

# 研究利用しやすく標準性を目指した ビデオゲームの設計と開発

岡 拓也<sup>1,a)</sup> 川島 拓也<sup>1,b)</sup> 林 大智<sup>2,c)</sup> 渡邊 恵太<sup>2,d)</sup>

**概要:** 研究者がゲーム研究を行う場合、市販のビデオゲームは著作権の問題で研究対象や素材としての利用が難しい。そのため研究者はビデオゲームを自作することがあるが、制作コストの課題から簡素になる傾向がある。また研究者自身がビデオゲームを自作することは研究の客観性が保てない。さらにゲームコントローラーの評価においても研究者間で基準となるビデオゲームがない。そこで本研究では誰もが利用可能なオープンビデオゲームライブラリを作成する。

## 1. はじめに

ビデオゲームは映画や音楽と同じように大衆化し、多くの側面から研究されている。特に認知度の高いビデオゲームは研究に多く引用されている。一方でビデオゲームに関する研究を行う場合、著作権の問題で市販のビデオゲームの利用は難しい。そのため研究者はビデオゲームを自作する必要があるが、制作コストや開発スキルの問題からゲーム性が低くなる傾向がある。また各研究者が自作したビデオゲームを評価実験に用いる場合、評価基準となるビデオゲームが独自の物となり他研究との相対評価が難しい。例えばゲームコントローラーのヒューマンインターフェースを評価する際に、各研究者が異なるビデオゲームを用いるとコントローラー間の相対的な比較が難しい。

そこで本研究ではこれらの問題を解決し、誰もが利用可能なオープンビデオゲームライブラリを提案する。オープンビデオゲームライブラリは3つの観点からゲーム研究に貢献する。

- (1) 評価実験に用いることで、研究間で評価対象の相対的な比較を可能にする。
- (2) 研究者がビデオゲームやアセットを開発する負担が減る。
- (3) デモンストレーション等の研究発表に利用し、聴衆の研究内容の理解や興味関心の惹きつけを促進する。

## 2. 関連研究

### 2.1 ゲーム体験の定量的評価

新たなゲームコントローラーや体験手法を開発し、ゲーム体験を向上させる試みが多くなされている。一方でゲーム体験の客観的な評価は難しい。そのため The Player Experience of Need Satisfaction (PENS)[15] や The Game Experience Questionnaire(GEQ)[11] といったアンケートが開発されている。また Brown ら [2] は、Subjective Mental Effort Questionnaire(SMEQ)[12] によりユーザの精神的努力を、Consumer Product Questionnaire(CPQ)[1] によりユーザの満足度を定量的に評価した。アンケート以外にもフィッツの法則 [6] を用いて、ゲームコントローラーの性能を評価できる [14]。また視線を計測してプレイ中の集中度を評価する事例もあった [28]。本研究では、シューティングゲームの照準の正確性やレースゲームのハンドリングなどの、新たな定量的尺度を提供する。これらを数値として出力し、コントローラーの相対的な評価を可能にする。また多くのゲーム研究者が本研究のビデオゲームをベンチマークとして利用することで、アンケート結果を他の研究と比べて相対評価できるだろう。ベンチマークに関する関連研究は次の節で述べる。

### 2.2 様々なベンチマーク

ベンチマークとは特定の評価軸において評価対象間の相対的な評価を可能にするための共通評価基準である。ゲーム分野においては UL Benchmarks 社 [20] が開発している 3DMark[19] がある。これは PC などゲームをプレイするデバイスの 3D 性能を測るビデオゲームであり、質の高

<sup>1</sup> 明治大学大学院 先端数理科学研究科  
先端メディアサイエンス専攻

<sup>2</sup> 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

a) cs212022@meiji.ac.jp

b) cs212007@meiji.ac.jp

c) ev190530@meiji.ac.jp

d) keita\_w@meiji.ac.jp

いゲームが数種類用意されている。評価対象はデバイスの GPU や CPU に留まり、ゲーム体験やビデオゲームコントローラーのヒューマンインタフェースを評価するものではない。

3DBenchy[4] は Creative Tools 社 [5] が公開している 3D モデルデータである。従来 3D プリンタの実際の性能は適当な 3D モデルを用意し、出力された印刷物を見て評価していたが、これでは評価基準が各々に委ねられ他の 3D プリンタとの相対的な比較ができなかった。しかし 3DBenchy をベンチマークとして 3D プリンタを評価することで、個人の基準に依存しない相対的な評価が可能となる。

ダミー人形 [13] は車の衝突実験に用いられるベンチマークである。これは車が衝突した際の乗車中の人間の挙動を評価するために使われるもので、人間の物理的な情報を基に作られ、衝突時の挙動を再現する。ゲーム研究の評価実験においても実際のプレイ状況を再現する必要があるが、市販のゲームを用いることができない。そのため市販ゲームと同等の質で、実際のプレイ状況を再現可能なビデオゲームが必要である。

## 2.3 オープンなコンテンツ

他分野においては本研究のようにオープンなライブラリを提供し、研究に貢献する試みがある。後藤ら [26] は、研究に利用可能な楽曲・楽器音データベースを公開している。著作権処理済みの音データ全 315 曲を収録しており、楽曲を利用した実験やデモンストレーションに使用できる。また歌声の研究のための、ハミング・歌唱・歌詞朗読を含んだ音声データベースも公開している [27]。Tsuchida ら [18] は、ダンスの研究のためのストリートダンス動画データベースを公開している。新たに制作したダンス楽曲 60 曲と、それに合わせて 10 のダンスジャンルを踊るダンサーの動画全 13,960 本を収録している。これによりダンスのモーション識別やダンスジャンル推定、ダンス動画の生成などの、ダンスに関する幅広い研究テーマに役立つ。

質の高い二次利用可能なコンテンツを提供し、クリエイターや研究者を支援する試みが多くなされている。ユニティちゃん [24] は 3D データが無償で配布されており、キャラクターデザインや 3D モデリングできないゲームクリエイターのゲーム開発を助けている。初音ミク [23] は二次創作に使用できるキャラクターとして広く使われており、ニコニコ動画<sup>\*1</sup>にはオリジナル楽曲や 3D 映像作品など多くのコンテンツが投稿されている。これらのライブラリやコンテンツのように、本研究でも様々なジャンルのビデオゲームや関連素材を提供し、ゲーム研究の分野への貢献を目指す。

<sup>\*1</sup> [https://www.nicovideo.jp/video\\_top/](https://www.nicovideo.jp/video_top/)

Hejine ら [9] は、「ゼルダの伝説 神々のトライフォース」をベースにした、アクション RPG における手続き型コンテンツ生成 (PCG) 環境を提供している。外部指標に合わせてデザインを調整できたり、プレイヤーの行動ログを取得できたりと、実験の環境構築や分析を容易にしている。Fukuchi[7] は、プラットフォーム (ジャンプアクション) ゲームにおけるジャンプ処理やカメラ移動処理のパラメータを細かく変更できる、実験用ソフトウェアを公開している。

## 3. オープンビデオゲーム

オープンビデオゲームとは、評価実験や素材として誰もが利用可能なビデオゲームである。オープンビデオゲームライブラリは、様々なジャンルのビデオゲームや関連素材を備えたライブラリである。本章ではオープンビデオゲームのコンセプトの設計方針について述べる。

### 3.1 コンセプト

研究利用するビデオゲームは研究者が利用しやすく、各研究条件を満たすものを目指す。研究利用するビデオゲームはジャンルから選定される場合が多いため、過去の研究をもとに人気ジャンルのビデオゲームを優先して開発する。さらに各研究者がビデオゲーム内のパラメータを調整し、研究条件に沿ったビデオゲームに実装可能にする。論文や資料に掲載する素材としても十分と判断されるために、ビデオゲームのビジュアルは質が高く稚拙に感じさせないものにする。

またビデオゲームコントローラーの評価実験に利用しやすいものにするため、多様な入力手法に対応する必要がある。さらにゲーム内容が複雑になると学習に時間がかかり効率的に実験することができなくなるだけでなく、誤った理解のまま実験し実験結果の信頼性に影響を及ぼす可能性がある。このような評価上のノイズとなりうる参加者の理解度のばらつきを抑えたゲームデザインをする。またゲーム結果のログを取得可能にし、コントローラーを介したプレイヤー体験を定量的に評価・分析可能にする。

### 3.2 設計方針

#### 3.2.1 ジャンルの選定

本研究のビデオゲームを開発するにあたり、新しいコントローラーや体験手法を評価するためにビデオゲームを利用している先行研究を調査した。どのようなビデオゲームが利用されているかを明らかにし、オープンビデオゲームの開発の参考にする。ビデオゲームのジャンルの分類はサイトやメーカーにより様々であるため、今回は Wolf ら [22] の 42 ジャンルの分類を用いた。この分類は主にビデオゲームとプレイヤーのインタラクティブ性に基づいており、ゲーム体験の評価に利用するビデオゲームのジャン

ルの選定に適切であると考えた。

まず ACM Digital Library を用いて、以下のクエリで検索した。

Title:((game AND device) OR (game AND controller) OR (game AND experience)) AND Abstract:((game AND device) OR (game AND controller) OR (game AND experience))

その結果、575 件の論文がヒットした。また情報処理学会の電子図書館でも同様に検索し、日本で発表されている論文も調査した。詳細な検索ができなかったため、タイトルと概要をそれぞれ別で検索をかけた結果、323 件の論文がヒットした。これらの研究のうちタイトルと概要、本文を見てビデオゲームを評価に用いているものを抽出した。ゲームの開発自体をメインに行ったもの、ゲーマーについての調査したもの、ゲーム理論に関するものなどは除外した。またビデオゲームを評価に利用しているものでも、物理的な要素を軸にしているもの、処理性能を測るためのもの、ゲームの構成が非常に限定的なものも除外した。信頼性を高めるために、内容が重複しているもの、ゲームの説明が不十分なもの、ページ数が極端に少ないものも除外した。最終的に 105 件の論文を抽出した。1 つの研究で複数のビデオゲームが使われているものがあり、また 1 つのビデオゲームで複数のジャンルを有するものもあった（例えば、「Need for Speed™\*2」は Driving と Racing の 2 ジャンルをカウントした）。

その結果全部で 206 のデータが得られ、図 1 のようなジャンルが利用されていた。Adventure や Racing は市販のものには含まれていたが、研究者の自作のものにはほとんど含まれていなかった。また市販のものを用いた実験でも、ストーリー全体のうち一部のステージしかプレイさせていなかった。このことから評価に利用したいビデオゲームは、ストーリーや世界観、目標の部分よりもその場のアクションや操作性が重要であると示唆される。入力の遅延による影響を調査した論文 [16] でも、Platform や Sports などプレイ中の操作量のばらつきが少ないものが利用されていた。そのためオープンビデオゲームライブラリには、Sports・Shoot 'Em Up・Platform・Puzzle・Driving などのアクション要素の強いジャンルを備えるべきである。今回はそのうち、Shoot 'Em Up・Platform・Driving の 3 つのビデオゲームを開発した。それぞれのジャンルの定義は表 1 の通りである。開発したビデオゲームについては 4 章で詳しく述べる。

### 3.2.2 ゲーム内パラメータの調整・取得可能性

本研究のビデオゲームのパラメータを部分的に調整し、各研究条件に沿った内容にする。ゲーム内パラメータは入力のしやすさを調整する移動感度や難易度を変更する敵の

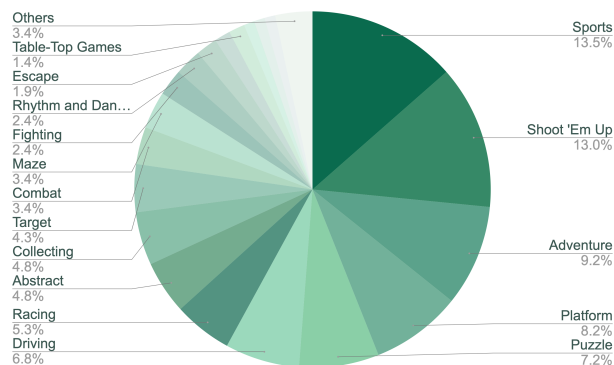


図 1 評価に使われているビデオゲームのジャンル分類は Wolf ら [22] の 42 のジャンルによる

表 1 Wolf らによるジャンルの分類

	「Driving」「Platform」「Shoot 'Em Up」の定義
Driving	ステアリング・操縦性・スピード コントロール・燃費など、主に 運転技術をベースにしたゲーム
Platform	走る・登る・跳ぶなどの移動手段を 用いて一連のレベルを移動することが 主な目的となるゲーム
Shoot 'Em Up	複数の敵やターゲットを撃ち 破壊するゲーム

数などがある。パラメータ設定画面からスライダー UI を操作し、各パラメータを調整する。

プレイを通して記録されたパラメータを取得可能にする。これを利用してビデオゲームコントローラー、さらにはプレイヤー体験の定量的な評価・分析を可能にする。

### 3.2.3 多様な入力方法への対応

センサ部品の小型発展によりジェスチャー [3] や視線 [17]、ブレイン・コンピュータ・インターフェース [8] を入力としたビデオゲームコントローラーの研究が増えている。これに伴い、コントローラーの評価実験用ビデオゲームは多様な入力方法に対応させる必要がある。そこで本研究では、Human Interface Device[21] での入力に変換された入力もしくは、シリアル通信により送信された入力情報をゲーム内入力にマッピングする。単一のビデオゲームを入力方法の異なる複数のコントローラーでプレイ・評価し、相対的な比較ができる。

### 3.2.4 学習しやすいゲームデザイン

評価実験で使うビデオゲームは学習のしやすさについて考慮する必要がある。非現実的なストーリーや世界観の設定は学習コストが高いだけでなく、理解度にばらつきが出る。そこで、現実の身体体験で感じるゲーム性を参考に、プレイヤーがキャラクターを連続的に制御する必要があるゲームデザインを試みた。ビジュアル面においても、実験参加者の文化的背景によって解釈の差が生まれうる特徴的な表現を避け、意味を抽出した記号的なデザインにする。

\*2 Electronic Arts Inc. が発売しているレーシングゲーム  
<https://www.ea.com/ja-jp/games/need-for-speed/need-for-speed/>



図 2 開発したオープンビデオゲームのプレイ画面  
Hunter-Chameleon (左), Escape fish (中央), Sliding penguin (右)

## 4. オープンビデオゲームの開発

本研究では動物のメタファを利用したゲームデザインを試みる。特定の人間や人型キャラクターに対する認識と比べ動物に対する基本的な認識は文化や個人の経験に依存しにくく理解度のばらつきを抑えることができる。特定の状況に置かれた動物の次の行動に対しての推測可能性を利用し、目的や制約を自然に理解できるゲームを目指した。

また本ビデオゲームをコントローラーの評価実験に用いることを想定し、常にコントローラーを操作している状態、つまりキャラクターの連続的な制御を必要とするゲームデザインにした。連続的に制御する必要のある状況を3種類に分類した。(i) 敵が絶え間なく迫ってくる場合、(ii) 環境が複雑な場合、(iii) キャラクターがアンバランスまたはアンコントロールブルである場合である。これらの状況を最低1つ再現することで連続的な制御が必要なビデオゲームにする。

本章では、以上のことをふまえて開発した3つのビデオゲームと試用考察について説明する。それぞれ「タイトル」「テーマ」「ゲームの目的」「終了条件」「調整可能なパラメータ」「取得可能な数値」を述べる。共通している部分として、ゲームスコアとコントローラーの「入力回数」「変位」を取得可能にした。

### 4.1 Hunter-Chameleon

*Hunter-Chameleon* は、カメレオンの舌でターゲットを撃ち抜く Shoot 'Em Up ゲームである(図2左)。このビデオゲームの目標は、制限時間内に次々と出現するハエや果物といったエサを舌で入手しスコアを伸ばすことである。例えばハエは左右から出現して水平移動し、リンゴは上から自由落下してくる。ターゲットの中にはカメレオンにダメージを与えてくるものもあるため、それらを優先して撃ち落とす必要がある。トリガーを引いた照準の座標とターゲットの当たり座標が近いほど高いスコアが得られる。調整可能なパラメータは、ターゲットの「出現頻度」「移動速度」である。取得可能な数値は、ターゲットへの「ヒット数」「ヒット率」である。

### 4.2 Escape fish

*Escape fish* は海流に流され網に捕われないよう魚をコントロールし、できるだけ移動距離を伸ばすことを目的とした Platform ゲームである(図2中央)。敵や障害物に当たらないよう、上下移動と進行方向と逆向きの海流に逆らうための入力をし続ける必要がある。泳いでいる仲間の魚に触れて群れを大きくすることで残機を増やせるが、その分当たるスペースも大きくなるので制御が難しくなる。また障害物の数や海流の強弱など、プレイヤーをとりまく環境は常に変化し続けるため、柔軟に対応し制御することが求められる。研究者が調整可能なパラメータは、「上下移動の感度」「水流の力」「加速時の推進力」である。ゲーム結果として出力する数値は、生き延びた時間及び移動距離である。

### 4.3 Sliding penguin

*Sliding penguin* は親ペンギンが、滑りやすい水上で魚を見つけるために探索する Driving ゲームである(図2右)。このビデオゲームの目標は、制限時間内で多くの魚を捕まえ、子供ペンギンに与えることである。親ペンギンは魚と子供ペンギンの間を行き来するが、海に落ちると強制的に終了となる。また、親ペンギンの加速と取得した魚を投げる機能を駆使し、時間短縮が可能である。一度力を加えると滑り続ける水上を海に落ちないように移動するため、プレイヤーは連続的な制御が必要である。研究者が調整可能なパラメータは、「操作感度」「制限時間」「出現する魚の数や種類」である。ゲーム結果として出力する数値は、一匹当たりに取得するのにかかった時間である。

### 4.4 開発したビデオゲームの試用考察

参加者のプレイの学習コストを下げるために、動物のメタファを採用した。動物は世界共通認識であり、操作方法や目標が分かりやすい。またプレイヤーにとって親しみやすいゲームデザインにできる[25]。今回開発した3つのゲームでは、「カメレオンが獲物を捉える」「魚が海中を泳ぐ」「ペンギンが水上を滑る」という類推可能性の高いテーマで開発した。

またコントローラーの評価実験に用いることを想定し、連

統的に制御する必要のあるゲームデザインにした。Hunter-Chameleon では絶え間なく出現するターゲットを撃ち続ける設計 (i), Escape fish では海流に流されないように調整し続ける設計 (ii), Sliding penguin では想定通り移動できるようなコントロールし続ける設計 (iii) にした。コントローラーを常に操作し続けなければならないため、コントローラーの評価実験に利用するビデオゲームとしては適切な設計にできたと考える。

## 5. 議論

本稿では、オープンビデオゲームのコンセプトと設計方針、3つビデオゲームの開発に留まっている。提案したそれぞれのビデオゲームのステージは1つのみで、グラフィックやサウンドなどの作り込みは改善の余地が多々ある。そのうえで今回開発したビデオゲームから、オープンビデオゲームの目的を達成するうえでの課題や要件などを議論する。

### 5.1 評価実験に利用可能か

一般的に評価実験は操作方法の教示や練習というステップがある。現在はステージは1つのみであるため、遊び方を理解するためのモードがない。また実験は複数セッション行うことも多い。さらに、複数の研究者が実験で使うと実験参加者はその慣れが学習効果に反映されてしまう可能性がある。そのため3.2.2で述べたように、ゲーム性は変えずにその中のパラメータ調整や、多様なステージを用意したり、敵キャラクターの出現方法、出現場所などを変えられるような仕組みを作ることが必要である。このように研究者にとって利用しやすい環境にするために、ゲームとしての作り込みだけでなく実験のフローを考慮した設計に洗練させていくと研究者にとってより使いやすい環境になる。また他の複数の研究者に本ゲームを使用してもらい、フィードバックを得ることで、実験者フレンドリーなゲーム実験環境を目指す。

### 5.2 ベンチマーク性

新しいコントローラーを開発した際にオープンビデオゲームをプレイすることで、興奮するポイントやミスしやすい場所の違いや、スコアの変化を表出できる。これによって異なるコントローラーがもたらす体験の特徴を言語化し、相対評価しやすくなる。ただし、この際パラメータを調整して各プレイごとに変えてしまうと、ベンチマーク性が薄れる恐れがある。そのため研究者は同じパラメータで実験参加者にビデオゲームをプレイさせる必要がある。しかしコントローラーによっては、その特性の違いからこれらのビデオゲームへの最適化しなければならない部分が出てくる。どのようにその整合性をとり、かつゲームの難易度に影響を与えないようにするかは、今後の検討しな

ればならない課題である。

### 5.3 コンテンツの質

今回開発したゲームでは、自らグラフィックを作成した部分があれば、Unity\*3のアセットを利用したものもある。我々はグラフィックやサウンドエフェクトについての専門性は低いため、高品質で適切な素材を用意することが難しい。本ビデオゲームが広く利用されるためにも、今後はより高品質なグラフィックやサウンドエフェクトを準備することが重要な要件になると考える。そのため、例えば科研費などの費用を獲得し、プロのグラフィックデザイナーやサウンドクリエイターへ発注するのも1つの方法である。これは多くの研究者が長く使用しても飽きにくくさせたり、あるいは国際的にも魅了できるような耐久性のあるビデオゲームに仕上げるためである。

また、ゲームのプラットフォームも年々変わるため、プログラムの改良やバグ対応などメンテナンスが必要である。ベンチマークや評価として利用するために、長期的にこれらのビデオゲームにアクセス可能であることが重要になる。そのためGitHub\*4を用いてソースコードを公開共有し、研究者間でメンテナンス維持していかなければならない可能性がある。

### 5.4 今後開発すべきビデオゲーム

今回開発した3つのビデオゲーム以外にも、多様な操作性やゲームデザインを持つビデオゲームをライブラリに備える必要がある。先行研究の調査により、モーションを入力とした研究にSportsゲームが多く利用されていたため、優先して開発する必要がある。しかしSportsで動物のメタファを用いる場合は、ゲーム性が分かりづらくなる可能性があるためキャラクターデザインを検討する必要がある。また今回はWolfらの分類から3つのジャンルを選定しビデオゲームを開発したが、今後はゲームの要素をアクションや目標などでさらに細かく分類して[10]、研究者が重要視しているゲーム要素を明らかにしたい。

VRゲームを利用している研究も多くあった。今回はどれも3人称視点の2Dゲームであったため、VR用の1人称視点ゲームも開発する必要がある。

## 6. おわりに

ゲーム研究発展のための、オープンなビデオゲームのコンセプトと開発したゲームを述べた。ゲーム研究のデモンストレーションや共通のベンチマークとして使うことを想定し、選出した3つのジャンルのゲームを開発した。直感的に目的が理解でき、かつ魅力的で普遍的なゲームを目標にした。今後は研究者が必要とするゲームのさらなる調査

\*3 <https://unity.com/>

\*4 <https://github.com/>

や、オープンビデオゲームの方向性について議論していく必要がある。

## 参考文献

- [1] Arnold, A. G.: Mental Effort and Evaluation of User-Interfaces: A Questionnaire Approach, *Proceedings of HCI International (the 8th International Conference on Human-Computer Interaction) on Human-Computer Interaction: Ergonomics and User Interfaces-Volume I - Volume I*, USA, L. Erlbaum Associates Inc., p. 1003–1007 (1999).
- [2] Brown, M., Kehoe, A., Kirakowski, J. and Pitt, I.: Beyond the gamepad: HCI and game controller design and evaluation, *Evaluating user experience in games*, Springer, pp. 209–219 (2010).
- [3] Cheema, S. and LaViola, J. J.: Wizard of Wii: Toward Understanding Player Experience in First Person Games with 3D Gestures, *Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games*, FDG '11, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 265–267 (online), DOI: 10.1145/2159365.2159407 (2011).
- [4] Creative Tools: #3DBenchy – The jolly 3D printing torture-test (online), available from (<http://www.3dbenchy.com/>) (accessed 2021-07-12).
- [5] Creative Tools: Creative Tools (online), available from (<https://www.creativetools.se/>) (accessed 2021-07-26).
- [6] Fitts, P. M.: The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement., *Journal of experimental psychology*, Vol. 47, No. 6, p. 381 (1954).
- [7] Fukuchi, K.: JumpLab: a testbed for studying jump motion and scrolling algorithms of videogames (online), available from (<https://fukuchi.org/works/jumplab/index.html>) (accessed 2021-07-12).
- [8] Gürkök, H., Hakvoort, G., Poel, M. and Nijholt, A.: User Expectations and Experiences of a Speech and Thought Controlled Computer Game, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery (2011).
- [9] Heijne, N. and Bakkes, S.: Procedural Zelda: A PCG Environment for Player Experience Research, *Proceedings of the 12th International Conference on the Foundations of Digital Games*, FDG '17, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery (2017).
- [10] Heintz, S. and Law, E. L.-C.: The Game Genre Map: A Revised Game Classification, *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, CHI PLAY '15, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 175–184 (2015).
- [11] IJsselstein, W., De Kort, Y., Poels, K., Jurgelionis, A. and Bellotti, F.: Characterising and measuring user experiences in digital games, *International conference on advances in computer entertainment technology*, Vol. 2, p. 27 (2007).
- [12] McNamara, N. and Kirakowski, J.: Measuring User-Satisfaction with Electronic Consumer Products: The Consumer Products Questionnaire, *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, Vol. 69, No. 6, p. 375–386 (2011).
- [13] National Highway Traffic Safety Administration: NHTSA's Crash Test Dummies (オンライン), 入手先 (<https://www.nhtsa.gov/nhtsas-crash-test-dummies>) (参照 2021-07-26).
- [14] Ramcharitar, A. and Teather, R. J.: A Fitts' Law Evaluation of Video Game Controllers: Thumbstick, Touchpad and Gyro sensor, *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '17, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 2860–2866 (2017).
- [15] Ryan, R. M., Rigby, C. S. and Przybylski, A.: The motivational pull of video games: A self-determination theory approach, *Motivation and emotion*, Vol. 30, No. 4, pp. 344–360 (2006).
- [16] Sabet, S. S., Griwodz, C. and Möller, S.: *Influence of Primacy, Recency and Peak Effects on the Game Experience Questionnaire*, p. 22–27, Association for Computing Machinery (2019).
- [17] Smith, J. D. and Graham, T. C. N.: Use of Eye Movements for Video Game Control, *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ACE '06, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 20–es (online), DOI: 10.1145/1178823.1178847 (2006).
- [18] Tsuchida, S., Fukayama, S., Hamasaki, M. and Goto, M.: AIST Dance Video Database: Multi-Genre, Multi-Dancer, and Multi-Camera Database for Dance Information Processing., *ISMIR*, pp. 501–510 (2019).
- [19] UL Benchmarks: 3DMark benchmark for Windows, Android and iOS (online), available from (<https://benchmarks.ul.com/3dmark>) (accessed 2021-07-12).
- [20] UL Benchmarks: ULBenchmarks (online), available from (<https://benchmarks.ul.com/>) (accessed 2021-07-26).
- [21] USB Implementers Forum Inc.: Human Interface Devices (HID) Information | USB-IF (online), available from (<https://www.usb.org/hid>) (accessed 2021-07-19).
- [22] Wolf, M. J.: Genre and the video game, *The medium of the video game*, Vol. 1, pp. 113–134 (2001).
- [23] クリプトン・フューチャー・メディア株式会社: piapro(ピアプロ)|キャラクター利用のガイドライン (オンライン), 入手先 ([https://piapro.jp/license/character\\_guideline](https://piapro.jp/license/character_guideline)) (参照 2021-07-13).
- [24] ユニティ・テクノロジーズ・ジャパン株式会社: DATA DOWNLOAD-利用規約 « UNITY-CHAN! OFFICIAL WEBSITE (オンライン), 入手先 (<https://unity-chan.com/contents/guideline/>) (参照 2021-07-13).
- [25] 杜 暁冬, 宮田一乗: 動物キャラクタを用いた実走行データの可視化表現の提案, 第五回知識創造支援システムシンポジウム報告書, pp. 56–63 (2008).
- [26] 後藤真孝, 橋口博樹, 西村拓一, 岡 隆一: RWC 研究用音楽データベース: 研究目的で利用可能な著作権処理済み楽曲・楽器音データベース, 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 3, pp. 728–738 (2004).
- [27] 後藤真孝, 西村拓一: AIST ハミングデータベース: 歌声研究用音楽データベース, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol. 2005, No. 82 (2005-MUS-061), pp. 7–12 (2005).
- [28] 山浦祐明, 中村聡史: 視線に追従するぼかしエフェクトがビデオゲームの体験に及ぼす影響の調査, 技術報告, 一般社団法人情報処理学会 (2019).