

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：32692

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00734

研究課題名(和文) 広視野角VRゲームコンテンツのための注視範囲を考慮したゲームアクションデザイン

研究課題名(英文) Game action design considering gaze range for VR game contents

研究代表者

三上 浩司(MIKAMI, Koji)

東京工科大学・メディア学部・教授

研究者番号：10386782

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：ヴァーチャルリアリティ(VR)などの広視野角ゲームコンテンツにおいて、プレイヤーの視線を計測し、視野内と視野外の敵キャラクターのAIを調整する手法を実装した。対象を一人称視点のゲームとし、最新の一人称視点のゲームから敵キャラクターの動きを調査しゲーム内に取り込んだ。実証実験の結果、明確に視野内の敵からの攻撃頻度を増やした場合、全体の敵の攻撃量は同一であっても、より難易度が高いと感じる一方で、被ダメージは少ないという結果を得られた。これにより、プレイヤーに難易度の高さを体験的に感じさせつつもペナルティとなるダメージを必要以上に増やさない体験を与えられることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年はスマートフォン向けのゲームの隆盛などから、プレイヤーをもてなすことが重視されている。一方でユーザーはより高い難易度にチャレンジすることも望んでいる。本研究による成果は、こうしたプレイヤーに対し、実際の難易度は上げずに、高難易度にチャレンジした体験を与えることができる。プレイヤーに対してネガティブな印象を与えるダメージを増加させることなく、ユーザーにより高い難易度を体験させ、それらをクリアするという体験を与えることができる。これは、ユーザーの体験を高める一手法として有用である。

研究成果の概要(英文)：We implemented a method to adjust the AI of enemy characters in and out of the field of view by measuring the player's gaze in a wide field of view game contents such as VR. The target was a first-person shooter game, and we investigated the movements of the enemy characters from the latest FPS games and implemented them in the game. The experimental results showed that when the frequency of attacks from enemies within the field of view was increased, even though the overall amount of attacks from enemies was the same, the perceived difficulty was higher, but the damage taken was lower. We found that this gives the player an experience that does not increase penalty damage unnecessarily while giving the player an experiential sense of the high difficulty of the game.

研究分野：コンテンツ制作技術

キーワード：VR ゲームデザイン キャラクターAI 視野

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、VR を活用したコンテンツが注目されていた。VR コンテンツには、広視野角の映像を用いて臨場感を与えるコンテンツが多数存在していた。本研究はこうしたコンテンツの中でも、主にプレイヤーのインタラクションが重視されるゲームに着目した。ゲームにおいてプレイヤーは画面に表示された映像を認識しプレイヤーキャラクタを操作する。VR を利用したゲームでは、没入感を高めることから、ゲーム内のキャラクタの視点とプレイヤーの視点を同一にする一人称視点のゲームが多い。そのため、実世界と同じように画面内の映像から状況を認識し、ゲーム内で操作を行う必要がある。通常のフラットパネルディスプレイなどを用いた一人称視点のゲームの視聴環境は、映像コンテンツの視聴環境とおおむね同等と考えられている。日本オーディオ協会や、米国 THX 社など国内外の各種団体では視野角 36 度程度を視聴環境として推奨し、画面全体でコンテンツを設計している。

しかし、広視野角コンテンツでは、プレイヤーがどの範囲まで認識し、快適にプレイしているか指標がなく、開発者の主観や経験に基づき開発されていた。

2. 研究の目的

本研究では広視野角ゲームコンテンツにおいて、プレイヤーに不利益にならない画面上での敵キャラクタの行動やステージ変化などの「ゲームアクション」について実証実験をもとにした指標を導出することを目的とする。

プレイヤーが常に反応できる視野範囲に存在する敵キャラクタと範囲外の敵キャラクタの AI を調整し、視野範囲の敵の強化により難易度の上昇を感じさせつつ視野外からの予測不能な敵の行動によるダメージを削減する。

3. 研究の方法

研究代表者らは、すでにこの問題に対し、ヘッドマウンテッドディスプレイ (HMD) を利用した広視野角のゲームコンテンツを開発し、ユーザに行動を促すサインを提示する場所を視野角 30 度の位置から 60 度まで 2 度づつ変化させ、視野角による反応速度の違いを導出する研究を行った。その結果、視野角 44 度以内の領域では誤差がほとんどなく、44 度から 48 度までは緩やかに反応時間が増加し、48 度を超えると著しく反応時間が増加することがわかっていった。また、その他の参考文献からも視野角 40 度から 51 度が広視野角ゲームにおける閾値となっていることが分かった。

そのためプレイヤーの視線を計測し視野角 44 度を基準に敵の AI の行動パターンを変化させることで、従来の調整のない AI を利用したゲームと比較し、提案手法の有用性を示す。

4. 研究成果

(1) 敵キャラクタの対象行動の想定

本研究ではまず、販売本数の多い FPS ゲームを分析しゲーム内の敵キャラクタの行動をリストアップした。その中で、共通点の多い行動として、「停止射撃」、「移動射撃」、「格闘攻撃」、「手榴弾投擲」、「カバー」、「リロード」が上がった。これらのうち、「カバー」、「リロード」は攻撃ではない行動であり、これらの行動の頻度をあげ、攻撃の頻度を減らすことで、敵キャラクタの強度を調整できると考えた。

表 1 販売本数の多い FPS ゲームにおける敵キャラクタの行動

ゲームタイトル/敵AIの行動	停止	移動	格闘	手榴弾			めくら	ステップ	滞空	回転	射線		
	射撃	射撃	攻撃	後退	投擲	カバー	リロード	撤退	撃ち	移動	射撃	回避	変更
バトルフィールドV	○	○	○	△	○	○	○						
バトルフィールド1	○	○	○	△	○	○							
CoDWW2	○	○	○	△	○	○		○	○				
CoDIW	○	○	○		○	○		○					
CoDBo3	○	○	○		○	○							
スターウォーズバトルフロント	○	○	○	○						○	○		
スターウォーズバトルフロントII	○	○	○	○	○	○				○			
ZeroCariber	○	○				○	○					○	
タイタンフォール2	○	○	○		○	○	○			○			
ウルフエンシュタインII	○	○	○			○							○
キルゾーンシャドウフォール	○	○	○		○	○	○						

(2) 行動閾値となる視野の設定とシステムの実装

先行研究などをもとに、プレイヤーの視野は 40 度程度から 51 度程度が有効視野として想定されることが分かった。そのため本研究では、51 度を閾値として設定した。実装にはゲームエンジン Unity を利用し、視線計測が可能な HMD である Fove0 を利用してシステムを実装した。

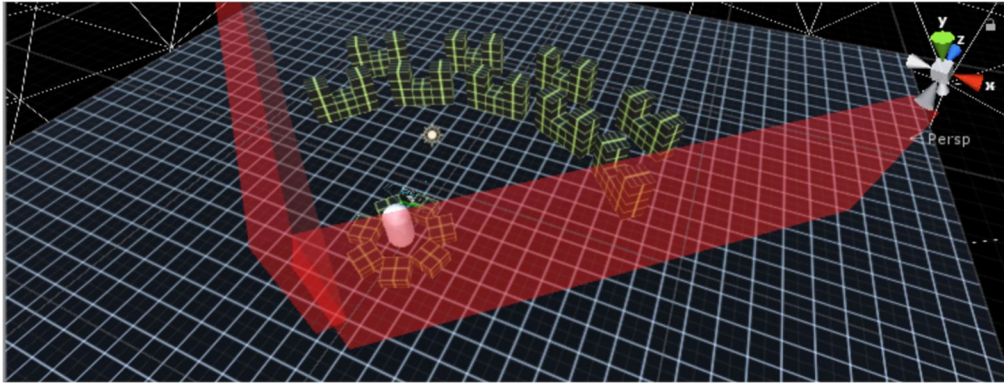


図1 実装した実験ゲームの例

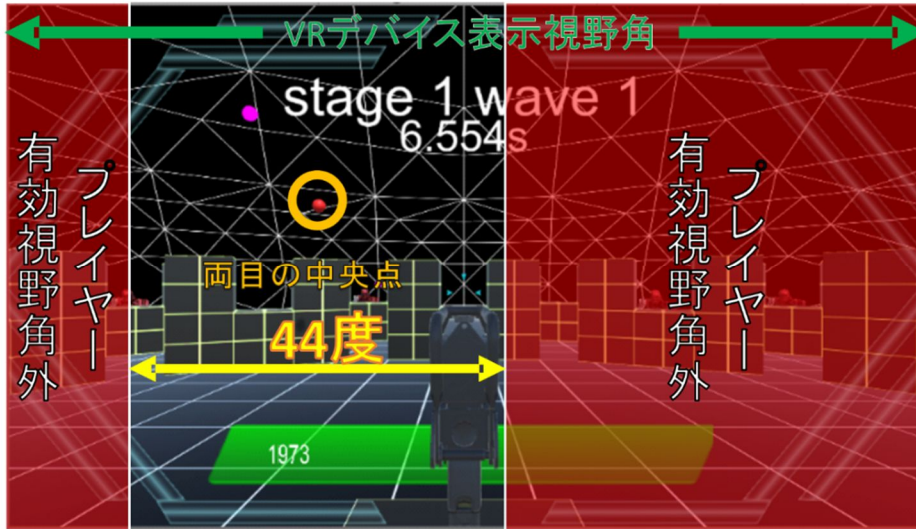


図2 実装した実験ゲームにおける有効視野を示す例

(3) 実証実験

評価のために2つのユーザーテストを実施した。

攻撃とカバー行動時間比率による調整

提案手法では、調整のない従来手法とステージ全体での総攻撃量を同一にしたうえで、有効視野内にいる敵の攻撃時間を長くし、有効視野外の敵はリロード時間を利用し、攻撃時間を短くした。このような動的な調整を図った結果、視野内からの敵の攻撃は増加しているにもかかわらず、プレイヤーは主観的な評価は変わらず、また、被ダメージ量もほぼ同等であることが分かった。

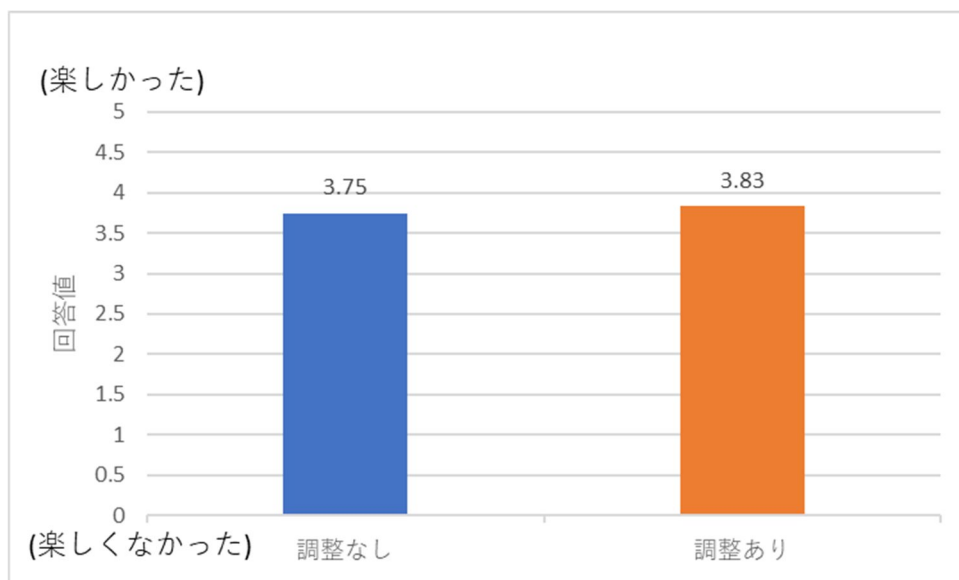


図3 時間比率による調整の主観評価結果

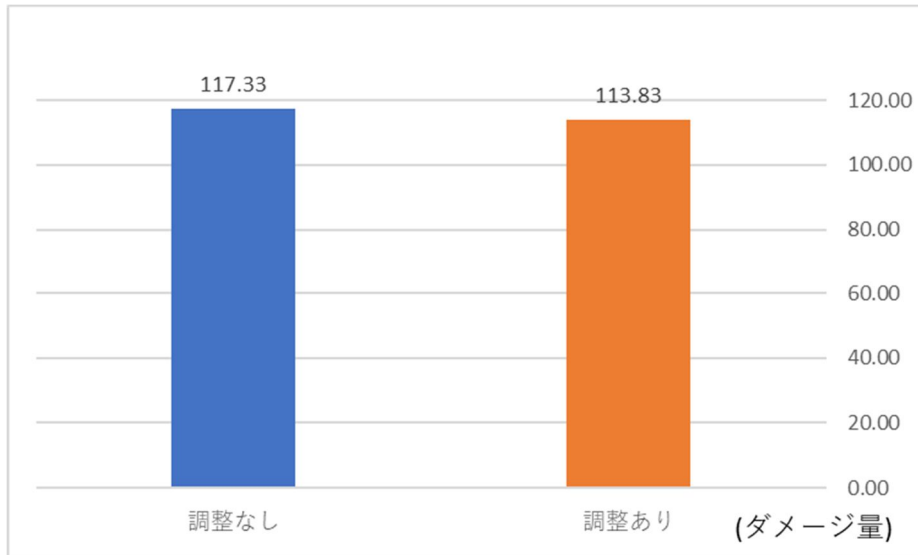


図 4 時間比率による調整の客観評価（被ダメージ量比較）結果

射撃頻度（連射速度）による調整

行動時間比率の調整では、ゲームに対する主観的な印象を変えずに、調整を図れることが分かった。次に、主観的には難易度が上昇し歯ごたえがあると感じさせつつ、ダメージ量を減らすような効果を与えることができるか、実験を行った。

有効視野内にいる敵キャラクタと有効視野外にいるキャラクタの射撃頻度を調整することで、調整のない従来手法とステージ全体での総攻撃量を同一にしたうえで同様の実験を行った。連射速度は比較的、プレイヤーに気づかれやすい変化の一つである。これを変化させることで、プレイヤーには、より困難な挑戦をしている印象を与える。同時に調整なしの方法と比べペナルティとして与えられる「被ダメージ量」を減らしプレイヤーの体験を高めることができるかどうかの検証である。その結果、難易度については調整なしよりも高いと評価された。また、被ダメージは提案手法のほうが軽減される結果となった。

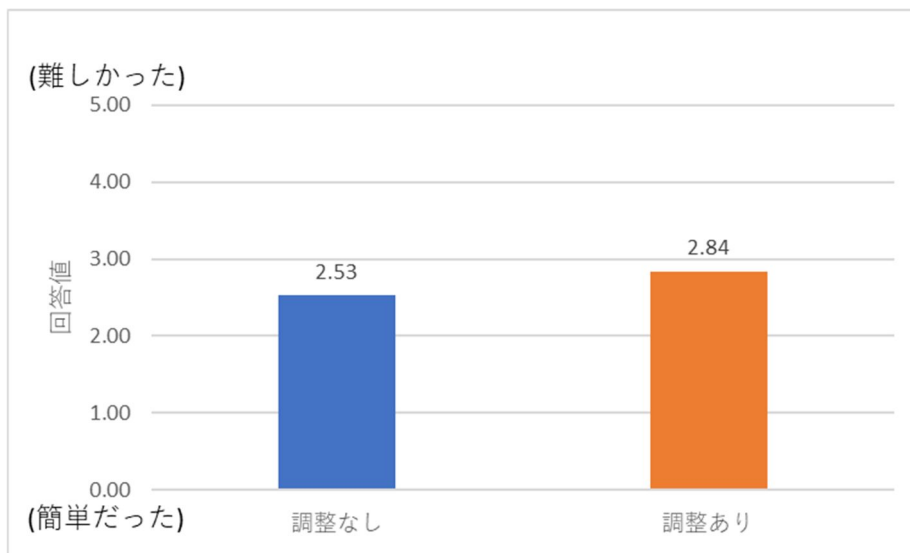


図 5 射撃回数（連射速度）調整による難易度の主観評価結果

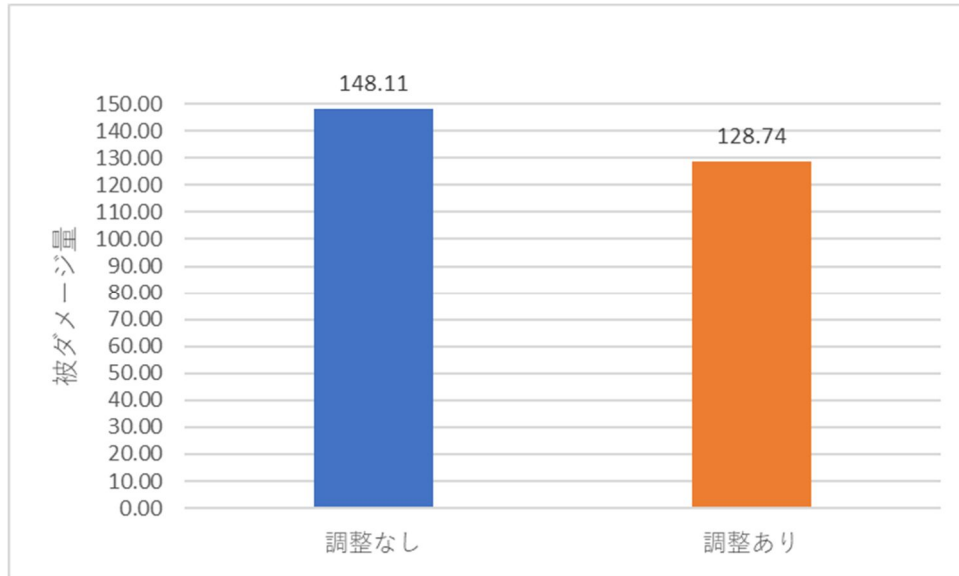


図6 受けた合計ダメージの平均値の結果

(4) まとめ

プレイヤーの視野を推定し、有効視野と視野外で敵の行動を変化させるシステムを構築し、実証実験を行った。ステージ全体の敵の総攻撃量を同一にしたうえで、視野内からの敵を強化し、視野外からの敵を弱体化させた結果、プレイヤーに気づかれることはなく、体験の質は同等であった。次に、プレイヤーが難易度の上昇を感じやすい射撃頻度(連射速度)を調整した実験を実施したところ、難易度の上昇を実感しつつも、被ダメージ量は減少していることが分かった。

本実験を通じて、視野に応じた敵AIの難易度調整において、体験の質を変えずに視野内の敵のみを強化することができることが分かった。また、調整方法を変更し、あえて視野内の敵にわかりやすい変化を与えた場合は、その変化に対して体験の質を変化させられた上に、本来はペナルティとして与えられる被ダメージを削減できることが分かった。被ダメージ量は難易度を図る一つの指標としてとらえられていたが、被ダメージが多いということはプレイヤーにとってはネガティブな要素となり得る。本手法により、被ダメージは増やさずに、体感的な難易度の上昇を与える手法を示せたことは、様々なゲームのレベルデザインにおいて、これまで以上に多様な難易度調整方法が利用可能になったといえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 菅沼辰也, 兼松祥央, 伊藤彰教, 三上浩司
2. 発表標題 VRゲームにおける視野角に応じた敵AIの動的調整に関する研究
3. 学会等名 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティング2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koji Mikami, Tatsuya Suganuma
2. 発表標題 Control of Enemies' Behaviors According to the Player's Field of View in VR Games
3. 学会等名 NICOGRAPH International 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazufumi FUKUDA, Keiji AMANO, Geoffrey ROCKWELL, Masahito FUJIHARA, Masakazu FURUICHI, Forth Author, Koji MIKAMI
2. 発表標題 Current Situations in the Japanese Game Research and Game Development Pedagogical Practices
3. 学会等名 Digra 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮澤舞, 三上浩司
2. 発表標題 UIカスタマイズ機能を利用した VRゲームにおけるユーザが好むUIの傾向調査
3. 学会等名 日本デジタルゲーム学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長井 智弘 三上 浩司
2. 発表標題 銃の威力と攻撃頻度による難易度認識の差異に関する研究
3. 学会等名 日本デジタルゲーム学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅沼辰也 兼松祥央 三上浩司
2. 発表標題 VR型FPS ゲームにおける視線と視野角に応じた 敵 AI の動的調整に関する研究
3. 学会等名 情報処理学会デジタルコンテンツクリエイション研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

mkmlab Koji Mikami Reseach Lab. http://mkmlab.net/
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考