

# 授業やゼミ向けの画面配信システム TreeVNC の機能拡張

115747H 大城美和 指導教員：河野真治

## 1 はじめに

本研究室では、TreeVNC という画面配信システムを開発している。ゼミや講義の質を高め、快適にプレゼンテーションを聴講でき、参加者同士が十分なコミュニケーションを取れることを目的としている。

TreeVNC は、接続しに来たクライアントをバイナリツリー状に接続する。バイナリツリーなら、各 node に最大 2 台分のクライアントしか接続されない。N 台のクライアントが接続しに来た場合、画面配信の画像データをコピーする回数は、従来の VNC では N 回、TreeVNC では  $\log N * 2$  回となる。TreeVNC は、root への負荷を各 node に分散することにより、処理性能が向上している。

ゼミで画面配信を行う場合、発表者が頻繁に入れ替わる。プロジェクトを使用している場合、入れ替えの度にケーブルを挿し直す必要がある。TreeVNC には、画面配信ボタンが付いており、発表者はそれを押すことによって、画面を切り替えをスムーズに行える。

既に、クライアントがツリー状に接続する設計や画面切り替え等の、基本機能はできていた。

しかし、画面切り替えのプロトコルに不備があり、リファクタリングをすると共に、port 番号の割り当てや、その他のプロトコルの見直しを行ってきた。今研究では、更に TreeVNC に新しい機能を実装していく。

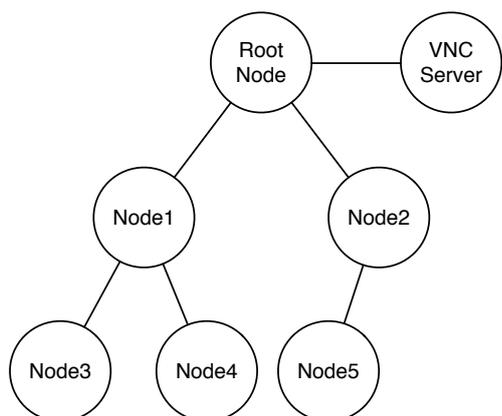


図 1: TreeVNC の図

## 2 VNC

VNC(Virtual Network Computing) は、RFB プロトコルを使用し遠隔操作を行うリモートデスクトップソフトである。VNC はサーバ側とクライアント (ビューア) 側に分かれていて、サーバを起動し、クライアントがサーバに接続を行い遠隔操作を可能にする。

## 3 TreeVNC

TreeVNC は、TightVNC の java 版のビューアを元に作成された画面配信システムである。接続しに来たクライアントは図 1 の様に、ツリー状に構成される。

## 4 動的な port 番号の指定

TreeVNC は複雑な分散アルゴリズムを用いたシステムであり、デバッグを行う環境を整える必要がある。

従来の TreeVNC では、固定長 port を複数利用していた。port 番号は一意なので、1 台で複数の TreeVNC を立ち上げることができない。

動的に port 番号を割り当てることで、1 つの node に対して複数の TreeVNC を起動することを可能にした。最低限のソケットポートを開けることによって、メモリの使用量を抑えることにも繋がる。

以前は固定長 port を使用し message の通信を行っていたが、一意な port を割り当てられている node が通信を行うことによって、どの port 番号が使用されているかを意識する必要がなくなった。通信している message の一覧を表 1 に示す。

message の通信経路一覧は以下である。

send direct message

直接メッセージを送信する

message down tree

ツリー状に下りながらメッセージを送信する

message up tree

ツリー状に上りながらメッセージを送信する

send message

メッセージを送信する

通信経路	message	説明
send direct message (child to root)	FIND_ROOT	子 node 接続時に root を探す。
	WHERE_TO_CONNECT	どの node に接続すれば良いかを聞く。
	LOST_PARENT	親 node の接続が切れた時に root に知らせる。
send direct message (root to child)	FIND_ROOT_REPLY	FIND_ROOT への返信。
	CONNECT_TO	node と node の接続をする。
	CONNECT_TO_AS_LEADER	左子 node として、node と node の接続をする。
message down tree (root to child)	FRAMEBUFFER_UPDATE	TreeVNC 用に圧縮されている、画面の差分の画像データ。
	CHECK_DELAY	通信の遅延を測定する message。
message up tree (child to root)	CHECK_DELAY_REPLY	CHECK_DELAY への返信。
	SERVER_CHANGE_REQUEST	画面切り替えのリクエスト。
send message (root to VNCServer)	FRAMEBUFFER_UPDATE_REPLY	FRAMEBUFFER_UPDATE のリクエスト。
	SET_PIXEL_FORMAT	pixel 値の設定。
	SET_ENCODINGS	pixel データの encodeType の設定。
	KEY_EVENT	キーボードからのイベント。
	POINTER_EVENT	ポインタからのイベント。
	CLIENT_CUT_TEXT	テキストのカットバッファを持った際の message。
send message (VNCServer to root)	FRAMEBUFFER_UPDATE	画面の差分の画像データ。
	SET_COLOR_MAP_ENTRIES	指定されている pixel 値にマップする RGB 値。
	BELL	ビーブ音を鳴らす。
	SERVER_CUT_TEXT	サーバがテキストのカットバッファを持った際の message。

表 1: 通信経路と message 一覧

## 5 Tree の構成の変更

従来の TreeVNC は、クライアントの接続する木構造が単一であった。そのため、ネットワークインターフェースが違えばクライアントが同じ木に混在している状況が生じた。

速度の遅いクライアントが木に存在すると、そのクライアント以下の通信速度が遅くなってしまふ。

この問題を解決するために、図 2 の様に、ネットワークインターフェース別に木構造を形成するように設計した。

TreeVNC は、root が nodeList というリストを保持し、木構造を管理している。複数のネットワークインターフェースで木構造を形成する場合、この nodeList をネットワークインターフェース毎に作成しておく。新しい node を接続する際、node のネットワークインターフェースを取得し、どの nodeList に登録されるかが決まる。こうすることによって、TreeVNC を複数のネットワークインターフェース別に木構造を構成することができる。

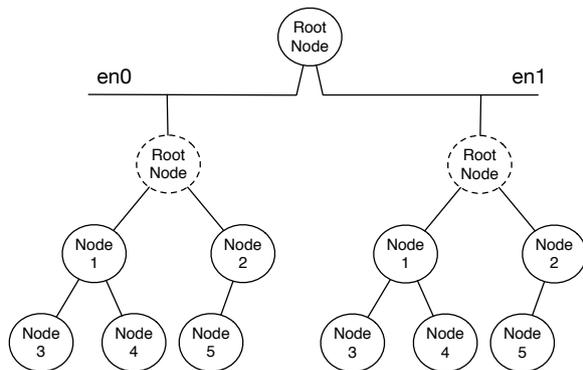


図 2: マルチネットワークに対応した TreeVNC の図

## 6 ホスト切り替え時の挙動の修正

画面の切り替えを行う際、新しいホスト側の画面に生じたビデオフィードバックが他のユーザに配信されてしまう問題があった。

ホストの切り替えの際、新しいホスト側の viewer を閉じることで問題を解決した。

## 7 まとめ

TreeVNC にリファクタリングを行うことによって、開発環境を整え、複数のネットワークインターフェースでの通信が遅い問題を解消し、これは開発環境を整えることや、利便性の向上に繋がる。

## 8 画像データの遅延

現在の TreeVNC では、全画像データの書き換えが立て続けに起こってしまった場合、データの受け渡し処理で遅延が発生する。

送られてきた全てのデータを画面に出力するのではなく、VNCServer から立て続けに大きい画像データが送信されたことを検知し、最新のデータのみを取得し出力するという実装を行う。

## 9 クライアントのエラーメッセージの通知

クライアントが画面の切替を行う際、接続が確立する前に、通信の段階でエラーが生じた場合、そのエラーメッセージが root に出力されるという問題がある。

クライアントのエラーを検出した際にそのクライアントの ID を取得する。木構造を下に辿って、エラーメッセージを含むデータをクライアントに送信する。下へと降る際、各 node で ID の確認をし、一致した箇所エラーメッセージを出力するような実装を行う。

## 10 音声データの配信

現在 TreeVNC が配信しているのは画面のデータのみである。遠隔からプレゼンテーションや授業を聴講したい場合、画面のデータに加えて音声データが欲しい。

TreeVNC に、画像データと共に音声データを追加する。

## 11 画面の大きさの制御

現在の TreeVNC は、ホスト側の画面全体を送信している。マルチディスプレイを持っているホストだと、2つの画面が配信されてしまう。配信する画面をホスト側で指定できる様にする。

ホスト側に viewer の代わりに枠を用意し、その枠内のデータのみを配信するといった機能を追加する。この機能を追加することによって、

## 参考文献

- [1] TightVNC: VNC-Compatible Free Remote Control / Remote Desktop Software  
<http://www.tightvnc.com/>
- [2] RFB Protocol - rfbproto.pdf  
<http://www.realvnc.com/docs/rfbproto.pdf>
- [3] 谷成雄, 河野真治, 授業やゼミ向けの画面共有システム TreeVNC の設計と実装 A Screen Sharing System using Tree Structure for Seminar and Classwork 平成 25 年度 学位論文 (修士)
- [4] 谷成雄, 大城信康, 河野真治. VNC を用いた授業用画面共有システムの設計・開発 Design and implementation of Screen Sharing System with VNC for lecture 情報処理学会論文誌 Vol.53 No.2 (Feb. 2012)
- [5] 谷成雄, 大城信康, 河野真治. VNC を用いた授業用画面共有システムの設計と実装. 日本ソフトウェア科学会第 28 会大会 (2011 年度) 講演論文集