Vol.2017-EC-43 No.16
2017/3/11

対戦型格闘ゲームの観戦支援システムの試作と評価

長谷川 和也[1]　梶並 知記[1,a)]

概要：本稿では，対戦型格闘ゲームの観戦支援システムの試作と評価を行う．対戦型格闘ゲームは e-Sports のジャンルの一種であり，近年では国際的な競技会も開催されている．しかしながら，ゲームの観戦支援は不十分である．本稿ではゲームキャラクターの相対位置や絶対位置に着目した状況判定手法を提案し，状況に応じたアノテーションを提示する観戦支援システムを提案する．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示す．

1. はじめに

本稿では，対戦型格闘ゲームの観戦支援システムの試作と評価を行う．

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一対一で戦う格闘技を模したゲームである．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ー１体を操作し，キャラクターに設定されている技を使って相手のキャラクターを攻撃し，キャラクターに設定されているスタミナを奪い K.O. することを目指すゲームである．キャラクターの移動可能範囲は，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，片方のキャラクターが有利/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（キャラクター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，キャラクター２体が同一軸上に左右に並び向かい合う形となる．キャラクターの移動に関しては，現実の格闘技と大きく異なり，特別な足場など無くても，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，キャラクター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，キャラクター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．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 を通し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）わかった気にさせる」情報提示手法の提案である．

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[*1]，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 [12] [10]．

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話な

[1] 岡山理科大学
700–0005　岡山県岡山市北区理大町 1-1
[a)] kajinami@mis.ous.ac.jp

[*1] 有名なところでは，Evolution2016
http://evo.shoryuken.com/　や，
RED BULL KUMITE 2015
http://www.redbullkumite.com/　などがある．

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

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ージ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易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．

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[*2]．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もつ場合があるが，総じて遠距離状況では激しい攻防は発生せず様子見することになる．そのため，初心者観戦者の視点では，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わ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，遠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「攻防が行われ易い」と推測し易い状況でもあるが，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で易い状況でもある．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のと類似する．

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おり，もう 1 体が画面の中央付近にいる状況である．現実の格闘技でいえば，片方の選手が相手をコーナーやリング際へ追い込み，追い込んだ方は相手をコーナー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ー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，有限の広さをもつ場合が多く，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，コーナーやリング際，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易い状況である．

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

[*2] 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．本稿でのゲーム画面は，『ストリートファイター V』，CAPCOM，2016.（PS4，PC）より引用している．

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

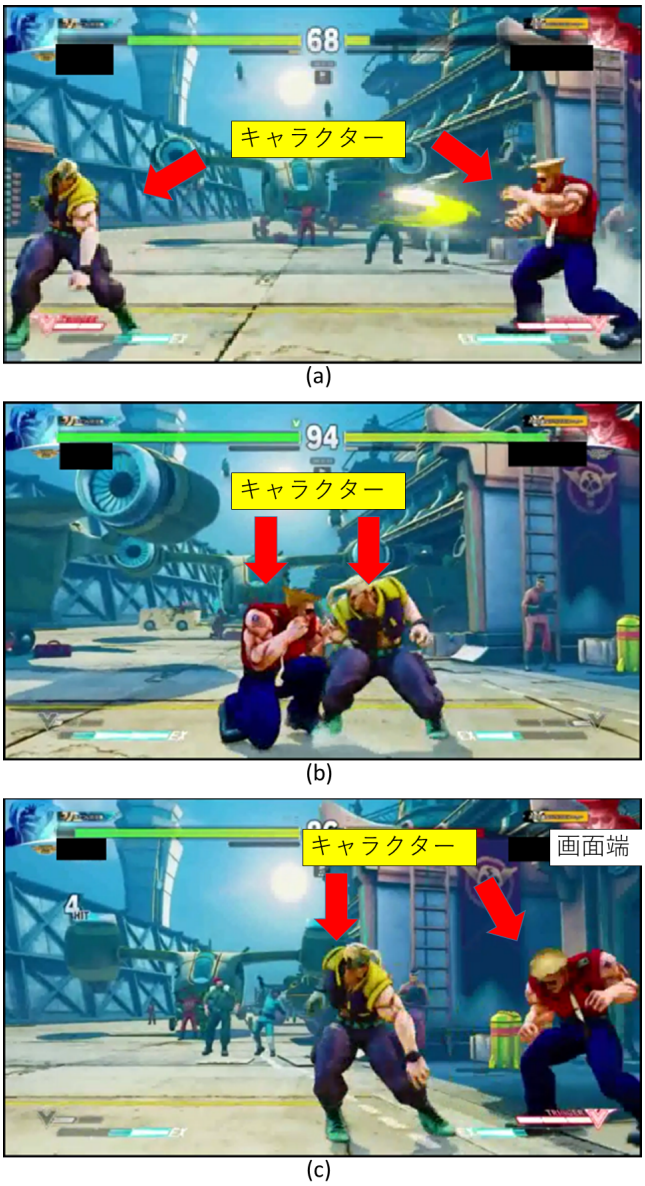

図 1　典型的な 3 つの状況
Fig. 1　Typical three situations of the fighting game.

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．

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

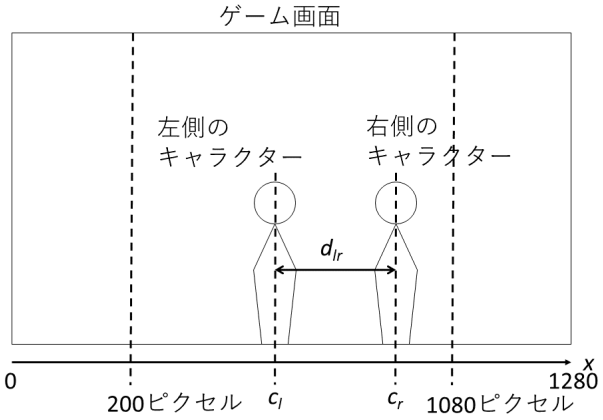

図 2　状況の判定に使うパラメータ
Fig. 2　Parameters for determining situations.

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，コーナー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 節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易いと考える空間 [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易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

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

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を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．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，常に提示される．

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．

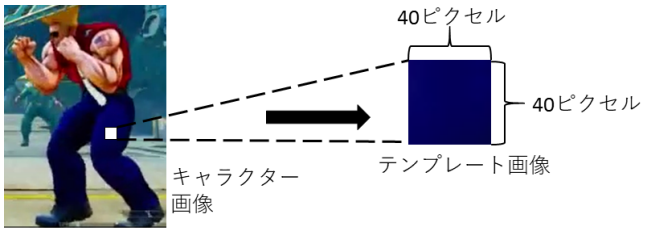

図 3　テンプレート画像の生成
Fig. 3　Generation of template image.

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．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[*3]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．図 4（a）は，遠距離状況において，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，「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

[*3] 『ストリートファイター V』，CAPCOM，2016．（PS4，PC），なお本稿で使用しているゲーム画像は，同ゲームから引用している．

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

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

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易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）がわかり易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，アノテーションの全くない動画を含み，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

一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わかるが，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．

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をしてもらう．

上記の項目に対して，本実験の仮説は以下の通りである．

仮説 1 ：攻防が行われるタイミングの理解のし易さ
両方あり≧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易さ
両方あり≧図形のみ＞文字のみ＞なし

仮説 3 ：攻防が行われる予測のし易さ
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，可能な限り自由記述コメントをしてもらう．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．

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，予測のし易

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

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

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

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，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，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．

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）が理解し易くなることがわかる．また，4 つの動画すべて閲覧後，各動画閲覧後につけた評価値に拘らず，再度評価をしてもらった結果でも，仮説を満たしていた．

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，タイミングと予測に関して）になっている．この理由も含め，5.3.2 節以降，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，提案システムによって，観戦が面白くなっているといえる．

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，次節 5.3.3 節でまとめて行う．

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った．

- 文字があることで，タイミングや攻防の詳細がわかった．
- 文字だけになると全体的に見易い．

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，肯定的に捉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った．

- 文字はキャラクターに集中しているとなかなか読めない．
- 危ないときはもっとわかり易く提示してほしい．

どちらも，文字の見易さ・文字の内容理解のし易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，見づら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った．

- 場所の理解ができた．
- 図形の色で位置がよくわかる．
- キャラクターと図形が同時に入ってきて良い．

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

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

うなものがあった．

- 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．
- 図形の変化が激しい．

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わかった．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った．

- 色分けで相手との距離がわかり易い．
- いつ攻防が行われるか一目でわかる．

ここでも，色に着目したコメントが得られた（図形のみ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った．

- 文字は他の情報に目がいってしまい，見れなかった．
- ごちゃごちゃしていた．
- 文字の出現位置が少し見づらい．
- 矩形に目が入り文字が頭に入らない．

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，とくに矩形の表示位置は，キャラクター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，キャラクター位置依存）に表示されるため，被験者がキャラクター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（コメント後のカッコ内に被験者を記述）．

- 攻防の予測がついた（攻防のポイントがわかった）．（A，I）
- 文字，図形があったほうがわかり易い．（E，F，G）
- 知らないゲームでもある程度どこを見れば良いかわかった．（H）
- 攻防の変化が目で追い易い．（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わかり易くなっており，特に，「知らないゲームでもある程度どこを見ればよいかわかった」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づらい時があった．（D，E，G，J）
- 全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ー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わかり易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」だったので区別化できると，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みたりせわしなくなる．
- キャラ間の矩形は変化が激しくみずらかった．
- 左右の矢印のおかげで，有利さがわかり易くなった．

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既に知っており，全被験者中，矢印型のアノテーションについて，有利/不利のわかり易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[*4]．そのため，他の類似ゲームの経験から，対戦型格闘ゲームにおいての攻防のポイントを自然と理解で

[*4] 「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．

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

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，一歩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，提案システムにより観戦の面白さを提供できていると考える．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，類似ゲームの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．

6. おわりに

本稿では，対戦型格闘ゲームの観戦支援システムの試作と評価を行った．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，視覚的にわかり易い記号を含み，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．

参考文献

[1] Adamus, T.： Playing Computer Games as Electronic Sport: In Search of a Theoretical Framework for New Research Field, *Fromme, J. and Unger, A.(Eds.), Computer Games and New Media Cultures: A Handbook of Digital Game Studies*, Springer, pp.477-490 (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おけ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-スポーツ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).

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan