

筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

卒業研究論文

アドベンチャーゲームにおける
ユーザ体験向上のための
感情推定技術を用いた入力手法

大山 智弘

指導教員 川口 一画，志築 文太郎

2022年1月

概要

本研究は、より没入感が高く、印象のよいアドベンチャーゲームの作成を目的としている。印象のよいとは、ゲームに対して面白い、楽しい等のポジティブな評価が多いことを指す。アドベンチャーゲームとは、テキスト、画像、音声により物語が提示され、物語に複数存在する選択肢をプレイヤーが選択することによりシナリオが分岐するデジタルゲームである。プレイヤーは選択により変化するシナリオに没入感を得ることができる。しかし現在、アドベンチャーゲームの入力方法は、ゲームパッド、マウス等によるテキスト選択が大半を占めている。

ここで、同様に物語が分岐するゲームとして、テーブルトップロールプレイングゲーム (TRPG) を挙げる。このゲームはアドベンチャーゲームとは異なり、プレイヤーの演技により物語が進行することから、物語は複雑な展開へ進行し没入感および印象の向上につながると考える。そこで本研究では、アドベンチャーゲームに TRPG の要素である演技を取り入れた新たな入力手法を提案する。具体的には、アドベンチャーゲーム内の選択肢の選択に、プレイヤーの発話の音声認識および表情からの感情推定を組み合わせた手法を用いる。この手法では、プレイヤーはゲーム内主人公の演技を行う。選択肢の文章は主人公のセリフおよび感情であり、プレイヤーは入力の際に選択するテキストを読み上げると同時に、表情を作成する。ゲームシステムは、音声認識により発話内容のテキストと、表情からの感情推定によりカメラを用いて得た発話時の表情から感情を取得する。

本研究では、アドベンチャーゲームにおける演技の入力がユーザ体験に与える影響について検証する実験を行った。本実験では、既存手法のマウス入力および発話のみでの入力と提案手法の演技の入力を比較した。実験のアンケート結果では、演技の入力はマウス入力と比べ没入感が上がり、ゲームに対する印象は差が見られず、入力時の緊張が増える結果となった。また、発話のみでの入力と提案手法の間には差が見られなかった。プレイヤーの主観評価では発話のみでの入力とマウス入力の評価が高かった。

目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	本研究のアプローチ	2
1.3	貢献	2
1.4	本論文の構成	3
第2章	関連研究	4
2.1	情動の起源に関する心理学的知見	4
2.1.1	情動に関する心理学用語と背景	4
2.1.2	表情フィードバック仮説	4
2.2	表情からの感情推定を用いた先行研究	5
2.3	ゲームの入力手法	5
2.3.1	発話を入力に用いたゲーム	5
2.3.2	表情からの感情推定を用いたゲーム	6
第3章	システム構成	8
3.1	提案手法の設計	8
3.2	プログラム構成	8
3.2.1	実験用アドベンチャーゲームプログラム	9
3.2.2	音声認識プログラム	12
3.2.3	表情からの感情推定プログラム	12
3.2.4	プログラム間の通信の流れ	14
3.3	インタラクションデザイン	16
第4章	実験	19
4.1	仮説	19
4.2	実験設計	20
4.2.1	実験条件	20
4.2.2	入力条件における選択肢の表記の変化	22
4.2.3	実験タスク	23
4.2.4	実験参加者	25
4.3	評価項目	25

4.3.1	IMI アンケート	25
4.3.2	GEQ アンケート	25
4.3.3	半構造化インタビュー	26
4.4	結果および考察	27
4.4.1	IMI アンケート	27
	Interest-Enjoyment に関する結果および考察	27
	Tension-Pressure に関する結果および考察	28
4.4.2	GEQ アンケート	30
	Immersive に関する結果および考察	30
	Flow に関する結果および考察	31
	Positive に関する結果および考察	32
	Negative に関する結果および考察	33
4.4.3	半構造化インタビュー	33
4.5	実験結果に対する考察のまとめ	34
第 5 章	本研究の制約、今後の課題および展望	35
5.1	実験環境による制約	35
5.2	表情からの感情推定の精度および個人差	35
5.3	音声認識における認識時間	36
5.4	表情の作成と発話の両立	36
5.5	シナリオ内容	37
5.5.1	実験に用いたシナリオの問題点	37
5.5.2	シナリオ作成における問題	37
	主人公がプレイヤー自身である場合	37
	主人公が確立したキャラクターである場合	38
5.6	演技に対する抵抗感	38
5.7	今後の展望	38
第 6 章	おわりに	40
	謝辞	41
	参考文献	42
	付録 A	45
	付録 B	50

目次

3.1	実験用ゲームにおける通常時画面。下部のテキストボックスにシナリオが表示される。	10
3.2	実験用ゲーム画面における選択肢表示画面。画面中央に選択肢が表示される。	10
3.3	実験中の画面構成。左側に実験用ゲームウィンドウ、右側にシナリオを補足するテキストが書かれたウィンドウを表示している。	11
3.4	Python paz ライブラリ Emotion classifier Interface ウィンドウ。 カメラで撮られた映像に、現在一番推定値の大きい感情の感情名および推定値が表示される。	13
3.5	プログラム間の通信の流れ。表情からの感情推定のデータの流れについて示している。	15
3.6	実験用ゲームにおける演技入力中の画面。選択肢表示時に加え、“now input”と現在の感情を示す文字列が表示されている。	16
3.7	実験用ゲーム画面、選択結果画面。選択された選択肢が黄色に表示される。	17
3.8	実験用ゲームにおける提案手法のインタラクションの流れ。	18
4.1	実験用ゲームにおける入力の流れ。ゲーム内で選択肢が表示された時の入力条件別フローチャート。	20
4.2	実験の様子1。カメラに入る表情以外のデータを減らすため、プレイヤーの後ろにホワイトボードを設置した。また、表情認識の精度を高めるためプレイヤーの視界に入らない位置からライトの光を当てた。	23
4.3	実験の様子2。プレイヤーはディスプレイ上部に取り付けられたウェブカメラに向かって表情の作成および発話を行う。	24
4.4	interest-enjoyment アンケート結果の箱ひげ図。×はデータの平均値を示す。	27
4.5	tension-pressure アンケート結果。エラーバーはデータの標準誤差を示す。また、有意差が出た条件の間に*を示す。	29
4.6	immersive アンケート結果。エラーバーはデータの標準誤差を示す。また、有意差が出た条件の間に*を示す。	30
4.7	flow アンケート結果。エラーバーはデータの標準誤差を示す。また、有意差が出た条件の間に*を示す。	31
4.8	positive アンケート結果の箱ひげ図。×はデータの平均値を示す。	32
4.9	negative アンケート結果の箱ひげ図。×はデータの平均値を示す。	33

表 目 次

2.1	音声入力を用いたゲームの音声入力デザインパターン. [17] の内容を元に著者が作成した.	6
4.1	実験順序. 入力条件とシナリオ条件の組み合わせを示す. 入力条件に関しては全通り, シナリオ条件に関してはラテン方格に基づいた順序の組み合わせである.	21
4.2	入力条件による選択肢の表記の変化. 演技条件では同じ文章 2 種類と感情 2 種類の組み合わせ, マウス条件および読み上げ条件では語頭, 語尾を感情に合わせて変化させている.	22
4.3	半構造化インタビュー内容. 質問内容と, 質問の意図を示す.	26

第1章 序論

本研究では、表情からの感情推定および発話の音声認識を用いた、アドベンチャーゲームにおける新たな入力手法を提案する。本章では、まず本研究の背景としてアドベンチャーゲームで用いられてきた入力手法、アドベンチャーゲームと TRPG の関連性および本研究の立ち位置を説明する。次に、本研究のアプローチ、本研究の貢献、および本論文の構成を示す。

1.1 背景

コンピュータの発明からしばらくし、最初のアドベンチャーゲームが作成された [1]。これは、画面にメッセージが表示され、それを基に英語でコマンドを打ち込むというものであった。しばらくして、パーソナルコンピュータが販売され、グラフィックが伴うようになった [2, 3]。その時点では未だコマンドを打ち込む方式であったが、その後、1980 年代に現代と同様の選択肢のテキストを選択する方式が作成され、日本国内では家庭用ゲーム機であるファミリーコンピュータの普及とともに浸透した [4, 5]。それ以降、多くのアドベンチャーゲームが作成、販売されてきたが、入力手法に関してはほとんど変化が見られなかった。

現代のアドベンチャーゲームは、グラフィック、音声とともにテキストでシナリオが表示され、シナリオの途中に分岐点が存在し、そこで選択肢のテキスト選択を行いシナリオが分岐する形式のものが大半である。入力もゲームパッド、マウスおよびキーボードを用いたもので、プレイヤーは単に画面に表示されたテキストを読み、選択するのみである。しかし、本研究では、この入力手法よりもさらに没入感および印象を向上させることのできる入力手法が存在すると考える。

ここでアドベンチャーゲームと類似するゲームとしてテーブルトップロールプレイングゲーム (TRPG) を説明する。TRPG とは、アドベンチャーゲームと同様に、プレイヤーの行動によってシナリオが分岐するゲームである。アドベンチャーゲームと違う点も複数存在するが、その中の 1 つに複数人のプレイヤーが自分の作成したキャラクターをシナリオに登場させ、キャラクターを演じながらやりとりをし、ゲームを進めることが挙げられる。TRPG では、この演技により次のプレイヤーの振る舞いの変化し、物語が複雑に展開する。プレイヤーは演技により複雑に展開する物語に、アドベンチャーゲームと比較し自身の選択が物語の展開を動かす体験をより強く感じ、より高い没入感を得ることができると考える。ここで、本研究ではキャラクターを演じるという点をアドベンチャーゲームに対し応用することで、没入感の向上を図る。

本研究では、アドベンチャーゲームの選択において、従来手法のボタン、マウスによる入

力ではなく、表情からの感情推定を用いた入力手法を提案する。これにより、プレイヤーは従来手法と比較してゲーム内の主人公に感情移入を起こし、ユーザ体験が向上すると考える。

1.2 本研究のアプローチ

本研究では、アドベンチャーゲームに TRPG の要素である演技を加えた入力手法を提案する。ここでいう演技とは、“場面に適したテキストを発話する”，“場面に即した表情を作成する”の2つの要素を同時に行うものと定義する。本研究における提案手法では、発話でのテキスト選択、および発話時のプレイヤーの表情からの感情推定によりゲーム内選択肢の選択を行う。

表情からの感情推定は近年の研究成果により精度が高くなり、ゲームおよびそれ以外の用途の入力手法として多く研究されてきた。しかし、ことゲームに限ると、既存のボタン、マウス操作の代替手法もしくは無意識の表情を用いたゲームシステムの改善がほとんどであった。ゲームジャンルとしてもアドベンチャーゲームに用いられた例はなかった。表情からの感情推定技術はゲーム以外でも広く用いられてきたが、発話と組み合わせた演技という文脈での研究は行われていない。本研究では、主人公の演技を行うことで、プレイヤーは従来手法よりもゲームへの関与を感じ、物語に対してさらなる没入感を得ることができ、ゲームに対する印象の向上につながると考える。

また、入力に演技を用いる利点として、表情と感情の関係性に関する心理学的知見が挙げられる。表情と感情の関係性に関する心理学的知見には、大きく分けて中枢起源説と末梢起源説の2つが提唱されている。中枢起源説は脳等の中枢系を起源に情動が生じる、末梢起源説は表情等の末梢の生理現象を起源に情動が生じるとされる説である。また、特に表情が情動を生じさせる現象は表情フィードバック仮説と呼ばれている。本研究では表情フィードバック仮説を基に、入力時に場面に合った表情をとらせることで、場面に合った感情を想起させ、没入感を向上させることが出来ると考えた。

実験においては、入力手法がユーザ体験に与える影響を比較するため、ゲームに対する没入感、印象、および入力時の緊張を用いる。

1.3 貢献

本研究の貢献は以下の通りである。

- 情動の起源に関する心理学的知見に基づいた新たなアドベンチャーゲームの入力手法を考案した。
- 考案した入力手法を実現するゲームシステムを実装した。
- 実験により実装した入力手法の効果を検証し、提案手法は従来手法と比べ、没入感を高め、入力時の緊張を高めることを明らかにした。

1.4 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである．第 1 章においては，本研究の背景，目的とアプローチおよび貢献を示した．第 2 章においては，本研究に関連する研究を示し，本研究の位置付けを示す．第 3 章においては，本研究の提案手法の設計および本研究のシステム構成を示す．第 4 章においては，本研究を評価するために行った実験内容，結果および考察を示す．第 5 章においては，本研究の制約，今後の課題および展望を示す．第 6 章においては，本研究の結論を示す．

第2章 関連研究

本章では、まず情動の起源に関する心理学的知見を述べる。その後、表情からの感情推定を用いた先行研究およびゲームの入力に関する先行研究を述べ、本研究の位置づけを示す。

2.1 情動の起源に関する心理学的知見

本研究では、アドベンチャーゲームをプレイ中のプレイヤーが持つ感情を増幅させることにより、没入感および印象の向上につながると考え、人間の情動の発生に着目した。本節では、情動の発生源に関する先行研究を述べる。

2.1.1 情動に関する心理学用語と背景

本項では、次の項にて表情フィードバック仮説 [9] を述べるための心理学用語を示す。心理学において感情とは情動と気分に分けられており、情動は短時間で急激に生起し終わる、一過性のものを指す。反対に気分は緩やかに変化する中長期的な感情を指す。中枢起源説 [6, 7] とは、情動の起源は脳等の中枢機関であり、刺激により“楽しい”という情動が生まれるから“笑う”という考えに基づく説である。一方、末梢起源説 [8] とは、情動の起源は表情、手足の末梢部であり、刺激により末梢部の反応が起こり“笑う”から“楽しい”という情動が生まれるとする説である。

2.1.2 表情フィードバック仮説

1884年にJames[8]は末梢起源説を提唱した。その後、1962年にTomkins[9]が末梢起源説のうち、情動の発生には顔の表情が重要な役割を持つことを強調した。これがきっかけとなり顔の表情に限られた研究、すなわち表情フィードバック仮説の研究が行われるようになった。代表的な研究が、Strackらによる、被験者に口でペンを咥えさせ、意図を悟られることなく喜びと悲しみの表情を作らせる実験を行った研究 [10] で、有効性が実証された。

また、佐々木 [11] より、現在の表情フィードバック仮説には3種類あるとしている。1つ目は、情動が分かるためには表情変化が必須であるとする必要条件仮説である。2つ目は、表情変化それ自体が情動を引き起こすとする十分条件仮説である。3つ目は、表情は情動を強めたり弱めたりするとする修飾仮説である。

本研究では修飾仮説を用い、アドベンチャーゲームにより引き起こされる情動変化を強化し、没入感および印象の向上につなげる。

2.2 表情からの感情推定を用いた先行研究

表情からの感情推定を用いた研究として、2.1 節にて説明した表情フィードバック仮説の知見を取り入れ、日常生活で笑顔を促す新たな鏡および冷蔵庫を作成した研究 [12] について述べる。この研究では、鏡および冷蔵庫に“HappinessCenter Box”と呼ばれるデバイスを取り付ける。このデバイスにより、鏡ではカメラによって撮影されたユーザが笑顔になると、音とともに LED ディスプレイで笑顔アイコンを提示する。冷蔵庫では LED ディスプレイおよび音でのフィードバックに加え、笑顔にならないと扉が開かない仕様にした。提案システムを導入した鏡および冷蔵庫を一般家庭に設置し経過観察を行う実験の結果、提案システムが笑顔促進に効果的に働き、家族間のコミュニケーションにも良い方向に影響を与えることが分かった。

また、表情からの感情推定を用いてユーザの感情に合わせた詩を生成する鏡型デバイスを作成した研究 [13] について述べる。この研究の提案システムは、ユーザの表情からの感情推定によって得られた感情を細かく分類し、詩として生成する。実験では、1 日最低 1 回提案システムが導入された鏡と向き合い、詩を受け取ることで生活にどのような影響が出たかを評価した。結果として、73%のユーザが鏡と有意義な関係を築いた。また、最もうまくいった場合には、“鏡が適切な時に適切なことを言うてくれる”という評価を得た。

ここで、これらの表情からの感情推定技術をゲームに用いることで同様のユーザ体験をもたらすことができると考えた。

2.3 ゲームの入力手法

2.3.1 発話を入力に用いたゲーム

本項では、音声認識技術を用いて作成された、発話を入力に用いたゲームについて述べる。最初に、現在まで音声入力技術を用いて作成されたゲームをまとめた研究 [17] から、音声入力デザインパターンを一覧にしたものを表 2.1 に示す。

この音声入力デザインパターンから本研究に最も近い、キャラクターとしての発話を用いたゲームの 1 つとして、Guitar Hero: World Tour [18] がある。このゲームでは、プレイヤーはステージで歌い、演奏するロックバンドメンバーとなり、パフォーマンスをする。歌と演奏のスコアで評価され、評価が高ければ観客から歓声が上がり、評価が低ければ観客から非難されるというゲームである。

また、音声認識技術を用いたゲームを総合的に評価する研究 [19] では、プレイヤーとゲーム内のキャラクターのアイデンティティの収束、同一化により、没入感およびフローの向上に貢献している可能性を指摘した。

しかし、現在までキャラクターとしての発話をアドベンチャーゲームのジャンルに用いられたことはない。また、キャラクターとしての発話を行うゲームに表情からの感情推定を用いられたことはない。

表 2.1: 音声入力を用いたゲームの音声入力デザインパターン. [17] の内容を元に著者が作成した。

1 Diegetic framing	2 Dialogue structure	3 Selection
Speak as a character	Choice of options	Select by name
Speak as the player	Question and answer	Select by type
Situated commander	Who-what-where commands	
Floating commander	Scripted conversation Unscripted conversation	
4 Navigation	5 Control	6 Performance
Waypoints	Name an action	Pronunciation
Absolute directions	Name as a behaviour	Karaoke
Relative directions	Shout to shoot	Breath physics
	Volume control	Exclamation
	Pitch control	Spellcasting
		Overheard noise

2.3.2 表情からの感情推定を用いたゲーム

本項では、表情からの感情推定を入力に用いたゲームに関する先行研究について述べる。最初に、2008 年に Lankes らによって発表された、“EmoFlowers”[14] である。このゲームでは、カメラで撮影したプレイヤーの映像、現在のプレイヤーの現在の笑顔度合いを示すアイコン、スコア、および花をゲーム画面上に表示する。プレイヤーは画面を見ながら笑顔を作り、画面内の花を咲かせることにより、スコアを稼ぐ。このゲームは、表情による入力を前提とされた、ゲームパッド、マウス、キーボード等の既存の入力手法では代替できないゲームである。ゲームの内容は子供向けであり、とても簡素なものだが、表情からの感情推定をゲームの入力として用いた代表的な研究である。実験の結果、92,4%の参加者がゲームに対してポジティブなユーザ体験を得た、63,8%の参加者がゲームから感情の影響を受けたと回答した。この結果から、ゲームにおける表情の入力はユーザ体験の向上をもたらすと考える。

2つ目に、表情からの感情推定を Endless Runner と呼ばれるゲームジャンルに応用した研究 [15] である。Endless Runner の概要を述べる。プレイヤーキャラクターは常に前に走り続け、障害物に当たらない限りゲームが終わることはなく、少しずつ速度を上げていく。プレイヤーは、キャラクターを左右に動かすことで障害物を避け、道を選択し、できる限り長い距離を走

らせる。この研究では、障害物を避ける動きを表情に対応させ、遠隔地の2人で遊ぶ仕様にしたゲーム、“In The Same Boat”を開発した。このゲームでは、遠隔地の2人のプレイヤーが、ボイスチャットを通して協力をし、同時に同じ表情をしなければ障害物を避けられないようになっている。ゲーム画面では、自分のカメラ映像、自分と相手の表情からの感情推定の結果が表示されている。このゲームをキーボード操作と比較し、評価した。実験の結果、ユーザ体験の向上および共にプレイした相手に対する親近感の向上が見られた。一方で、入力に対してキーボードの方がゲームプレイがよいという意見も多く見られた。

以上の先行研究では、プレイヤーは意識して表情を作成し、入力として用いていた。最後に、無意識の表情を取得し、感情推定の結果をゲームの難易度調整に用いた先行研究[16]を述べる。この研究では、2Dゲームおよび3Dゲームが用いられた。どちらも一般的な、敵を倒して進み、ボスを倒すことを目的としたアクションゲームである。この研究のシステムでは、アクションゲームをプレイ中のプレイヤーの無意識の表情を取得し、感情推定にかける。その感情推定の結果によって、リアルタイムにプレイヤーの操作するキャラクターおよび敵の能力値を調整する。具体的には、敵のスピード、加速度、スポン時間およびプレイヤーの体力回復、攻撃力が対象となった。この能力値を、プレイヤーが怒り、苛立ちの表情をしていた場合はプレイヤーが有利になるように調節し、プレイヤーが喜び、リラックスの表情をしていた場合はプレイヤーが不利になるように調節する。これにより、ゲームの難易度がプレイヤーのスキルに合ったものに自動で調整され、ユーザ体験の向上につながる。実験の結果、ユーザ体験の向上が有意に見られた。

この項では表情からの感情推定技術を用いたゲームの先行研究を述べた。しかし、本研究で用いるアドベンチャーゲームのジャンルに使用されたことはない。また、意識して表情を入力するゲームはあるものの、発話と組み合わせ、演技という文脈で用いられてはいない。

第3章 システム構成

本章では最初に、提案手法の設計を述べる。その後、提案手法の実現のために、音声認識、および表情からの感情推定を入力として行えるアドベンチャーゲームシステムを作成した。本章では、本システムのシステム構成およびインタラクションデザインについて述べる。

3.1 提案手法の設計

本節では、本研究の提案手法の設計を述べる。本研究の提案手法は、2.1 節において述べた情動の起源に関する心理学的知見に基づき、アドベンチャーゲームにおいて没入感および印象を向上させるための手法である。

提案手法の設計指針は以下の通りである。

- ゲーム内の選択肢に、主人公のセリフ、およびその際の主人公の感情を表示する。
- 画面に選択肢が表示されている時に、選択肢を読み上げて主人公のセリフを選択する。また、表情からの感情推定の結果を操作し選択肢と一致させることで主人公の感情を選択する。
- 読み上げと表情の要素を同時に行い演技の入力とし、選択の分岐を行う。

これらの設計指針に基づき、提案手法ではウェブカメラ [23] を用いてプレイヤーの表情と発話を取得することで演技の入力を行う。プレイヤーはウェブカメラに向かって演技を行い、アドベンチャーゲーム内の選択肢を選択する。

3.2 プログラム構成

本研究では、実験でのアドベンチャーゲームプレイ用に Xiaomi Mi Notebook Pro 15.6 (CPU: Intel(R) Core(TM) i7-8550U, メモリ: 16GB RAM, GPU: Intel(R) UHD Graphics 620, NVIDIA GeForce MX150, OS: Windows 10 Home) を用いる。ゲームプレイ用 PC では、アドベンチャーゲームプログラムおよび提案手法に用いる音声認識プログラム、表情からの感情推定プログラムを使用している。

3.2.1 実験用アドベンチャーゲームプログラム

実験用のアドベンチャーゲームとして、Unity（バージョン 2020.3.18f1）[25] を用いて実装した。本研究の実験は提案手法の効果を検証するためのものであり、ゲームの内容が実験結果に影響することのないようにゲームの趣向による個人差に配慮する必要がある。そのため、通常アドベンチャーゲームに含まれるキャラクターや背景の絵、音楽などを排除し、シナリオテキストのみを表示する形にした。ゲームの基本システムについて述べる。下部のテキストボックスにシナリオが1パラグラフ表示され（図 3.1）、マウス左クリックにより次のパラグラフへと書き換わる。選択肢に差し掛かると、画面中央に選択肢が並び表示され（図 3.2）、選択が完了すると、選択肢が消え次のパラグラフがテキストボックスに表示される。

実験で用いるシナリオは計3本、それぞれおよそ5分程度で終わる長さのものを用意した。内容に関しては、入力手法の比較実験において個人の趣向が反映されないよう、特殊性のない、議論の会話を中心としたものとした。具体的には、どのシナリオもプレイヤーキャラクターは大学新入生であり、新入生歓迎会でのアイスブレイクとして周りの新入生とともにコンセンサスゲームを行う設定となっている。コンセンサスゲームとは、題目となる問題が配られ、最初に題目に対する自分の答えを出す。その後、グループ全員で議論をし、意見をまとめグループの総意の答えを出す。題目には専門家の定めた答えが用意されており、どれだけ一致したかで他グループと得点を競うというゲームである。様々な題目が存在するが、今回シナリオに用いた題目は月面での不時着、砂漠での不時着、雪山での遭難の3種である。採用理由は、グループ全員が命の危機にさらされ、生存するために必要な物資に優先順位をつけるという問題設定が一致しているからである。実験中は題目内容の書かれたウィンドウをゲームウィンドウの横に配置し、常に見返せる状態になっている（図 3.3）。今回作成したシナリオでは、議論を途中まで行うものとなっている。

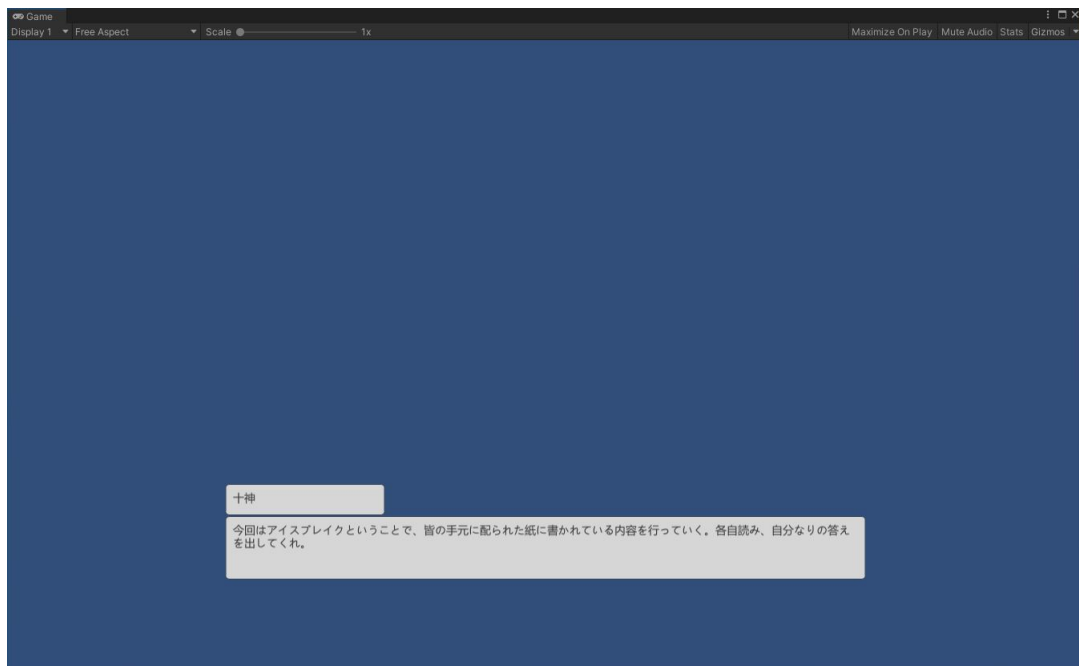


図 3.1: 実験用ゲームにおける通常時画面。下部のテキストボックスにシナリオが表示される。



図 3.2: 実験用ゲーム画面における選択肢表示画面。画面中央に選択肢が表示される。

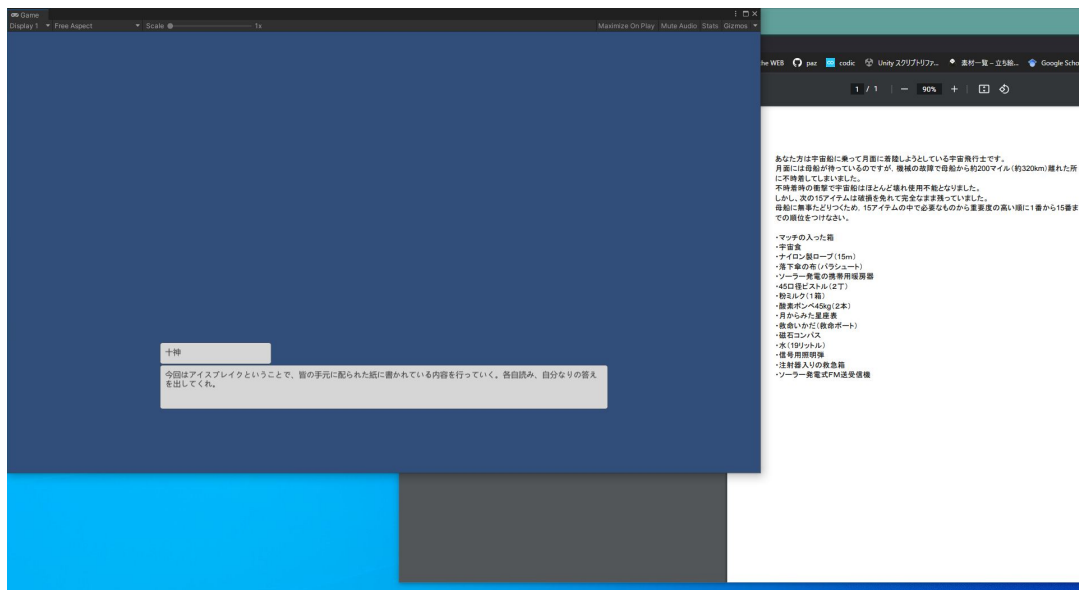


図 3.3: 実験中の画面構成. 左側に実験用ゲームウィンドウ, 右側にシナリオを補足するテキストが書かれたウィンドウを表示している.

3.2.2 音声認識プログラム

音声認識では、ウェブカメラのマイクを用いて取得した音声データを、Unity の標準クラスである DictationRecognizer を用いて文字列データに変換する。DictationRecognizer は、入力された音声を文章にして文字列で返すクラスである。ここで返された文字列から、どの選択肢が選択されたかを判定するために UniBagOfWords を用いる。UniBagOfWords は、Unity 上で入力された日本語の文章の形態素解析を行い、Bag of Words を作成できるようにしたプラグインである。UniBagOfWords を用いて発話から得た文字列および、選択肢の文章を Bag of Words の形式（ベクトル）に変換する。Bag of Words 形式に変換された発話内容と選択肢のコサイン類似度を求め、発話内容と最も一致する選択肢を求める。以上のようにして発話から選択肢の選択を行う。

また、発話内容と選択肢の類似度を Bag of Words のコサイン類似度から求める関係上、選択肢内に同じ単語が存在する場合、誤認識の可能性を高める。そのため、シナリオ上での選択肢の文章は同じ単語は使用しないようにした。

この音声認識プログラムは提案手法を用いたゲームにおける選択肢の選択システムの一部である。プレイヤーの発話内容を取得し、選択肢のうちどの文章が読み上げられたかを判定することにより、提案手法のうち発話部分を担う。

3.2.3 表情からの感情推定プログラム

表情からの感情推定には Python の Perception for Autonomous Systems (paz) ライブラリ [24] に含まれる Emotion classifier を用い、ウェブカメラにて撮影されたプレイヤーの表情の映像をリアルタイムで処理する。Emotion classifier は、入力画像から顔の矩形検出を行い、その後眉、目、口の特徴点を検出し、その結果から推定された感情の割合を出力する機能である。標準で推定される感情は angry, disgust, fear, happy, sad, surprise, neutral の 7 種類である。出力される値はそれぞれの感情に対応した 7 つであり、どの程度の確率でその感情なのかを表す。このうち、neutral に関しては提案手法の意図である演技の入力および表情フィードバックの活用と背くと考え除外した。また、安定して意図した出力ができること、発話との両立が可能であることの 2 点を満たす感情は happy と sad のみであった。そのため、本研究で用いるプログラムでは出力される値は happy と sad の 2 つに絞り、2 つの値の合計が 100% になるよう調整した。

また、Emotion classifier にはカメラ画像とともに一番可能性の高い感情を表示するインタフェースが出力される（図 3.4）。ただし、ゲーム中にこのインタフェースをプレイヤーが見ることのできる位置に配置すると、そちらに意識を割かれゲームへの没入感が低下する可能性があると考えたため、実験中は練習時を除いて隠した。

また、テストを重ねた結果、前髪が眉にかかっていると感情を検出できない、顔に対して光の当たり方が変わると、出力される値がぶれることが判明した。そのため、実験中はプレイヤーには前髪を上げてもらった。また、プレイヤーの視界に入らない位置に照明を置くことで顔を明るく照らし、光の当たり方を固定した。

また、このプログラムにて出力された値は Unity に送られ、選択肢の選択に用いられる。Unity 側では、プレイヤーが提案手法の入力をしている間受信した happy と sad の値を蓄積し続け、入力終了時にどちらの値が大きいかで選択肢の選択を行う。

この表情からの感情推定プログラムは、提案手法を用いたゲームにおける選択肢の選択システムの一部である。プレイヤーの表情を取得し、選択肢のうちどの感情が表現されたかを判定することにより、提案手法のうち表情の作成部分を担う。

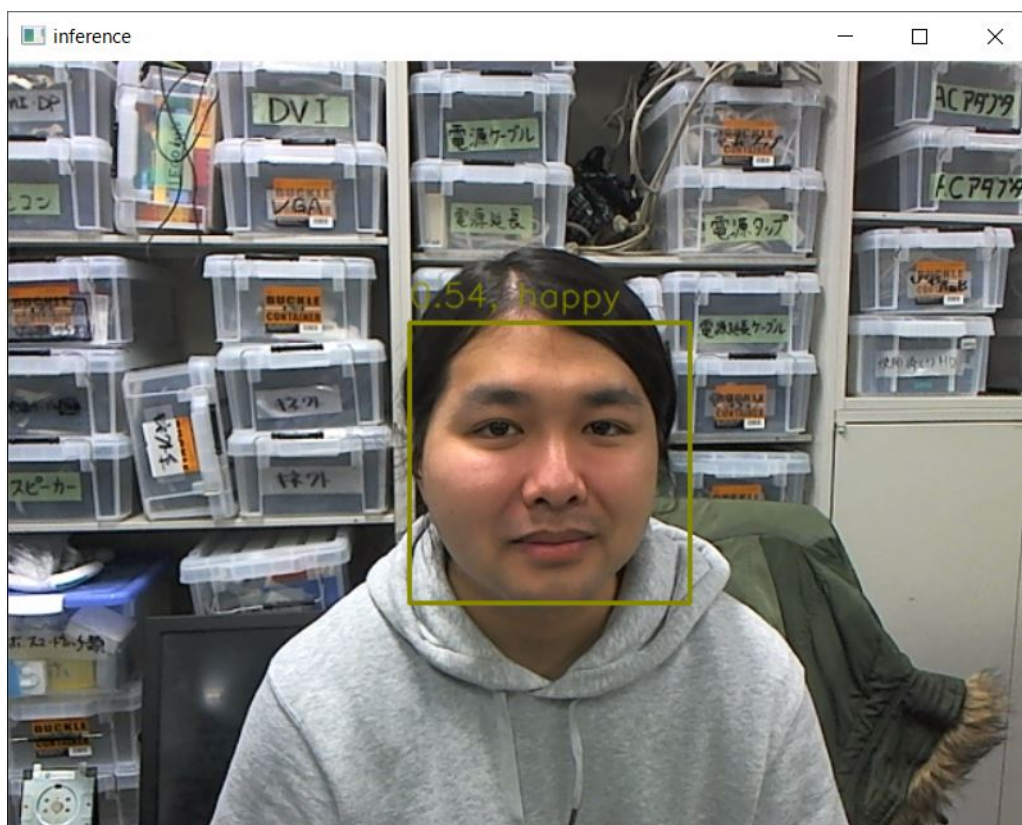


図 3.4: Python paz ライブラリ Emotion classifier Interface ウィンドウ。
カメラで撮られた映像に、現在一番推定値の大きい感情の感情名および推定値が表示される。

3.2.4 プログラム間の通信の流れ

制御用 PC では，アドベンチャーゲームおよび音声認識を行う Unity のプログラムと，表情からの感情推定を行う Python のプログラムの 2 つが動いている．ここで，選択肢の選択を判定するために感情推定を行った結果を Unity 側に送る必要がある．この通信を UDP のソケット通信により実装した．Python では，出力された感情の数値である float 配列を Unity に送信した．この時，Unity 側の処理速度の都合上，送信間隔は 1 秒間に 5 回とした．Unity の C# のコードで送信された float 配列を受け取り，選択肢の選択に用いた．以上の流れを図 3.5 に示した．

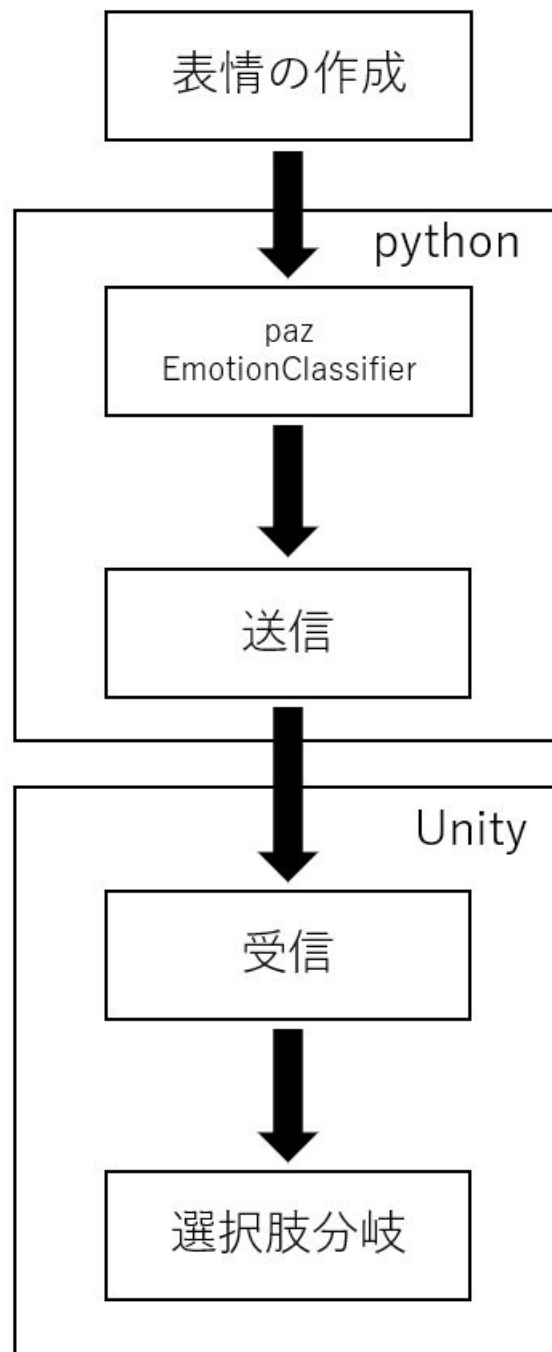


図 3.5: プログラム間の通信の流れ. 表情からの感情推定のデータの流について示している.

3.3 インタラクシオンデザイン

プレイヤーにはアドベンチャーゲームをプレイしてもらう。ゲームの途中で選択肢が出てくるまでは、マウスクリックにより順次表示されるテキストを読み進めていく。従来手法のマウス入力の場合は画面上に表示された選択肢をそのままクリックするのみで選択が完了する。提案手法の演技入力の場合は、最初にスペースを押すことで入力開始となる。すると、図 3.6 のように“now input”の文字列に加えて現在の感情を示す文字列が表示される。ここで、選択肢の文章を読み上げながら意図した感情になるよう表情を作成する。その後、もう一度スペースを押すことで入力終了となる。音声認識および表情からの感情推定に用いられるのは入力開始から終了までの間である。ここで選択された選択肢が黄色に表示される（図 3.7）。その 1 秒後に自動的に選択肢が消え、次のテキストが表示され、通常のアドベンチャーゲームに戻る。以上のフローチャートを図 3.8 に示す。

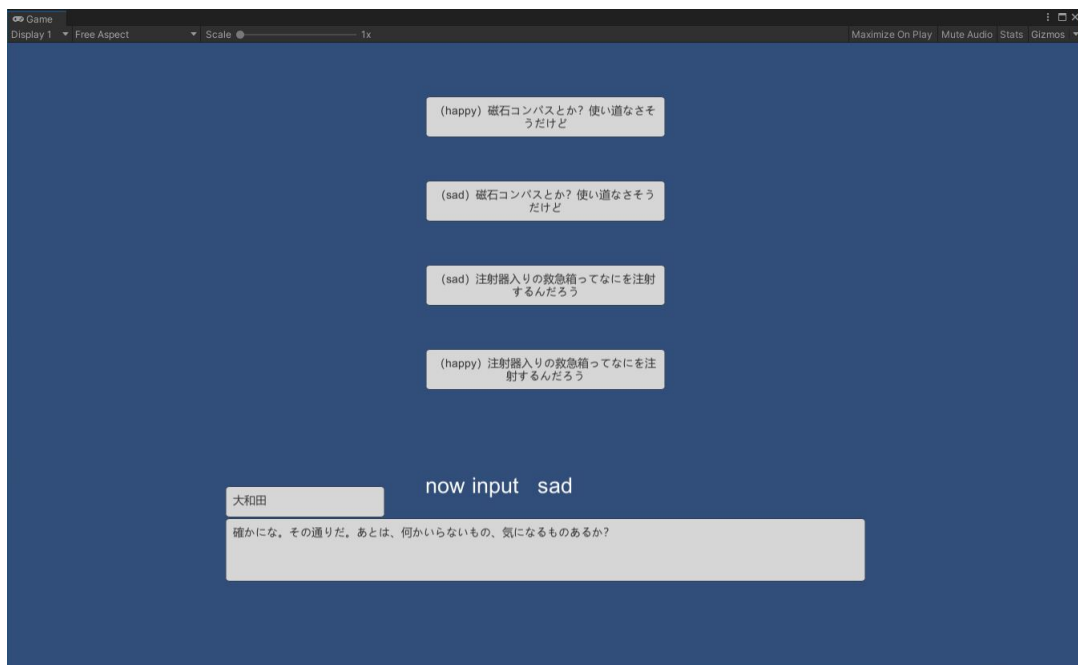


図 3.6: 実験用ゲームにおける演技入力中の画面。選択肢表示時に加え，“now input”と現在の感情を示す文字列が表示されている。



図 3.7: 実験用ゲーム画面，選択結果画面．選択された選択肢が黄色に表示される．

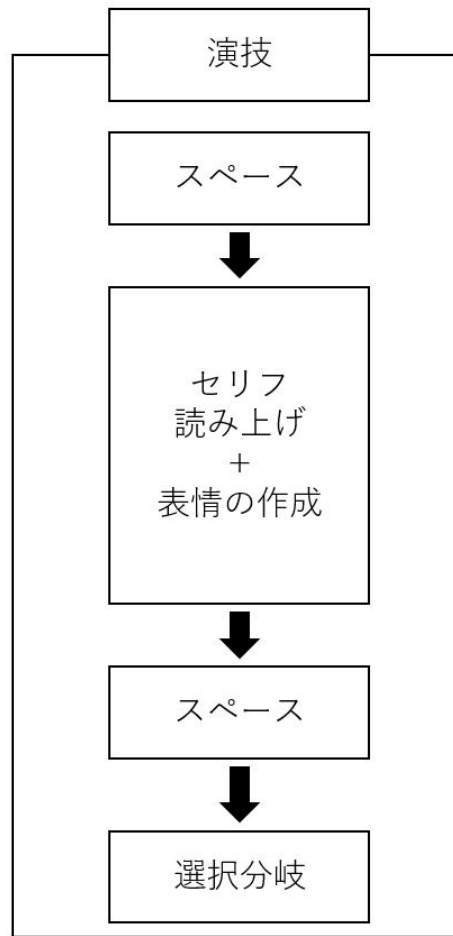


図 3.8: 実験用ゲームにおける提案手法のインタラクションの流れ.

第4章 実験

本研究における提案手法は、アドベンチャーゲームにおける発話と表情からの感情推定を用いた演技の入力である。本研究において、提案手法によるユーザ体験効果を明らかにするために、実装したシステムを用いた実験室実験を行った。本章では、実験にあたって設定した仮説およびその仮説を検証するために実施した実験の内容についての説明を行う。その後、実験の結果を述べ、考察を行う。

4.1 仮説

評価に当たっては、提案手法の効果として以下の2点の仮説を設定した。

- H1. 提案手法は従来手法と比べ没入感およびゲームに対する印象が向上する。
- H2. 提案手法は従来手法と比べ操作難度が高く、プレイヤーの負担になる。

提案手法である演技による入力手法では表情からの感情推定を用い、プレイヤーに場面に合った表情をとらせる。これにより2.1節で述べた表情フィードバック仮説の効果通り、シナリオ内で生まれる情動をさらに強化し、その結果ゲームに対する没入感およびゲームに対する印象の向上につながると考える。しかし、従来手法のマウスクリックやボタン選択と比べると入力に必要な技術および労力が大きく、それだけプレイヤーの負担になると考えた。

4.2 実験設計

4.2.1 実験条件

入力手法の条件はマウス、読み上げ、演技の3通りである。マウス条件は選択肢の選択をマウスクリックで行うもの、読み上げ条件は選択肢の選択を発話のみで行うもの、演技条件は選択肢の選択を発話および表情からの感情推定の両方で行うものである。入力手法に読み上げ条件を加えた理由は、本研究では表情フィードバックを基にした表情の作成を入力手法とした場合の効果を明らかにするためである。演技条件は発話+表情の作成であるが、マウス条件と演技条件の比較だけでは、効果が出た場合も、それが発話+表情の作成によるものなのか、発話だけによるものなのか判断できない。そのため発話のみの読み上げ条件を加えた。すべての入力手法における入力の流れは図4.1に示す。

シナリオ条件は、4.1.1項で述べた通りの月、砂漠、雪山の3通りである。各参加者には3回のタスクで、すべての入力手法およびすべてのシナリオを体験してもらう。タスクを行う順番は順序効果に配慮し、入力条件に関しては全通り、シナリオ条件に関してはラテン方格に基づいた順序の組み合わせで行った。具体的な組み合わせは表4.1に示す。

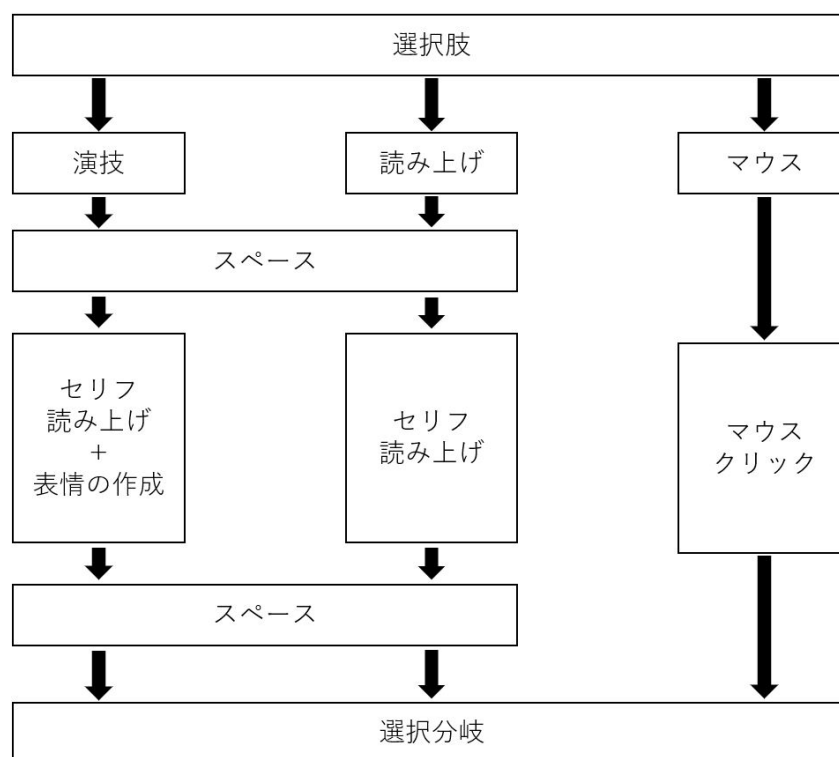


図 4.1: 実験用ゲームにおける入力の流れ。ゲーム内で選択肢が表示された時の入力条件別フローチャート。

表 4.1: 実験順序. 入力条件とシナリオ条件の組み合わせを示す. 入力条件に関しては全通り, シナリオ条件に関してはラテン方格に基づいた順序の組み合わせである.

参加者番号	1 回目	2 回目	3 回目
1	マウス-月	読み上げ-砂漠	演技-雪山
2	読み上げ-月	演技-砂漠	マウス-雪山
3	演技-月	マウス-砂漠	読み上げ-雪山
4	マウス-砂漠	読み上げ-雪山	演技-月
5	読み上げ-砂漠	演技-雪山	マウス-月
6	演技-砂漠	マウス-雪山	読み上げ-月
7	マウス-雪山	読み上げ-月	演技-砂漠
8	読み上げ-雪山	演技-月	マウス-砂漠
9	演技-雪山	マウス-月	読み上げ-砂漠
10	マウス-月	演技-砂漠	読み上げ-雪山
11	演技-月	読み上げ-砂漠	マウス-雪山
12	読み上げ-月	マウス-砂漠	演技-雪山
13	マウス-砂漠	演技-雪山	読み上げ-月
14	演技-砂漠	読み上げ-雪山	マウス-月
15	読み上げ-砂漠	マウス-雪山	演技-月
16	マウス-雪山	演技-月	読み上げ-砂漠
17	演技-雪山	読み上げ-月	マウス-砂漠
18	読み上げ-雪山	マウス-月	演技-砂漠

4.2.2 入力条件における選択肢の表記の変化

演技条件における選択肢の文章は、表情作成の要素を用いるため、全く同じ文章と感情の組み合わせにより構成されている。しかし、発話のみの読み上げ条件では全く同じ文章は判別できないため、選択肢の文章を調整する必要がある。選択肢の文章の調整による選択肢の表記の変化について説明する。変化するのは選択肢の文章のみであり、選択肢の選択による分岐も統一されている。演技条件での選択肢の文章は、全く同じテキスト2種類と感情2種類の組み合わせが表示される。一方、マウス条件および読み上げ条件では統一され、主人公の感情が括弧内に示され、音声認識で区別できるよう選択肢の意味は変えず語頭、語尾を変化させた文章が表示される。実際のシナリオ内容を用いた具体例を表4.2に示す。

表 4.2: 入力条件による選択肢の表記の変化。演技条件では同じ文章2種類と感情2種類の組み合わせ、マウス条件および読み上げ条件では語頭、語尾を感情に合わせて変化させている。

演技条件	マウス条件および読み上げ条件
磁石コンパスとか？ 使い道なさそうだけど (happy)	(笑顔で) 磁石コンパスとか？ 使い道なさそうだけど
磁石コンパスとか？ 使い道なさそうだけど (sad)	(自信なさげに) 磁石コンパスかなあ、 使い方わからないし
注射器入りの救急箱って なにを注射するんだろう (sad)	(暗い顔で) 注射器入りの救急箱って なにを注射するんだろう
注射器入りの救急箱って なにを注射するんだろう (happy)	(嬉しそうに) 注射器入りの救急箱で 注射するものって何かな？気になる！

4.2.3 実験タスク

最初に、この実験の目的および好きな時に休憩をしてよいこと、分析に用いるためにゲーム画面および図 3.4 のインターフェースを録画することを説明した後、表情の訓練を行った。これは、図 3.4 に示したインターフェースを見せながら、実験参加者に happy と sad を安定して意図的に出せるようになってもらう訓練である。また、表情の作成を不得手としており、片方しか出せない実験参加者には、出せる方の感情の数値を一部出せない方の感情の数値に変換することで補正をかけ、両方の感情を出せるようにした。

その後、入力手法の練習、実際のシナリオを用いてゲームプレイ、アンケート回答を 1 セットとし、これを 3 セット行った。入力手法の練習は実験参加者が入力手法の理解ができるまで何度でも行う。また、演技条件の入力練習時には図 3.4 のインターフェースを実験参加者に見せながら行う。実験用ゲームは 1 人用を想定して作成したため、実際のシナリオを用いたゲームプレイ中は実験担当者は部屋の外に出て、実験参加者が 1 人になる環境にした。また、各シナリオに関して、選択肢は 3 回出てくる。すべて終了した後に半構造化インタビューを行う。実験の様子は図 4.2 および図 4.3 に示す。

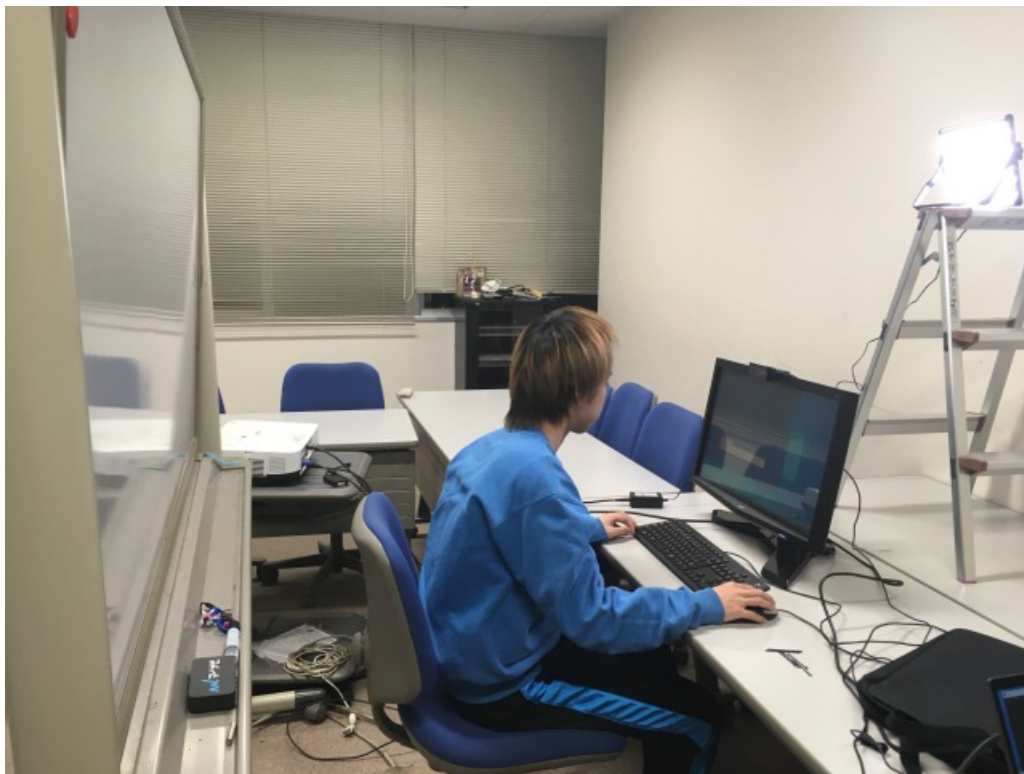


図 4.2: 実験の様子 1. カメラに入る表情以外のデータを減らすため、プレイヤーの後ろにホワイトボードを設置した。また、表情認識の精度を高めるためプレイヤーの視界に入らない位置からライトの光を当てた。

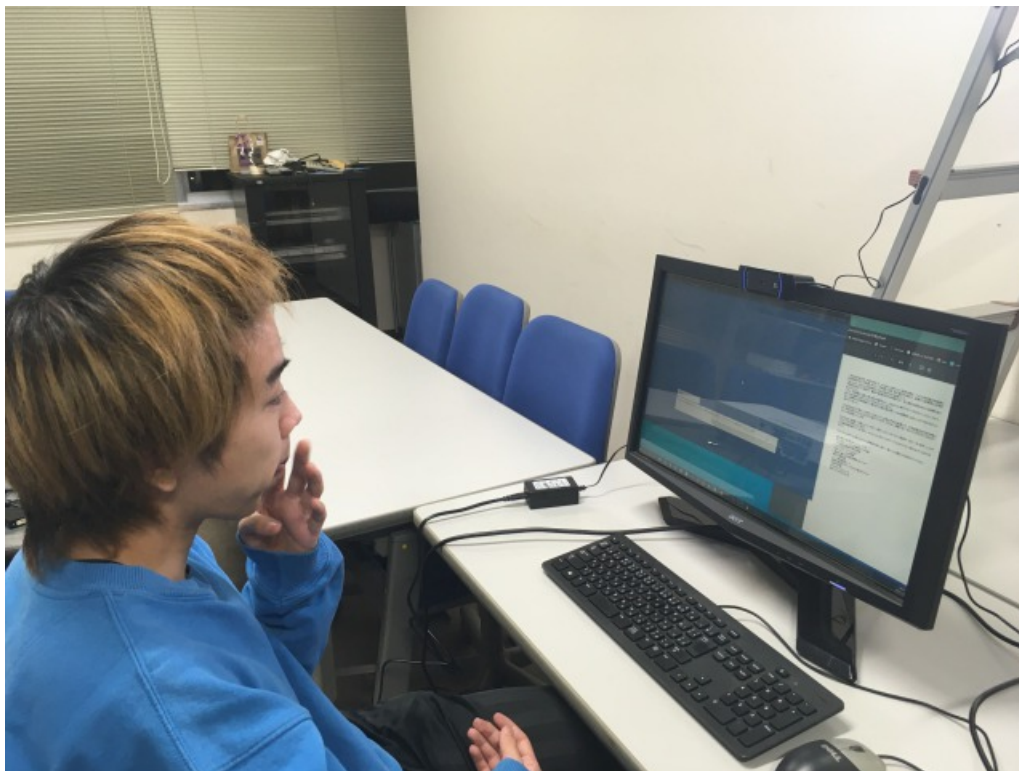


図 4.3: 実験の様子2. プレイヤーはディスプレイ上部に取り付けられたウェブカメラに向かって表情の作成および発話を行う。

4.2.4 実験参加者

実験参加者は計 21 名 (M=19, F=2), 21-27 歳 (mean=23.238, sd=1.540) の大学生および大学院生である。ただし、最初に実験を行った 3 名に関して実験環境に問題があったため、分析から外し 18 名で分析を行った。

4.3 評価項目

本実験において、仮説を検証するために 3 つの評価項目を設定した。1, 2 個目は H1 を, 3 個目は H2 を検証するための項目である。

- ゲームに対する没入感
- ゲームに対する印象
- ゲームの入力に対する緊張

ゲームに対する印象は、面白い、楽しい等ポジティブな評価を印象が高い、つまらない、退屈等ネガティブな評価を印象が低いとする。評価にあたっては、ゲームに対する没入感、印象、緊張の評価を行うために 2 種類のアンケートを実施した。また、全体を通し意見を求めるために半構造化インタビューを行った。

4.3.1 IMI アンケート

IMI (Intrinsic Motivation Inventory) [27] とは、内発的動機づけの考えに基づいて作成された、7 段階のリッカート尺度で評価するアンケートである。内発的動機付けとは、内的な要因である興味、関心、意欲等によって動機付けされている状態のことを指す。このアンケートにおいて、不要な質問項目を削除した先行研究 [20] の内容を和訳し、必要な評価項目の質問を残したものを本実験でアンケートとして用いた。具体的な内容は付録 A に記載する。元のアンケートでは、interest-enjoyment, tension-pressure, effort-importance, perceived competence の 4 つの評価指標があったが、本実験では interest-enjoyment, tension-pressure の 2 つを用いる。interest-enjoyment はゲームに対する印象、tension-pressure はゲームの入力に対する緊張を評価する。effort-importance を用いない理由は、アドベンチャーのゲームジャンルにおいて努力の評価は必要とされないからである。また、perceived competence を用いない理由は、アドベンチャーのゲームジャンルにおいて有能感の有無に関する評価は必要とされないからである。

4.3.2 GEQ アンケート

GEQ (Game Experience Questionnaire) [28] とは、ゲームを評価する際に広く使用されている、5 段階のリッカート尺度で評価するアンケートである。元の文章には 3 つのアンケート

があるが、本実験では一般的なゲーム体験の評価に用いる core module を和訳したものから、必要な評価項目の質問を残したものをアンケートとして用いた。具体的な内容は付録 B に記載する。元のアンケートでは、competence, immersive, flow, tension/annoyance, challenge, positive, negative の 7 つの評価指標があったが、本実験では immersive, flow, positive, negative の 4 つを用いる。immersive, flow はゲームに関する没入感を、positive, negative はゲームに対する印象を評価する。competence を用いない理由は IMI と同様、何かと競うものがあるゲームジャンルではないからである。tension/annoyance を用いない理由は、IMI で tension-pressure を採用し、内容が被るからである。また、challenge を用いない理由は、何かに挑戦するものがあるゲームジャンルではないからである。

4.3.3 半構造化インタビュー

半構造化インタビューとは、質問する内容をあらかじめ定めておき、得られた回答から話を広げてさらに質問する形式のインタビューである。あらかじめ定められた質問と、質問の意図を表 4.3 に示す。

表 4.3: 半構造化インタビュー内容。質問内容と、質問の意図を示す。

質問内容	質問の意図
主観で 3 つの入力手法の好みを順位付けし、理由とともに教えてください	参加者がそれぞれの入力手法に対しどのような感情を抱いたかを知るため
ゲームは普段からしますか、特にアドベンチャーゲームおよび trpg はしますか	ゲーム経験の有無によって評価が分かれるかどうかを検証するため
演技入力の時、意図した感情の入力が行えましたか	演技入力の難易度を知るため
演技への考え方、演技をすることに対する抵抗感を教えてください	演技という行為への考え方が入力手法の好みに影響されるかを知るため
システム、ゲームに対する意見をお願いします	全体を通して改善案を頂くため

4.4 結果および考察

本節では，実験の各評価項目についての結果を示し，考察を行う．また，アンケートの評価に対する検定において， p 値が 0.05 未満であることを統計的に有意とみなした．

4.4.1 IMI アンケート

Interest-Enjoyment に関する結果および考察

アンケート結果のデータを箱ひげ図にしたものを図 4.4 に示す．シャピロウィルク検定の結果，データに正規性が認められなかった ($p < 0.05$)．そのため，ノンパラメトリック検定を行った．クラスカル・ウォリス検定を行い，その結果，すべての条件間に有意差は見られなかった．すなわち，入力手法を変化させてもゲームに対する興味，および面白さの印象に有意差は見られなかった．原因として，シナリオの淡白さにあると考える．シナリオ内容は 4.1.1 項で述べた通り，プレイヤー個人の趣向が評価に反映されないよう，シナリオは議論の会話によって構成された，感情の変動が小さいものとした．しかし，その結果プレイヤーの感情は入力手法を変えても変化せず，ゲームに対する印象に差が見られなかったと考えられる．

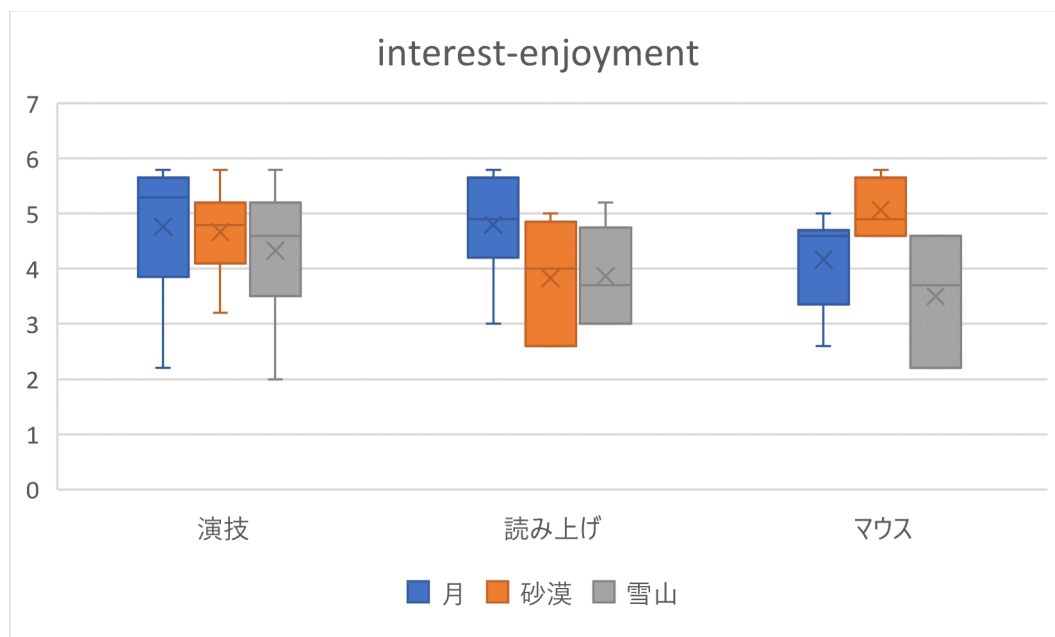


図 4.4: interest-enjoyment アンケート結果の箱ひげ図．×はデータの平均値を示す．

Tension-Pressure に関する結果および考察

アンケート結果のデータの平均を棒グラフにしたものを図 4.5 に示す。シャピロウィルク検定の結果、データに正規性が認められた ($p>0.05$)。また、バートレット検定の結果データに等分散性が認められた ($p>0.05$)。そのため、二元配置分散分析を行った。その結果、入力手法および入力手法とシナリオの交互作用が有意であった (入力手法: $p<0.001$, 交互作用: $p<0.05$)。有意差が見られたため、チューキー HSD 検定で多重比較を行った。その結果有意差が見られた組み合わせは、マウス砂漠-演技砂漠 ($p<0.05$)、マウス雪山-演技砂漠 ($p<0.05$)、読み上げ雪山-マウス砂漠 ($p<0.01$)、読み上げ雪山-読み上げ砂漠 ($p<0.05$)、読み上げ雪山-マウス月 ($p<0.01$)、読み上げ雪山-マウス雪山 ($p<0.01$) の 6 つである。

有意差が見られた組み合わせのうち、マウス砂漠-演技砂漠、読み上げ雪山-マウス雪山に関してはシナリオ条件が同じであり、マウス条件よりも演技条件および読み上げ条件の緊張の値が有意に高く、入力時の緊張が大きいと言える。有意差が見られた他の組み合わせも、読み上げ雪山-読み上げ砂漠を除き、マウス条件よりも演技条件および読み上げ条件の方が入力時の緊張が大きいと言える結果となった。しかしここで、交互作用で有意差が見られた組み合わせ 6 つのうち、読み上げ雪山-読み上げ砂漠を含む 4 つに読み上げ-雪山条件が含まれ、雪山シナリオに特殊な要因がある可能性がある。読み上げ条件の中でのみ雪山シナリオにおける緊張の値が大きい理由として、シナリオ上の選択肢の文章の内容が考えられる。各シナリオで選択肢は 3 回設けられ、すべて選択肢の文章の意図はシナリオ間で差のないように作られている。しかし、3 回目の選択肢でのみ、月、砂漠シナリオと比べ雪山シナリオの文章が 1 単語分長く設定されていた。演技条件では表情にも気を配る必要があるため文章の長さの差は結果として見られなかったが、読み上げ条件では文章の長さが入力時の緊張に繋がり、結果に表れたのだと考える。

また、読み上げ条件と演技条件の間には有意差が見られなかった。このことから、発話のみの状態から表情の作成を加えても、入力時の緊張に差が見られないことが分かる。理由としては、発話のみで十分に入力に負荷がかかっており、表情の作成を加えても大きく負荷が変化することはないためだと考える。

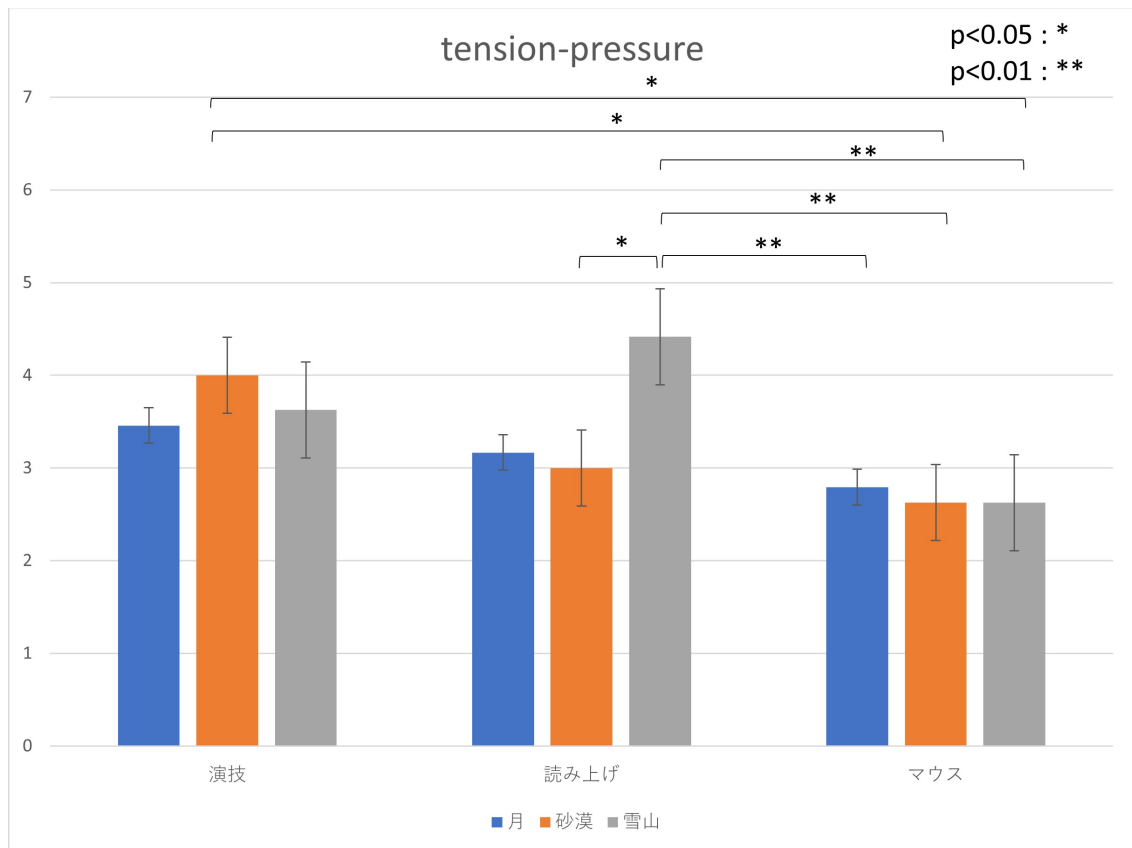


図 4.5: tension-pressure アンケート結果. エラーバーはデータの標準誤差を示す. また, 有意差が出た条件の間に*を示す.

4.4.2 GEQ アンケート

Immersive に関する結果および考察

アンケート結果のデータの平均を棒グラフにしたものを図 4.6 に示す。シャピロウィルク検定の結果、データに正規性が認められた ($p>0.05$)。また、バートレット検定の結果データに等分散性が認められた ($p>0.05$)。そのため、二元配置分散分析を行った。その結果、入力手法の主効果が有意であり ($p<0.05$)、シナリオの主効果および入力手法とシナリオの交互作用は有意でなかった。入力手法に関して有意差が見られたため、チューキー HSD 検定で多重比較を行った。その結果、マウス条件と演技条件の間に有意差が見られた ($p<0.05$)。

結果として、マウス条件に比べ、演技条件の方がゲームに対する没入感が高いことが分かった。しかし、読み上げ条件と演技条件の間にはゲームに対する没入感の差は見られなかった。読み上げ条件と演技条件の間に差が見られなかった理由としては、2.1 節で述べた表情フィードバックの効果を十分に発揮できないシナリオにあると思われる。実験で用いたシナリオは感情の変化には不十分であり、表情フィードバックによる情動の強化が起こらず、発話に表情の作成を追加した効果が見られなかったと考える。

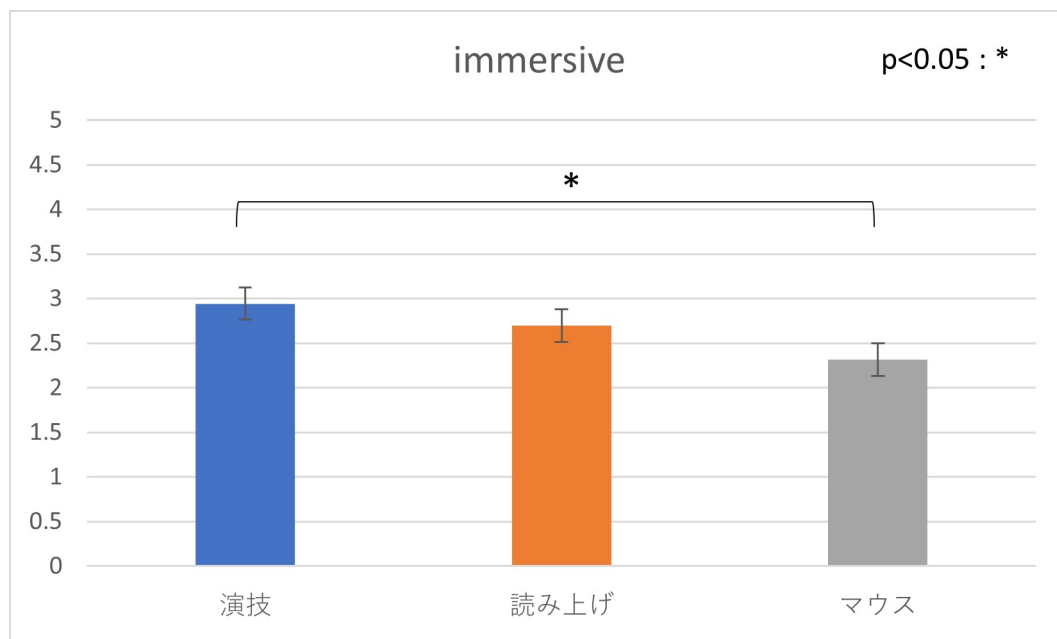


図 4.6: immersive アンケート結果。エラーバーはデータの標準誤差を示す。また、有意差が出た条件の間に*を示す。

Flow に関する結果および考察

アンケート結果のデータの平均を棒グラフにしたものを図 4.7 に示す。シャピロウィルク検定の結果、データに正規性が認められた ($p>0.05$)。また、バートレット検定の結果データに等分散性が認められた ($p>0.05$)。そのため、二元配置分散分析を行った。その結果、入力手法の主効果が有意であり ($p<0.01$)、シナリオの主効果および入力手法とシナリオの交互作用は有意でなかった。入力手法に関して有意差が見られたため、チューキー HSD 検定で多重比較を行った。その結果、マウス条件と演技条件の間に有意差が見られた ($p<0.01$)。

結果として、マウス条件に比べ、演技条件の方がゲームに対する没入感が高いことが分かった。しかし、読み上げ条件と演技条件の間にはゲームに対する没入感の差は見られなかった。読み上げ条件と演技条件の間に差が見られなかった理由としては、5.4.2 項の Immersive に関する結果および考察と同様に、感情の変化が不十分なシナリオにより表情フィードバックによる情動の強化が起こらなかったためであると考ええる。

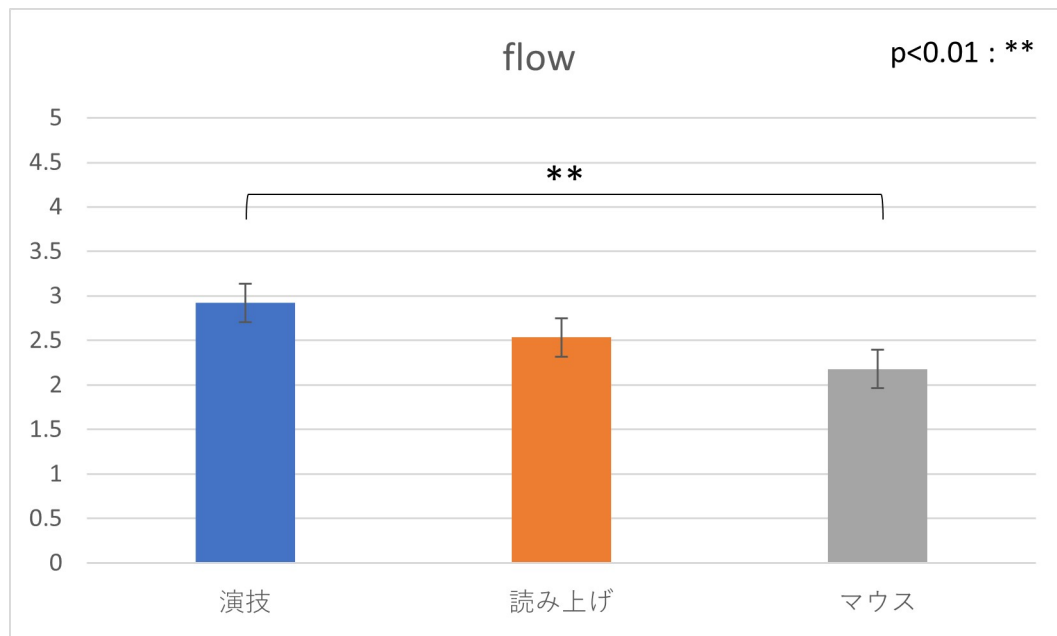


図 4.7: flow アンケート結果。エラーバーはデータの標準誤差を示す。また、有意差が出た条件の間に*を示す。

Positive に関する結果および考察

アンケート結果のデータを箱ひげ図にしたものを図 4.8 に示す。シャピロウィルク検定の結果、データに正規性が認められなかった ($p < 0.05$)。そのため、ノンパラメトリック検定を行った。クラスカル・ウォリス検定を行い、その結果、すべての条件間に有意差は見られなかった。

この結果、入力手法を変化させてもゲームに対するポジティブな印象の評価に有意差が見られないことが分かった。原因としては、5.4.1 項の Interest-Enjoyment に関する結果および考察と同様に、本実験のシナリオが淡白であったため、入力手法の変化がゲームへの印象の変化に繋がらなかったと考える。

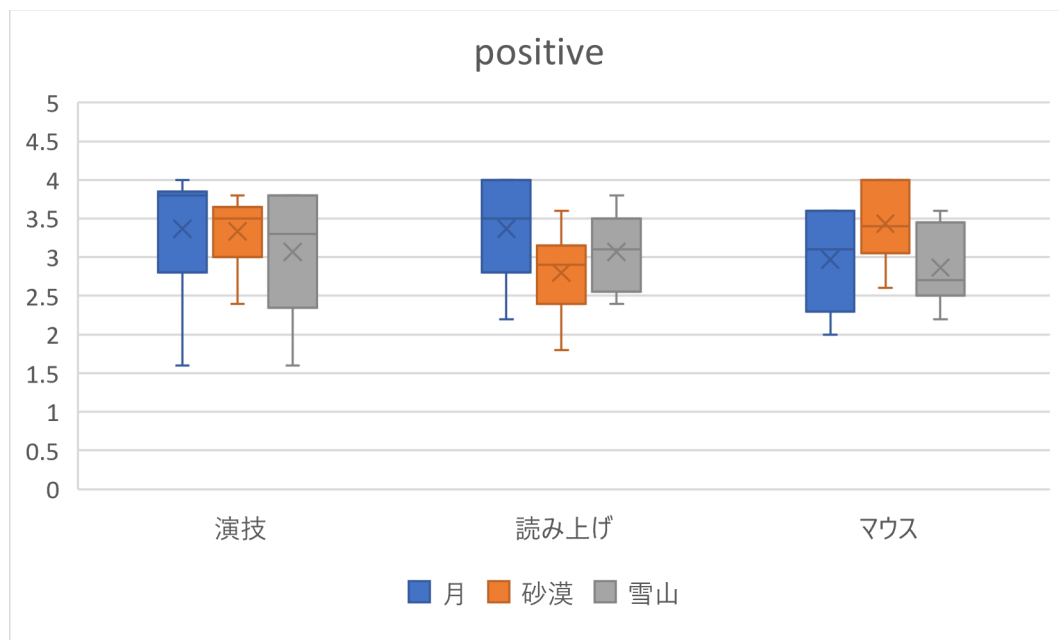


図 4.8: positive アンケート結果の箱ひげ図。×はデータの平均値を示す。

Negative に関する結果および考察

アンケート結果のデータを箱ひげ図にしたものを図 4.9 に示す。シャピロウィルク検定の結果、データに正規性が認められなかった ($p < 0.05$)。そのため、ノンパラメトリック検定を行った。クラスカル・ウォリス検定を行い、その結果、すべての条件間に有意差は見られなかった。

この結果、入力手法を変化させてもゲームに対するネガティブな印象の評価に有意差が見られないことが分かった。原因としては、5.4.1 項の Interest-Enjoyment に関する結果および考察と同様に、本実験のシナリオが淡白であったため、入力手法の変化がゲームへの印象の変化に繋がらなかったと考える。

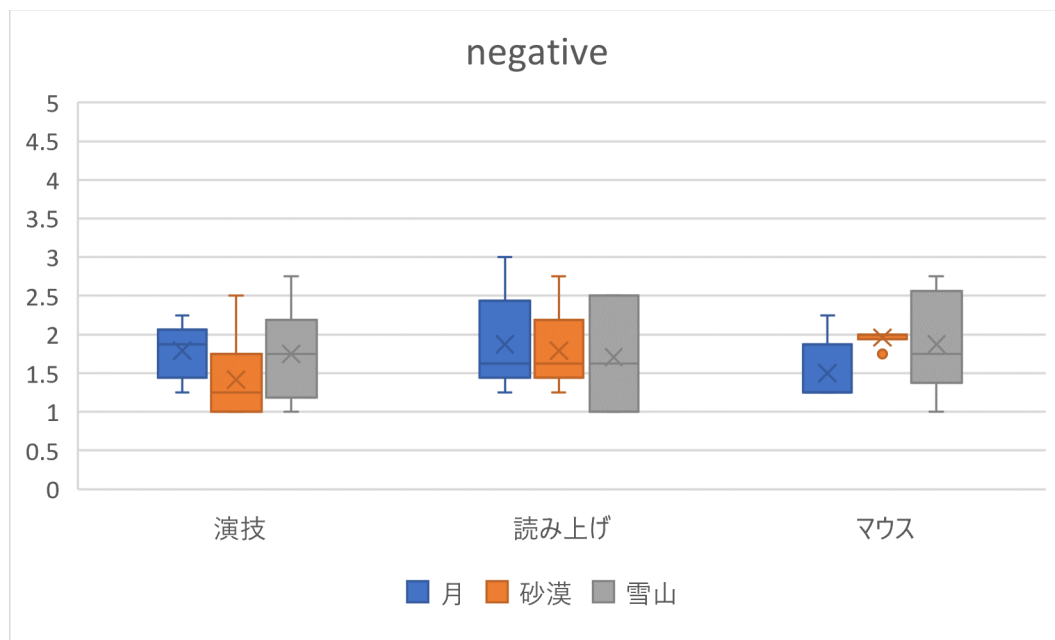


図 4.9: negative アンケート結果の箱ひげ図。×はデータの平均値を示す。

4.4.3 半構造化インタビュー

主観による好みの入力手法に対する質問の結果は、マウス条件と答えた人は7人、読み上げ条件は7人、演技条件は4人であった。マウス条件が一番好みであると答えた人の理由としては、入力が容易である、反応がはやい、慣れている、入力の確実さに対する安心感等が挙げられた。読み上げ条件が一番好みであると答えた人からの理由としては、演技条件では表情作成が難しく読み上げ条件の方がゲームに集中できた、マウスよりもゲームへの参加を感じた、操作がそこまで苦でない等が挙げられた。演技条件が一番好みであると答えた人か

らの理由としては、マウス入力はやさしいが面白味がない、感情が反映されるのは新しく面白い等が挙げられた。

また、主観評価と過去のゲーム経験の関連性についてはほとんど見られなかった。過去にアドベンチャーゲームをプレイしたことがある人は、慣れているためマウス条件を好む人もいれば、新しさから読み上げ条件、演技条件を好む人もいた。普段からゲームをしない人も、入力の容易さからマウス条件を好む人もいれば、体験の豊かさから読み上げ条件、演技条件を好む人もいた。

演技入力の精度について、1本のシナリオ中3回ある選択肢の選択において平均0.5回の入力ミスがあった。すべてが意図した感情の入力の失敗であり、表情の作成に関して安定した入力が困難であると考えられる。

演技に対する考え方と本手法の演技に対する評価に関連性は見られなかった。演技に対してネガティブな考えを持つ人でも否定的な意見ばかりではなく、“ほかの人が近くにいると恥ずかしかっただろうが、ゲーム相手だと楽しかった”と肯定的な意見を持つ人もいた。一方で演技に対してポジティブな考えを持つ人でも肯定的な意見ばかりではなく、労力や入力精度への不安からの否定的な意見を持つ人もいた。

最後に、ゲーム、システム面への改善案として多かったものを述べる。音声入力の反応の遅さが目立つ。演技条件での表情作成は、演技というよりは表情のトレーニングであり、不自然なほど過度に表現しなければならない。コンセンサスゲームという題材はプレイヤー自身の意見をもつ原因になり、選択肢の文章に対して自分の意見と違うという不満を起こす可能性がある。声に対する感情推定技術を用いて、発話のみで感情の入力までできると、表情の作成をする労力がなくなり良い。以上のような意見が得られた。

4.5 実験結果に対する考察のまとめ

H1に関して、マウス条件と比較し、演技条件のゲームに対する没入感の向上は見られた。しかし、読み上げ条件と演技条件の間には差は見られなかった。また、ゲーム自体への印象の向上は見られず、ユーザ体験がよくなったとは言い切れない。そのため、H1の仮説は部分的に支持されたと考える。

H2に関して、マウス条件の方が読み上げ、演技条件より緊張の値が小さく、読み上げ、演技の入力時にマウスと比べ緊張が生まれている。一方、シナリオによる差も見られた。また、読み上げと演技の間には有意差は見られなかった。結論として、H2の仮説は部分的に支持されたと考える。

また、半構造化インタビューを行い、実験参加者の主観的意見を集めた結果、アンケート調査の結果とは異なり、マウス条件と読み上げ条件を好む人が多かった。要因としては、演技入力の際の表情作成の労力が大きく、過度な表現を求められていたことが考えられる。また、演技入力の失敗数から提案手法の入力難度が高いと考えられる。

第5章 本研究の制約，今後の課題および展望

本章では，本提案手法に対する議論を行い，本研究の制約，今後の課題および展望を述べる．

5.1 実験環境による制約

本研究における実験では，実際のゲーム中は部屋で1人になるが，部屋の外には実験担当者がいるという認識から，完全に1人になる環境ではない．また，実験のデータを残すため録画されているという意識も，他人から見られている感覚を生む可能性があり，アドベンチャーゲームをプレイするのに向いているとは言えない．さらに，表情を確実に認識するためにライトを当てられ，ウェブカメラに顔を映し続けなければならないという制約から，プレイヤーがリラックスできる状態ではなく，娯楽のためのゲームとしては制約が厳しいと思われる．

この制約に対しては，表情からの感情推定の精度向上により緩和が可能である．プレイヤーは自宅にPCとウェブカメラを用意することで，背景や照明を気にすることなく，完全に1人の環境でゲームをプレイすることができるようになると思う．しかし，依然としてカメラには顔を映さなければならないため，プレイヤーがリラックスできる状態とは言えない．

5.2 表情からの感情推定の精度および個人差

本研究で用いた表情からの感情推定を行うライブラリでは，口，目，眉がカメラに映らないと感情推定を行うことができない．また，意図した感情を入力することが難しい．標準で識別される7感情（angry, disgust, fear, happy, sad, surprise, neutral）のうち，angry, disgustは著者がどのような表情をしても入力することができず，sad, fearは意図して区別することが不可能であった．さらに，著者の周囲の人間はsurpriseを安定して出すことも難しく，個人差はあるものの安定して入力できる感情は2-3つにとどまる．その原因として，このライブラリでは深層学習で用いられたデータセット [29] が日本人以外の画像ばかりであったことが挙げられる．また，実験をして感じた点として，表情には個人差が大きく，その人に合った数値の調整，キャリブレーションが必要であると感じた．

また，安定して入力できるものの，安定させるためには過度に表情を作らなければならない．その表情を保ち続けるのは労力が大きく，否定的な意見が多く見られた．また，演技という観点でも，現在要求されている表情は大袈裟であり，不自然であるという意見も見られた．

また，現在の表情からの感情推定技術は心理学者のポール・エクマンの提唱した基本6感情 [21] を中心として作成されている．この説は，人間の表情は文化依存ではなく怒り，嫌悪，恐

れ、喜び、悲しみ、驚きについて普遍的であるとするものである。しかし、佐藤ら [22] によれば、日本人に関してこの基本 6 感情は間違っていると言われている。この研究では、従来の考えがそのまま日本人に適用されるのは喜びおよび驚きのみであると述べられている。これにより、日本人に表情からの感情推定を行う際には、日本人の画像によって学習されたモデルが必要であると考えられる。

以上のことから、現在用いている Python paz ライブラリでは精度に限界がある。ただし、日本人の画像のデータセットによって作られた感情推定システムであれば、本研究の実験では happy, sad の 2 つしか用いなかった感情をさらに増やすことも期待できると考える。

5.3 音声認識における認識時間

本研究のシステムで用いた音声認識システムは処理時間による遅延が見られ、長いときは結果を出すまでに 5 秒程度の処理時間を要していた。この処理時間の長さは実験参加者からも不満の意見を多くいただいた。処理時間の長さに関しては、音声認識技術を性能の良いものに変える、処理部分のコーディング改善によってある程度緩和できると考える。しかし、改善したところで限界があり、ある程度の反応の遅れは必ず起こってしまう。従来手法のマウスやボタンでの選択と同等の速さにはなり得ない部分が提案手法の制約である。

5.4 表情の作成と発話の両立

現在の表情からの感情推定では、目、眉とともに口の形状が用いられている。これは提案手法の、発話と同時に表情を作成することに対して致命的である。具体的には、“い”、“え” 母音の時は happy に偏り、“う”、“お” 母音の時は sad に偏ってしまう。

この問題の解決策として、口の形状を用いない表情からの感情推定を行う、もしくは表情ではなく音声から感情推定を行うことが考えられる。前者に関しては、口の形状を用いないことにより、発話内容によって推定結果が左右されることはなくなる。しかし、感情推定の精度は本実装で用いたものよりも低くなることが考えられ、プレイヤーが意図した感情の入力が行えるかは不明である。また後者に関しては、入力時に表情を作成する必要がなくなる。そのため、用いる音声からの感情推定技術の精度が十分であれば、プレイヤーは問題なく意図した感情の入力が行えると考えられる。しかしその場合、2.1 節で述べた表情フィードバック仮説は用いられず、本実験で明らかとなった、演技入力による没入感の向上が適用されるかは不明である。

5.5 シナリオ内容

5.5.1 実験に用いたシナリオの問題点

今回実験で用いたシナリオは、議論の会話が中心の、淡白で短く、感情の変動には不十分であった。シナリオの流れも、選択肢の後分岐するのは1, 2パラグラフで、選択肢に対してNPCが正しい反応を返した後すぐにすべての分岐が統一されてしまうため、選択によるシナリオの変化が通常アドベンチャーゲームに用いられるシナリオと比べ小さい。この部分を改善し、より感情の動くシナリオにすることで、表情フィードバックによる情動の強化が効果的に適用され、今回変化がなかったゲームに対する印象の指標も変化があると考えられる。また、アドベンチャーゲームの中でも、恋愛シミュレーション等、演技と相性のよいジャンルは存在すると考えられる。

5.5.2 シナリオ作成における問題

今回の実験で用いたシナリオでは、主人公は性別等の背景が一切語られず、口調も無難な設定とした。その結果、主人公の演技を行ってもらはずが、主人公のキャラクターの存在がプレイヤーに認知されず、プレイヤー自身が主人公であるという誤認識が起こってしまった。これから、アドベンチャーゲームで演技を入力とする際に気を付けなければならない、主人公の設定に関する問題について述べる。

主人公がプレイヤー自身である場合

まず最初に、主人公がプレイヤー自身とする場合は演技という言葉はふさわしくない形になる。本研究の提案手法である、発話と表情の入力によって選択するアドベンチャーゲームにおいて、主人公をプレイヤー自身にした場合に起こる問題として、選択肢がゲーム側から与えられるものであることが挙げられる。選択肢の口調が普段のプレイヤーと異なる、プレイヤーの取りたい選択肢がないなどが起こり、プレイヤーはゲームに対する没入感を失ってしまうと考えられる。

この問題に対する筆者の思いつく解決法を2つ述べる。

1つ目が、できる限り発話内容を自由にするすることである。例えば、セリフに含めなければいけないキーワードだけを与え、それ以外は自由に発話できるようにすることで、選択肢の口調がもたらす問題は解決される。しかし、これではプレイヤーの取りたい選択肢がない場合の問題は未解決のままである。

2つ目は、提案手法のうち、発話の要素を捨て、選択肢としてプレイヤーに表示しないゲームとすることである。このゲームでは主人公は一言も発さず、通常選択肢を表示する場面でゲーム側は、プレイヤーに表情の作成を求める。ゲーム側は表情からの感情推定の結果により分岐を行う。この手法により、選択肢の口調が普段のプレイヤーと異なる、プレイヤーの取りたい選択肢がないの問題は解決されるが、主人公が一言も発さずに面白いシナリオが成り立つかどうかは不明である。

主人公が確立したキャラクターである場合

主人公が確立したキャラクターである場合、そのキャラクター次第でゲームへの評価が大きく変わってしまうことが問題点として挙げられる。まず前提として、中途半端なキャラクターにすると、今回の実験のようにプレイヤー自身が主人公であると誤認識されてしまう可能性があるため、性格、口調、背景で主人公のキャラクターを確立する必要がある。その上で、ゲーム側の用意した主人公が、プレイヤーの好みに合わなければ、主人公への感情移入は生まれず、退屈なゲームとなってしまう。本研究が演技という文脈を引っ張ってきた元である TRPG では、プレイヤーが演じるキャラクターはプレイヤー自身が作成する。その点が本研究で用いたアドベンチャーゲームと TRPG の致命的な違いである。実際にキャラの立った主人公の演技をする実験をすると、今回の結果通りになるとは限らないと思われる。

解決法としては、TRPG と同等まではいかずとも、アドベンチャーゲームでも主人公をある程度自由に設定できるようにすることである。しかし、これは用意する主人公の数が多いほど用意しなければならないシナリオが増え、完成させるのが難しい。

5.6 演技に対する抵抗感

半構造化インタビューにて、一般的には演技はネガティブなとらえ方をされやすいという意見があった。実際に演技を入力とするゲームを作成した場合、演技をネガティブにとらえる層には一切興味を持たれない、ターゲットを非常に絞ったゲームになる。実際に製品とすることを考えた際には非常に大きな制約となる。ただし、本研究における実験参加者は演技をポジティブにとらえている人の方が多数派であり、演技をネガティブにとらえる人も、理由として人に見られるのが恥ずかしく、他人のいない環境でゲームを相手にする場合は特に気にならない人が多かった。実際に、演技には苦手意識を持っているが、このゲームの演技入力面白かったという意見も見られた。

5.7 今後の展望

本研究の実験では、実験環境による制約で述べた通り、プレイヤーは完全にリラックスできる環境でのゲームプレイではなかった。今後は実験用アドベンチャーゲームの再実装を行い、実験担当者が遠隔地で制御できるようにすることで、実験参加者が最大限リラックスできる環境で実験を行えるようにする。また、実装に用いた表情からの感情推定の精度および音声認識の性能が十分でなかった。そのため、以下の課題があった。

- 演技条件における感情の安定した入力が困難で、過度な表情の作成が求められていた。
- 入力完了から選択が反映されるまでの時間が長く、プレイヤーは不満に感じていた。

今後は実装における表情からの感情推定の精度および音声認識の性能を向上させ、この課題を解消する。

また、本実装で用いた表情からの感情推定は口の形状を要素として含むことから、表情の作成と発話を同時に行うことが困難であることが明らかになった。今後、表情からの感情推定にて口の形状を用いないものを作成することでこの課題を解決する。その後、それを用いた実装で実験を行い、安定した入力が行えるかを検証する。または、表情からではなく発話の音声から感情推定を行う手法を実装することでこの課題を解決する。その後、その手法を用いた実験を行い、アドベンチャーゲームのユーザ体験向上に効果があるかを検証する。

また、本研究の実験で用いたシナリオは淡白で短く、感情の変動に不十分であった。そのため、表情フィードバックを用いた情動の強化につながらず、提案手法がゲームに対する印象にもたらす影響を検証するのに適していなかったと考える。今後は入力手法の違いによる印象の変化を明らかにするため、シナリオ内容を実際のアドベンチャーゲームに用いられるものと同様の、感情の起伏に富んだものにして再び実験を行う。また、演技入力と相性のよいシナリオのジャンルを明らかにするため、演技入力で複数ジャンルのアドベンチャーゲームをプレイしてもらう実験を行う。

第6章 おわりに

アドベンチャーゲームにおいて表情からの感情推定技術を用い、発話と表情の作成を組み合わせた演技を入力手法とするシステムを提案した。提案手法を用いた実験により、以下の結果が得られた。

- 従来手法と比較し、ゲームに対する没入感が向上した。
- 従来手法と比較し、ゲームに対する印象の変化は見られなかった。
- 従来手法と比較し、操作難度が高く、入力においてプレイヤーの負担となる。

これらの結果により、ゲーム体験を向上させることは可能であるが、操作難度の高さが問題であることが明らかになった。また、本研究の実験で用いたシステムには、音声認識の処理速度、表情からの感情推定の精度の低さからくる過度な表情の作成を要する点および発話との両立が困難である点、シナリオ内容などの課題がある。そのため、今後は音声認識および表情からの感情推定プログラムの再検討、シナリオ内容の改善、提案手法およびアドベンチャーゲームシステムの再検討を行っていく予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり，川口一画先生，志築文太郎先生，高橋伸先生には多大なご意見とご指導をいただきました．ここから感謝申し上げます．特に川口一画先生には，研究の進め方，論文執筆をはじめとした研究の基礎をご指導いただきました．さらに，研究の相談や研究生活に関して多くのご助言をいただきました．ここに深く感謝の意を表します．

インタラクティブプログラミング研究室の同輩，先輩方には研究生活においてお世話になりました．また，COMMUNICATION チームの皆様にはチームゼミにおけるご意見や論文の添削といった研究に関する多くの支援だけでなく，研究室においても多くのご助言を頂きました．深く感謝いたします．

最後に，学生生活においてお世話になった皆様，そして，私の学生生活を支えていただいた家族に深く感謝申し上げます．

参考文献

- [1] Crowther, W., Woods, D., & Black, K. (1976). Colossal cave adventure. Computer Game.
- [2] On-Line Systems. (1980). Mystery House. Computer Game.
- [3] On-Line Systems. (1980). Wizard and the Princess. Computer Game.
- [4] ENIX Corporation. (1983). ポートピア連続殺人事件. Computer Game.
- [5] ASCII. (1984). 北海道連鎖殺人 オホーツクに消ゆ. Computer Game.
- [6] Lazarus, R. S., & Lazarus, B. N. (1994). Passion and reason: Making sense of our emotions. Oxford University Press, USA.
- [7] Cornelius, R. R. (1996). The science of emotion: Research and tradition in the psychology of emotions. Prentice-Hall, Inc.
- [8] James W. What is an emotion? Mind 9. 188-205, 1884.
- [9] Tomkins, S. S. Affect Imagery Consciousness, vol. 1, The Positive Affects (London: Tavistock, 1962); and Paul Ekman. Emotion in the Human Face.
- [10] Strack, F., Martin, L. L., & Stepper, S. (1988). Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: a non-obtrusive test of the facial feedback hypothesis. Journal of Personality and Social Psychology, 54, 768-777.
- [11] 佐々木光美. (2018). 表情と情動. 東京医科大学雑誌, 76(2), 219-223.
- [12] Hitomi Tsujita and Jun Rekimoto. 2011. Smiling makes us happier: enhancing positive mood and communication with smile-encouraging digital appliances. *In Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing (UbiComp '11)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1 – 10. DOI:<https://doi.org/10.1145/2030112.2030114>
- [13] Nina Rajcic and Jon McCormack. 2020. Mirror Ritual: An Affective Interface for Emotional Self-Reflection. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1 – 13. DOI:<https://doi.org/10.1145/3313831.3376625>

- [14] Michael Lankes, Stefan Riegler, Astrid Weiss, Thomas Mirlacher, Michael Pirker, and Manfred Tscheligi. 2008. Facial expressions as game input with different emotional feedback conditions. In *Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '08)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 253 – 256. DOI:<https://doi.org/10.1145/1501750.1501809>
- [15] Raquel Breejon Robinson, Elizabeth Reid, James Collin Fey, Ansgar E. Depping, Katherine Isbister, and Regan L. Mandryk. 2020. Designing and Evaluating 'In the Same Boat', A Game of Embodied Synchronization for Enhancing Social Play. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1 – 14. DOI:<https://doi.org/10.1145/3313831.3376433>
- [16] M. Taufik Akbar, M. Nasrul Ilmi, Imanuel V. Rumayar, Jurike Moniaga, Tin-Kai Chen, Andry Chowanda, Enhancing Game Experience with Facial Expression Recognition as Dynamic Balancing, *Procedia Computer Science*, Volume 157, 2019, Pages 388-395, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.230>.
- [17] Fraser Allison, Marcus Carter, Martin Gibbs, and Wally Smith. 2018. Design Patterns for Voice Interaction in Games. In *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY '18)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 5 – 17. DOI:<https://doi.org/10.1145/3242671.3242712>
- [18] Neversoft. 2008. Guitar Hero: World Tour. Activision, Santa Monica, CA.
- [19] Marcus Carter, Fraser Allison, John Downs, and Martin Gibbs. 2015. Player Identity Dissonance and Voice Interaction in Games. In *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY '15)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 265 – 269. DOI:<https://doi.org/10.1145/2793107.2793144>
- [20] Edward McAuley, Terry Duncan, and Vance V Tammen. 1989. Psychometric Properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a Competitive Sport Setting: A Confirmatory Factor Analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 60, 1: 48 – 58. <https://doi.org/10.1080/02701367.1989.10607413>
- [21] Ekman, P., Sorenson, E. R., and Friesen, W. V. (1969). Pan-cultural elements in facial displays of emotion. *Science* 164, 86 – 88. doi: 10.1126/science.164.3875.86
- [22] Sato, Wataru and Hyniewska, Sylwia and Minemoto, Kazusa and Yoshikawa, Sakiko. 2019. Facial Expressions of Basic Emotions in Japanese Laypeople. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.00259>. DOI=10.3389/fpsyg.2019.00259. ISSN=1664-1078.
- [23] Logicoool. Logicoool HD Pro Webcam C910. <https://www.logicoool.co.jp/>.

- [24] Octavio Arriaga. 2020. (PAZ) Perception for Autonomous Systems. <https://github.com/oarriaga/paz>. (2021).
- [25] Unity Technologies. Unity. <https://unity.com/>.
- [26] hanachiru. 2021. UniBagOfWords. <https://github.com/hanachiru/UniBagOfWords>. (2021).
- [27] Ryan, R. M. (1982). Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*. 43, 450-461.
- [28] IJsselsteijn, W. A., de Kort, Y. A. W., & Poels, K. (2013). The Game Experience Questionnaire. Technische Universiteit Eindhoven.
- [29] Goodfellow, I. J., Erhan, D., Carrier, P. L., Courville, A., Mirza, M., Hamner, B., ... & Bengio, Y. (2013, November). Challenges in representation learning: A report on three machine learning contests. In *International conference on neural information processing* (pp. 117-124). Springer, Berlin, Heidelberg.

付録A IMI アンケート

IMIアンケート

設問項目に対して

1.全く正しくない

~

4.そこそこ正しい

~

7.とても正しい

の7段階で評価してください



ohyama@iplab.cs.tsukuba.ac.jp (共有なし)



[アカウントを切り替える](#)

*必須

入力手法 *

回答を入力

シナリオ *

回答を入力

お名前 *

回答を入力

このゲームを非常に楽しんだ *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

このゲームをプレイしている間、緊張を感じた *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

このゲームのプレイは楽しかった *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

このゲームはとても面白いと思った *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ゲームをプレイ中プレッシャーを感じた *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

このゲームをプレイしている間、不安を感じた *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

このゲームをプレイしながら、「このゲームは楽しかったな」と思っていた *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

このゲームをプレイしている間、とてもリラックスできた *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

このゲームは私の興味を引くものではなかった *

1



2



3



4



5



6



7



付録B GEQ アンケート

GEQアンケート

設問項目に対して

1.全く感じなかった

2.少し感じた

3.まあまあ感じた

4.とても感じた

5.ものすごく感じた

の5段階で評価してください



ohyama@iplab.cs.tsukuba.ac.jp (共有なし)

[アカウントを切り替える](#)



*必須

入力手法 *

回答を入力

シナリオ *

回答を入力

お名前 *

回答を入力

満足したと感じた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

ゲームのストーリーに興味を持った *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

ゲームは楽しかった *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

プレイに大忙しだった *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

幸せに感じた *

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

気分が悪くなった *

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

他のことを考えていた *

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

面倒だと感じた *

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

見た目が美しいと感じた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

身の回りのことを忘れてしまった *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

いい気分になった *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

退屈を感じた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

空想の世界に入ったように感じた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

物事を探求できると感じた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

楽しかった *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

時を忘れた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

強く印象に残った *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

ゲームに深く集中した *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

リッチな体験だと感じた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

外の世界と切り離されたように感じた *

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐