鍵パーツを取得できる。この鍵パーツをポート型デバイスに差し込むこと、ポート型デバイスが鍵パーツの抵抗値を識別することで、ゲーム内の扉が消失し、ゴールへ進行可能となる。

第 3 ステージでは、箱型デバイスの内部にポート型デバイスが配置 (図 8-a) されており、獲得したボタンパーツを箱型デバイスに戻す操作 (図 8-b) を利用するステージである。ゲームパッドにボタンパーツが装着されている間は、プレイヤーはジャンプ操作を用いてゴール付近まで進むことができるが、ゴールの直前には門番が立ちはだかってお

り、その存在によってゴールに進めない状況となっている。門番は「おまえが持っているアイテムをよこせ。その箱に入れたら通してやる」と要求し、先へ進むためにはボタンの供出が必要となる。プレイヤーがゲームパッドからボタンパーツを取り外し、箱型デバイス内のポート型デバイスに装着したうえで扉を閉めると、門番が動き、ゴールに進めるようになる。

5. おわりに

本研究では、ゲーム内アイテムの獲得および喪失を、物理パーツの着脱として表現する実世界連動型ゲームインタフェース「Equiput」を提案した。システムの構成要素として、パーツを着脱可能なゲームパッド、箱型デバイス、ポート型デバイスの 3 種類のデバイスを実装し、それらを用いたアクションゲームの作例を試作した。

作例を通じて、提案システムが既存の 2D アクションゲームの枠組みに対して、大きなルール変更を伴うことなく導入可能であることを示した。また、アイテム操作に実世界での物理的な行為を伴うことで、プレイヤーの注意や行動の向け先が画面外にも拡張される点は、本システムの特徴的な側面である。これにより、ゲーム内イベントを実世界での演出として提示する新たなゲームメカニクスの設計空間を示したといえる。

提案手法がプレイヤーに与える獲得感や喪失感への影響については、現時点では定量的・定性的な評価を行っていないため、今後のユーザスタディを通じて明らかにしていく予定である。

参考文献

- [1] 任天堂株式会社. ファミリーコンピュータ ロボット ジャイロセット. <https://www.nintendo.com/jp/famicom/software/hvc-gy/index.html>, (参照 2025-10-22).
- [2] 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とその評価. インタラクシオン 2018 論文集. 2018, p. 183-188.
- [3] Villar, N. et al.. The VoodooIO gaming kit: a real-time adaptable gaming controller. Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI international conference on Advances in computer entertainment technology. 2006, 1p.
- [4] Gyory, P. et al.. HOT SWAP: Probing Embodied Game Interfaces With Reconfigurable Controllers. Companion Publication of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference 2019 Companion, p. 183-187.