

ペーパーレス会議システムにおけるスムーズな閲覧資料同期のための多拠点間接続システムの試作
A Synchronization System for Paperless Meeting Considering Multiple Endpoints

丹羽 佑輔[†] 白松 俊[†] 大園 忠親[†] 新谷 虎松[†]
Yusuke Niwa Shun Shiramatsu Tadachika Ozono Toramatsu Shintani

1. はじめに

TCP を介した UDP ブロードキャストパケットの中継システムを実装した。本システムを用いることで、異なる複数のネットワークセグメント内で発生した UDP ブロードキャストパケットを、その複数のネットワークセグメントで送受信することが可能になる。TCP 上では、HTTP に準じた方法で、転送コーディングとしてチャンクエンコード用い、パイプラインリクエストを行うことで、非同期的な通信を行う。HTTP の形式で通信を行う理由は、HTTP が普及していることである。Web ブラウザを用いてインターネット上の Web サーバーにアクセスできるネットワーク環境であれば、本システムを利用できる。

一般的なネットワーク機器の設定では、通信トラフィックを抑えるために UDP ブロードキャストパケットは同一のネットワークセグメント内にしか到達しない。異なるネットワークセグメントと UDP ブロードキャストパケットをやり取りするためには、ネットワーク機器の設定を変更する必要があり手間である。ネットワーク機器の設定は、専門的な知識を必要とするため、一般ユーザには向いていない。また、目的となるネットワークセグメントが増えるごとに、ネットワーク機器の設定を行う必要が出てくる。本システムは、HTTP で接続できる環境であれば、ネットワーク機器の設定の変更なしに、UDP ブロードキャストパケットを異なるネットワークセグメント間でやりとりすることが可能となる。

本システムの応用として、本研究室で開発されたペーパーレス会議システムである Wisdom Web Conference [1](以降 WWC と称す)の資料同期に関する通信の中継を行う。

2. Wisdom Web Conference

WWC は、iPad 上で動作するソフトウェアであり、ユーザは PDF 形式等のドキュメントを閲覧できる。ドキュメントの共有には HTTP を用いる。WWC は、会議参加者がそれぞれの iPad を用いた会議での利用を想定しており、参加者が閲覧しているドキュメントのページを同期する機能がある。WWC には「発表者」・「聴講者」のモードが存在する。聴講者モードの端末に表示されるページは、発表者モードの端末に表示されているページと同期される。これは、UDP ブロードキャストによりページ同期情報を送信することで、他の端末で表示するページの同期を実現する。発表者モードの端末上でユーザの操作によって表示ページの移動が行われた場合、UDP のブロードキャストにより、同一のネットワークセグメントに存在する全端末にページ同期情報が送信される。UDP ブロードキャストによってページ同期情報を受信した端末は、その端末が聴講者モード

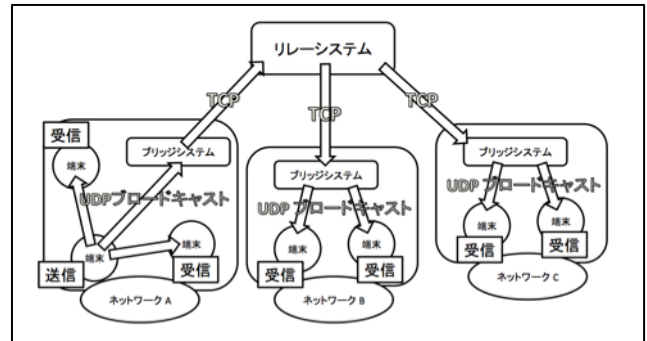


図 1 リレーシステムとブリッジシステムの構成

の場合、表示中のページを受信したページ同期情報によって変更する。UDP ブロードキャストを用いることで、端末台数に関わらずリアルタイム性の高い資料同期が可能になる。しかし、UDP ブロードキャストパケットはネットワークセグメントを超えることはできない。

3. 同期パケット中継システム

異なるネットワークセグメント間で UDP ブロードキャストパケットをやり取りするため、図 1 に示すようにリレーシステムとブリッジシステムを用いて通信を行う。各ネットワークセグメントから接続できるネットワーク上にリレーシステムを設置する。各ネットワークセグメント内には、ブリッジシステムを設置する。リレーシステムは、各ネットワークセグメントにあるブリッジシステムと TCP によって接続される。ブリッジシステムは、同一ネットワークセグメント内で発生した UDP ブロードキャストパケットを受信する。受信されたパケットは、TCP によってブリッジシステムからリレーシステムへ送信される。リレーシステムは、ブリッジシステムから送信された UDP の情報を、他の全ブリッジシステムに送信する。ブリッジシステムは、リレーシステムから UDP 情報を受信すると、その UDP 情報をもとに、同一ネットワークセグメント内に UDP ブロードキャストパケットを送信する。これにより、異なるネットワークセグメント間で、UDP ブロードキャストパケットのやりとりが可能となる。

3.1 重複した UDP パケットの検出

WWC のページ同期に関するページ同期情報の通信は、UDP によって行われる。UDP は送達確認応答の仕組みが無く、欠損パケットの再送処理が行われない。通信の信頼性の向上のために WWC では同一内容の UDP ブロードキャストパケットを複数回送信している。ブリッジシステムとリレーシステムの間は、TCP でありブリッジシステムとリレーシステム間での欠損した TCP セグメントの再送処理は TCP によって行われる。ブリッジシステムは、既に TCP によってリレーシステムへ送信した UDP ブロードキ

[†]名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻
Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School
of Engineering, Nagoya Institute of Technology.

キャストパケットの情報を記憶する。ブリッジシステムには、再度同じ内容の UDP ブロードキャストパケットを検出した場合、リレーシステムへ送信しない仕組みを設ける。これにより、TCP での無駄な通信を省くことが可能となる。ブリッジシステムは、リレーシステムから受信した UDP ブロードキャストパケットの情報を、UDP ブロードキャストパケットとして複数回送信する。

3.2 HTTP による通信

リレーシステムとブリッジシステム間の TCP 接続では、HTTP の形式で通信を行う。リレーシステムは HTTP サーバーとして、ブリッジシステムは HTTP クライアントとして振る舞う。各ブリッジシステムは、ネットワークセグメント内で受信した UDP ブロードキャストパケットの情報を、HTTP リクエストのメッセージボディ部に付加する。そして、この HTTP リクエストのメソッドを POST として、リレーシステムへ送信する。リレーシステムは、受信した HTTP リクエストのメッセージボディ部の UDP パケットの情報を取得し、HTTP レスポンスのメッセージボディ部に付加する。そして、この HTTP レスポンスのステータスコード 200 として、他の全ブリッジシステムに対して送信する。ブリッジシステムは受信した UDP パケットの情報を同一ネットワークセグメントに対してブロードキャストする。しかし、上記の方法では TCP での通信内容を考慮したステートフルインスペクション [2]により通信が遮断される可能性がある。HTTP は、HTTP リクエストに対して HTTP レスポンスを返答する形式で通信を行う。ブリッジシステムが HTTP リクエストを送信していない状態で、HTTP レスポンスを受信する可能性があるためである。そこで、HTTP リクエストのパイプライン処理[3]と、転送エンコーディングにチャンクエンコード[4]を組み合わせて通信を行うことでこの問題を解決した。HTTP リクエストのパイプライン処理では、HTTP レスポンスが返される前に、HTTP リクエストを複数送信して良い。1 番目の HTTP リクエストを GET メソッドとし、2 番目の HTTP リクエストを POST メソッドとしてブリッジシステムからリレーシステムへ送信する。ブリッジシステムからの送信は、2 度目の HTTP リクエストのメッセージボディ部を使用して行う。1 ブリッジ-1 リレーシステム間での通信例を図 2 に示す。

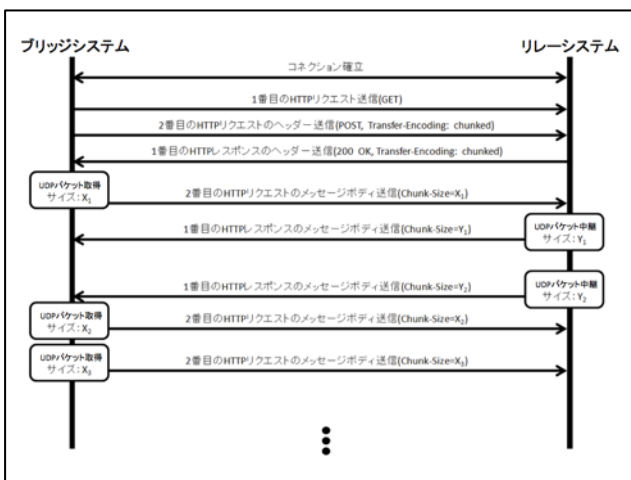


図 2 1 ブリッジ-1 リレーシステム間での通信例

4. システムの評価・考察

本システムを用いた、異なるネットワークセグメント間での UDP ブロードキャストパケットの遅延時間について計測した。ネットワークセグメント A では、リレーシステム及びブリッジシステム(以降ブリッジ A と呼ぶ)を起動している。ネットワークセグメント B では、ブリッジシステム(以降ブリッジ B と呼ぶ)を起動している。両ネットワークセグメントのブリッジシステムはリレーシステムへ接続されている。ネットワークセグメント A 内の iPad を発表者モードに、ネットワークセグメント B 内の iPad を聴講者モードに設定する。ネットワークセグメント B からネットワークセグメント A への Ping での実行結果は、送信回数 10,000 回で成功が 9,940 回、損失が 60 回であった。ラウンドトリップの概算時間は、最小 66ms, 最大 3,528ms, 平均 179ms であった。ブリッジ A でスライド同期情報が送信され受信した時間と、ブリッジ B からスライド同期情報が送信された時間を計測し、時間の差を計算した。スライド同期を 300 回行った結果、最小 161ms, 最大 630ms, 平均 225ms であった。本システムでは、HTTP を用いて転送している。TCP コネクション確立後に送信されるリクエストヘッダーの数は 2 回である。その後の通信はチャンクエンコードによって転送される。チャンクエンコードは、UDP データの先頭に 16 進数で表現された UDP データの長さを示す文字列と改行コード、末尾に改行コードを付加した形であるため、オーバーヘッドは少ない。100 バイトの UDP データを送信する場合は、16 進数表現のサイズが 2 バイト、改行コードが 2 バイト、UDP データが 100 バイトと、改行コードが 2 バイトで合計 106 バイトとなる。

5. おわりに

本稿では、本研究室で開発したペーパーレス会議システムである Wisdom Web Conference を複数の拠点間で利用するための中継システムについて述べた。WWC では、UDP を用いた閲覧資料によりクライアント数の増加に関わらずスムーズな同期を実現しているが、複数のセグメントをまたがる利用ができないという課題があった。本研究では、資料およびポインタの同期のための UDP パケットをセグメント間で TCP を用いて中継するためのブリッジシステムを実現した。単純に、UDP パケットを転送するのではなく、WWC クライアントから受信した UDP パケットを最適化して転送することで、セグメント間でのスムーズな同期を実現することが可能になった。

参考文献

- [1] 鈴木, 加藤, 清水, 白松, 大園, 新谷, “会議支援システムにおけるプッシュ配信を用いた非公開資料の保護について”, 電子情報通信学会技術研究報告. AI, 人工知能と知識処理 110(301), 73-78, 2010-11-12.
- [2] SolutionBase: Configuring the ISA firewall's HTTP stateful inspection filter to protect OWA, OMA, and Exchange ActiveSync Web sites”, <http://www.techrepublic.com/article/solutionbaseconfiguring-the-isa-firewalls-http-stateful-inspectionfilter-to-protect-owa-oma-and-exchange-activesync-websites/6025401>, 2006
- [3] “Pipelining”, Hypertext Transfer Protocol — HTTP/1.1, RFC2616, Sec 8.1.2.2, pp.46, 1999
- [4] Transfer Codings”, Hypertext Transfer Protocol — HTTP/1.1, RFC2616, Sec 3.6, pp.23-25, 1999.