

作業手順書に基づいたネットワーク機器設定における 入力コマンドのダブルチェックを可能とする設定補助システム

長谷川太一^{†1} 井口信和^{†2}

概要: ネットワーク機器の管理には、ネットワーク機器の接続や、設定の変更または、それらが正しく実施されているか確認する作業がある。そして、これらの作業を実施する時に作業ミスを減らすため、二人以上の管理者で作業を実施する場合がある。二人以上の管理者で作業を実施する場合は設定者と確認者の二手に分かれ、設定者が実施した作業内容を設定者と確認者が複数回にわたり確認する。この時、作業は作業手順書に基づき実施され、確認はネットワーク機器の接続状態や設定内容を作業手順書と照らし合わせる。しかし、このような手順で作業を実施する場合においても作業ミスは発生する。そこで、本稿では作業手順書に基づいたネットワーク機器の管理作業において、管理者が入力するコマンドのダブルチェックを可能とする設定補助システムを開発した。本システムは、設定者が入力するコマンドを一度確認者が持つタブレット端末に送信し、確認することで、コマンドの入力ミスや間違いを減らすと考える。実験では、設定者が本システムの作業用コンソールを用いた場合に、作業に支障が生じる遅延が発生しないか検証し、作業に支障が出るような遅延は発生しないことを確認した。

キーワード: ネットワーク管理, 作業手順書, 作業支援, AR, NETCONF

Setting Support System Enabling Double-Check of Entered Command in Network Equipment Based on Operation Procedure Manual

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

Abstract: For management of network equipment, there are tasks of connecting network equipment, changing configuration, or checking whether they are being executed correctly. Then, in order to reduce mistakes two or more managers performed control works. When work with two or more persons, it is divided into two, the administrator and the confirmer, the administrator and the confirmer confirm the work content performed by the administrator more than once times. Then, work is based on an operation manual, and confirmation checks the setting information of the network equipment and the operation manual. However, even in the case of carrying out the work with the procedure, mistakes in operation occur. Therefore, in this paper, we developed a system that Double-Check of enter command in network equipment setting based on the operation procedure manual. We think that this system reduces mistakes or mistakes enter commands and confirming the command entered by the configurator once to the tablet terminal possessed by the reviewer. In the experiment, it was verified whether or not a delays causing troubles in work occurred when the configurator used the original console of this system. Then, it was confirmed that there was no delay that would hinder work.

Keywords: Network management, Operation manual, work support, 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人以上の管理者により作業する場合がある。2人以上で作業する場合に設定者と確認者に分かれ、実施した作業内容を複数回にわたり確認する。この時、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の作業を実施する。2人以上の管理者が作業手順書を用いて、ネットワーク機器の設定変更や確認を実施することで作業ミスの発生を防止している。

しかし、このようなネットワーク機器の管理においても人為的ミスを完全に防ぐことは困難である。そこで、上記の手順でネットワーク機器を管理する場合において、人為的ミスが発生する場面を分けて考える。一つ目に、作業手順書に書かれた設定や、作業用PCのコンソールに入力したコマンドや表示された設定情報を読み間違える場合がある。現状では、確認者は設定者の手持ちの作業用PCを覗き込み、作業手順書に記載された設定情報と比較している。二つ目に、ネットワーク機器に設定を施す時に、作業用PCのコンソールに入力するコマンドを間違える場合がある。現状では、ネットワーク機器にコマンドを発行する前、または、設定を施した後に設定者と確認者が一台の作業用PCを2人で共有し、確認している。ネットワーク機器の設定を誤ると、設定を施したネットワーク機器の通信障害だけ

^{†1} 近畿大学大学院 総合理工学研究科,
Graduate School of Science and Engineering Research,
Kindai University

^{†2} 近畿大学 理工学部 情報学科,
Department of Informatics, Faculty of Science and Engineering,
Kindai University

でなく、ネットワーク全体に影響が及ぶ恐れがある。これにより、2人以上の管理者による作業手順書を用いたネットワーク機器の管理においても人為的ミス完全に防ぐことは困難である。

そこで我々はこれまでにARを用いたネットワーク機器の設定情報を可視化するシステム（以下、既存システム）を開発してきた[1]。これにより、確認者はネットワーク機器に重畳表示した物理ネットワークの設定情報と作業手順書を比較することができる。したがって、一つ目の場面において確認者の作業支援を可能とした。

本稿では、二つ目の場面に着目し、入力されたコマンドのダブルチェックを可能とする機能を新たに追加した、作業手順書に基づいたネットワーク機器管理における設定補助システム(以下、本システム)を開発した。本システムは、設定者が入力したコマンドを一旦、確認者が持つタブレット端末に送信し、確認することで、設定のダブルチェックを可能とする。そのため、確認者はネットワーク機器に発行するコマンドを確認し、コマンド発行の許可・拒否ができる。このため、誤ったコマンドをネットワーク機器に発行することを防げる。

本稿は以下の構成の通りである。まず、2章でネットワーク機器の管理の現状を述べる。そして、3章で本研究に関連する技術・研究について述べる。4章で本システムの前提と、本システムの構成、そして、これまでに開発した機能について述べる。5章では、本稿で新たに追加した機能について述べる。6章で本システムの利用想定について

述べる。7章は本システムの実験について述べる。そして、8章でまとめについて述べる。

2. ネットワーク機器管理の現状

ネットワーク機器の管理作業手順の例を図1に示す。図1の①内において、まず作業手順書に記載された設定とネットワーク機器の設定情報を設定者と確認者が確認する。作業手順書とネットワーク機器の設定情報を比較し、確認者が異なっていることを確認した場合は、設定者に誤っている箇所を指摘する。そして、作業手順書の手順通りに設定を施したことを確認できた場合に、作業に要した時間、作業を終了した時刻、及び作業内容に関して確認したことを作業手順書に記入する。設定者と確認者のチェックが作業手順書に記入されたことを確認した後に次の作業項目に移る。上記の手順で作業を進行し、全ての作業項目に対してチェックが記入されたことが確認できると一連の作業が終了となる。このように、2人以上の管理者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実施することで作業ミスの発生を防止している。

3. 関連技術・研究

人為的ミスを防ぐ関連研究としては、医療、航空、鉄道、電力などの人による誤りが人命に直結する分野において、ヒヤリ・ハットの事例やエラー要因の分析・対策を行う手法が確立されている[2][3]。また、これらの分野の手法をIT分野のセキュリティインシデントに対応することで、人為的ミスを防止する研究がなされている[4]。

これらの手法に対して、実施した作業を複数人で確認作業の多重化し、人的対策を実施することが多い[5]。医療の現場では、注射業務と内服業務の際に、薬剤、患者、実施者の三点確認する認証システムを導入することで、ヒヤリ・ハットの報告事例が減少している[6]。本研究では、設定者と確認者に分かれ、ネットワーク機器の設定をダブルチェックするシステムを提案する。これにより、コンソールに入力するコマンドの間違いを減らせる。

また、ネットワーク機器を管理するシステムとして、Cacti[7]が挙げられる。Cactiはネットワーク監視や、機材の情報を蓄積し、蓄積したデータを用いてグラフを生成するシステムである。これを使用することでおよその原因追及が可能である。しかし、このシステムの情報を見ながらネットワーク機器に設定を施す場合、コマンドを間違えるなど人為的ミスが発生する可能性がある。これに対して、本システムを用いることでネットワーク機器の設定情報をタブレット端末から確認することができ、誤ったコマンドをネットワーク機器に発行することを減らせる。

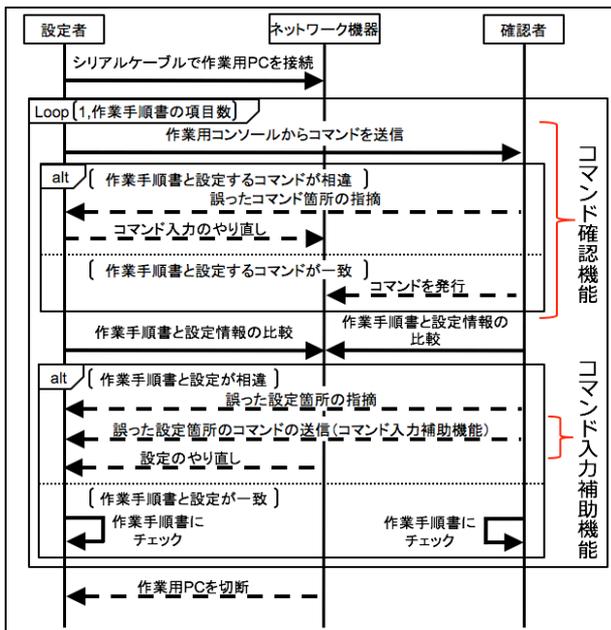


図1 現状のネットワーク機器管理のシーケンス図

Figure 1 Current network equipment management sequence diagram

4. ネットワーク機器設定補助システム

本章では、これまでに開発したシステムについて述べる。はじめに、本システム的前提について述べ、本システムの構成と既存の機能について順に述べる。

4.1 前提

本研究では、まずこの手法の有用性を確認するために、本学で開講されるシスコネットワークアカデミーで使用する Cisco Systems 社ルータ Cisco 1921 (以下、ルータ) を対象とする。ルータは、作業用 PC とシリアルケーブルで接続することにより、CUI で設定が可能である。設定者は新たに開発した本システムのコンソール (以下、作業用コンソール) でルータに設定を施す。本システムの作業用コンソールはシリアル通信を可能にするために、RXTX[8] を用いた。そのため、設定者が持つ作業用 PC の OS は Windows とする。確認者が持つタブレット端末に表示する設定情報は、既存システムの設定情報取得機能によりルータから取得する。そのため、ネットワーク機器は NETCONF に対応しているものとする。また、本システムは各ネットワーク機器の識別に AR マーカと QR コードを組み合わせたマーカ (以下、マーカ) を使用する。そして、各マーカに一意の ID を設定し、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マーカを貼り付ける。加えて既存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 アドレスを少なくとも一つはサーバが保持しており、IP アドレスと ID を対応させる。

本システムの利用想定を図 2 に示す。設定者は、作業用 PC の作業用コンソールと作業手順書を用いて設定を施す。確認者は、タブレット端末と作業手順書を用いて設定者が設定したルータを確認する。実際に企業で使用されている作業手順書の例を図 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、設定

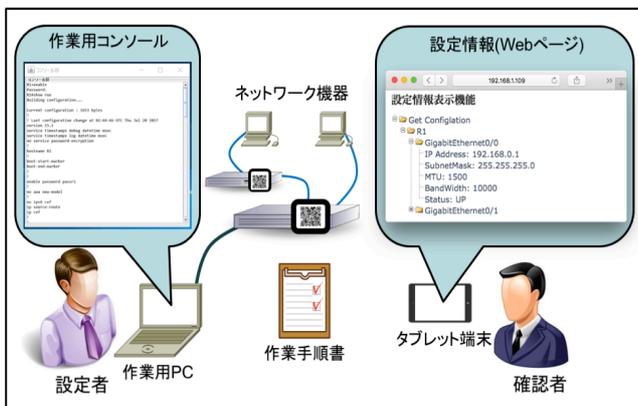


図 2 本システムの利用想定
Figure 2 Usage assumption of this system

者と確認者の作業対象となるネットワーク機器やその設置場所、作業手順がある。

既存システムは、設定者がルータに施した設定と作業手順書を照合する時に確認者が使用することを想定していた。本稿で新たに追加したコマンド確認機能とコマンド入力補助機能は、設定者がコマンドをルータへ発行する時に、設定者と確認者がコマンドを確認するために使用することを想定する。

4.2 システム構成

本システムの構成を図 4 に示す。本システムは、設定者の作業用 PC と確認者のタブレット端末とサーバから構成される。作業用 PC は操作パネル部と作業用コンソール部から構成される。作業用 PC の操作パネル部はルータと接続したシリアルポートの選択や、作業用コンソールを起動時に使用する。作業用コンソール部は、コマンドの入力、表示に使用する。タブレット端末は設定情報表示部とコマ

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: Catalyst 2950 192.168.0.1	2:20	<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設定を削除する ※コマンドは別ファイル: Cisco_Catalyst_2950-1_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ケーブル接続作業 チェックシートを確認しながら下記配線を接続する 別館: 2950-1 port4		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	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--				

図 3 作業手順書の一例

Figure 3 An example of operation manual

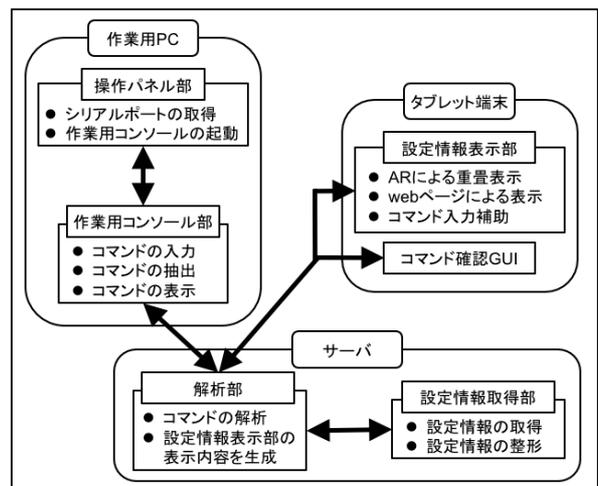


図 4 本システム構成

Figure 4 System configuration

ンド確認 GUI から構成される。タブレット端末の設定情報表示部は、ルータに貼り付けたマーカにタブレット端末をかざすことで表示する。設定情報はサーバの設定情報取得部により、各ルータから取得し、解析部で表示内容を生成する。その後、タブレット端末に送信し、設定情報を表示する。以下、本システムの既存の機能について述べる。

4.3 設定情報取得機能

設定情報取得機能では、ルータ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、ルータの設定情報を取得できる。本機能は、タブレット端末をマーカにかざすと、対象のルータに NETCONF の HELLO メッセージと GET メッセージを送信する。GET メッセージにより取得したルータの設定情報の一例を図 5 に表示する。これにより、各インターフェースの設定情報と接続先の IP アドレスを取得できる。取得した設定情報は、解析部により設定情報表示機能で使用する設定情報を抽出、設定情報表示部へ送信する。

また、本機能は設定情報を取得する時に、SNMP ではなく NETCONF を使用することで、SSH によりネットワーク機器に接続し設定情報を取得するためセキュリティを担保できる。

```
NETCONF Sample.txt
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is acf2.c580.7160 (bia acf2.c580.7160)
Internet address is 192.168.0.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full Duplex, 1Gbps, media type is RJ45

NETCONF Sample.txt
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out</response></item><item>
show</response>


| Interface | Address      | Age (min) | Hardware       | Addr | Type               | Interface |
|-----------|--------------|-----------|----------------|------|--------------------|-----------|
| Internet  | 192.168.0.1  |           | acf2.c580.7160 | ARPA | GigabitEthernet0/0 |           |
| Internet  | 192.168.0.11 | 55        | 000a.79ba.0104 | ARPA | GigabitEthernet0/0 |           |
| Internet  | 192.168.1.1  |           | 8c12.c500.7102 | ARPA | GigabitEthernet0/1 |           |
| Internet  | 192.168.1.2  | 1         | 7cc3.a189.531e | ARPA | GigabitEthernet0/1 |           |


item></cli-oper-data-block></data></rpc-reply>]]>>
```

図 5 NETCONF による設定情報取得結果の一例

Figure 5 Example of setting information acquisition result by NETCONF

4.4 設定情報表示機能

設定情報表示機能は、ルータに貼り付けられたマーカをタブレット端末が識別することで、ルータ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。確認者は、ネットワーク機器に張り付けられたマーカにタブレット端末をかざす。タブレット端末は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 6 の左上に示す設定情報表示部、図 6 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 6 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。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、または確認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。ネットワーク管理者は、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。

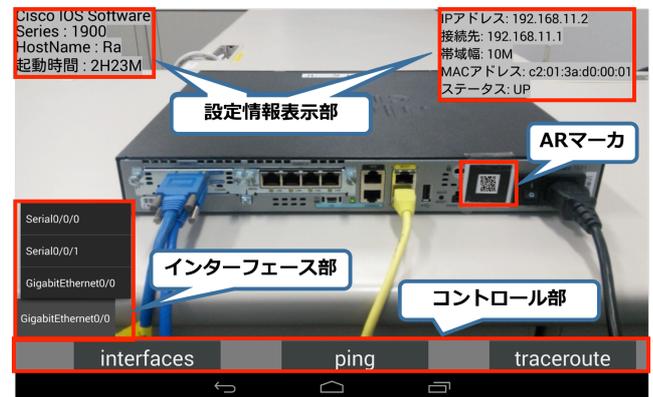


図 6 設定情報表示機能の GUI

Figure 6 Display function for setting information of network equipment

5. 追加機能

本章では、入力されたコマンドのダブルチェックを可能とするために、新たに追加した機能について述べる。

5.1 コマンド確認機能

コマンド確認機能は、設定者が作業用コンソールに入力したコマンドの内、ルータの設定に関するコマンドのみを確認者のタブレット端末に送信する機能である。

まず、設定者は作業用 PC とルータをシリアルケーブルで接続する。そして、一般的にネットワーク機器の設定変

更や確認を行う際、TeraTerm[9]や PuTTY[10]などのコンソールウインドウを使用して作業する。これに対して、本システムを使用する場合は、図7に示すような本システムの操作パネルから“新しく接続”をクリックし、シリアルポートを選択する。その後、“コンソール表示”をクリックすることで図2に示すような作業用コンソールが表示され、作業用コンソール上にコマンドを入力できる。設定者が作業用コンソールに入力したコマンドとなる文字列を入力すると、その文字列をシリアル通信経由でルータへ発行する。そして、シリアル通信経由でルータから受け取った文字列を出力結果として作業用コンソール上に表示する。そのため、設定者は作業用コンソール上にコマンドを入力と、それに対するルータからの出力結果を確認できる。

本システムは、ルータの設定に関するコマンドが入力された場合、コマンドをルータへ直ぐには発行しない。本システムにおいて、ルータの設定に関するコマンドとは、インターフェースやルーティングの設定に関するコマンドをいう。設定情報を確認するための show コマンド等は設定に影響しないため、ルータへそのまま発行する。ルータの設定に関するコマンドを入力すると、その文字列は確認者のタブレット端末に送信し、図8の右側のように表示する。そして、確認者は表示されたコマンドが作業手順書の作業内容と一致するかを確認する。一致する場合は“許可”をタップすることで、設定者の作業用 PC からそのコマンドを発行できる。異なる場合は、“拒否”をタップすることで、そのコマンドは発行されず、設定者はコマンドの入力をやり直し、再度確認者へ送信する。これにより、コンソールに入力するコマンドの間違いを減らせる。



図7 操作パネル
Figure 7 Control panel



図8 コマンド確認機能
Figure 8 Function to double check commands

5.2 コマンド入力補助機能

コマンド入力補助機能は、確認者のタブレット端末上に表示された設定情報の内一つを選択することで、設定者の作業用 PC の作業用コンソールに、それを変更するコマンドを入力する機能である。

まず、確認者はタブレット端末をルータに貼り付けたマーカーにかざす。タブレット端末はルータのマーカーを読み取り、Web ブラウザを起動する。Web ブラウザからルータに紐づけられた ID をサーバに送信する。サーバは、受信した ID に対応するルータの設定情報を既存システムの設定情報取得機能により、NETCONF を用いて取得する。取得した設定情報を基に Web ページを構成し、HTTP 通信でタブレット端末に送信し、表示する。

タブレット端末用の Web ページに表示する設定情報を図8に示す。確認者はタブレット端末に表示する設定情報と作業手順書の作業内容を照合し、異なる場合に該当する設定情報の文字列をタップする。サーバは、該当する設定情報のコマンドの入力に必要なモードとインターフェースの変更する文字列を設定者の作業用コンソールに送信する。その後、設定情報を変更するコマンドと、設定されている値を引数として作業用コンソールに送信し、表示する。設定者は、引数の値を変更するのみでコマンドを発行できる。

6. 本システムの利用想定

本システムの利用想定を図9に示す。まず設定者は、作業用 PC とネットワーク機器をシリアルケーブルで接続する。その後、コマンド確認機能を用いて作業用コンソール機器に発行でき、拒否の場合には、設定者は改めてコマンドを入力する。コマンドを発行した後に、作業手順書とネットワーク機器の設定情報を確認する。この時、確認者が誤った設定を確認した場合、確認者はコマンド入力補助機能を用いてタブレット端末から、誤った設定に関するコマンドを作業用コンソールに送信する。設定者は作業用コンソールに表示するコマンドの引数を変更するだけで、ネットワーク機器に設定を変更できる。そして、ネットワーク機器の設定情報と作業手順書が一致している場合、設定者と確認者は作業手順書に確認したことを記入する。それぞれのチェックが確認できた後に次の作業項目に移る。これらの手順を作業手順書に記載された作業項目の数だけ繰り返す。

次に具体例を示す。GigabitEthernet0/0 の IP アドレスが作業手順書の作業内容と異なることを確認者が確認したとする。確認者は、該当する IP アドレスの“IP Address 192.168.0.1”をタップすると、作業用 PC の作業用コンソールは、「interface GigabitEthernet0/0」が入力され、遷移する。そして、次の行に「ip address 192.168.0.1 255.255.255.0」のような文字列が表示され、設定者はコマンドの引数を変更

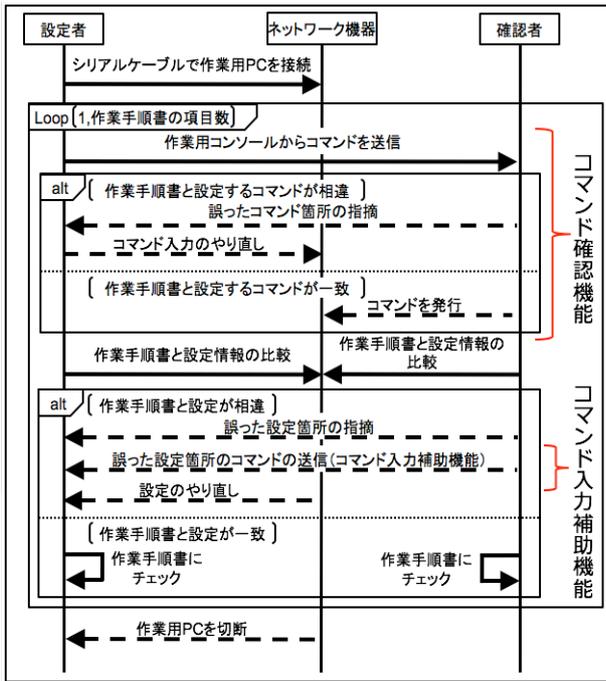


図 9 本システムを利用した
ネットワーク機器管理のシーケンス図

Figure 9 Sequence diagram of network equipment
using this system

する。ここで、設定者が入力したコマンドはルータの設定に関するコマンドであるため、コマンド確認機能が呼び出され、確認者が承諾した後にルータへコマンドを発行する。

本機能により、ルータの設定情報と作業手順書の作業内容が異なった場合において、インターフェースの選択ミスなどの設定者が入力するコマンドの入力ミスや間違えを減らす。

7. 実験

本章では、本システムの性能評価実験について述べる。実験では、本システムで想定するルータ Cisco1921 と表 1 に示すスペックの作業用 PC を用いた。

表 1 実験で使用した作業用 PC

Table 1 Operation PC used in the experiment

OS	Windows 8.1 64bit
CPU	i5-3427U, 1.80GHz
MM	8GB

設定者が本システムの作業用コンソールを用いた場合に、作業に支障が生じる遅延が発生しないか検証するために、作業用コンソールの応答時間を計測した。実験では作業用コンソールにコマンドとなる文字列が入力してから、

それに対する出力結果が作業用コンソールに表示されるまでの時間を 20 回計測した。時間の計測には、本システムに時間を計る Java の API を用いた。また、通常時のネットワーク機器の管理作業として、Tera Term を使用した。時間の計測には、Tera Term のタイムスタンプを使用し、ログファイルから算出したものである。実験では、以下に示すコマンドを用いた。

- (1) ip address 192.168.0.254 255.255.255.0
- (2) ping 192.168.0.1
- (3) show running-config

結果を表 2 に示す。実験した中で比較的に時間を要した (3) のコマンドにおいても平均 3 秒で全ての文字が作業用コンソール上に表示できることを確認した。以上より、設定者が、本システムを用いてルータに設定を施す場合においても、作業に支障が出るような遅延は発生しないと考えられる。

表 2 性能評価の計測結果

Table 2 Measuring result

入力した コマンド	本システムの コンソール(秒)		Tera Term	
	平均 (秒)	標準 偏差(秒)	平均 (秒)	標準 偏差(秒)
ip address	1.017	0.204	0.249	0.047
ping	1.215	0.133	0.957	0.333
show run	2.947	2.947	1.492	0.411

8. まとめ

本稿は、管理者のダブルチェックを可能とすることで作業手順書に基づいたネットワーク機器の管理作業を補助するシステムを開発した。本システムは、設定者が入力するコマンドを一度確認者が持つタブレット端末に送信し、確認することで、コマンドの入力ミスや間違えを減らすと考える。

実験により、作業用コンソールは作業に支障が出るような遅延は発生しないことを確認した。今後の予定として、ネットワーク管理の現場に試験的に導入し、設定者と確認者へのアンケートによる利用評価を実施する。

また、本システムを使用する際に、確認者が多数存在する場合は考えられる。確認者の人数に合わせたタブレット端末を複数台用意することで、対応することができる。しかし、コマンド発行時において、確認者が複数いる場合、その確認ミスにより、正しいコマンドが発行できないことが想定される。そこで、今後の予定として複数人の確認者が

存在する場合において、「コマンド確認機能」は多数決によりコマンドを発行する機能の開発を計画している。

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いただ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: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, インターネットと運用技術シンポジウム 2016 論文集, Vol.2016, p.49-56(2016).
- [2]JR 東日本研究開発センター 安全研究所:保守用車運転従事者能力向上訓練ツールの開発,
https://www.jreast.co.jp/development/tech/pdf_35/Tech-35-14-17.pdf,(参照 2017-7-19).
- [3]高川健一:海外の原子力発電所における運転員ヒューマンエラー事例の新しい分類と利用しやすい事例シートの作成, INSS Journal, Vol.2004,p95-106(2004).
- [4]新原功一, 原田要之助:情報セキュリティインシデントに対するヒューマンエラー対策の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.55,No.10,p.2318-2326(2014).
- [5]安藤玲未, 芦野佑樹, 島成佳:IT システム運用時におけるインシデント分類に関する一考察, ICSS2013, Vol.2014-SPT-8,No.33,p.191-195(2014).
- [6]川本俊治, 富永理子, 他:電子カルテ・認証システムの導入が処方・与薬のヒヤリ・ハット報告に与える影響について, 日本医療マネジメント学会雑誌, Vol.10,No.2,p.443-448(2009).
- [7]Cacti group Inc: Cacti,
<https://www.cacti.net/>, (参照 2017-7-19).
- [8]RXTX, <http://users.frii.com/jarvi/rxtx/>, (参照 2017-7-19).
- [9]TeraTerm,
<http://ttssh2.osdn.jp/index.html.ja>, (参照 2017-7-19).
- [10] PuTTY,
<https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/index.html>, (参照 2017-7-19).