

授業やゼミ向けの画面配信システム TreeVNCの機能拡張

平成25年度 卒業論文



琉球大学 工学部 情報工学科

115747H 大城 美和
指導教員 河野 真治

目次

第1章	序論	1
1.1	研究背景と目的	1
第2章	TreeVNC について	2
2.1	RFB プロトコル	2
2.2	TightVNC	2
2.3	node 間のメッセージ	4
2.4	多人数で VNC を使用するときの問題点	4
2.5	TreeVNC の構造	4
2.6	配信画面切り替え	5
第3章	TreeVNC のリファクタリング	6
3.1	動的な port 番号の指定	6
3.2	ホスト切り替え時の挙動の修正	6
3.3	Tree の構成の変更	7
3.4	切断時の検知方法の変更	7
第4章	TreeVNC の新機能	9
4.1	画面サイズ調整機能	9
4.2	マルチディスプレイ対応	10
4.3	遠隔地からの接続	11
第5章	TreeVNC の評価	13
5.1	評価環境	13
5.2	depth 毎の遅延	13
第6章	まとめ	14
6.1	今後の課題	14
第7章	謝辞	15
	参考文献	16

目 次

2.1	RFB プロトコル	3
2.2	構成される木構造	5
3.1	Multi Network Tree	7
3.2	lostParent	8
3.3	lostChild1	8
3.4	lostChild2	8
4.1	10
4.2	10
4.3	Remote Network Tree	11
4.4	Remote Network Tree	12
5.1	step1	13

表 目 次

2.1 通信経路と message 一覧	4
--------------------------------	---

第1章 序論

1.1 研究背景と目的

多人数で意見を交わし合い、モチベーションを高めたいといった場面がある。多人数でコミュニケーションを取るためには、目的を共有し、意見・アイデア・質問を交わし合う必要がある。話し合いの場として、授業やゼミ、会議等がある。そういった場では、PCを用いて個人がプレゼンテーションを行ったり、書記として集まりの内容をまとめる等が必要となる。

プロジェクトに画面を映すという方法があるが、発表者毎にケーブルの抜き差しを行わなければいけないといった煩わしさがある。

これらの問題は、オープンソースなアプリケーションである VNC を用いることで解決することができる。VNC とは、RFB プロトコルを使用して、画面のデータを配信するシステムであり、RFB プロトコルは自身の画面をネットワークを介して他の画面に配信するためのプロトコルである。

しかし、従来の VNC に多人数で接続すると、配信側に負荷がかかり処理性能が落ちてしまう。発表者を入れ替える際にも、いちいち接続し直さないといけない。

ケーブルの話画面切り替えの話遠隔地の話音声共有の話

多人数で意見を交わし合い、モチベーションを高めたい。そこで多人数でのコミュニケーションの充実を測る。コミュニケーションの要素として、目的を共有し、意見・アイデア・質問を交わし合うことが必要である。

TreeVNC では、多人数に画面を配信することによって、手元の PC で一つの画面を共有することができる。

画面の切り替えをスムーズに切り替えることができ、綺麗な画質を保ちながらリアルタイムで共有することができる。

更に、遠隔地からでもコミュニケーションに参加できるように、ルータを超えて画面を配信することができるようになる予定である。遠隔地から接続できる機能を追加するとともに音も共有する予定である。

第2章 TreeVNC について

2.1 RFB プロトコル

RFB(remote frame buffer) プロトコル [1] とは、自身の画面を送信し、ネットワーク越しに他者の画面に表示するプロトコルである。ユーザが居る側を RFB クライアント側と呼び、Framebuffer への更新が行われる側は RFB サーバと呼ぶ。Framebuffer とは、メモリ上に置かれた画像データのことである。RFB プロトコルの概要を図 2.1 に示す。RFB プロトコルでは、最初にプロトコルバージョンの確認 (図 2.1 中,2:) や認証が行われる (図 2.1 中,3:)。その後、クライアントに向けて Framebuffer の大きさやデスクトップに付けられた名前などが含まれている初期メッセージが送信される (図 2.1 中,4:)。RFB サーバ側は Framebuffer の更新が行われるたびに、RFB クライアントに対して Framebuffer の変更部分だけを送信する (図 2.1 中,5:)。更に RFB クライアントの FramebufferUpdateRequest が来るとそれに答え返信する。RFB プロトコルは、描画データに使われるエンコードが多数用意されており、また独自のエンコードを実装することもできるプロトコルである。

2.2 TightVNC

TightVNC(Tight Virtual Network Computing)[2] は Java を用いて作成された RFB プロトコルのクライアントである。本研究で作成した TreeVNC は TightVNC を元に作成されている。

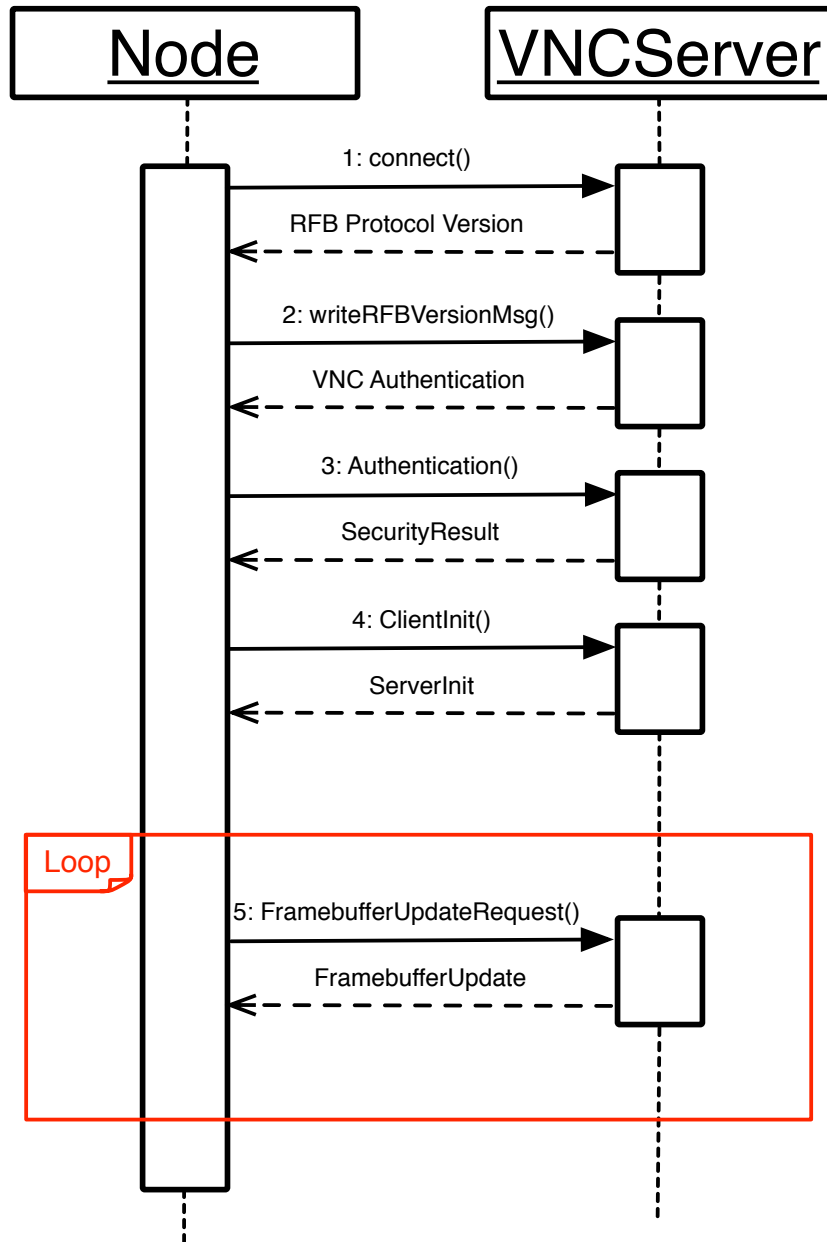


図 2.1: RFB プロトコル

2.3 node間のメッセージ

RFB プロトコルで提供されているメッセージに加え、TreeVNC 独自のメッセージを使用している。TreeVNC で使用されるメッセージの一覧を表 2.1 に示す。

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	画面の差分の画像データ。EncodingType を持っている。
	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。
	FRAMEBUFFER_UPDATE_REPLY	FRAMEBUFFER_UPDATE のリクエスト。
send message (root to VNCServer)	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	大本の画面の差分の画像データ。EncodingType を持っている。
	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 2.1: 通信経路と message 一覧

2.4 多人数で VNC を使用するときの問題点

多人数で従来の VNC を使用する際、1つのコンピュータに多人数が同時につながり、処理が集中してしまい、性能が大幅に落ちてしまうという問題が生じる。

ゼミ等の画面配信者が頻繁に切り替わる場合、配信者が替わる度に、接続をし直さないといけないという問題がある。

2.5 TreeVNC の構造

多人数で VNC を用いるために、クライアントの接続がサーバに一極集中してしまう問題を解決する。そのために、TreeVNC はサーバへ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(図 2.2)。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。

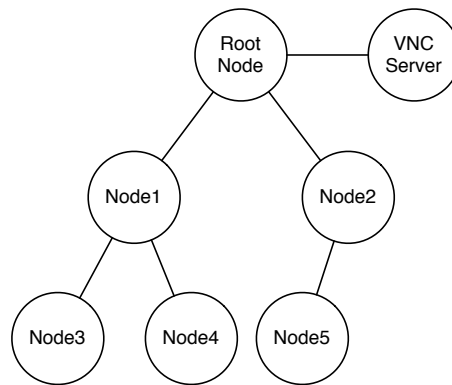


図 2.2: 構成される木構造

2.6 配信画面切り替え

第3章 TreeVNC のリファクタリング

3.1 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 port 番号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 port 番号を使用し 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。

3.2 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。

3.3 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う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う。

この問題を解決するために、図 3.1 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。

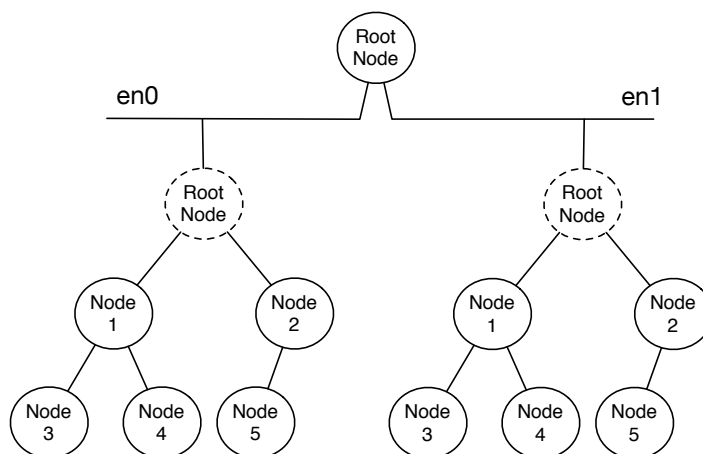


図 3.1: Multi Network Tree

3.4 切断時の検知方法の変更

lostParent3.2 を lostChild3.3 へ。lostChild の接続切り替えの図 3.4

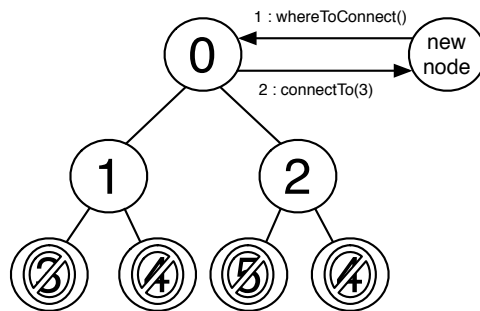


図 3.2: lostParent

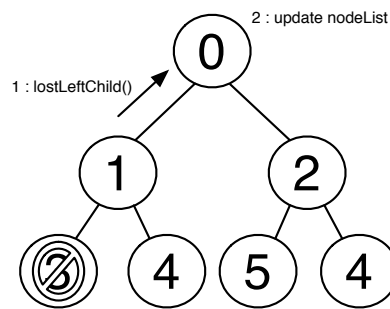


図 3.3: lostChild1

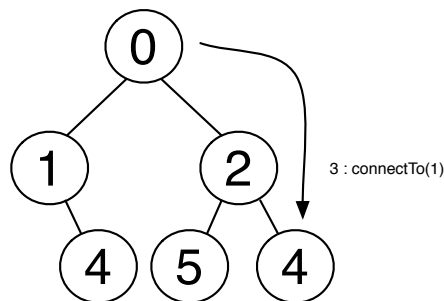


図 3.4: lostChild2

第4章 TreeVNC の新機能

4.1 画面サイズ調整機能

配信する画面サイズを指定できるオプションを追加した。TreeVNC 起動時にオプション (-fixSize) を追加することによって、指定した幅・高さの画面サイズのみを配信することができる。

VNCServer からは、配信する側の画面全体のデータが送信される。画面データを root が受信し、接続されている node に画面データを送信する。

指定した画面サイズのデータのみを表示する方法として、画面全体のデータを受信する root 側で指定した画面サイズの領域内の更新のみをフィルタリングする。フィルタリングされた画面データを node は受信するので、指定された領域以外は表示されない。

4.2 マルチディスプレイ対応

画面配信側がマルチディスプレイの場合、VNCServer からは全画面データが送信されるので複数の画面が共有される。しかし、プレゼンテーションの際にスライドを全画面で表示する等、複数枚の画面表示が要らない場面がある。一画面のみをフィルタリングするオプション機能 (-filterSingleDisplay) を追加した。オプションを追加した起動方法をソースコード 4.1 に記述する。

ソースコード 4.1: オプション-filterSingleDisplay

```
$ java -jar TreeVNC.java -d --filterSingleDisplay
```

ホスト側の画面サイズ全体をrequestして、nodeへと送信する際にfilterをかけるversion

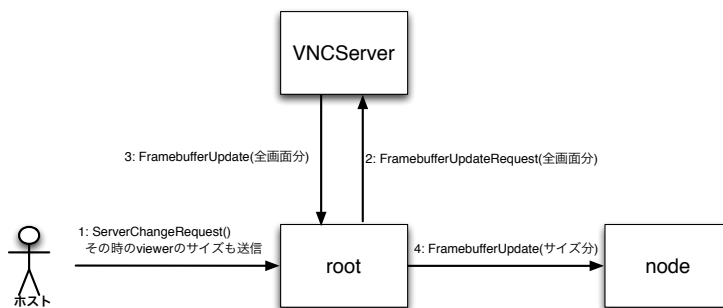


図 4.1:

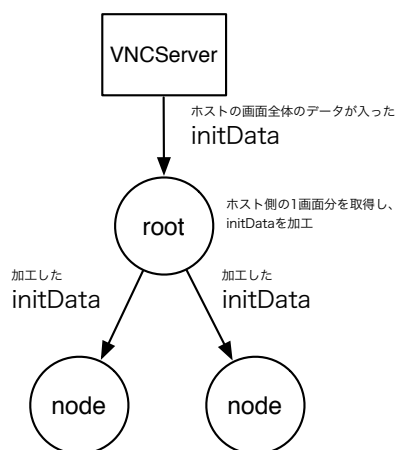


図 4.2:

4.3 遠隔地からの接続

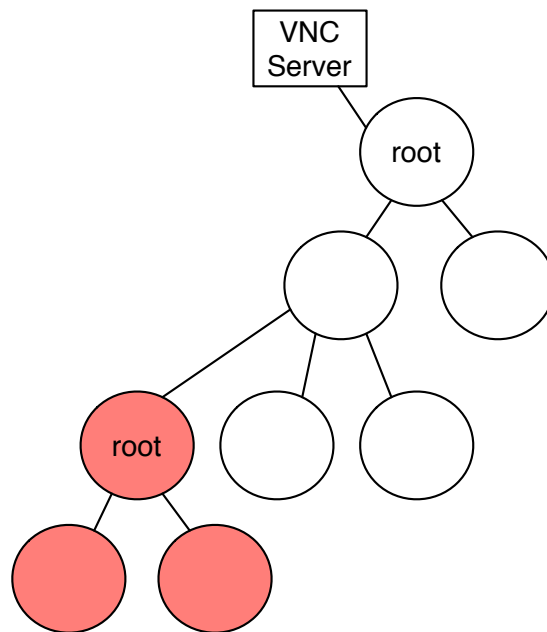


図 4.3: Remote Network Tree

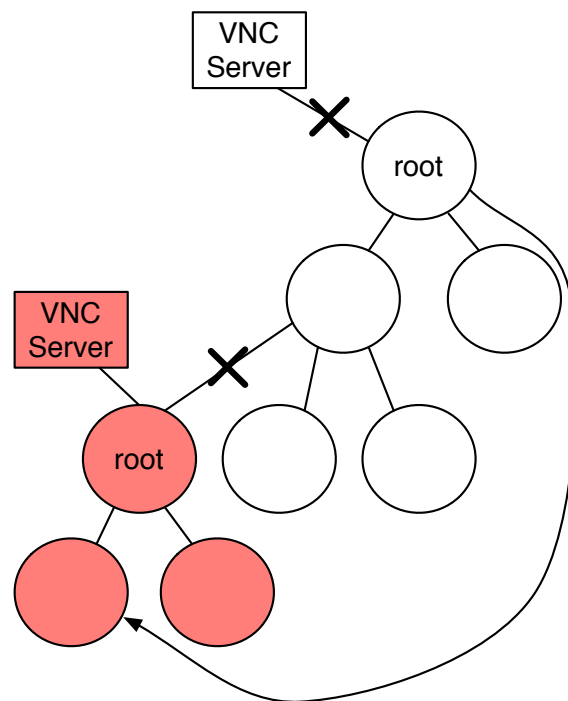


図 4.4: Remote Network Tree

第5章 TreeVNC の評価

5.1 評価環境

5.2 depth 毎の遅延

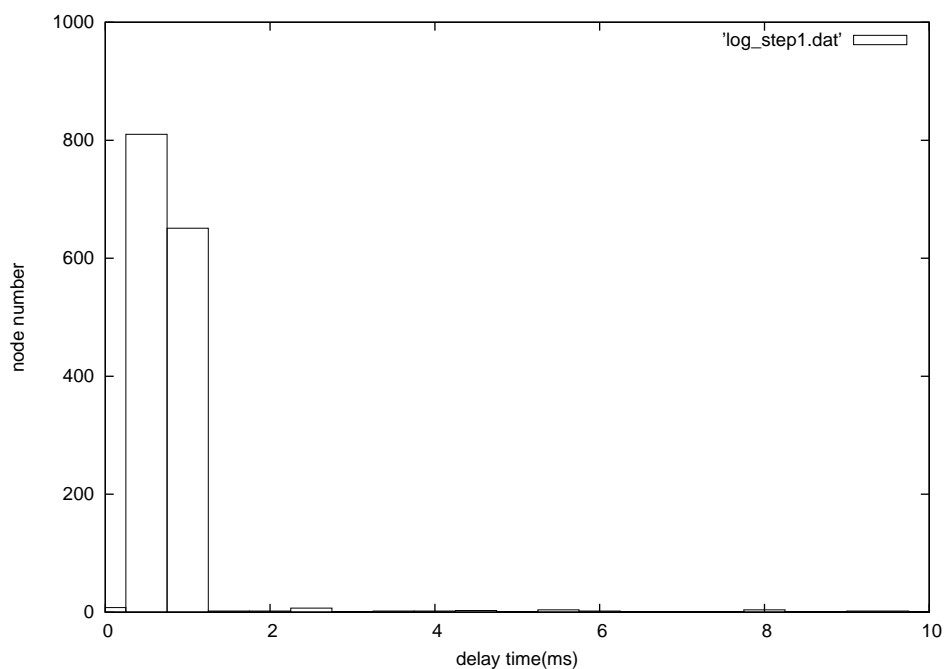


図 5.1: step1

第6章 まとめ

6.1 今後の課題

第7章 謝辞

参考文献

- [1] Tristan Richardson. The rfb protocol. <http://www.realvnc.com/docs/rfbproto.pdf>.
- [2] TightVNC Software. <http://www.tightvnc.com>.
- [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. 琉球大学工学部情報工学科 平成 25 年度 学位論文 (修士), 2008.
- [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. 情報処理学会, may 2012.
- [5] 谷成雄, 大城信康, 河野真治. Java による vnc を用いた授業用画面共有システムの設計と開発. 日本ソフトウェア科学会, sep 2011.