

研究論文

キャラクターの位置情報に基づいた 対戦型格闘ゲームの初心者向け観戦支援システム

梶並 知記^{1,a)} 長谷川 和也¹

受付日 2017年7月15日, 採録日 2017年11月20日

概要: 本稿では、対戦型格闘ゲームの初心者観戦者を対象とした、試合の観戦支援システムを提案する。対戦型格闘ゲームは、プレイヤーが格闘家を模したキャラクターを操作し、対戦相手のプレイヤーが操作するキャラクターと闘うゲームであり、近年国際的な競技会も開催されているデジタルゲーム競技 (e-Sports) のジャンルの一種である。従来研究で、キャラクターの相対位置や、ゲームフィールド上の絶対位置がプレイヤーの意思決定に及ぼす影響について考察されている。本稿ではゲームキャラクターの相対位置や絶対位置に基づき、対戦型格闘ゲームのプレイ中に現れる典型的な3つの状況である、近距離状況、遠距離状況、画面端状況を定義し、状況に応じた文字アノテーションと図形アノテーションを提示する観戦支援システムを構築する。文字アノテーションは、プレイヤーにとっての各状況の意味を端的に観戦者に示しつつ、攻防が行われそうなタイミングを観戦者に伝達する。図形アノテーションは、矩形や矢印といった基本図形で、攻防が行われそうな場所を観戦者に伝達する。対戦型格闘ゲームにあまり詳しくない初心者観戦者を被験者とした評価実験を行い、提案システムの有効性を検証する。実験の結果、提案システムを用いた被験者が、試合中の攻防が行われるタイミングや場所をより容易に理解・予測できるようになることを示す。

キーワード: e-Sports, 対戦型格闘ゲーム, 観戦支援, デジタルコンテンツ, ゲーム

Watching Support System for Beginner Watcher Based on Characters' Position in the Fighting Game

TOMOKI KAJINAMI^{1,a)} KAZUYA HASEGAWA¹

Received: July 15, 2017, Accepted: November 20, 2017

Abstract: This paper proposes a spectator support system to assist beginning spectators of electronic fighting games. These fighting games are part of an e-Sports genre and are similar to karate and boxing. In these games, two opposing characters, such as grapplers, fight each other. Like in actual fighting sports, the position the game's character holds in the gameplay area is important in winning the match. The nuances involved in understanding how these positions affect the game can be challenging to new spectators. A previous study proposed a concept for a spectator support system involving displaying, to beginning spectators, in-game annotations corresponding with the characters' positions in play. This paper defines three typical situations that commonly occur in matches and proposes the use of keywords and graphic annotations designed to encourage spectator understanding of the match and to emphasize amusement for a beginning spectator of these fighting games. This study develops this type of spectator support system using annotations superimposed on the video of a match. Experimental results showed that subjects using the proposed system found it easier to understand the timing of a fight and fighting positions, which can improve the amusement and enjoyment the spectator receives from watching the match.

Keywords: e-Sports, fighting game, spectator support, digital contents, game

¹ 岡山理科大学
Okayama University of Science, Okayama 700-0005, Japan
^{a)} kajinami@mis.ous.ac.jp

1. はじめに

本稿では、対戦型格闘ゲームの初心者観戦者を対象とし

た観戦支援システムを提案する。

対戦型格闘ゲームは、e-Sports のジャンルの一種であり、空手やボクシングのような 1対1 で戦う格闘技を模したゲームである。対戦型格闘ゲームの厳密な定義は存在しないが、本稿では、2名のプレイヤーそれぞれが、格闘家を模したキャラクタ 1体进行操作し、「キャラクタに設定されている技を使って相手のキャラクタを攻撃する、また相手キャラクタの攻撃を防御・回避するゲーム」、「キャラクタに設定されているスタミナを奪い合い、規定時間以内に相手キャラクタのスタミナを 0 以下にし K.O. することを目指すゲーム」とする*1。キャラクタの移動可能範囲は、格闘技のリングに見立てたゲームフィールド上に限定されるため、現実の格闘技の試合における、リングの端に相手を追い詰める/相手に追い詰められるといった状況と類似する、片方のキャラクタが有利/不利となる状況がゲームプレイ中に存在する。リングの理論的な形状（キャラクタの移動可能範囲の形状）としては、2次元平面のゲームと、奥行のある 3次元のゲームがあるが、本稿では 2次元平面のゲームを対象とする。実際のゲーム画面は、リングを横から見た視点であり、キャラクタ 2体が同一軸上に左右に並び向かい合う形となる。キャラクタの移動に関しては、現実の格闘技と大きく異なり、特別な足場などなくても、立っている相手の頭上を飛び越えて位置を入れ替えるような非現実的な移動が可能となっている。

対戦型格闘ゲームのプレイにおいて、キャラクタの相対位置や絶対位置などが、プレイヤーの意思決定の際に重要な要素であることが知られている [8]。本稿では、キャラクタの位置情報に基づき、プレイ中の典型的な 3種類の状況に対して、プレイ動画に重ねる形で文字アノテーションと図形アノテーションを提示する観戦支援システムを実装する。本稿の課題は、初心者観戦者に、攻防のポイントを分かりやすく提示し面白く観戦できるようにすることである。対戦型格闘ゲームにあまり詳しくない初心者観戦者を被験者とした評価実験を行い、提案システムの有効性を示す。

本稿は、ゲームの観戦者、特にあまり対戦型格闘ゲームに詳しくなく、競技志向でのプレイを行わないようなユーザ（初心者観戦者）を支援することを目指す。近年、国際的な競技大会も開かれ Web を通じて競技プレイの中継も行われているため、観戦者への支援は意義あることと考える。長期的には、熟練者によるゲームプレイの感想戦の支援も視野に入れるが、本稿ではあくまで、ユーザが「プレイを観てもっと楽しくなる」こと、またユーザに「(ゲームの攻防を) 分かった気にさせる」情報提示手法の提案となる。

*1 実際には、ボクシングなどの実在の格闘技における判定勝利に類似する勝利条件がある。また、ゲームタイトルによっては、相手キャラクタをゲームフィールドから弾き出す勝利条件も存在する(本稿の対象外である、ゲームフィールドが 3次元のゲームに多い)。

2. 関連研究

2.1 競技コミュニティ分析

対戦型格闘ゲームを含み、ビデオゲームを用いた競技は e-Sports と総称される [1]。近年では国際的な大会も開催され*2、プロのプレイヤーも存在している [16]。諸外国の e-Sports を取り巻く情勢についての分析 [9] や、日本国内における特徴的な状況などについて分析されている [10], [12]。

本稿は、対戦型格闘ゲームのコミュニティへ貢献するものであるが、コミュニティ分析ではなく、ゲームの初心者観戦者を支援する。

2.2 競技の技能向上支援

伝統的な盤上ゲームでは、盤面やプレイヤーの発言などから、プレイヤーの思考分析が行われている [3]。また、ネットワークインフラが整っている現在社会の状況をふまえ、情報技術を活かした感想戦支援も行われている [13]。スポーツにおいても、情報技術を活かし大量のデータの収集と分析し、戦略戦術の立案を支援するシステムが提案されている [15]。対戦型格闘ゲームと同じく e-Sports のジャンルの一種であるリアルタイムストラテジーにおいてもプレイ技能の向上支援が研究対象になっている [11]。対戦型格闘ゲームでも、盤上ゲームに類似するプレイヤーの思考を分析する試みがある [5], [8]。また、他者へプレイヤーの思考を伝達する支援手法も検討されている [6]。

本稿は、プレイ動画を対象にした感想戦支援も見据えた研究の一部でもある。

2.3 競技の観戦支援

伝統的な盤上ゲームにおいて、駒の取り合いなどの攻防が行われやすい箇所を可視化する観戦者支援手法が提案されている [14]。スポーツにおいては、観戦しているプレイに関連するデータの可視化やインタラクティブな観戦支援手法が提案されている [17]。デジタルゲームにおいても、観戦者への支援が注目されており [4]、対戦型格闘ゲームの動画を対象にした観戦支援手法が検討されている [7]。

本稿の研究は、競技の観戦を支援する、本カテゴリに入る。盤上ゲームにおける駒の取り合いでは、駒の移動範囲を考慮するが、本稿ではキャラクタの移動範囲を考慮する。また、キャラクタの持つパラメータ、プレイヤー(選手)のデータの可視化ではなく、現在のゲーム内状況の可視化を主とする。そして、観戦しているゲームに関する知識の乏しい観戦者に対するガイド役を、人間ではなくコンピュータが行うことを想定している。

*2 有名などころでは、Evolution <http://evo.shoryuken.com/>や、RED BULL KUMITE <http://www.redbullkumite.com/>などがある。

3. 状況に応じたアノテーション提示

3.1 対象とする3つの状況

本稿で対象とする、対戦型格闘ゲームのプレイ中の3つの状況は、遠距離状況、近距離状況、画面端状況である。

3.1.1 遠距離状況

キャラクター2体が離れている状況で、原則的に、キャラクターの手足は相手へ届かない。ボクシングなどの現実の格闘技でいえば、フットワーク重視の様子見をしているような状況であり、激しい打ち合いがおこらない、双方にとって比較的安全な状況でもある。

図1(a)は、遠距離状況の具体例である*3。対戦型格闘ゲーム内の架空のゲームキャラクターは現実の人間と異なるため、キャラクターによっては、光弾を放ったり、自らを弾丸のように浮遊・突進したりするなどして、見た目の手足の長さ以上に離れた相手を攻撃する手段を持つ場合がある。しかしながら、特に遠距離状況での戦いが得意と設定されているキャラクターを除き、遠距離状況から相手を攻撃する行動には、こちらの攻撃に対して相手がどのように対応するか様子をうかがう意図が含まれる。そのため、初心者観戦者の視点では、激しい攻防が発生していない場合に限らず、一方のキャラクターが光弾を放つなど一見攻撃的な行動がみられていても、その次の攻防がいつどこで発生するか、特に試合を決定づけるような攻防が、いつどこで発生するか分かりにくい状況でもある。

3.1.2 近距離状況

キャラクター2体が近づいている状況で、お互いのキャラクターの手足が相手へ届く。現実の格闘技でいえば、お互いに攻撃を当てたり攻撃を防いだりが激しく行われ、場合によっては一瞬で勝敗が決する、双方にとってチャンスであり危険な状況でもある。

図1(b)は、近距離状況の具体例である。現実の格闘技と類似し、キャラクターの手足がその場、または1歩踏み込んですぐに届くような距離で、お互いに相手を激しく攻撃しようとする意図が強く現れる。観戦者の視点では、比較的「攻防が行われやすい」と推測しやすい状況でもあるが、同時に、観戦者の知識やゲームのプレイ経験によって攻防の内容についての理解に差が出やすい状況でもある。これは、現実の格闘技を選手経験のない観戦者が見た場合に、激しい打ち合いの中で高度なフェイントをかけあっているような近距離戦攻防を理解しにくいと類似する。

3.1.3 画面端状況

キャラクター2体のうち、1体がゲームフィールドの端付近に、もう1体が画面の中央付近にいる状況である。

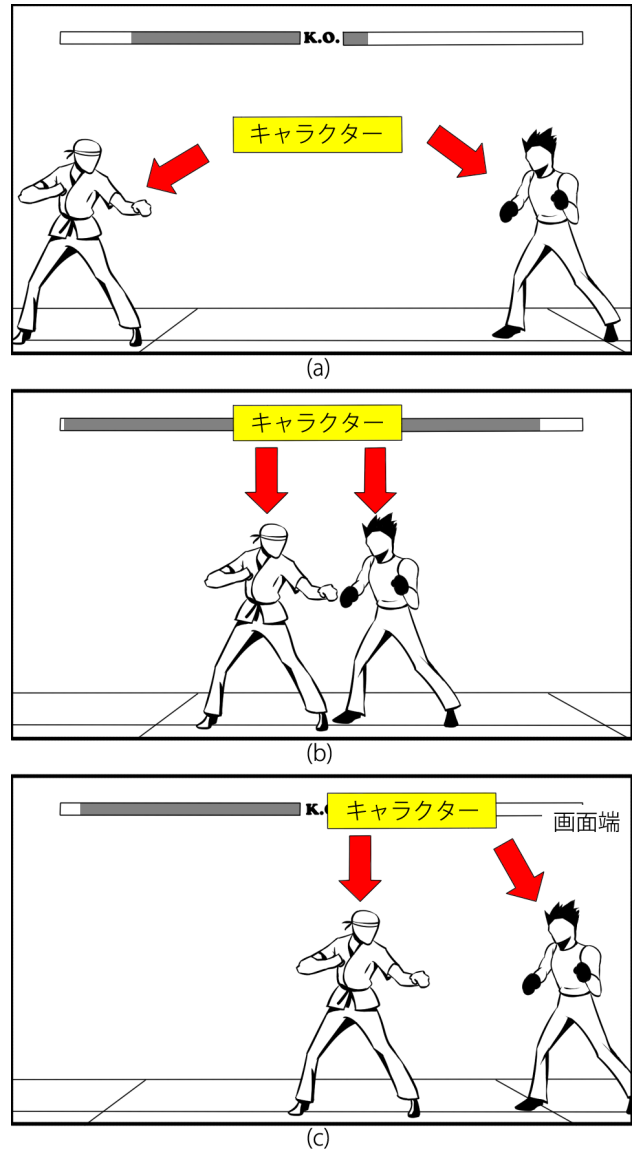


図1 典型的な3つの状況

Fig. 1 Typical three situations of the fighting game.

現実の格闘技でいえば、片方の選手が相手をコーナやリング際へ追い込み、追い込んだ方は相手をコーナやリング際から逃さないよう、また追い込まれた側はコーナやリング際から逃げたい意図のもと攻防が行われる状況である。

図1(c)は、画面端状況の具体例である。多くの対戦型格闘ゲームのゲームフィールドは、現実の格闘技と類似し、有限の広さを持つ場合が多く、図中、右側にいるキャラクターが画面端へ追い込まれている。なお、プレイヤー間では、日本語での会話の場合、コーナやリング際、ゲームフィールド端やステージ端といった表現より画面端と表現することが多いため、本稿でも画面端状況と表現している。

本稿で主に対象とする初心者観戦者（自身ではあまり対戦型格闘ゲームをプレイしない）視点では、両キャラクターの一挙一動に着目し、ゲームフィールド上のキャラクターの相対位置や絶対位置に基づいた「(追い込んだ側の)現状を維持したい意図、(追い込まれた側の)維持したくない意

*3 本稿では実装上の都合により、対象とする対戦型格闘ゲームのタイトルを限定するが、著作物であることを考慮して、本稿の図は、ゲーム画面そのものを用いず現実の商用ゲームタイトルが想起されないオリジナルイラストを採用した図としている。

図に基づく攻防が行われている」こと自体を理解するのが難しい状況である。キャラクターの相対位置のみに着目すると、近距離状況と類似しているが、質的に異なる攻防が行われやすい状況である。

3.2 状況の判定

3.1節で述べた3つの状況は、ゲーム画面内におけるキャラクターの位置情報を用いて判定する。図2に、判定に用いるパラメータを示す。本稿では、画面のサイズを、幅1280ピクセル、高さ720ピクセルとしている。座標の原点は画面の左上である。図中 c_l は、画面に向かって左側にいるキャラクターの x 座標、 c_r は、画面に向かって右側にいるキャラクターの x 座標である。図中の x 座標 200ピクセルと1080ピクセルは、それぞれ、画面端状況を判定するために使う閾値となる x 座標である。 d_{lr} は、2体のキャラクター間の距離である。なお、画面端状況の判定が優先される。

3.2.1 遠距離状況の判定

式(1)を満たす場合に、両キャラクターの距離が離れており、遠距離状況であると判定する。定数(300)の単位はピクセルである。

$$d_{lr} \geq 300 \tag{1}$$

3.2.2 近距離状況の判定

式(2)を満たす場合に、両キャラクターが接近しており、近距離状況であると判定する。定数(300)の単位はピクセルである。なお、遠距離状況と近距離状況の判定に使う閾値300の値自体は、本稿で取り上げたゲームタイトルと設定した画面幅に依存したものであるが、キャラクターの手足がその場または1歩踏み込んで届く距離として、標準的なキャラクターの幅を基準に約1.5体分を目安に設定している。

$$d_{lr} < 300 \tag{2}$$

3.2.3 画面端状況の判定

式(3)を満たす場合に、片方のキャラクターのみが画面端に

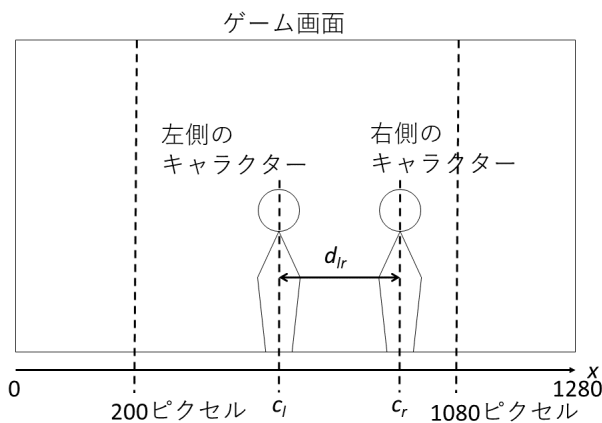


図2 状況の判定に使うパラメータ

Fig. 2 Parameters for determining situations.

近づいており、画面端状況であると判定する。定数(200, 1080)の単位はピクセルである。

$$(c_l < 200 \wedge 200 \leq c_r \leq 1080) \vee (200 \leq c_l \leq 1080 \wedge 1080 < c_r) \tag{3}$$

3.3 提示するアノテーションの種類

状況に応じたアノテーションの種類は、文字アノテーションと図形アノテーションの2種類とする。

3.3.1 文字アノテーション

総合的な状況を一言キーワードで表しつつ、攻防が行われるタイミングを観戦者へ伝えることを目的とする。また、従来手法[2]を拡張し、相手の激しい攻撃に晒される可能性の高い警戒状況の場合は、単記号で提示し、一目で危機感を伝えるようにすることも目的である。

3.3.2 図形アノテーション

図形アノテーションは、矢印と矩形の2種類提案し、矢印は空間的な余裕を表し観戦者へ伝えることを目的とする。空間的な余裕とは、キャラクターの後ろに、どれだけ後退可能な空間があるかを指す。現実の格闘技でいえば、リングの中央付近であれば後ろに下がる空間的余裕があるが、コーナに追い詰められていると後ろに下がる余裕がない。対戦型格闘ゲームにおいて3.1.3項で述べた画面端状況を例にとると、画面端へ追い込まれているキャラクターには空間的な余裕がない。また、矩形のアノテーションは、従来手法[2]を拡張し、画面上で重要な攻防が起こりやすいと考える空間[8](場所)を、観戦者へ伝達することも目的となる。伝統的な盤上ゲームにおいて、観戦者へ向けて駒の取り合いが起こりやすいマスの可視化が行われているが[14]、本稿で提案する図形(の矩形)アノテーションも類似コンセプトである。

3.4 提示するアノテーション

表1は、状況ごとに提示するアノテーションの種類ごとにまとめたものである。

文字アノテーションは、原則的に画面中央上部付近に提示することを想定している。遠距離の場合、光弾を放つなど攻撃的な行動を行うことがあっても、相手の対応を見る意図があり、相手のスタミナを一気に奪ってK.O.を狙う状況より、相手の様子をうかがう目的で攻撃を行う状況で

表1 状況ごとのアノテーション

Table 1 Annotations according to each situation.

状況	文字アノテーション	図形アノテーション
遠距離	様子見	青の矩形(全体的に)
近距離	一触即発 !マーク(左右両側)	緑の矩形 (キャラクターの周辺)
画面端	チャンス(有利側) !マーク(不利側)	赤の矩形 (キャラクターの上空)

もあるため、「様子見」と提示する。近距離の場合、お互いのキャラクターが相手の激しい攻撃に晒される警戒すべき状況でもあるため、「一触即発」の文字の左右に「！」マークを提示する。画面端の場合、従来研究 [2] では、画面端へ相手を追い込んだ有利側のキャラクターと、追い込まれた不利側キャラクターを区別せずアノテーションを提示していた。本稿では、有利側のキャラクターの近くに「チャンス」と文字アノテーションを提示し、不利側のキャラクターの近くに「！」マークを提示する。さらに、不利側のキャラクターが一定時間画面端付近に留まっている場合、「！」マークをより強調して表示する。

図形アノテーション（矩形）は、遠距離では、上空もキャラクターの前面（両キャラクターの間の空間）も覆う。近距離では、キャラクター周辺（主に前面）のみで、上空は覆わない。画面端では、両キャラクターの間の上空（キャラクターの前面ではない）を覆う矩形とする。

なお、本稿では、秒間 30 フレームのプレイ動画を入力データとして想定しており、状況ごとのアノテーション（空間的な余裕を表す矢印を除く）の提示は、3.2 節で述べた状況判定の条件が 5 フレーム（1/6 秒）続くことで行われる。画面端状況において不利側キャラクターに提示される「！」マークは、60 フレーム（2 秒）経過後に強調される。空間的な余裕を表す矢印は、つねに提示される。

4. アノテーション提示システムの実装

4.1 実装方針

本稿では、画像処理ライブラリ OpenCV を用いたテンプレートマッチにより、ゲームプレイ動画からキャラクターの位置を検出する。この手法は、商品として世に出ているゲームのプログラムにアクセスできないため、大学研究室でできる現実的な手法として選択している。したがって、抽出の精度や速度など、抽出手法そのものの妥当性については議論しない。

4.2 テンプレート画像の生成

図 3 は、本稿で採用する、テンプレート画像の生成について示したものである*4。テンプレート画像は、キャラクターの画像から特徴的な色の部分を、40 ピクセル四方で切り出して生成している。なお、本稿では、実装上の都合により、特定ゲームタイトル*5に限定して、キャラクター画像から、テンプレート画像を生成している。

4.3 実行例

図 4 は、システムの実装例である*6。図 4(a) は、遠距

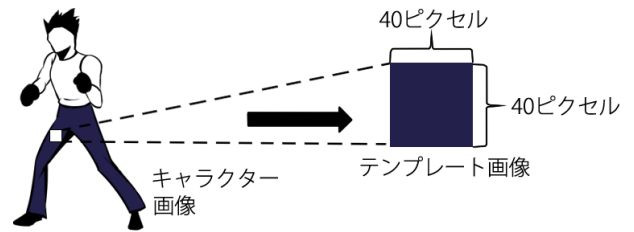


図 3 テンプレート画像の生成
Fig. 3 Generation of template image.

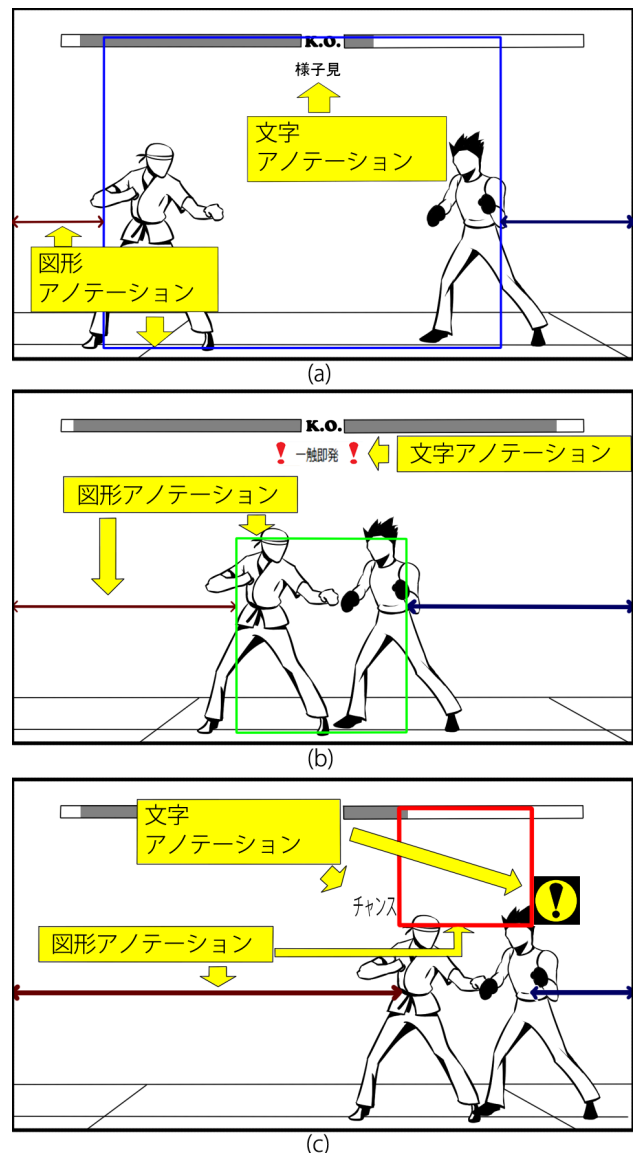


図 4 システムの実行例
Fig. 4 Execution example of the system.

離状況において、アノテーションが提示されている例である。文字アノテーションは、「様子見」であり、図形アノテーションは、両キャラクターの間の空間を全体的に覆う形で、青色の矩形により表現している。また、キャラクターの

*4 著作物であることを考慮して、ゲーム画面からキャプチャーしたキャラクターグラフィックを用いた手法説明図ではなく、オリジナルイラストを採用した図としている。

*5 『ストリートファイター V』, CAPCOM, 2016. (PS4, PC)

*6 著作物であることを考慮して、ゲーム画面部分をオリジナルイラストとし、提案手法により可視化されるアノテーション部分を合成して、その上に説明文を加えた図としている。実際の表示内容の詳細は著者に照会のこと。

後方、画面端へ向かっては、矢印を提示している。

図 4(b) は、近距離状況において、アノテーションが提示されている例である。文字アノテーションは「一触即発」と、両キャラクターともに、相手の攻撃に晒され大きな被害をうける可能性のある警戒状況でもあるため、文字の両側に「！」マークを提示している。図形アノテーションは、両キャラクター付近を覆う形で、緑色の矩形により表現している。矩形の上辺の y 座標は、300 ピクセルとしている。遠距離状況と比較し、観戦者へキャラクターの周辺のみに着目するよう促す。なお、遠距離状況と同じく、キャラクターの後方、画面端へ向かっては、矢印を提示している。

図 4(c) は、画面端状況において、アノテーションが提示されている例である。従来研究 [2] では、相手を画面端へ追い込んで有利な状況を作っているキャラクター（図中、左のキャラクター）と、追い込まれて不利な状況となっているキャラクター（図中、右のキャラクター）を区別せずにアノテーションを提示していた。本稿では、3.4 節で述べたように、有利な状況のキャラクターと不利な状況のキャラクターに対してそれぞれ異なるアノテーションを提示する。文字アノテーションは、有利なキャラクター側には「チャンス」と提示し、不利なキャラクター側には、警戒状況を強調するために「！」マークを提示する。図形アノテーションは、両キャラクターの間の上空を覆う形で、赤色の矩形により表現している。矩形の底辺の y 座標は、300 ピクセルとしている。不利な状況のキャラクターは、できるだけ早く画面端から脱出したいが、有利な状況のキャラクターが目の前にいるため、ジャンプで相手を跳び越す必要がある。見方を変えると、有利な状況のキャラクターは、矩形により表現されている空間を塞ぐように攻撃を仕掛けることで、相手のキャラクターを画面端へ追い込んだままにできる。すなわち、図形アノテーションが、重要な攻防が行われやすいと推測できる空間を強調して提示している。

5. 評価実験

5.1 目的と環境

実験目的は、提案システムにより、攻防のポイント（タイミングと場所）が分かりやすくなるか確認することと、観戦が面白くなるか確認することである。

本稿では、提案システムによりアノテーションを付与した動画と、アノテーションのまったくない動画を含み、以下の 4 パターンの動画を用意する。

- 文字と図形の両方のアノテーションを提示
- 文字アノテーションのみを提示
- 図形アノテーションのみを提示
- アノテーション無し

1 人の被験者に観戦してもらう 4 つの動画の内容（試合内容）は異なる。被験者は 10 名（A-J）であり、対戦型格闘ゲームの一般的なルールは分かるが、積極的にプレイする

ことはなく観戦に興味ある初心者観戦者である。なお、被験者には「対戦型格闘ゲームの対戦動画を見て、アンケートに答えていただきたい」ことのみ伝え、実験目的や、どのようなアノテーションがある動画かといった情報を伏せている。

5.2 手順と仮説

手順は以下のとおりである。

- (1) 被験者に動画を観戦してもらう。
- (2) アンケート評価してもらう。
- (3) 動画の種類（アノテーションの提示パターン）を変更する。(1) へ戻る。
- (4) 4 パターンの動画観戦後、総合的なアンケート評価してもらう。

なお、被験者が観戦する動画の順序は、順序効果を相殺するためにランダムとしている。また、被験者には、観戦する動画のパターン数を伝えず、アンケート項目に関しても事前閲覧を不可としている。被験者は、手順 (2) におけるアンケート項目については最初の観戦後に目にするようになるが、手順 (4) の総合的なアンケートの項目については、4 パターンの動画観戦後に目にするようになる。

上記の項目に対して、本実験の仮説は以下のとおりである。

仮説 1：攻防が行われるタイミングの理解のしやすさ

両方あり \geq 文字のみ $>$ 図形のみ $>$ なし

仮説 2：攻防が行われる場所の理解のしやすさ

両方あり \geq 図形のみ $>$ 文字のみ $>$ なし

仮説 3：攻防が行われる予測のしやすさ^{*7}

両方 $>$ その他

なお、アンケートは 7 段階評価（7: Good, 1: Bad）のみではなく、手順 (2) において 5.1 節で述べたアノテーション提示のパターンそれぞれについて、可能な限り理由についてコメントをしてもらう。被験者には、理解しやすい、分かりやすいほど Good であることを伝え、実際のアンケート用紙における 7 段階評価の項目は「攻防が行われるタイミングの理解」「攻防が行われる場所の理解」「攻防の予測がつきやすかった」である。ここで、攻防の予測については、攻防の内容までは考えなくてよいと補足している。また、「理由」欄を設けている。

加えて、手順 (4) において、可能な限り、総合的にアノテーションの良い点と悪い点（あれば）をコメントしてもらうほか、他にどのようなアノテーションが必要か（あれば）もコメントしてもらう。実際のアンケート用紙における 7 段階評価の項目は、「矢印や矩形が表示されることに

^{*7} なんとなくこの辺で攻防が行われそうだ、といった予測であり、厳密にどのような攻防が行われるかを予測するものではない。「着目した方がよいみどころのわかりやすさ」ともいえるが、「攻防が行われる～」といった表現の統一に合わせて、予測のしやすさと記述している。

表 2 実験結果

Table 2 Experimental result.

	被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均
タイミング	両方	6	3	5	6	5	6	5	7	7	7	5.7
	文字のみ	6	3	5	6	4	7	6	5	5	5	5.2
	図形のみ	3	3	3	4	3	4	6	2	7	5	4.0
	なし	3	5	3	4	3	4	3	2	5	4	3.6
場所	両方	5	7	5	6	5	7	3	7	6	6	5.7
	文字のみ	3	6	3	4	3	5	3	5	3	4	3.9
	図形のみ	5	7	5	6	6	6	6	4	6	6	5.7
	なし	3	6	3	3	3	4	3	2	5	5	3.7
予測	両方	7	3	5	5	4	7	3	7	7	6	5.4
	文字のみ	5	3	4	4	4	5	3	5	4	6	4.3
	図形のみ	3	3	4	4	5	5	6	3	7	5	4.5
	なし	3	5	2	4	3	3	3	3	6	4	3.6

よって面白く観戦できたか」「文字や！が提示されること
によって面白く観戦できたか」「総合的に矢印、矩形、文
字や！が提示されることによって面白く観戦できたか」で
あり、こちらも理由記述欄を設けている。アンケート用紙
の最後に、「アノテーション（矢印、矩形、文字、！）の良
かった点（ある場合）、悪かった点（ある場合）」項目と、
「他にどのようなアノテーション（文字、図形など）が必要
か（理由もあわせて）（任意回答）」といった記述欄を設け
ている。

5.3 結果と考察

5.3.1 定量的評価

表 2 は被験者 10 人から得られたアンケート結果をまと
めたものである。表中、「タイミング」は、5.2 節で述べた、
仮説 1 に対応する評価項目である。「場所」は、同じく 5.2
節で述べた仮説 2 に対応する評価項目、「予測」は、仮説 3
に対応する評価項目である。また、表中「両方」は、文字
アノテーションと図形アノテーションの両方を提示する動
画、「文字のみ」は、文字アノテーションのみ提示する動
画、「図形のみ」は図形アノテーションのみ提示する動画、
「なし」はアノテーションを提示しない動画である。

表 2 の評価平均値から、タイミング、場所、予測のしや
すさすべてにおいて、提案システムによる文字と図形の両
方のアノテーションを提示する場合が、最も高評価となっ
ている。また、タイミングに関しては、文字のみの場合が
図形のみの場合より高評価になっている一方、場所に関し
ては、図形のみの場合が文字のみの場合より高評価になっ
ている*8。

したがって、5.2 節のすべての仮説を満たし、提案シス
テムを用いることで、攻防が行われるポイント（タイミン
グや場所）が理解しやすくなることが分かる。

なお、被験者ごとに評価結果を見ていくと、被験者 B が
仮説とはほぼ逆の特徴的な結果（特に、タイミングと予測

表 3 面白さに関する評価結果

Table 3 Result of amusement.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均
文字	6	5	5	5	6	6	3	7	3	6	5.2
図形	5	4	5	5	5	6	6	7	7	5	5.5
両方	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6.2

に関して) になっている。この理由も含め、5.3.2 項以降、
どのような理由でアノテーションが有効に機能するか、ま
たは機能しないかについて、被験者から得られたコメント
に着目し、提案システムの定性的評価を行う。

表 3 は、5.2 節の手順 (4) において、アノテーション
が提示されることによって観戦が面白くなるか評価して
もらった結果である。表 2 同様、7 段階評価 (7: Good,
1: Bad) である。表中、「文字」は文字アノテーションに
よって面白くなるか、「図形」は図形アノテーションによっ
て面白くなるか、「両方」は、文字と図形の両方のアノテ
ーションの提示によって観戦が面白くなるかについての項目
である。表 3 より、平均値に着目すると両方の項目が最
も高評価で、全体的に、提案手法内においては、文字ア
ノテーションと図形アノテーションの両方を用いた方が、観
戦が面白くなっているといえる*9。

5.3.2 アノテーション提示パターンごとの定性的評価

被験者から得られたコメントを、肯定的なコメントと否
定的なコメントに分類し考察する。なお、被験者 B から得
られたコメントとそれに関する考察は、次の 5.3.3 項でま
とめて行う。なお、コメント後のカッコ内に被験者を記述

*8 なお、クラスカル・ウォリス検定の結果は、タイミングと場所
に関して、両方、文字のみ、図形のみ、なしの 4 群全体でみる
と有意な差が認められた (タイミング: P 値 $0.0035 \leq 0.05$, 場
所: P 値 $0.0006 \leq 0.05$)。シェッフエの方法による対比較の
結果、タイミングに関して、両方となしのみ有意な差が認めら
れた (P 値 $0.0174 \leq 0.05$)。場所に関して、両方となし (P 値
 $0.0256 \leq 0.05$)、文字のみと図形のみ (P 値 $0.0455 \leq 0.05$)、図
形のみとなし (P 値 $0.0223 \leq 0.05$) で有意な差が認められた。

*9 なお、クラスカル・ウォリス検定では有意水準 5% で検定し、文
字、図形、両方の 3 群全体でみて有意な差は認められなかった。

している。

文字のみに対する肯定的なコメントは、以下のようなものがあつた。

- 文字があることで、タイミングや攻防の詳細が分かつた (A)。
- 文字だけになると全体的に見やすい (F)。

上記のコメントに関連し、被験者 A は、『様子見』や『一触即発』の文字から、行われる攻防や次に行われる動作の予測がついた」ともコメントしており、状況を表す簡単なキーワードで文字アノテーションを提示していることも、肯定的にとらえられていると考える。

一方、文字のみに対する否定的なコメントは、以下のようなものがあつた。

- 文字はキャラクタに集中しているとなかなか読めない (E)。
- 危ないときはもっとわかりやすく提示してほしい (G)。

どちらも、文字の見やすさ・文字の内容理解のしやすさに関するコメントである。これらのコメントをした被験者は、文字と図形の両方のアノテーションを提示するパターンにおいても、見にくい旨のコメントをしている。

図形のみに対する肯定的なコメントは、以下のようなものがあつた。

- 場所の理解ができた (A)。
- 図形の色で位置がよく分かる (F)。
- キャラクタと図形が同時に入ってきて良い (G)。

これらは、図形アノテーションの目的を肯定するコメントであるが、図形の色に着目したコメントもみられた。このことから、形状だけでなく、色に関するさらなる検討が必要と考える。

一方、図形のみに対する否定的なコメントは、以下のようなものがあつた。

- 矢印などから (攻防がおこりそう or 攻防の中身を) 予測までするのは難しい (A)。
- 図形の変化が激しい (E, J)。

今回、図形アノテーションは矢印と矩形があるが、矢印の方により着目したがる被験者にとっては、攻防が行われそうな場所を伝えるのが難しいことが分かつた。このことから、空間的な余裕を可視化する矢印については、本来の目的と異なる解釈をされる可能性 (矢印の意義が伝わりにくい) があると考えられる。また、図形アノテーションはつねに表示され、状況の変化にともない動的にアノテーションが変わるため、状況の変化が激しい試合の動画の場合、図形アノテーションの変化も激しくなり、見にくさにつながる場合があると考えられる。

両方に対する肯定的なコメントは、以下のようなものがあつた。

- 色分けで相手との距離がわかりやすい (F)。
- いつ攻防が行われるか一目で分かる (I)。

ここでも、色に着目したコメントが得られた (図形の場合と同じ被験者)。

一方、両方に対する否定的なコメントは、以下のようなものがあつた。

- 文字は他の情報に目がいってしまい、見られなかつた (E)。
- ごちゃごちゃしていた (E, J)。
- 文字の出現位置が少し見にくい (F)。
- 矩形に目が入り文字が頭に入らない (G)。

これらのコメントから、文字と図形の両方のアノテーションが提示される場合、図形の方に着目しがちになり、文字アノテーションの有効性が下がることがあると考える。また、図形アノテーション、特に矩形の表示位置は、キャラクタの位置に依存しているが、文字アノテーションはほぼ画面中央付近 (画面端の状況のみ、キャラクタ位置依存) に表示されるため、被験者がキャラクタと矩形に着目している場合、文字アノテーションが見にくくなる場合があると考えられる。

5.3.3 総合的な定性的評価

5.2 節の手順 (4) において被験者から得られたコメントについて考察する。

提案手法に関する典型的な肯定的コメントは、以下のとおりである。

- 攻防の予測がついた (攻防のポイントが分かつた) (A, I)。
- 文字、図形があつたほうが分かりやすい (E, F, G)。
- 知らないゲームでもある程度どこを見ればよいか分かつた (H)。
- 攻防の変化が目で追やすい (J)。

これらのコメントから、アノテーションにより攻防のポイントが分かりやすくなっており、特に、「知らないゲームでもある程度どこを見ればよいか分かつた」といった被験者 H のコメントからも、提案システムが初心者観戦者の支援に有効であると考えられる。

提案手法に関する典型的な否定的コメントは、以下のとおりである。

- ごちゃごちゃして見にくいときがあつた (D, E, G, J)。
- すべてのアノテーションを同時に見ると、文字 (の内容) が見にくい (F, G)。
- 予備知識がないとキャラクタの位置情報を目で追うので精一杯 (J)。

複数のアノテーションが表示されている場合に見にくくなる旨のコメントが多く、特に、図形以外、文字の内容に関して見にくくなっている。先に述べた両方についての否定的なコメントと共通しており、特に文字アノテーションの提示に関して改善の必要があると考える。

他にどのようなアノテーションが必要と思うか尋ねたと

ころ、被験者 A からは、「文字が出るのがすごく分かりやすかったので表示される文字のバリエーションが増えるとより細かく理解できると感じた」「単なる遠距離間合いも『様子見』で、(技を出して)牽制しているときも『様子見』だったので差別化できると、より面白いと感じた」といったコメントを得た。本稿では、遠距離状況において、何も技を出さずに相手の様子をうかがっている場合と、相手の対応を見る意図で攻撃を行う場合を区別せず「様子見」と表現したが、この表現の妥当性について再検討する必要があると考える。本稿の手法では、位置情報に基づく状況ごとに 1 パターンの文字アノテーションを提示しているため、それぞれの状況におけるキャラクターの行動や、プレイヤーの戦略・戦術に関する意図を考慮していない。この点に関しては、後の研究目的(感想戦の支援)を見据えた支援手法を提案する際、検討する必要があると考える。

次に、特徴的な被験者 B のコメントに着目する。被験者 B からは、以下のようなコメントが得られた。

- 経験者なら(アノテーションが)なくても判断できそうだと感じた。
- (文字アノテーションが提示される)画面中央を見たり、キャラクター付近を見たりせわしなくなる。
- キャラ間の矩形は変化が激しく見にくかった。
- 左右の矢印のおかげで、有利さが分かりやすくなった。

アノテーションの提示により画面見にくくなるといった、他の被験者と共通する否定的なコメントに加え、被験者 B 自身は対戦型格闘ゲームの初心者観戦者であるものの、もしも対戦型格闘ゲームの経験者であればどのように感じるかといった視点でのコメントを行っている。また、空間的な余裕が、有利/不利に関連することをすでに知っており、全被験者中、矢印型のアノテーションについて、有利/不利の分かりやすさと関連するコメントをしている。

被験者 B は、対戦型格闘ゲームのプレイ経験や観戦経験に関しては初心者であるが、キャラクターの位置関係に着目する必要があるアクションゲームを日ごろからプレイし、ネットワークを用いて他のプレイヤーと対戦していた人物だった^{*10}。そのため、対戦型格闘ゲームにおいても、キャラクターの位置関係に基づく攻防のポイントを自然に理解できてしまうため、本稿で提案するアノテーション提示に対する評価が低くなったと考える。このことから、観戦者の観戦レベルに応じたアノテーション提示手法の検討が、今後の課題としてあげられる。

実験結果をまとめると、提案システムを利用することで観戦者は、単純にゲームキャラが動いている、闘っている

という認識から、一步踏み込んだ理解をできている。したがって、提案システムは、攻防のポイントの理解の支援に有効であるといえる。また、提案手法内においては、文字アノテーションと図形アノテーションの両方を用いた方が、面白さが向上する。その一方で、たとえ対戦型格闘ゲームの初心者観戦者であっても、キャラクターの位置情報に基づく状況判断が必要なアクションゲームのプレイ経験が豊富であれば、観戦レベルが他の初心者観戦者と比較して上位レベルとなり、本稿で提案するアノテーションがあまり有効でないといえる。

5.4 提案手法の応用に関する議論

5.4.1 状況判定の一般化

本稿では、ゲーム画面の幅のサイズを固定し状況判定のパラメータを設定しているが、画面の幅に対する比率、キャラクターの幅を基準にした比率に基づいて設定することで、より手法を一般化できると考える。

5.4.2 有効なゲームタイトルの特徴

本稿で述べた、キャラクターの相対位置や絶対位置に基づいた状況判定を行い、状況に応じたアノテーションを提示するアイデア自体は、特定のゲームタイトルや、2次元のゲームフィールドを持つゲームタイトルに限定しない。一方、本手法がより有効に機能すると考えるゲームタイトルの特徴は以下のように考える。キャラクターに割り振られている各種リソース(複数種類ある特別な行動の、それぞれがどの程度の回数実行可能かなどを示し、プレイヤーが選択した行動やゲームの進行に応じて変動する)量を可視化しているゲージの残量管理よりも、ゲームフィールド内での位置取りが試合を優勢に進めるうえで重要となりやすいゲームタイトルの観戦支援に有効と考える^{*11}。

5.4.3 プレイ分析支援

本稿では、状況に応じた文字アノテーションの内容を、一般的なものに限定している。対戦型格闘ゲームに慣れているプレイヤーからすると、特に新たな発見につながるようなものではない、当たり前の内容に限定されているともいえる。

現実の格闘技において選手ごとに得意な戦法や苦手な戦法があるように、対戦型格闘ゲームにおいても、ゲーム内で用意されているキャラクターには、得意な戦法や苦手な戦法がある。そして、戦法に応じて、遠距離状況や近距離状況であったとしても、有利不利に差が生じる場合がある。特に、遠距離状況に関しては、遠距離状況での戦いを得意とするキャラクターが多くの対戦型格闘ゲームタイトルで存在するため、特別なアノテーションを検討する必要がある

^{*10} 『大乱闘スマッシュブラザーズ』シリーズのファンで、かつて、ネットワークを用いて他のプレイヤーと対戦するプレイを行っていた。スマッシュブラザーズは、3名以上のプレイヤー(キャラクター)が同時にゲームに参加できる点と、ゲームフィールドから相手キャラクターを弾き出すことが勝利条件である点で、本稿で議論の対象とする対戦型格闘ゲームと異なる。

^{*11} 具体的なゲームタイトルをあげるならば、3次元のゲームフィールドを持つ『ソウルキャリバー』シリーズの方が、2次元のゲームフィールドを持つ代わりにプレイヤーが管理すべきリソースが多い『電撃文庫 Fighting Climax Ignition』といったタイトルより、本稿のコンセプトが有効に機能しやすいと考える。

と考える。

観戦レベルに応じたアノテーションを検討することと関連するが、本手法は、キャラクターの特徴を考慮したり、プレイヤーの戦略戦術意図に基づくアノテーション提示を行ったりする、プレイ分析支援（感想戦の支援）にも応用可能なアイデアであると考えられる。

6. おわりに

本稿では、対戦型格闘ゲームの初心者観戦者を対象にした、対戦型格闘ゲームの観戦支援システムを提案した。対戦型格闘ゲームのプレイ中の典型的な状況を、キャラクターの相対位置/絶対位置に基づいて、遠距離、近距離、画面端状況の3つに分類し、それぞれの状況に応じた、文字アノテーションと図形アノテーションを提案した。文字アノテーションには、状況を端的に表現する文字や、視覚的にわかりやすい記号を含み、図形アノテーションには矢印と矩形を含む。本稿では、状況に応じたアノテーションを元のゲーム動画に合成し提示するシステムを実装し、評価実験を行った。対戦型格闘ゲームの初心者観戦者を被験者とした実験の結果、文字アノテーション、図形アノテーションの提示が、攻防のポイントの理解の支援に有効であることを示した。

しかしながら、対戦型格闘ゲームの初心者であっても、キャラクターの位置情報に基づく状況判断が必要なアクションゲームのプレイ経験が豊富なユーザにとっては、提案したアノテーションが画面を煩雑にし、状況理解を妨げる可能性があることも示唆された。

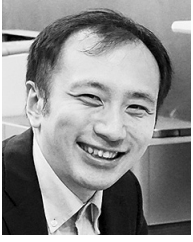
今後の課題は、観戦者の観戦レベルに応じたアノテーション提示手法を検討することや、文字アノテーションの種類を増やすことがあげられる。

謝辞 本研究の一部は、中山隼雄科学技術文化財団助成研究 A-2 (研 A2-25-98) の支援を受けている。ご支援に感謝する。また、図 1, 図 3, 図 4 で用いたオリジナルイラストは、(株) エクサムの、まつおだいすけ氏に作成していただいている。キャラクターやインタフェースの具体的な表現ではなく抽象的な表現を望んだ著者らの要求に、丁寧にこたえていただき感謝する。

参考文献

- [1] Adamus, T.: Playing Computer Games as Electronic Sport: In Search of a Theoretical Framework for New Research Field, *Computer Games and New Media Cultures: A Handbook of Digital Game Studies*, Fromme, J. and Unger, A. (Eds.), pp.477-490, Springer (2012).
- [2] 長谷川和也, 梶並知記: 対戦型格闘ゲームにおけるキャラクターの位置情報に基づく観戦支援手法の基礎的検討, 日本デジタルゲーム学会夏季研究発表大会 2016, pp.67-70 (2016).
- [3] 伊藤毅志: コンピュータの思考とプロ棋士の思考—コンピュータ将棋の現状と展望, 情報処理学会論文誌, Vol.48,

- No.12, pp.4033-4040 (2007).
- [4] 京井勇樹: アーケードゲームを用いた e スポーツイベントにおけるガイド進行の効果と意義, 日本デジタルゲーム学会 2011 年次大会, pp.106-115 (2012).
- [5] 梶並知記: 対戦型格闘ゲームプレイヤーの戦略的思考の分析に関する一方法論, 日本デジタルゲーム学会 2011 年次大会, pp.124-132 (2012).
- [6] 梶並知記: 対戦型格闘ゲームにおける行動意図の協調的な分析に向けて, 日本デジタルゲーム学会 2012 年次大会, pp.141-147 (2013).
- [7] 梶並知記: プレイ意図を伝えるための動画コンテンツを用いた e-Sports 観戦支援手法の検討, 第 3 回 ARG Web インテリジェンスとインタラクション研究会 (ARG SIG-WI2), pp.81-86 (2013).
- [8] 梶並知記: 対戦型格闘ゲームのプレイ振り返りに関する空間的着目点に関する分析事例, 日本デジタルゲーム学会 2013 年次大会, pp.131-139 (2014).
- [9] 成 耆政, 葛西和廣: e-Sports の現況と成長戦略の構築, 地域総合研究, Vol.11, No.1, pp.73-95 (2010).
- [10] 神部勝之: e-Sports で日本が立ち遅れている現状, 映像情報メディア学会誌, Vol.66, No.2, pp.106-109 (2012).
- [11] 榊原 諒, 白井暁彦: RTS ゲームのプレイログ分析によるプレイヤー養成システム, エンタテインメントコンピューティング 2016, pp.42-45 (2016).
- [12] 周 鵬: E-Sports はアーケードゲームから発展してきたものなのか—E-Sports と 1980 年代のアーケードゲーム対戦文化の相違点についての考察, 常盤台人間文化論叢, Vol.2, No.1, pp.92-105 (2016).
- [13] 田頭佳和, 山本航平, 北岡真弥, 垂水浩幸, 林 敏浩: ネットワーク将棋支援システム, エンタテインメントコンピューティング 2012, pp.354-358 (2012).
- [14] 高山玲央名, 山西良典, 西原陽子, 福本淳一: 玉の危険度と主戦場の可視化による将棋初心者への局面把握支援, エンタテインメントコンピューティング 2016, pp.166-173 (2016).
- [15] 谷 俊廣, 黄 宏軒, 川越恭二: スポーツ競技戦略決定支援のための移動軌跡のマイニングと可視化システム, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2014), E1-6 (2014).
- [16] Taylor, T.L.: *Raising the Stakes: E-sports and the Professionalization of Computer Games*, The MIT Press (2012).
- [17] 柳内啓司: ハイブリッドキャストによる新しいスポーツ観戦スタイルの開発, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.38, No.21, pp.13-16 (2014).



梶並 知記 (正会員)

2004年東京都立科学技術大学工学部電子システム工学科卒業。2010年首都大学東京大学院システムデザイン研究科システムデザイン専攻博士後期課程修了。博士(工学)。首都大学東京システムデザイン学部特任研究員，東

京工科大学コンピュータサイエンス学部助教，神奈川工科大学情報学部助教を経て，岡山理科大学総合情報学部講師，現在に至る。対話的な情報可視化技術を応用した意思決定支援，e-Sports支援の研究に従事。ACM，人工知能学会，日本知能情報ファジィ学会，電子情報通信学会，情報知識学会，日本デジタルゲーム学会各会員。



長谷川 和也

2017年岡山理科大学総合情報学部情報科学科卒業。在学中，対戦型格闘ゲームの観戦支援に関する研究に従事。2016年日本デジタルゲーム学会夏季研究発表大会において学生大会奨励賞受賞。