

AR を用いたネットワーク機器の 設定情報可視化システムの開発

長谷川太一^{†1} 井口信和^{†2}

概要: ネットワーク機器を新規に設置又は設定変更する時、設定ミスの発生を避け、かつ確実な確認をするため、多くの場合、二人以上の作業員・管理者によって作業を実施する。この時、ネットワーク管理者は作業手順書に基づいて、相互に確認しながら作業を進める。しかし、設定情報を確認する作業では設定情報の読み間違いなどが発生する可能性があるため、何度も確認が必要となる。そこで本研究では、ネットワーク管理の支援を目的とし、AR を用いてネットワーク機器の設定情報を可視化するシステムを開発した。本システムは、AR によりネットワーク機器に設定情報を重畳表示することで、作業手順書に記載の設定情報と併せて、機器の設定情報を確認できる。これは、ネットワーク管理者が複数人で作業する場合だけでなく、一人で作業をする場合にも有効である。本報告では、本システムの実装と評価について述べる。

キーワード: ネットワーク, 設定管理, 作業手順, AR, NETCONF

Development of Network Equipment Setting Information Visualization System Using the AR

TAICHI HASEGAWA^{†1} NOBUKAZU IGUCHI^{†2}

Abstract: When you want to install or change the setting of a new network equipment, to avoid resulting from setting error and ensure confirmation, the network administrator is carrying out the work with more than one people. In this case, the network administrator works based on a work procedure manual, getting on with the work while confirming to each other. However, there are cases where misreading of setting information in the work to verify the configuration information, confirmation is necessary many times. In this report, aimed to support network management, we have developed a system for visualizing the setting information of the network equipment using the AR. This system, AR by superimposing display the setting information to a network device, used in conjunction with a setting information of the work procedure manual. If the network administrator to work multiple people, it is also effective in the case of working alone. In this report, we describe the implementation and evaluation of this system.

Keywords: network, configuration management, work procedure, AR, NETCONF

1. はじめに

ネットワーク機器の結線、または設定の変更や確認を行う際、作業ミスを減らすため2人以上の作業員により作業を行う場合がある。2人以上で作業を行う場合、作業実施者側と確認者側に分かれ、実施した作業内容を複数回確認する。この時、作業手順書に基づき、機器の設定変更や確認の作業が行われる。具体的には、作業手順書に記載されている各項目の作業の終了後に、作業員が行った作業内容を作業実施者と確認者が確認する。作業手順書の手順通りに作業が行われていた場合、作業に要した時間、作業を終了した時刻、および作業内容に関して確認を行ったチェックを作業手順書に各作業員が記入する。作業実施者と確認者のチェックが各作業員で確認できた後、作業手順書に記載されている次の項目の作業に移る。上記の手順で作業を行い、すべての項目に対してチェックが完了した時点で作

業手順書に記載されている一連の作業が終了となる。このように、2人以上の作業員が作業手順書に基づき、ネットワーク機器の設定変更や確認を行うことで作業ミスの発生を防止している。

ネットワーク機器の設定変更や確認を行う際、作業実施者は手持ちのPCとネットワーク機器を接続し、コマンドプロンプトやターミナルなどを使用し、作業を行う。ネットワーク機器の設定を確認する場合、PC画面上のネットワーク機器の設定情報と作業手順書を比較し、作業手順書通りに設定されているかを確認する。その時、画面上に表示されているネットワーク機器の設定情報や作業手順書を読み間違えるなどのミスが起こる。さらに、ネットワーク機器の設定を変更する場合に、ネットワーク機器の設定を誤ると、ネットワーク全体に影響を及ぼす心配がある。このように、2人以上で作業を実施する場合においても、人為的ミスを完全に防ぐことは困難であり、ネットワークの作業を実施する作業員の精神的な負担も大きくなる。

我々はこれまでに、ネットワーク管理の支援を目的とする、ARを用いたネットワーク機器の設定情報を可視化す

^{†1} 近畿大学大学院総合理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Kindai University
^{†2} 近畿大学理工学部情報学科
School of Science and Engineering, Kindai University

るシステムの開発を行ってきた [1].

本稿では、このシステムを拡張した、AR を用いたネットワーク機器の設定情報可視化システム（以下、本システム）について述べる。本システムを用いることにより、設定情報の変更や確認を直感的に行うことができるため、読み間違いによるミス、および作業に要する時間を軽減できる。

本稿の構成は以下の通りである。まず、2 章で本研究に関連する技術について述べる。3 章で関連する研究について述べ、4 章でこれまでに開発したシステムについて述べる。5 章で現在開発しているシステムの実装について述べ、6 章で本システムの性能評価実験と利用評価実験について述べる。7 章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連技術

本章では、本システムの開発に使用した技術のうち、主要なものについて述べる。

2.1 AR

AR は、現実環境に対して情報を付加・削除・強調させることができ、人間から見た現実世界を拡張する。AR を用いたガイドシステムや作業支援などにも導入されている [2, 3]。そこで本システムは、AR を使用してネットワーク機器の設定情報をタブレット端末の画面上に表示する。

本システムは、AR を実現するために ARToolKit [4] を用いている。ARToolKit は、あらかじめ登録してある AR マーカをカメラで撮影することで、マーカやカメラの位置姿勢を検出できるライブラリである。

2.2 NETCONF

本システムは SNMP[5]を用いてネットワーク機器の設定情報を取得してきた。SNMP は IETF により標準化され広く普及しているプロトコルである。SNMP による設定情報の取得には、SNMP の GetRequest PDU による Management Information Base (MIB) を用いる。しかし MIB は深く細分化された MIB ツリーの値を、1 つ 1 つ設定しなければならない。またベンダーごとに設定情報を定義する独自 MIB が存在し、ベンダー固有の依存部分がある。そして複数のマネージャによる設定衝突を回避する仕組みを持たない。

これに対して NETCONF [6]は、ネットワークを管理するためのプロトコルであり、IETF により 2006 年に RFC4741 として公開された。NETCONF は、SNMP でネットワーク管理者がネットワーク機器に対してコマンドラインから設定していた仕事を RPC ベースのクライアント・サーバシステムで実現することを目指す規定である [7]。NETCONF はデータモデルに YANG[8]を使用している。YANG は、全てのネットワーク機器から NETCONF を使用するための共通のデータモデルである。そのため、各ベンダーは共通の YANG モジュールを実装している。これにより、NETCONF

は、ベンダーに依存することがない。本システムは、NETCONF を使用してネットワーク機器の設定情報を取得する。

3. 関連研究

本章では、本システムと関連する研究について述べ、本システムとの比較を行う。

大分大学の西野氏らが開発した A Mobile AR Assistant for Campus Area Network Management [9]は、Head Mount Display (HMD) を使用し、AR によってネットワーク機器の設定情報の閲覧を可能とする。このシステムで使用されている HMD は、視点の移動によるコントロールや、指によるボタン入力が行えるが細かな操作ができない。また、HMD にはサーバとの無線通信機能が無く、HMD 専用の無線子機を持ち歩く必要がある。さらに、ネットワーク機器の管理において複数のインタフェースを確認する必要があるが、このシステムでは、複数のインタフェースを一度に確認できないため、確認が必要なインタフェースの増加に伴い、管理の負担も増加する。これらに対して、本システムでは、汎用的な用途であるタブレット端末を使用することで、HMD とは異なりタッチ操作が可能のため容易に操作できる。さらに、多くのタブレット端末には、Wi-Fi の他に Bluetooth 通信などの外部との通信機能を標準で備えているため、無線子機を持ち歩く必要がない。加えて、本システムでは、一つのネットワーク機器における複数のインタフェースの設定情報を一度に確認できる。

立命館大学の木村氏らが開発した複合現実型情報提示によるネットワーク配線作業の支援システム [10]は、ぷらっとホーム社製の Open Micro Server (以下、OMS) [11]を用いてネットワーク機器を監視する。OMS をネットワーク機器に対してブリッジとして接続し、ネットワーク機器の通信時に流れるパケットを監視できる。そして、OMS の監視により取得したパケットの情報をサーバで収集し管理する。ユーザは、ネットワーク機器に貼り付けられた AR マーカにタブレット端末をかざすことで、リアルタイムにネットワークを流れるパケットの情報を閲覧できる。しかし、監視の対象となるネットワーク機器の台数に比例し、ネットワーク機器の通信を監視する OMS の台数も増加するため、設置費用などのコストにより、システムの導入が困難である。これに対して、本システムでは、ネットワーク機器の設定情報を取得するために NETCONF を使用する。NETCONF を使用することで専用のハードウェアを用いる必要がなく、ネットワーク機器の設定情報を取得できる。

神戸情報大学の横山氏らが開発した拡張現実 (AR) によるコンピュータネットワークの可視化システム [12]は、AR によりサーバやネットワーク機器に対して重畳表示することで論理情報を可視化するシステムである。ネットワーク管理を行う上で、ネットワークが複数のベンダー機器

表 1 関連研究との比較

Table 1 Comparison of this system with relevant study.

	大分	立命館	神戸情報	慶應	本システム
利用端末	HMD	Tablet	Tablet	Tablet	Tablet
VLAN 対応	○	×	○	不明	○
複数の interface を表示	×	×	×	×	○
コマンドの発行	○	×	×	×	○
設定情報の取得	SNMP	OMS	SNMP	SNMP	NETCONF

で構成されることは少なくない。しかし、このシステムの設定情報を取得する際、SNMP を用いているため、システムをベンダーごとの MIB に対応させなければならない。これに対して、本システムは、NETCONF を使用することで複数のベンダーが混在する環境にも容易に対応できる。

慶応大学の山内氏らが開発した使用シーンを考慮した機材情報表示システム [13]は、使用シーンに合わせてテキストデータとビジュアルデータを組み合わせた情報を AR により表示するシステムである。このシステムは、ネットワーク機器の情報を表示する他、ノート、カメラ、および電話のツールとネットワーク機器のエラーに応じたアイコンの表示がある。これにより、状況に合わせた情報を表示することで作業の効率化を図っている。これに対して本システムは、タブレット端末を用いてネットワーク機器間にコマンドを発行することができる。ネットワーク機器の管理において、使用頻度の高いコマンドを本システムに設定することでネットワーク管理者の作業ミスの防止につながる。

これらの関連研究と本研究との比較を表 1 にまとめる。本システムは、他のシステムと異なり、NETCONF を用いてネットワーク機器の設定情報を取得する。そのため、ベンダーに依存することなく設定情報を取得できる。また、設定情報を取得するための機器を新たに追加する必要もない。ネットワーク機器の管理において複数のインタフェースの情報を確認する作業は必要である。本システムは、一度に複数のインタフェースの情報を表示できる。

4. ネットワーク管理運用支援を目的とし AR による機器設定可視化システムの開発

本章では、我々がこれまでに開発してきた、ネットワーク運用管理の支援を目的とし、AR を用いてネットワーク機器の設定情報を可視化するシステム [1]について述べる。

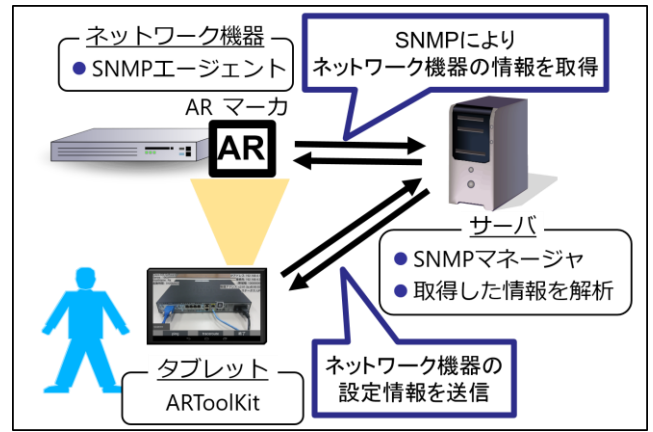


図 1 システム構成図

Figure 1 System overview

本システムの構成を図 1 に示す。本システムは、AR を用いてネットワーク機器の設定情報を可視化する Android アプリケーションとサーバから構成される。タブレット端末の位置姿勢検出には ARToolKit を用いている。通常、ネットワーク機器の設定変更と確認には 1 台の PC が使用される。一方、本システムでは、設定情報の提示にタブレット端末を併用する。本システムを使用し、設定作業用の PC と設定情報提示用のタブレット端末を目的によって使い分けることで、可搬性は損なわれるが利便性は増す。

以下、本システムの前提を述べた後に、各機能とシステムの動作について述べる。

4.1 前提

まず、本章で対象とする環境について述べる。本システムは、ネットワーク機器の設定情報を SNMP を用いて取得しているため、各ネットワーク機器は SNMP に対応しているものとする。また、サーバとタブレット端末は無線通信を用いたソケット通信により設定情報の送受信を行うため、管理対象のネットワークは、サーバとタブレット端末が通信できる Wi-Fi 環境などが存在するものとする。加えて、本システムは、各ネットワーク機器の識別に AR マーカを

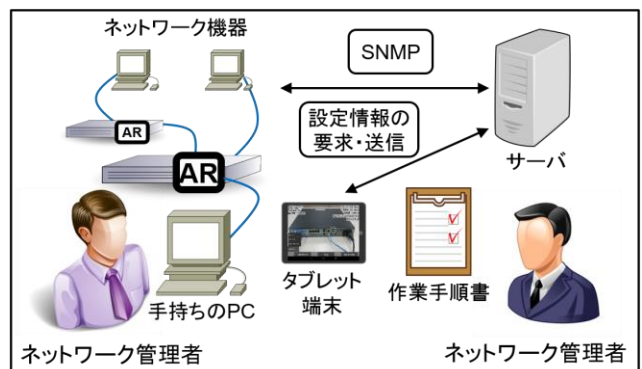


図 2 利用想定図

Figure 2 Using assumed Figure

使用しているため、管理対象の各ネットワーク機器には同一セグメント内において一意の AR マーカが貼り付けられている。また本システムのサーバは、IP アドレスを指定してネットワーク機器から設定情報を取得する。そのため、各ネットワーク機器の IP アドレスを一つサーバが保持しているものとする。

本システムの利用想定を図 2 に示す。作業者は、PC、作業手順書、および本システムを用いて作業を行う。PC は、ネットワーク機器に直接接続し、コマンドプロンプトやターミナルなどを使用し、作業を行う。本システムは、作業者が作業手順書に基づき作業を行う際に使用し、ネットワーク機器の設定情報の確認する。ここで、実際に企業で使用されている作業手順書の一部の例を図 3 に示す。作業手順書は、作業内容が項目ごとに分類され、記載されている。作業内容は、作業実施者と確認者の作業対象となるネットワーク機器や設置場所、作業の手順などが記載されている。各ネットワーク機器の設定を変更する場合、別の手順書に記載されている設定コマンドを参照しながら作業する。

4.2 設定情報取得機能

設定情報取得機能は、タブレット端末をかざしているネットワーク機器から本システムのサーバが設定情報を取得する。

まず、タブレット端末から本システムを起動し、本システムが動作するサーバにログインするために、サーバの IP アドレス、パスワード、およびポート番号を入力する。ログインの完了と同時に後に述べる設定情報表示機能が自動的に開始する。作業者は、はじめに、ネットワーク機器に貼り付けられた AR マーカにタブレット端末をかざす。AR マーカを識別できた場合、その AR マーカに割り振っている固有の ID を本システムが動作しているサーバに自動的に送信する。サーバは、AR マーカの ID とネットワーク機器の IP アドレスを対応付けているため、タブレット端末が

表 2 OID と設定情報の取得内容

Table 2 OID and get the function for set information

No	Object ID	取得内容
①	1.3.6.1.4.1.9.3.6.1	ネットワーク機器の型番
②	1.3.6.1.2.1.1.1	ネットワーク機器に関する説明
③	1.3.6.1.2.1.1.5	ホスト名
④	1.3.6.1.2.1.1.3	起動時間
⑤	1.3.6.1.2.1.2.1	インタフェースの数
⑥	1.3.6.1.2.1.2.2.1.2	インタフェース名
⑦	1.3.6.1.2.1.3.1.1.3	IP アドレス
⑧	1.3.6.1.2.1.4.21.1	宛先 IP アドレス
⑨	1.3.6.1.2.1.2.2.1.5	帯域幅
⑩	1.3.6.1.2.1.2.2.1.6	MAC アドレス
⑪	1.3.6.1.2.1.2.2.1.8	インタフェースの状態

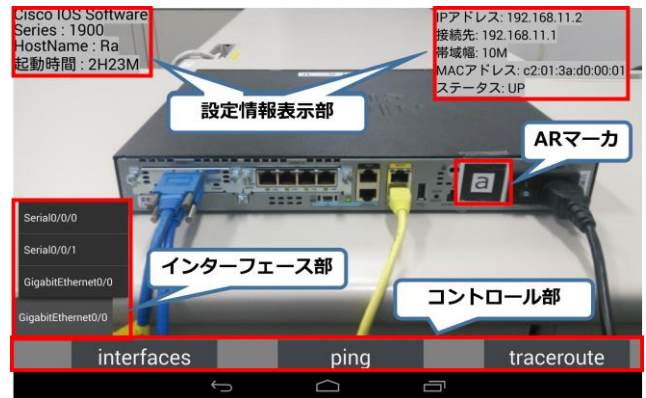


図 4 設定情報表示機能の GUI

Figure 4 Display function for set information of network equipment

かざしているネットワーク機器の IP アドレスを特定し、その IP アドレスを基に SNMP を用いて設定情報を取得する。SNMP は多くのネットワーク機器に対応しているため本システムはネットワーク機器の設定情報の取得に用いた。本システムが設定情報を取得する際に使用している SNMP の Object ID (OID) と取得内容を表 2 に示す。

タブレット端末からの設定情報の要求を受信したサーバは、表 2 の①、②、③、④を使用し、図 4 の左上に示す設定情報表示部の情報を取得する。また、表 2 の⑤、⑥、⑩を使用し、図 4 の左下に示すインタフェース部の情報を取得する。インタフェース部に示される任意のインタフェースをタッチすることで、表 2 の⑦、⑧、⑨、⑩、⑪を使用し、図 4 の右上に示すインタフェースの情報を取得する。なお、本システムでは、インタフェースのステータスが UP のものしか取得を行わない。そして、本システムでは、シスコ社製のネットワーク機器を対象としている。サーバは、ネットワーク機器から SNMP を用いて取得した設定情報を JSON 形式へ変換し、タブレット端末へ送信する。タブレット端末は、サーバから送られてきた JSON 形式のデータの変換や整形を行い、タブレット端末の画面上に表示する。

項	作業内容	作業時間	作業者 チェック	実施時刻	確認者 チェック
1	作業対象 対象スイッチ 別館: 2950-1 IP: 192.168.0.1	2:00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
2	別館スイッチ Cisco Catalyst 2950-1 に telnetし、ログインする 対象 192.168.0.1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
3	VLAN設定を追加する ※コマンドは別ファイル: 別館_Cisco_Catalyst_2950.txt を参照する ※設定ポート: to 本館2960G-1 port24 (tagged) to Bサービス port4 (untagged)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
4	問題がなければ、設定を保存する copy running-config startup-config		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
5	LANケーブル挿入作業 チェックシートを確認しながら下記配線を挿入する 別館: 2950-1 port4		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
6	configのバックアップをファイルサーバに保存 # show running-config (ターミナル上の表示をテキストファイルに貼り付けて保存する)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	--完了--	2:10			
	連絡先:				

図 3 作業手順書

Figure 3 Operating procedures of network management

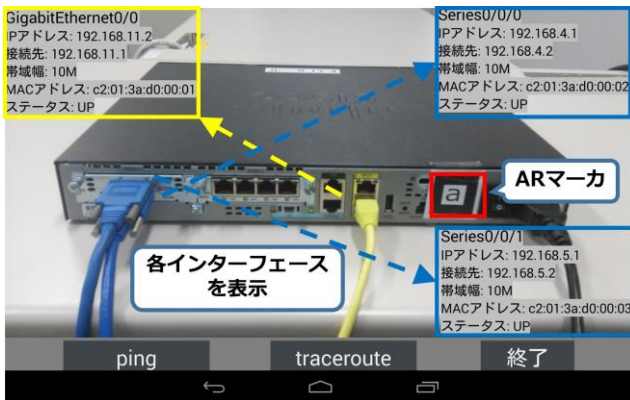


図 5 各インターフェースの設定情報を一括表示

Figure 5 Display function for all interfaces

4.3 設定情報表示機能

設定情報表示機能は、ネットワーク機器に貼り付けられた AR マーカをタブレット端末が識別することで、ネットワーク機器の最新の設定情報をタブレット端末上に表示する。

まず、タブレット端末から本システムを起動し、ログインすると設定情報表示機能が自動的に開始する。作業者は、ネットワーク機器に張り付けられた AR マーカにタブレット端末をかざす。タブレット端末は AR マーカに割り振っている固有の ID を本システムが動作しているサーバに自動的に送信する。固有の ID を受け取った本システムのサーバは設定情報取得機能を用いて設定情報を取得し、タブレット端末に送信する。そして、図 4 の左上に示す設定情報表示部、図 4 の左下に示すインターフェース部の情報を表示する。

また、図 4 の画面下部に示すコントロール部の Interfaces ボタンをタッチすることにより、ネットワーク機器の全インターフェースの設定情報を同時に表示する (図 5)。現状、本システムでは、インターフェースの設定情報を最大 6 個まで表示できる。しかし、6 個以上のインターフェースが備わっているネットワーク機器も多く存在するため、今後、AR マーカに対して重畳表示することで、全インターフェースの設定情報の表示、または作業者が選択した複数のインターフェースを一つの画面に表示するよう拡張する予定である。

ネットワーク機器を管理する現場において、IP アドレスなどのコマンドの入力に必要な情報は作業手順書に記述されている。管理者は、作業手順書を目視してコマンドを入力する。併せて、本システムを用いることにより、作業手順書に記載される IP アドレス等の値とネットワーク機器にかざしたタブレット端末に表示される IP アドレス等の値が同じかを確認することで、設定する値の確認がより確かなものになる。

また、本機能は現状、表 2 に示す設定情報の取得のみが行える。しかし、作業手順書に示される作業内容には、こ

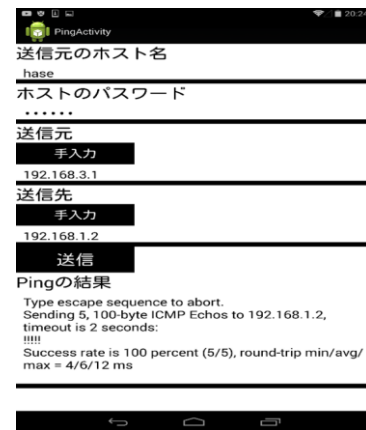


図 6 コマンド発行画面

Figure 6 GUI to Issue a command

れら以外の設定情報の確認作業も含まれるため、今後、取得する設定情報を追加する予定である。

4.4 到達性確認機能

到達性確認機能では、タブレット端末からネットワーク機器間のパケットの到達性を確認できる。本機能で使用できるコマンドは ping と tracert である。設定情報表示機能の実行画面 (図 4) の下部に示すコントロール部からコマンドを選択することで、図 6 に表示するコマンド発行画面に遷移する。

ping ボタンを例に、コマンドをタップした際の動作について述べる。コントロール部の ping ボタンをタップすると図 6 に示すコマンド発行画面に遷移する。本機能では、ネットワーク機器からコマンドを発行するために、サーバとネットワーク機器間で SSH による接続を確立する必要がある。そのため、ping コマンドの送信元となるネットワーク機器の送信元のホスト名、パスワード、IP アドレスを入力する。また ping コマンドには、送信先となるネットワーク機器の IP アドレスが必要なため、入力する。(図 6)。そして、これらの情報を入力後に送信ボタンをタッチすることでサーバに JSON 形式に変換し、送信する。

サーバは受け取った JSON 形式のデータを基に SSH を使用して、ネットワーク機器と接続を確立する。そして、ネットワーク機器から ping コマンドを発行し、その実行結果を取得する。その実行結果を JSON 形式に変換し、タブレット端末に送信する。ping の実行結果を受信したタブレット端末は、コマンド発行画面の下部に実行結果を表示する。

本機能を用いることにより、ネットワーク管理者は PC を直接ネットワーク機器に接続する必要なく、タブレット端末からコマンドを発行できるため、ネットワーク機器間のパケットの到達性を確認できる。また、本機能では、SSH を用いてネットワーク機器と接続し、コマンドを直接発行しているため、ネットワーク管理者の用途に応じて新たなコマンドを容易に追加できる。

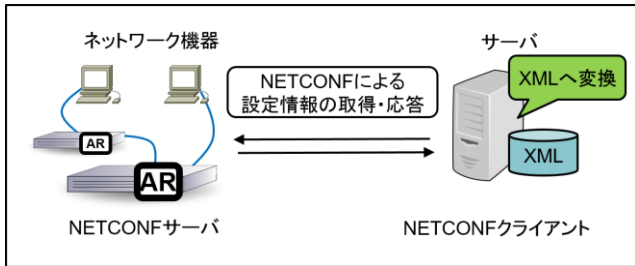


図 7 設定情報取得機能の流れ

Figure 7 Diagram of setting information acquisition function

5. AR を用いたネットワーク機器の設定情報可視化システム

4 章で述べたこれまでに開発してきたシステムでは、SNMP を用いて設定情報を取得してきた。しかし、一部の設定情報はベンダー独自の MIB を用いているため、他のベンダーに対応する際には本システムが動作するサーバを対応させる必要がある。また、ルータに着目して作成していたため、VLAN が考慮されていなかった。そこで本章では、4 章で述べたシステムを基に機能拡張を行った、設定情報取得機能と設定情報表示機能について述べる。

5.1 前提

まず、本章で対象とする環境について述べる。本システムでは、ネットワーク機器の設定情報を NETCONF を用いて取得しているため、各ネットワーク機器は NETCONF に対応しているものとする。また、ネットワークの管理において、論理トポロジは物理トポロジと異なり、視覚的に把握は困難である。そのため、作業者が VLAN の設定を間違えて施した場合にポートの見た目からでは判断できない。これらの理由から、本システムは、まず、アクセスポートに着目し、スタティック VLAN を視覚化する。

5.2 設定情報取得機能

設定情報取得機能では、ネットワーク機器から設定情報を取得し XML 形式のファイルで保持する。NETCONF を使用することで複数のベンダーの機器が混在する環境においても、ベンダーの違いに影響されず、ネットワーク機器の設定情報を取得できる。また、SNMP では UDP を用いているが、NETCONF は SSH を用いているため、セキュリティを担保できる。本機能の流れを図 7 に示す。ネットワーク機器とサーバの接続が確立した後、サーバはネットワーク機器へ XML で記述されたリクエストを送信できるようになる。設定情報を受け取ったネットワーク機器は、その XML を解釈してレスポンスを返す。サーバは、レスポンスの内容を解析することにより、ネットワーク機器の設定情報を取得できる。

5.3 設定情報表示機能

設定情報表示機能では、ネットワーク機器に張り付けられた AR マーカをタブレット端末が認識することで設定情

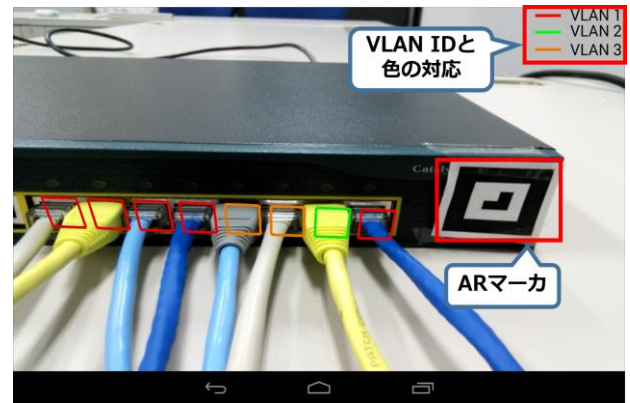


図 8 VLAN の表示

Figure 8 Display of the VLAN

報を表示する。本システムでは、新たにスイッチの VLAN 情報の表示を追加した。設定情報表示機能は、サーバが設定情報取得機能によって保持しているネットワーク機器の設定情報をタブレット端末が取得し、タブレット端末の画面上に表示する。

VLAN 情報は、ネットワーク機器の各インタフェースのふちを四角で囲み、VLAN ID ごとに色を変化させて重畳表示する(図 8)。そして、タブレット端末の画面右上に VLAN ID と色の対応表が表示される。

本機能は、あらかじめ AR マーカとネットワーク機器のポートの位置関係を計測し、四角の枠の表示位置を決めている。AR マーカとタブレット端末の位置関係によって、ポートの見え方は長方形や台形に変化する。タブレット端末の位置姿勢検出に ARToolKit を用いることで四角の枠は、柔軟に形を変化させて表示される。

また、画像認識を用いることにより、四角の枠を表示することは可能である。しかし、画像認識を用いる場合にはタブレット端末をかざした際に誤認識が発生することを考慮しなければならない。一つ目の誤認識の理由としてネットワーク機器には付箋やタグなどを用いて管理されている機器がある。タグや付箋の形状は四角であることが多く誤認識の原因になると考えられる。二つ目の誤認識の理由として、ポートにケーブルが存在するかないかによって入力像が変化する。また常に同じ色のケーブルが接続されているとは考えられない。そのため、本機能ではあらかじめ AR マーカに対して表示位置を決定しておくことで誤認識なく表示ができる。

本機能より、各インタフェースの VLAN ID を視覚的に把握できる。また、ネットワーク管理者の視点の移動が減り、人為的ミスを軽減できると考えられる。

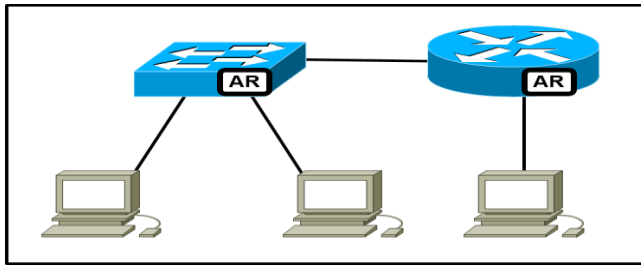


図9 実験に用いたトポロジ

Figure 9 Network topology used for verification

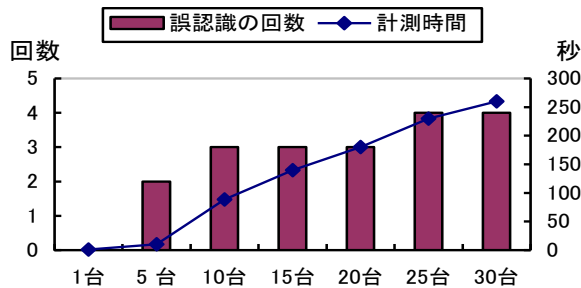


図10 認識時間と誤認識の回数

Figure 10 The number of recognition time and false recognition

6. 評価実験

ここでは、実施した動作実験と性能評価実験、利用評価実験について述べる。本実験で用いるネットワーク機器は、ルータ Cisco 1921 を 20 台とスイッチ Catalyst 2950 を 14 台用いる。本実験の最大台数は、本研究に用いることのできるネットワーク機器の限界の台数である。そして、タブレット端末は Nexus 7、本システムのサーバは OS: Ubuntu14.04 64bit, CPU: Intel(R) Core (TM) i7-3770 CPU: 3.400GHz, メモリ 8.00GB を用いた。

はじめに、本システムの動作実験について述べる。動作実験に用いたトポロジを図9に示す。まず、設定情報取得機能によりネットワーク機器から設定情報を取得し、サーバ側で保存されているかを確認した。その後、ネットワーク機器に張り付けられた AR マーカにタブレット端末をかざして設定情報が表示されるかを確認した。

次に性能評価実験について述べる。本システムは、AR マーカを基にネットワーク機器を一意に識別する。このため、ネットワーク機器の台数に比例して AR マーカの数が増加する。この場合、AR マーカの誤認識の増加が考えられる。そこで、性能評価実験では、ネットワーク機器を一台ずつ増やし、タブレット端末が全てのネットワーク機器の認識に成功するまでの時間を計測した。本システムは、一つの AR マーカを認識した際にサーバに設定情報を取得するための命令を送信する。そこで、サーバが受信した命

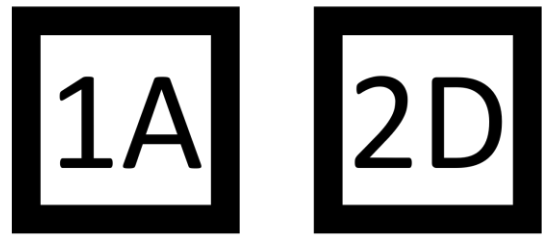


図11 実験で用いた AR マーカ

Figure 11 AR marker used in the experiment

令の対象となる AR マーカとタブレット端末をかざした AR マーカが同一であった場合、認識に成功したとする。

実験結果を図10に示す。実験結果より、AR マーカの個数の増加に伴い、タブレット端末が AR マーカを認識するまでの時間が長くなることが確認できた。これにより、管理対象のネットワーク機器の増加に伴い AR マーカの数も増加し、ネットワークの設定情報を表示する時間が長くなる。しかし、AR マーカの読み込みに用いている ARToolKit の最適化により、時間を短縮できると考えられる。

そして、AR マーカの認識精度に関する性能評価実験を実施した。上記の性能評価実験と同様に、ネットワーク機器を一台ずつ増やして計測する。タブレット端末を一つの AR マーカにかざした時、認識に成功するまでに発生した誤認識の回数の平均を計測する。

実験結果を図10に示す。実験結果より、AR マーカの個数の増加に比例して、一つの AR マーカを認識するまでの誤認識の回数は増加していることを確認した。実験中の本システムの動作において、特定の AR マーカ間で誤認識が多々発生することを確認した。今回の実験では図11に示すような数字とアルファベットを一つのセットにした 3cm 四方の AR マーカを使用した。本システム内で AR マーカを登録する際に、AR マーカの絵柄を 0 度、90 度、180 度、270 度回転させた 4 種類の情報を用いている。そのため、「d」「p」といった回転させると非常に近い絵柄の AR マーカ間で誤認識が発生する。よって、特定の絵柄の AR マーカを本システムから除外することで、誤認識の可能性を軽減し、円滑にネットワーク機器の管理を支援できると考えられる。また、AR マーカの内側に QR コードを組み込み、ダブルチェックすることで精度向上を図れると推測される。

そして、今後実際の情報システム環境に導入し、ネットワーク管理者による利用評価実験を実施することを考えている。

また本システムを用いることにより、「どの程度人為的ミス軽減できるか」を評価できていない。しかし、人為的ミスを計測することは難しい。そのため、ネットワークの管理における作業時間を短縮することで、作業実施者が行った作業内容を作業実施者と確認者が確認する時間が増

加する。全体の作業時間が変わらず、確認に掛ける時間が増えることで、本システムを用いない時より人為的ミスは軽減につながると考えられる。このことから、評価実験は従来の方法(ネットワーク管理者の手持ちの PC と作業手順)と本システムを用いた場合で同じ設定情報を取得する際に要した時間を計測し、比較することを考えている。さらに、本システムを用いることで、作業手順書の記載の設定値と本システムによってタブレット端末に表示される現物から導出した設定値が同じであることを確かめることで、作業するポートや設定する値を、より確実に確認できる。このように、本システムによって、作業前の確認が複数回実施できることは、作業を実施するネットワーク管理者の心理的な不安を軽減すると期待できる。今後、ネットワーク管理の現場に試験的に導入し、作業員・管理者へのアンケートによる利用評価も併せて実施する予定である。

7. おわりに

本研究では、ネットワーク管理の支援を目的とし、ARを用いてネットワーク機器の設定情報を可視化するシステムを開発してきた。評価実験の結果、本システムを用いることにより、タブレット端末をネットワーク機器に張り付けられた AR マーカにかざすだけで、ネットワーク機器の設定情報を閲覧できることが確認できた。

今後の課題として、AR マーカの絵柄を工夫することにより、AR マーカの認識の精度と速度を向上させる。また、今回の評価実験では本システムの AR マーカの認識に着目した実験しか行っていないため、今後実際の情報システム環境に導入し、ネットワーク管理者による利用評価実験と従来の手法と本システムを用いた場合の作業時間の計測を予定している。その時に、本システムの設定情報表示機能の表示内容・位置等をネットワーク管理者と検討する。

謝辞 本研究の遂行にあたり、貴重なご助言をいただきました(株)サイバーリンクス(クラウド基盤管理室)松山浩士氏、上田拓実氏、岡本亮介氏に感謝いたします。貴重な研究資料をご提供頂きました大分大学西野浩明教授に感謝いたします。

参考文献

- [1]長谷川太一, 井口信和:ネットワーク管理運用支援を目的とし AR による機器設定可視化システムの開発, 電子情報通信学会関西支部, Vol.21, (2016).
- [2]T. Miyashita, P. G. Meier, T. Tachikawa, S. Orlic, T. Eble, V. Scholz, A. Gapel, O. Gerl, S. Arnaudov, and S. Lieberknecht: An augmented reality museum guide, ISMAR 2008, pp103-106 (2008).
- [3]D. Kosugi, T. Teshima, A. Kanda: AR を用いた児童用地図学習教材の開発と評価, 日本教育工学論文誌, pp.117-120, (2012).
- [4]ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

- [5]A Simple Network Management Protocol, <https://tools.ietf.org/html/rfc1157>
- [6]Network Configuration Protocol, <https://tools.ietf.org/html/rfc6241>
- [7]大野邦夫, 須藤僚, 新麗: ネットワークコンシエルジュの検討 ~利用者モデルとデータモデルによる遠隔からのネットワーク機器管理~, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-DD-067, No.70, pp.13-20.
- [8]YANG, <https://tools.ietf.org/html/rfc6020>
- [9]H. Nishino, Y. Nagatomo, T. Kagawa, et al.: A Mobile AR Assistant for Campus Area Network Management, CISIS, pp.643-648, (2012).
- [10]田宮聡, 片岡誠, 天目隆平, 他: 複合現実型情報提示によるネットワーク配線作業の支援システム, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.69, pp.13-14, (2007).
- [11]“Open Micro Server,” <http://openblocks.plathome.co.jp/products/oms400/>
- [12]鄒曉明, 横山輝明: 拡張現実技術 (AR) によるコンピュータネットワークの可視化システム, IC2015, pp.103-104.
- [13]國友美希, 山内正人, 加藤朗, 他: 使用シーンを考慮した機材情報表示システムの提案, DICOMO2014 シンポジウム, pp.1278-1283