

MMOGにおけるP2Pアーキテクチャを用いた仮想空間情報の配送

伊藤 晋[†] 十川 基[‡] 斉藤 裕樹[†] 戸辺 義人[†]東京電機大学 工学部 情報メディア学科[†]東京電機大学大学院 工学研究科 情報メディア学専攻[‡]

{itsin, hajime, hsaito, yoshito}@unl.im.dendai.ac.jp

1 はじめに

近年，インターネットを通じて複数のプレイヤーが参加する大規模多人数参加型オンラインゲーム(MMOG)が普及している．一般的な MMOG はクライアントサーバ(C/S)の形式をとり，ゲーム内の情報を全てサーバで管理している．C/S モデルでは，サーバは多数のクライアントとゲームデータのやりとりを行なうため，サーバに負荷が集中するという欠点を持つ．本稿ではサーバのネットワーク負荷に焦点を当て，仮想空間情報をサーバからすべてのクライアントへブロードキャストするのではなく，プレイヤー間でグループを作成し，ピアツーピア(P2P)マルチキャストを用いてグループ内で仮想空間情報を共有することでサーバのネットワーク負荷を分散する手法を提案する．

2 負荷分散の概要

本章では本研究で使用する技術，定義及びサーバのネットワーク負荷分散を行なうためのアルゴリズムの詳細を示す．

2.1 前提条件

- P2P マルチキャスト：マルチキャストをアプリケーション層で実装するための技術．各ノードはユニキャストに対応してればよい．本研究では，クライアントがサーバから送られたデータを複製し，他のクライアントへ中継することで，サーバのネットワーク負荷分散を行なう．
- 中継ノード：サーバから送られたデータを複製し他のクライアントへ送るノードを指す．マルチキャストグループと呼ばれるグループを保持しそのグループ内のノードへデータの中継する．
- 子ノード：中継ノードからデータを受け取るノードを指す．
- オブジェクト：プレイヤーが情報を取得する仮想空間内の物体を指す．これにはプレイヤーも含まれる．オブジェクトはそれぞれ独自のグループを保持する．
- イベント：オブジェクトの状態変化を指す．
- 可視領域：プレイヤーが仮想空間内のイベントを取得する範囲の領域を指す．
- 監視領域：プレイヤーでないオブジェクトが持つ領域を指す．これは，プレイヤーの可視領域と同じ範囲の

大きさを持つ．オブジェクトのグループは，オブジェクトの監視領域内にいるプレイヤー達で構成される．

2.2 負荷分散アルゴリズム

一般的な MMOG では，あるオブジェクトのイベントが発生した場合，サーバはそのオブジェクトが可視領域内にある全てのプレイヤーへサーバからイベントに関するデータを配送しなければならないため，送信データ量は膨大となる．そこで，我々の研究では 1 人のプレイヤーがサーバから受け取ったイベントのデータを他のプレイヤーへ中継させることで，サーバから送信されるデータ量を減らし，負荷を分散させる．そのために，監視領域内にいるプレイヤー達で各オブジェクトに対応したグループを作成する．その中の 1 つのノードが中継ノードとなりマルチキャストグループを作成し，他のノードをマルチキャストグループに追加することで P2P マルチキャストを行ない，オブジェクトのイベントを配送する．図 1, 2, 3 にそれぞれサーバ，中継ノード，子ノード側のオブジェクトのグループのグルーピングアルゴリズムを示す．

Algorithm 1 The server side grouping algorithm

```

/*When player entered into the object's surveillance area*/
add player node to the object's group
send the object's event to player node
measure delay with between the server and player node
if(relay node does not exists) & (delay < threshold) then
    set player node to relay node
else
    set player node to child node
if(relay node exists) then
    send relay request start message to child node with relay node's
    IP address
    if(child node exists in non-relaying list)
        then
            send relay request start message to relay node with child
            node's IP address in non-relaying list
        end if
    else
        add child node to non-relaying list
    end if
end if

/*When received relay decision message from relay node with IP
address*/
if(sent IP address = child node's IP address) then
    send relay accept message to relay node
    stop sending the object's event to child node
end if

/*When the object disappeared from virtual area*/
send disappeared message to relay node

```

図 1. サーバ側のグルーピングアルゴリズム

A Propagation of Virtual Space Information Using a Peer-to-peer Architecture for Massively Multiplayer Online Games

[†]Shin Ito

[‡]Hajime Sogawa

[†]Hiroki Saito

[†]Yoshito Tobe

Dept. of Information Systems and Multimedia Design, Tokyo Denki University ([†])

Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University([‡])

Algorithm 2 The relay node side grouping algorithm

```
/*When received relay request message from child node*/  
send relay decision message to the server with child node's IP  
address  
  
/*When received relay accept message from the server*/  
add child node to multicast group  
  
/*When received relay stop message from the server with child node's  
IP address*/  
delete child node from multicast group  
  
/*When received disappeared message from the server*/  
send disappeared message to all child nodes  
  
/*When received disappeared confirm message from all child nodes*/  
delete the multicast group
```

図 2. 中継ノード側のグルーピングアルゴリズム

Algorithm 3 The child node side grouping algorithm

```
/*When received relay request start message from the server*/  
establish TCP connection to relay node  
send relay request message to relay node  
  
/*When received disappeared message from relay node*/  
send disappeared confirm message to relay node
```

図 3. 子ノード側のグルーピングアルゴリズム

ネットワークのトポロジは、サーバと中継ノードがコネクションを持ち、一つの中継ノードと複数の子ノードがコネクションを持つツリー型のトポロジとなる。(図 4)

2.3 マルチキャストツリーの再構築及び最適化

文献[1]によると、ネットワークゲームを快適にプレイするには遅延が 50ms 以下、リアルタイムにゲームをプレイするには遅延を 200ms 以下に抑えなければならないと述べている。そのため、中継ノードを中継して子ノードにイベントを配送する際の遅延が一定値以上であれば、中継せずにサーバから直接イベントを受け取り続ける必要があると考えられる。以上のことから、サーバとの遅延が小さくグループ内のそれぞれのノードとの遅延の平均が最も少ないノードを中継ノードとし、マルチキャストツリーを再構築するとともに最適化する手法を示す。

1. 全てのノードはグループ内の他のノードとの遅延時間を計測し、サーバと他のノードとの遅延時間の平均を計算して、その値をサーバへ送信する。
2. サーバは送られてきた値の中から最も小さい値のノードを選び出し、対応するオブジェクトのマルチキャストツリーを消去してそのノードを中継ノードとしたマルチキャストツリーを再構築する。

2.4 中継ノードの脱退

中継ノードがオブジェクトのグループから脱退する場合、中継していた先の子ノードへイベントが配送されなくなる。そのため、そのオブジェクトのマルチキャストツリーを再構築する必要がある。もし、中継ノードの回線切断やクライアントプログラムの異常終了などにより中継が切断された場合には、サーバは中継ノードの離脱を即座に検知することができない。これには、中継ノードから頻繁にイベントを受け取っている子ノードが一定時間以上中継ノードからイベントが配送されてこなければ

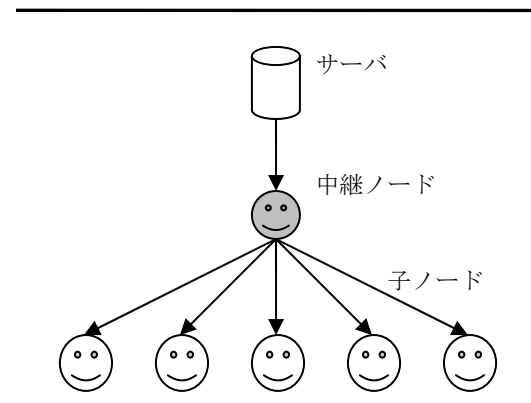


図 4. マルチキャストツリーのトポロジ

ば中継ノードが故障したと判断し、サーバへ中継ノード故障メッセージを送信する。サーバはメッセージを受け取ると、そのノードの属するマルチキャストツリーを消去し、再構築を行うことで迅速な再中継を実現する。

2.5 中継ノードの負荷分散

子ノードの数が多くなった場合、1 つの中継ノードに負荷が集中する。このため、中継ノードは子ノードの接続数に一定の閾値を設定し、接続数がある値を超えるようであれば子ノードの中から 2.3 節で述べた手法を用いて新たな中継ノードを割り当てる。残りのノードを中継ノードの数で割り、それぞれの中継ノードの子ノードとして均等になるよう割り当てることで中継ノードへの負荷を分散させる。

3 比較

仮想空間内のオブジェクトの監視領域内に 50 人のプレイヤーが存在し、イベント配送頻度を毎秒 5 回とし、イベントを配送するパケットのサイズを 200 bytes と仮定したときの 60 秒間にサーバからの送信されるデータ量を計算し、従来の C/S モデルと提案手法との比較を行う。中継ノードの子ノードの接続数の閾値は 5 とする。従来手法の場合、 $50 \times 5 \times 200 \times 60 = 3,000,000$ bytes となる。提案手法を用いた場合、閾値は 5 のため中継ノードが 9 つとなり $9 \times 5 \times 200 \times 60 = 540,000$ bytes となる。 $540000 \div 3000000 = 0.18$ となり、従来手法に比べて 82%削減できていることが分かる。よって提案手法は有効であると考えられる。

4 まとめ

本研究では、MMOG において仮想空間内のプレイヤー間で可視領域が重複する範囲内にあるオブジェクトのイベント配送を、P2P マルチキャストを用いプレイヤーのノードを中継することで、サーバのネットワーク負荷を分散させる提案を行なった。今後は提案手法をミドルウェアとして実装し、シミュレーションをすることで本研究の評価を行なっていきたい。

参考文献

- [1] L. Pantel and L. C.Wolf. On the impact of delay on realtime multiplayer games. In *Proc. of the 12th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV)*, 2002.