

# ネットワーク品質劣化がオンラインネットワークゲームの 公平性に与える影響評価

廣田 亮\*<sup>1</sup> 栗林 伸一\*<sup>2</sup>

Evaluation of network quality on the fairness of real-time network games

Ryo HIROTA\*<sup>1</sup> and Shin-ichi KURIBAYASHI\*<sup>2</sup>

(Received February 17, 2011)

## 1. はじめに

日本のインターネット利用ユーザ数は9,400万を超え<sup>(1)</sup>, その有力コンテンツの1つであるオンラインネットワークユーザ数も1,500万を超えている<sup>(2)</sup>。ネットワークが混雑するとネットワーク品質が劣化し(パケット廃棄やパケット遅延が発生し),その結果オンラインネットワークの操作性にも影響が出てくる。例えば, 文献(3), (4)は, ジャンケンゲームやレーシングゲームなどあまり動きの激しくないゲームを対象にネットワーク品質がゲーム操作性に与える影響を評価している。また, ネットワーク品質はゲーム参加者毎に異なり, その相違がゲームの公平性に影響を与える可能性がある。文献(5)は, 公平性を保つための一例としてネットワークの品質差によって起こる送信順序と受信順序違いに対して, サーバー側で一定時間クライアントからの応答パケットを待ち合わせた後, 順序の制御を行うことで公平性を実現する方式を評価している。しかし, ゲーム参加者のネットワーク品質を均等に(つまり, 一番悪い人に合わせる)方式はシステムで備えるべき機能が複雑になると想定される。

そのため, 本論文では以下を前提に, ネットワーク品質劣化がゲームの操作性, ゲーム参加者間の公平性に与える影響を評価する。この結果は, オンラインネットワークゲーム用システムの設計の基礎データとなるものである。

1) ゲーム参加者間のネットワーク品質に差がある, つまりネットワーク品質はそもそも同一ではないことを前提に, 「各ゲーム参加者がそれを許容し, 不公平と感じなければゲーム参加者間の公平性は確保されている」と判断する。

2) 動きが最も激しい戦闘ゲームを対象に評価を行う。  
3) 通常時だけでなく, 混雑時を想定した許容品質限界も評価する。

なお, 本論文は情報科学科 情報ネットワーク研究室で実施した卒業研究(文献(6), (7))をとりまとめたものである。

## 2. 評価条件と評価システム

### 2.1 評価条件と評価手法

(1) 戦闘ゲームとしてポピュラーなゲームの1つである「バトルフィールド 2」<sup>[8]</sup>, プログラムソースが公開されていて具体的な動作も分析できる戦車対戦ゲーム BZFlag<sup>(9)</sup>を使用する。

(2) 今回は, 基本的な評価(主観評価)を行うことを主目的としパケット廃棄は「ランダム廃棄」, パケット遅延は「固定遅延」, を前提とする。また, ゲーム参加者の操作レベルは中級者程度, 2人対戦を前提とする。

(3) 公平性は, 映像の主観品質評価法 ITU-T 勧告 P.910などで採用されている平均オピニオン評点(MOS値)を簡易化したもので評価する。具体的には, ネットワーク品質を変化させ, 以下の4レベルのどのレベルに該当するか10名程度の評価者に判断してもらい, その平均値(「公平性の評価値」)で評価する。

<4段階の公平性尺度> (評点が小さいほど公平)

評点1: 不公平を感じない

評点2: 不公平を少し感じるが許容範囲内

評点3: 不公平を時々感じるが許容範囲内

評点4: 不公平を感じる(許容できない)

### 2.2 評価システム

評価で用いたシステムを図1に示す。ethBLOCK<sup>(10)</sup>はネットワークのパケット廃棄, パケット遅延を疑似す

\*<sup>1</sup>: 成蹊大学・理工学部・情報科学科 4年生

\*<sup>2</sup>: 情報科学科教授 (kuribayashi@st.seikei.ac.jp)

るネットワークエミュレータ装置（市販）で、上りと下りの両方向別々に品質を設定できる。なお、BZFlag を用いた評価では、ethBLOCK でなく、飛び交うパケットの中身を分析しかつ必要に応じて廃棄できるフィルタツール（内製）を用いる。

2 人のゲーム参加者がそれぞれパソコン PC1、PC2 を操作して対戦を行う。ゲームサーバはゲームを制御・管理する。

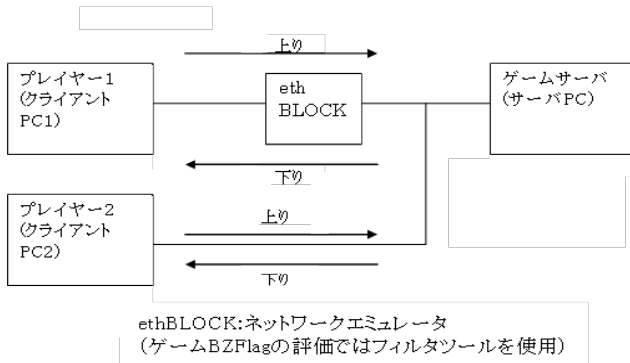


図1 評価システムの構成

### 3. 評価結果と考察

#### 3.1 バトルフィールド2 を用いた評価<sup>(6)</sup>

① 戦闘地、戦闘シーンを様々に変えて評価した結果、以下の2つの現象の発生が公平性判断に大きく影響することが判明した。なお、現象1の方が現象2に比べ公平性に与える影響が大きいことも判明した。

【現象1】相手に当たっているはずの弾が結果として当たっていない

【現象2】参加者の操作からキャラクタが動くまでに遅れが生じる

上記2つの現象の発生回数と公平性尺度の平均値を評価した結果を図2、図3に示す。図2はパケット遅延を増加した場合の評価結果であり、上りだけ遅延（上り100%）、下りだけ遅延（下り100%）、上りと下りで半々ずつ遅延させる（上り下り50%）、の3パターンを評価している。また、図3はパケット廃棄を増加した場合の評価結果であり、上りだけで廃棄、下りだけで廃棄、の2パターンを評価している。これらの図から、ネットワーク品質劣化が大きくなるにつれて2つの現象の発生頻度も増加し、かつ同じように不公平の度合いも増加することがわかる。

さらに、パケット遅延のみ、パケット廃棄のみ、パケット遅延&パケット廃棄、の評価を行った結果、パケット遅延の増加は現象1と現象2を発生させやすく、パケット廃棄の増加は現象2を発生させやすいことも明らか

になった。

② 不公平と感じない品質限界の評価結果例を図4に示す。この評価例では、不公平と感じない限界境界は、通常時 パケット廃棄30%、パケット遅延300msであるが、混雑時にはパケット廃棄35%、パケット遅延400msまで拡大することがわかる。つまり、混雑時の公平性という概念を導入することにより、同一設備でもより多くの参加者を収容できることになる。

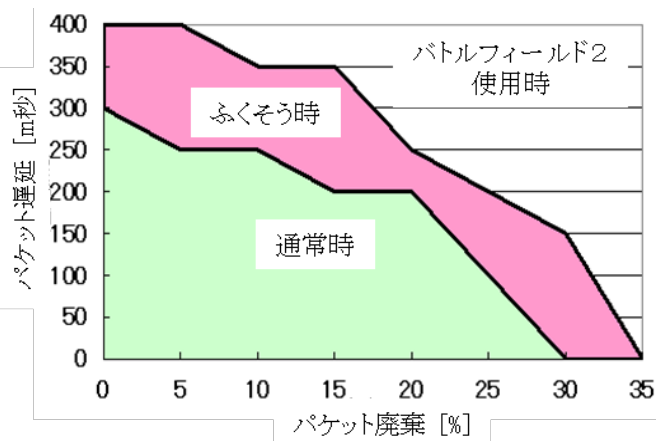


図4 ゲーム参加者が不公平と感じない品質限界

#### 3.2 BZFlag を用いた評価<sup>(7)</sup>

別なゲームに対しても、3.1節で説明した現象1と現象2の発生と公平性に与える影響が同じように起こるかどうかが評価した。

まず、BZFlag はプログラムソースが公開されているため、内製したフィルタツールを用いて現象1と現象2を引き起こすパケットを選定できる。評価した結果、現象1と現象2を引き起こすパケットを廃棄したり遅延させたりすると、不公平性の尺度が高くなることがわかった。

BZFlag を前提に、2つの現象の発生回数と公平性尺度の平均値を評価した結果を図5、図6に示す。ゲームが異なるため絶対値は異なるが、図2、図3と同じ傾向を示していることが確認できた。さらに、不公平性と感じない限界品質についても評価した結果、図4と同じような傾向を示すことも確認している。

### 4. むすび

ネットワーク品質劣化がゲーム参加者間の公平性に与える影響について評価し、

・現象1（相手に当たっているはずの弾が結果として当たっていない）と現象2（参加者の操作からキャラクタが動くまでに遅れが生じる）の発生回数が参加者間の不

公平感を増大させると、

・通常時に比べ混雑時は不公平と感ぜない品質限界を拡大できる可能性がある。このため、混雑時の公平性という概念を導入することにより、同一設備でもより多くの参加者を収容できる。

などを明らかにした。

今回は基本的な評価を行うため限定された条件で評価を実施したが、今後、参加者の操作レベル、ゲーム参加者数、ゲーム種別などの影響も評価する必要がある。さらに、事象1と事象2の発生する仕組みを分析し、その発生頻度を削減することにより不公平の度合いを減少させる方策を検討する必要がある。

## 参考文献

- [1] 総務省「平成22年度 情報通信白書」
- [2] comScore 記事 “Online Gaming Audience in Japan Jumps 28 Percent in Past Year Reaching Record Numbers”  
<http://ir.comscore.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=409299>
- [3] Yousuke Hashimoto and Yutaka Ishibashi, “Influences of Network Latency on Interactivity in Networked Rock-Paper-Scissors,” Proceedings of the 5th Workshop on Network and System Support for Games, October 2006
- [4] Takahiro Yasui, Yutaka Ishibashi and Tomohito Ikedo, “Influences of Network Latency and Packet Loss on Consistency in Networked Racing Games,” Proceedings of the 4th Workshop on Network and System Support for Games, pp.1-8, October 2005
- [5] 石川貴士, 石原進, 井手口哲夫, 水野忠則. 遅延差のあるネットワークにおけるメンバ間公平性保証方式の特性評価. 情報処理学会論文誌. Vol42, No7. July. 2001
- [6] 細川, “ネットワーク品質がオンラインネットワークゲームの公平性に与える影響評価”, 2008年度 成蹊大学理工学部卒業論文(2009.1)
- [7] 廣田, “リアルタイムオンラインネットワークゲームにおける公平性を意識した許容品質限界の評価”, 2010年度 成蹊大学理工学部卒業論文(2011.1)
- [8] バトルフィールドサイト  
[http://eastore.ea.com/store/eajapan/ja\\_JP/DisplayCategoryListPage&categoryID=12439400&childCategoryID=12439400](http://eastore.ea.com/store/eajapan/ja_JP/DisplayCategoryListPage&categoryID=12439400&childCategoryID=12439400)
- [9] BZFlag サイト <http://bzflag.org/>
- [10] SOFT FRONT 社  
<http://www.softfront.co.jp/index.html>

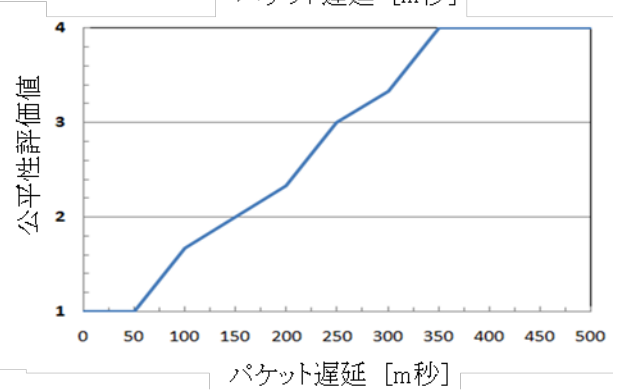
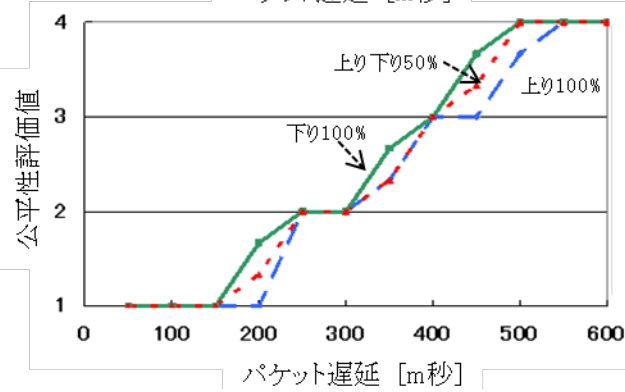
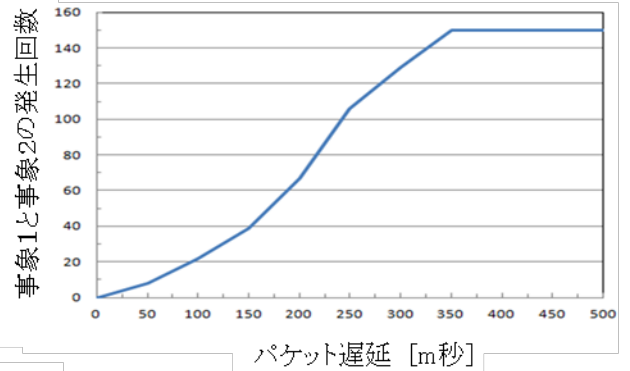
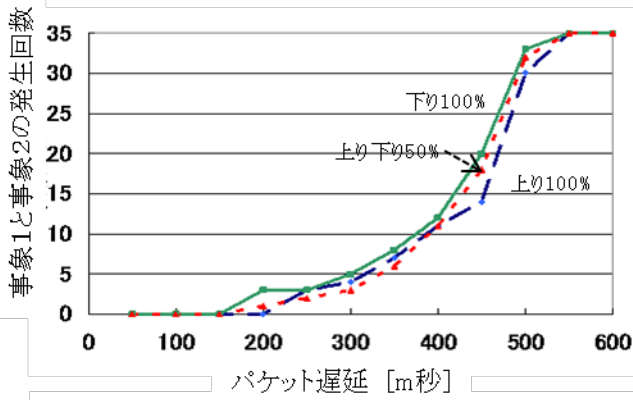


図2 パケット遅延による現象1, 2の発生回数, 公平性評価値 (バトルフィールド2使用時)

図5 パケット遅延による現象1, 2の発生回数, 公平性評価値 (BZFlag使用時)

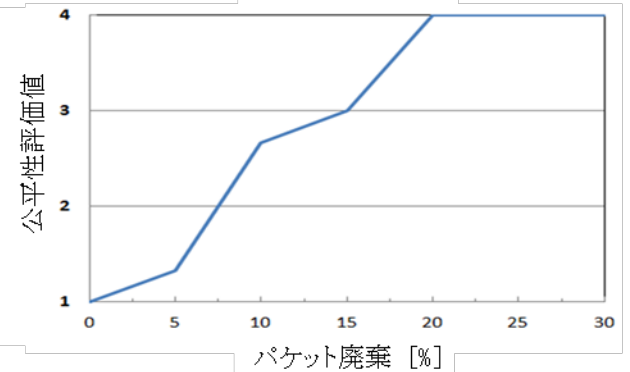
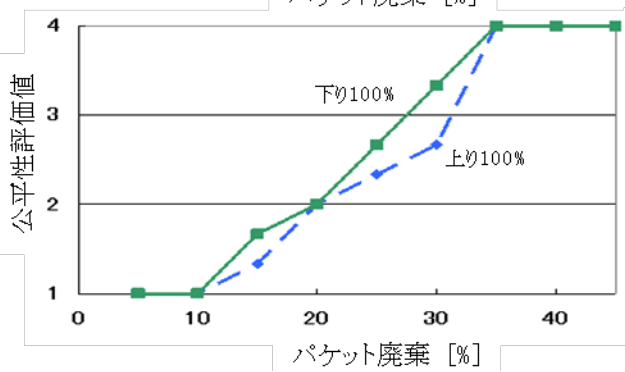
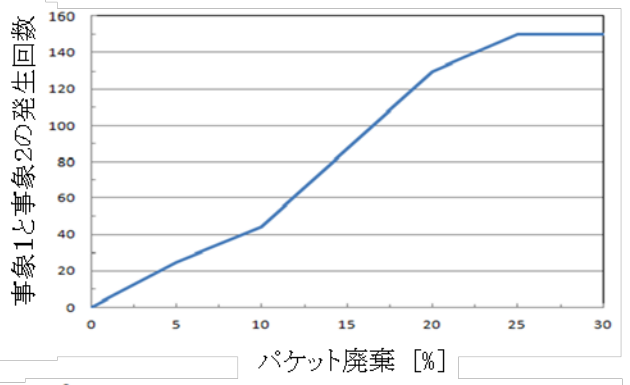
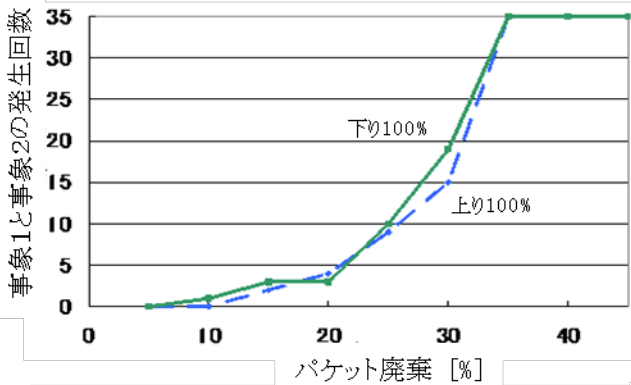


図3 パケット廃棄による現象1, 2の発生回数, 公平性評価値 (バトルフィールド2使用時)

図6 パケット廃棄による現象1, 2の発生回数, 公平性評価値 (BZFlag使用時)