

コマンドの自動生成を可能とする ネットワーク構成図描画システムの検討

小田英雄^{†1} 井口信和^{†2}

概要: ネットワークエンジニアの業務の一部として、ネットワーク構成図などの資料を作成と、それを基にコマンドを作成する作業がある。この作業における作業ミスは、誤ったネットワークの構築の一因となる場合がある。しかし、ヒューマンエラーを完全に防ぐことは不可能であるため、作業ミスを完全に防ぐことは困難である。ヒューマンエラーの対策として、作業の自動化が挙げられる。また、作業の自動化は、作業時間の短縮にも繋がる。本稿では、コマンド作成時の誤りの防止と、コマンド作成作業に掛かる時間の短縮を目的としたシステムを検討する。本システムは、タッチディスプレイを使用しネットワーク構成図を描画する。そして、描画したネットワーク構成図に基づきコマンドを自動で生成する。また本稿では、本システムに対して実施する予定である動作検証実験と性能評価実験について考察する。

キーワード: ネットワーク, ネットワーク構成図, ヒューマンエラー

A Study of a Network Diagram Drawing System with Automatic Commands Generation

HIDEO ODA^{†1} NOBUKAZU IGUCHI^{†2}

Abstract: Network engineers creates network diagrams and creates commands based on them. Errors in this work can cause network construction errors. However, it is difficult to prevent error because it is impossible to completely prevent human errors. Automation of work is one of the countermeasures against human error. In addition, work time is reduced by automating work. In this paper, we discuss a system aimed at preventing command creation errors and reducing command creation time. This system uses a touch display to draw a network diagram. And commands are automatically generated based on the drawn network diagram. In this paper, we also discuss experiments.

Keywords: Network, Network diagram, Human error

1. はじめに

ネットワークエンジニアの業務の一部として、ネットワークの設計と構築がある[1]。ネットワークの設計では、案件毎に定められた要件を実現するネットワークを設計する。その際、物理構成図や論理構成図といったネットワーク構成図などの資料を作成する。そして、作成した資料を基にネットワーク機器に対して発行するコマンドを作成する。ネットワークの構築では、設計時に作成した資料を基にネットワーク機器同士を結線し、コマンドを発行することでネットワークを構築する。

ネットワークの設計で作業ミスが発生すると、ネットワーク障害の原因となるネットワークの構築ミスに繋がる。しかし、作業ミスの一因であるヒューマンエラーを完全に防ぐことは不可能とされており[2]、作業ミスを完全に防ぐことは困難である。ヒューマンエラーに対する防止策の一つとして、作業の自動化が挙げられる[3]。また、作業の自動化は、作業時間の短縮にも繋がる。ネットワーク機器に

発行するコマンドの作成や確認は、時間が掛かる作業である[4]。そのため、作業時間の観点からも自動化に対する期待は大きい[4]。そこで、本稿では、自動化による作業ミスの防止と、作業の効率化で有効であるといえるコマンド作成作業に注目した。

本稿では、コマンド作成時の作業ミスの防止と、コマンド作成作業に掛かる時間の短縮を目的に、コマンドの自動生成を可能とするネットワーク構成図描画システム(以下、本システム)を検討する。本システムは、タッチディスプレイに描画したネットワーク構成図に基づき、そのネットワークの構築に必要なコマンドを自動で生成する。これにより、コマンド作成時の作業ミスを防止できる。また、人によるコマンド作成の必要がなくなるため、作業時間の短縮が期待できる。

本稿の以降の構成は以下の通りである。まず、2章で関連研究と関連サービスについて述べる。次に、3章で本システムの概要について述べる。4~7章で、機能について述べ、その評価方法を8章で述べる。最後に9章でまとめと今後の課題を述べる。

^{†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 Informatic, Faculty of Science and Engineering,
Kindai University

2. 関連研究と関連サービス

2.1 ヒューマンエラー

ヒューマンエラーの防止等を目的に、IT や交通といった分野で、ヒューマンエラーの影響や要因の分析を扱った研究がなされている[5][6]. また、ヒューマンエラーの防止を目的としたシステムの開発も行われている. その一つに長谷川らが開発した、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[7]がある. このシステムでは、ネットワークの設定変更作業において、一人目の作業者が入力したコマンドを、一旦、二人目の作業者が持つタブレット端末に送信する. そして、二人目の作業者がコマンドを確認し、発行を許可した場合のみネットワーク機器に対してコマンドを発行する. コマンドのダブルチェックを可能とすることで、人為的ミスによるコマンドの入力ミスや間違いを減らす. これに対して本システムは、ネットワーク設計におけるコマンド作成時に発生するヒューマンエラーの防止を目的としている.

2.2 ネットワーク機器の自動設定

ネットワークの機器の設定の自動化に関するソフトウェアとして Ansible[8]がある. これは、構成管理ツールの一種であり、事前に用意した YAML 形式で記述した設定ファイルに基づいて、ネットワーク機器に自動で設定を施せる. これにより、作業時間の短縮や作業ミスの防止ができる.

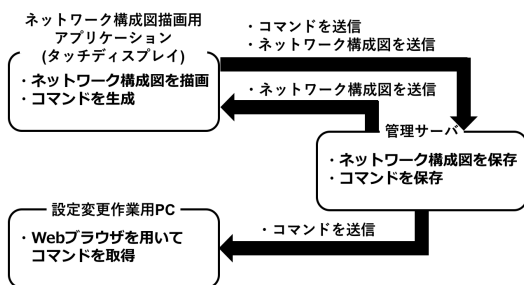


図 1 システム構成

Figure 1 System configuration

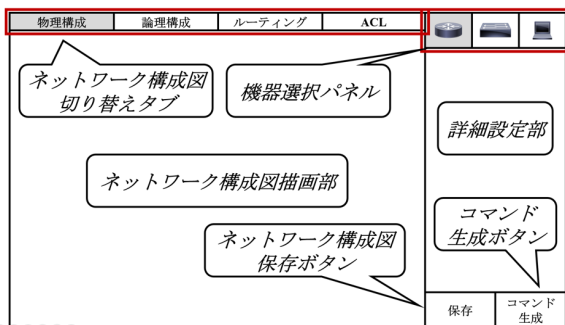


図 2 ネットワーク構成図描画用アプリケーション

Figure 2 Network diagram drawing application

これに対して本システムは、ネットワーク機器の設定変更で使用するコマンドの自動生成を行う.

2.3 ネットワーク構成図の描画

図面やフローチャートの作成を目的としたサービスとして Microsoft Visio[9]や Lucidchart [10]がある. これらのサービスは、既製のテンプレートや多数の図形を使用し図面やフローチャートを作成できる. また、これらのサービスが作成できる図面にネットワーク構成図も含まれている. これに対して本システムは、ネットワーク構成図の作成ではなく、ネットワーク構成図に基づいたコマンドの自動生成に焦点を当てている.

3. 本システムの概要

本システムの構成を図 1 に示す. 本システムは、タッチディスプレイでの使用を想定したネットワーク構成図描画用アプリケーションと、管理サーバから構成される. ネットワーク構成図描画用アプリケーションの GUI を図 2 に示す. ネットワーク構成図描画用アプリケーションは、ネットワーク構成図の描画に使用する. また、描画したネットワーク構成図に基づきコマンドを自動生成する. そして、描画したネットワーク構成図と生成したコマンドを管理サーバへ送信する. 管理サーバは、受信したネットワーク構

表 1 対応予定のコマンド

Table 1 Supported commands

個別情報	ホスト名
	名前解決
	特権 EXEC モードのパスワード
	コンソールの設定
	vtty の設定
	パスワードの暗号化
	バナーの設定
	ログの同期
	設定の保存
	インターフェース関連
	サブネットマスク
	VLAN
	インターフェースの状態
	帯域幅
	クロックレート
ルーティング	スタティックルート
プロトコル	RIP
	OSPF
	EIGRP
ACL	標準 ACL
	拡張 ACL

成図とコマンドを保存する。管理サーバに保存したコマンドは、ネットワーク機器の設定変更作業に使用するパソコン(以下、設定変更作業用 PC)の Web ブラウザを使用し取得する。本システムは、ルータとスイッチ、ホストから構成されるネットワークへの対応を予定している。また、本システムが対応予定のコマンドにより設定できる項目の一部を表 1 に示す。

4. ネットワーク構成図描画機能

本機能は、作業者がネットワーク構成図描画用アプリケーションを使用しネットワーク構成図を描画する機能である。作業者は、ネットワーク構成図を物理構成図、論理構成図、ルーティング図、ACL 図の 4 つに分けて描画する。これらは、ネットワーク構成図切り替えタブで切り替えることができる。また、本機能は、バナーメッセージの表示や、パスワードの暗号化の可否といった単一のネットワーク機器で完結する設定(以下、個別情報の設定)ができる。

4.1~4.4 章では、各図の描画に関する詳細について述べる。4.5 章では、個別情報の設定について述べる。

4.1 物理構成図

物理構成図には、ネットワーク機器同士の結線情報と、結線に使用したインターフェースを記載し、ネットワーク機器の物理的な繋がりを描画する。

4.1.1 章では、ネットワーク機器の配置と結線について述

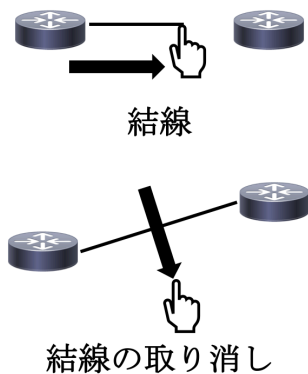


図 3 結線と結線の取り消し
Figure 3 Connect and disconnect

GigabitEthernet	0	0	0
FastEthernet	1	1	1
Serial	/	OK	

図 4 インターフェース選択パネル
Figure 4 Interface selection panel

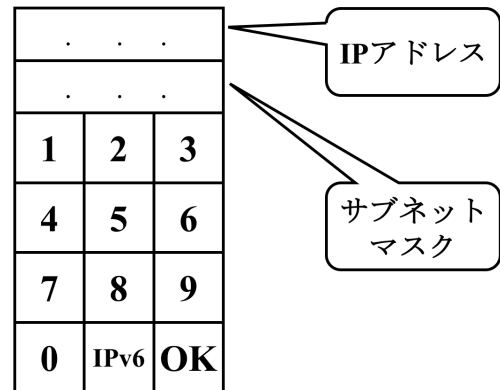


図 5 IP アドレス設定パネル
Figure 5 IP address setting panel

べる。4.1.2 章では、インターフェースの指定について述べる。

4.1.1 ネットワーク機器の配置と結線

ネットワーク機器の配置と結線は、タッチディスプレイに対するタッチ操作で行う。機器選択パネルに表示されるネットワーク機器やホストをタップすることで、配置する機器を選択できる。そして、ネットワーク構成図描画部をタップすることで、任意の場所に選択した機器を配置できる。配置したネットワーク機器同士の結線は、二台のネットワーク機器を結ぶようにスワイプし行う。結線した二台のネットワーク機器の間には、結線を示す線が表示される。また、結線を示す線を切るように垂直にスワイプすることで結線を取り消し、二台のネットワーク機器を結線する前の状態に戻せる。結線と結線を取り消しの様子を図 3 に示す。

4.1.2 インターフェースの指定

結線に使用するインターフェースの指定には、図 4 に示すインターフェース選択パネルを使用する。インターフェース選択パネルは、ネットワーク機器を結線した際にネットワーク機器の上部に表示される。一例として、インターフェース『serial 0/0/1』を指定する場合について述べる。作業者は、インターフェース選択パネルの『Serial』、『0』、『0』、『1』を順に選択し、最後に『OK』をタップする。これによりインターフェースの指定は完了し、物理構成図上には『S0/0/1』と表示される。

4.2 論理構成図

論理構成図には、IPアドレスとVLANの情報を記載し、ネットワーク機器の論理的な繋がりを描画する。論理構成図描画時には、結線に使用したインターフェースの上部に、ネットワーク機器に応じて、IPアドレス設定パネル、またはVLAN設定パネルが表示される。ルータに対して表示されるIPアドレス設定パネルを図5に示す。IPアドレス設定パネル上の数字をタップすることでIPアドレスを入力できる。

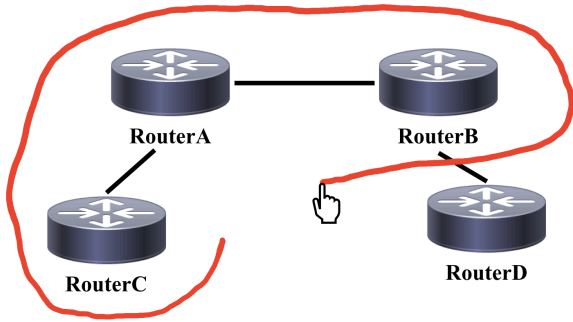


図 6 ルーティングの範囲指定
Figure 6 Specifying the routing range

スタティック
RIP
OSPF
EIGRP

図 7 ルーティングプロトコル選択パネル
Figure 7 Routing protocol selection panel

また『IPv6』をタップすることで、IPアドレス設定パネルは、IPv6を設定するパネルに切り替わる。IPアドレスの入力後、『OK』をタップすることでインターフェースにIPアドレスを割り振れる。この時、本機能は、IPアドレスの重複を確認する。IPアドレスの重複が確認された場合、入力したIPアドレスは割り振られず、作業者にその旨を通知する。また、作業者が、スイッチに対して表示されるVLAN設定パネルに、VLANの情報を入力することで、対象のインターフェースが所属するVLANを設定できる。

4.3 ルーティング図

ルーティング図には、ルーティングに関する情報を記載する。ルーティングプロトコルを適用する範囲は、その範囲を囲むように線を描くことで指定できる。範囲を指定する線を描く様子を図6に示す。描画した線の内側に含まれるルータに、ルーティングプロトコルが適用される。ルーティングに使用するプロトコルの選択は、線の描画後に表示されるルーティングプロトコル選択パネルを使用する。ルーティングプロトコル選択パネルを図7に示す。本システムでは、ルーティングプロトコルとしてスタティックルート、RIP、OSPF、EIGRPへの対応を予定している。

4.4 ACL図

ACL図にはネットワーク機器に対して設定するACLを記載する。ACLは、ネットワーク機器のインターフェースに

対して矢印を描くことで示す。インターフェースに向かう矢印を描くとインバウンドを表し、インターフェースから伸びる矢印を描くとアウトバウンドを表す。あるルータに対して2つのACLを設定した様子を図8に示す。左の矢印はインバウンドで設定するACLであり、右の矢印はアウトバウンドで設定するACLである。描いた矢印をタップすることで詳細表示部にACL設定用のパネルが表示される。ACLの細かな設定には、このパネルを使用する。

4.5 ネットワーク機器の個別情報の設定

配置したネットワーク機器をタップすることで、詳細設定部に個別情報設定用パネルが表示される。ネットワーク

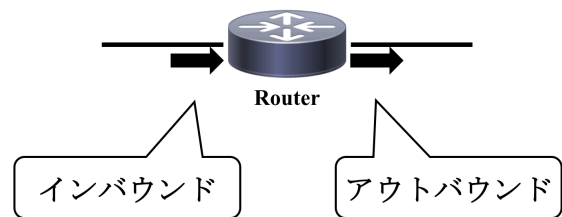


図 8 ACLを示す矢印
Figure 8 Arrow indicating ACL

個別情報

ホスト名：
Router_A

名前解決機能を停止

ログを同期

パスワードを暗号化

インターフェース

serial 0/0/1 変更

IPアドレス：
192 . 168 . 0 . 1

サブネットマスク：
255 . 255 . 255 . 0

インターフェースを立ち上げる

クロックレート：
64000 ▼

図 9 個別情報設定用パネル
Figure 9 Individual information setting panel

機器の個別情報の設定には、この個別情報設定用パネルを使用する。個別情報設定用パネルの一部を図9に示す。また、物理構成図や論理構成図の描画時に設定したインターフェースやIPアドレスを修正できる。ネットワーク機器の個別情報の設定は、いずれの図の描画時にもできる。

5. ネットワーク構成図保存機能

本機能は、作成したネットワーク構成図を管理サーバに保存する機能である。ネットワーク構成図は、作業者がネットワーク構成図保存ボタン、またはコマンド生成ボタンをタップすると、管理サーバに送信され保存される。また、作業者は、ネットワーク構成図を保存する際にネットワーク構成図に名前を設定する。ネットワーク構成図は、名前と保存日時で識別する。

6. ネットワーク構成図読み込み機能

本機能は、ネットワーク構成図保存機能により管理サーバに保存されたネットワーク構成図を読み込む機能である。読み込んだネットワーク構成図は、ネットワーク構成図描画用アプリケーションのネットワーク構成図描画部に表示される。ネットワーク構成図描画部に表示されたネットワーク構成図は、ネットワーク構成図描画機能を使用し修正できる。

7. コマンド生成機能

本機能は、コマンドを自動生成する機能である。コマンド生成ボタンをタップすると、ネットワーク構成図描画用アプリケーションは、ネットワーク構成図に基づきコマンドを自動生成する。生成されたコマンドは、管理サーバに送信され保存される。また、この時、ネットワーク構成図保存機能により、ネットワーク構成図も管理サーバに送信され保存される。

管理サーバに保存されたコマンドは、設定変更作業用PCのWebブラウザを使用し、テキストファイルとして取得で

```
enable
configure terminal
hostname R1
banner motd #message#
service password-encryption
no ip domain-lookup
interface serial 0/0/1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
no shutdown
clock rate 64000
exit
```

図 10 生成したコマンド

Figure 10 Generated commands

きる。ルータに対する発行を想定し生成したコマンドの一例を図10に示す。この例では、物理構成図描画時に、インターフェースとして『serial 0/0/1』を選択し、論理構成図描画時に、IPアドレス『192.168.1.1』を割り振っている。また、ネットワーク機器の個別情報として、ホスト名や、パナーの設定を行っている。

生成するコマンドは、ネットワーク機器と接続し、コマンドの入力に使用する設定変更作業用PCのCLIに対してドラッグ&ドロップし使用することを想定している。これにより、コマンドの手入力が不要となり、コマンド入力時のタイプミスの防止が期待できる。また、コマンド入力時のタイプミス防止のためにはNETCONF[11]を用いることも有効である。しかし、NETCONFを使用するためには、事前にネットワーク機器に対してSSH等で接続するための設定を施す必要がある。本システムは初期化した状態のネットワーク機器も対象としている。そのため、現段階ではNETCONFの使用は想定していない。

8. 実験

本システムに対して、動作検証実験と性能評価実験を行う予定である。

8.1章に動作検証実験の詳細を述べ、8.2章に性能評価実験の詳細を述べる。

8.1 動作検証実験

本システムを用いて生成したコマンドを使用し、描画した通りのネットワークが構築できるか確認する予定である。実験に使用するネットワークは、Cisco Networking Academy[12]で使用する教材を基に作成する。以下に実験の手順を示す。

- ①作成したネットワークを本システムで描画し、コマンドを生成する。
- ②描画したネットワーク構成図に従い、実機のネットワーク機器を結線する。
- ③手順①で生成したコマンドをネットワーク機器に発行し、ネットワークを構築する。
- ④pingコマンドを使用しネットワークの疎通確認を行い、描画したネットワークと構築したネットワークが一致することを確認する。

一連の作業を複数のネットワークで行い検証する。その結果から、本システムがコマンドの作成を正しく行えているか考察する。

8.2 性能評価実験

本システムのコマンド生成に要する時間を計測する。コマンド生成に要する時間は、コマンド生成ボタンをタップしてから、コマンドの生成が確認されるまでの時間とする。ネットワーク機器の台数と、生成するコマンドの数を増加させながら複数回計測する。その結果から、ネットワーク機器の数と生成するコマンドの数が、コマンド生成に要す

る時間に与える影響を考察する。

また、本システムがコマンドの生成に要する時間と、人がコマンドの作成に要する時間を比較する。その結果から、本システムを使用しコマンドの生成を行なった場合、どの程度コマンド作成に要する時間を短縮できるか考察する。コマンドを作成する被験者は、エントリーレベルのネットワークサポート担当者に要求される技能を備えていることを証明する CCENT[13]所持者数名とする。

9. まとめと今後の課題

本稿では、コマンドの自動生成を可能とするネットワーク構成図描画システムについて検討した。本システムは、タッチディスプレイを使用しネットワーク構成図を描画する。そして、描画したネットワーク構成図に基づき、コマンドを自動生成する。本システムにより、本研究の目的であるコマンド作成時の作業ミスの防止と、コマンド作成作業に掛かる時間の短縮が期待できる。今後は、システムを完成させ、実験を行う予定である。

また、本システムにより生成したコマンドの使用方法については、まだ課題が残ると考えている。7章で述べたコマンドの使用方法では、CLI に対してドラッグ&ドロップすべきコマンドの誤りや、同じコマンドを複数のネットワーク機器に発行してしまうおそれがある。そのため今後は、ネットワーク機器に対するコマンドの発行を補助する機能についても検討する予定である。

参考文献

- [1] シスコシステムズ合同会社 テクニカルアシスタンスセンター:改訂 2 版 ネットワークエンジニアの教科書, シーアンドアール研究所(2019).
- [2] 村田厚生:ヒューマン・エラー学の視点,現代書館(2012).
- [3] 総務省:平成 29 年 8 月に発生した大規模なインターネット接続障害に関する検証報告,入手先
(http://www.soumu.go.jp/main_content/000523153.pdf), (参照 2019-9-3).
- [4] @IT Special:@IT 読者調査で分かった、ネットワーク運用管理者が困っていること,入手先
(<https://www.juniper.net/assets/jp/jp/local/pdf/additional-resources/atmarkit-junos-survey-jp.pdf>), (参照 2019-9-3).
- [5] 島成佳, 安藤玲未, 高木大資: IT システム運用現場のヒューマンエラーに影響を及ぼす要因分析と考察, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.12, pp.2210-2278(2015).
- [6] 小菅英恵:ヒヤリハット類型と日常運転行動, 運転意識の関係-安全教育対策検討のためのヒューマンエラー分析-, 労働安全衛生研究, Vol.11, No.1, pp.25-37(2018).
- [7] 長谷川太一,井口信和: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,インターネットと運用技術シンポジウム論文集,Vol.2017,pp.33-39(2017).
- [8] Ansible is Simple IT Automation, <<http://www.ansible.com/>>(参照(2019-10-25))
- [9] Microsoft:Microsoft Visio Standard で作図をシンプルに, 入手先 < <https://products.office.com/ja-jp/visio/visio-standard-flowcharts-and-diagrams> > (参照 2019- 9-3).
- [10] Lucid Software Inc:フローチャートメーカー&オンラインダ

イアグラムソフトウェア[Lucidchart,入手先

- <<https://www.lucidchart.com/pages/ja>> (参照 2019-9-3).
- [11] Network Configuration Protocol, ,入手先
<<https://tools.ietf.org/html/rfc6241>> (参照 2019-10-26).
 - [12] Cisco Systems Inc:イントロダクション-シスコネットワークアカデミー-CiscoSystems,入手先
<https://www.cisco.com/c/m/ja_jp/netacad.html> (参照 2019-9-3).
 - [13] CCENT - Cisco,入手先
<https://www.cisco.com/c/ja_jp/training-events/training-certifications/certifications/entry/ccent.html> (参照 2019-9-3).