

# ネットワーク構成図活用型 ネットワーク機器自動設定システムのための VLAN 自動設定機能の開発

## Development of an automatic VLAN configuration function for a network device auto-configuration system utilizing network configuration diagrams.

橋本 瞭†      井口 信和‡ §  
Ryo Hashimoto      Nobukazu Iguchi

### 1. 序論

ネットワークエンジニアの主たる業務の一つに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、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施すべき設定を確認し、発行するコマンドを準備する。

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。これらの業務は手作業で実施することが多く、実際の作業現場では、多数のネットワーク機器にそれぞれ、複数の設定コマンドを発行する必要があるため、誤った設定コマンドを発行するといった作業ミスが起き、ネットワーク障害の一因となるヒューマンエラーが発生する可能性がある。また、ヒューマンエラーを完全に防ぐことは不可能であるといわれている[2]. このヒューマンエラーの防止策として、作業の自動化が有効である[3]. これにより、作業時間の短縮も可能となる。

そこで本研究では、ネットワーク構築の設定コマンド発行時における作業ミスの防止と作業時間の短縮を図ること目的に、ネットワーク構成図を活用したネットワーク機器への自動設定を可能とするシステムを開発する。本システムを用いることで、ネットワークエンジニアがネットワークを構築する際の作業負担を軽減することが期待できる。本稿では、本システムがこれまでに実装が完了している3つ機能について説明し、この中のネットワーク構成図描画機能と設定情報反映機能に対する拡張として、本研究で実装が完了した VLAN 自動設定機能を説明する。

### 2. 関連研究

ヒューマンエラーを防止する研究として、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[4]がある。このシステムは、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二人目の作業者が確認し、発行を許可した場合にのみネットワーク機器へ発行する。これに対して本システムは、ネット

ワーク構築において自動で作成された設定情報を用いて、対象のネットワーク機器への設定を自動化することにより、入力コマンドを省き、誤りを防止する。

ネットワーク構成図を描画して、作業を自動化する研究として、小田らが開発した、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おけるコマンド生成機能の開発[5]がある。このシステムは、設定コマンドの作成における作業ミスの防止と作業時間の短縮が可能である。しかし、自動生成される設定コマンドはテキスト形式で保存され、実際にネットワーク機器に発行する際は、手作業で行う必要がある。本システムの設定情報反映機能は、この問題を解消することが期待できる。

ネットワーク運用管理に使われる NETCONF と呼ばれるプロトコルを使用したネットワーク機器の操作に関連する研究として、飯島らの研究[6]がある。NETCONF と Java API を使用して開発された ON-API は、ネットワーク管理アプリケーションの開発を可能にする。実際に開発されたネットワーク管理アプリケーションでは、ネットワーク上の機器構成管理、各ネットワーク機器のコンフィグレーション管理や障害管理などを GUI 上で操作することが可能である。本システムで NETCONF が実装されている設定情報反映機能では、NETCONF を管理のために使用するのではなく、ネットワークを構築するために使用する。

### 3. 研究内容

本システムの構成を図 1 に示す。本システムは、タブレットと管理サーバ、設定対象のネットワーク機器から構成さ

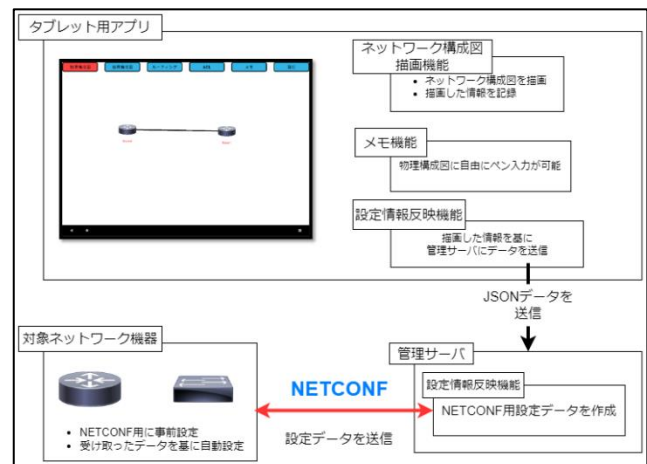


図 1 システム構成

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

‡ 近畿大学 情報学部 情報学科, Department of Informatics, Faculty of Informatics, Kindai University

§ 近畿大学情報学研究所, Cyber Informatics Research Institute, Kindai University

れる。タブレットは開発した Android アプリを操作するために利用する。タブレット用 Android アプリはネットワーク構成図描画機能、メモ機能、設定情報反映機能が搭載されている。これらの機能はタッチとスワイプで操作する。管理サーバはタブレットと HTTP 通信して、設定情報が書かれた JSON データを受け取り、保存する。次に、管理サーバは対象のネットワーク機器に NETCONF 用に加工された XML 形式の設定データを送信する。受け取ったネットワーク機器は自動で、自身の設定データを編集し、設定する。

### 3.1 NETCONF

NETCONF は、IETF (Internet Engineering Task Force) によって標準化されている、ネットワーク機器を制御するためのプロトコルである。NETCONF は設定項目の操作手順を標準化しており、ネットワーク機器と管理サーバの両方が NETCONF を実装することにより、互いの疎通が成立することになる。そのため、あらかじめネットワークを構築する時は、事前にネットワーク機器に NETCONF を対応させるように設定する必要がある。

### 3.2 タブレット用アプリケーション画面

タブレット用アプリケーションの画面を図 2 に示す。ネットワーク構成図切り替えタブ、メモボタン、設定情報発行ボタン、ネットワーク構成図描画部の 4 つからなる。これらを用いて、構築したいネットワーク構成図を描画し、設定情報を入力する。

### 3.3 ネットワーク構成図描画機能

ネットワーク構成図描画機能では、ネットワーク構成図切り替えタブに含まれる物理構成図、論理構成図、ルーティング、アクセス制御リスト (Access Control List: 以下、ACL) の 4 つのボタンを目的に応じて使い分ける。なお、物理構成図で描画した後は、どの順番からでも利用することができ、後に機器を追加し、設定情報を変更することも可能である。

#### 3.3.1 物理構成図

物理構成図では、ネットワーク構成図描画部に直接タッチして、ネットワーク機器を配置する。機器の配置と変更の流れを図 3 に示す。何も置かれていない部分をタッチすると、はじめにルータが配置される。続けて同じ機器をタッチするとスイッチ、ホストと順に変更される。配置後は、機器同士をスワイプすることでケーブルを結線することが可能である。ケーブルの削除は交差するようにスワイプすると削除する。

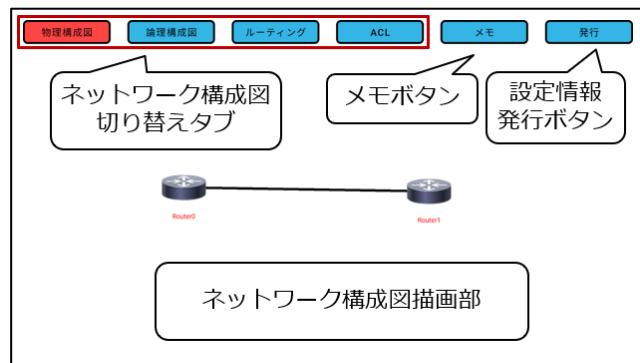


図 2 タブレット用アプリケーション画面

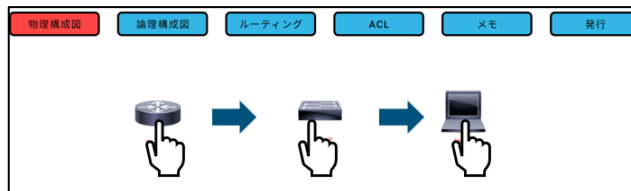


図 3 機器の配置と変更

#### 3.3.2 論理構成図

論理構成図では、物理構成図で配置したルータとスイッチに対して IP アドレスや VLAN、ホスト名、コンソールパスワードなどの基本的な情報を入力する際に利用する。アプリケーション画面の上部にある論理構成図ボタンをタッチし、配置したネットワーク機器をタッチすると、ホスト名やバナーメッセージなどを入力する画面に遷移する。また、結線されたケーブルに対してタッチすると、接続したルータとスイッチに応じて IP アドレスや VLAN の情報を入力する画面に遷移する。

#### 3.3.3 ルーティング

ルーティングでは、ルーティングプロトコルを設定するために使用する。設定方法として、まず、設定したいルータを円で囲むように描画し、円をタッチするとプロトコルを選択する画面に遷移する。ルーティングプロトコルは、RIP と OSPF が選択可能で、チェックボックスで選択する。最後に、OK ボタンをタッチし、元の画面に遷移することで、ルーティングプロトコルの設定が完了する。

#### 3.3.4 ACL

ACL では、ルータを通過するパケットに対して通過を許可、または拒否する情報を設定するために使用する。ACL の設定方法は以下の通りである。タブレット用アプリケーション上で、ケーブルで接続されたルータに対して、ケーブルに沿うように画面をスワイプすると矢印が表示する。矢印はスワイプした方向に合わせて、インバウンドとアウトバウンドの 2 種類を表示する。矢印をタッチすると、任意のアドレスに対して許可、または拒否を入力する画面に遷移する。遷移後の画面では、はじめに、設定したいアクセスリストの番号を指定する。次に、パケットを許可、または拒否するのかを指定するためにプルダウンから選択する。最後に、具体的なパケット情報として、IP アドレスとワイルドカードマスクを指定する。ワイルドカードマスクとは、指定した IP アドレスのどの部分を読み取る必要があるのかを指定するための情報である。ここまでの手順で一つの制御情報を設定する。複数の制御情報を設定したい場合は、再びアクセスリストの番号を指定して、同様の手順を繰り返す。全ての入力を終えたら、OK ボタンをタッチし、元の画面に遷移する。以上の操作で ACL を設定する。

#### 3.4 メモ機能

メモ機能では、ネットワーク構成図描画部で描画した物理構成図に対してペン入力でメモを残す機能である。入力例を図 4 に示す。上部のメモボタンをタッチし、ネットワーク構成図描画部をなぞることで、線を描画する。細かな指示や現場での気づきなどを、メモとして残すことを想定している。メモした内容はタブレットのスクリーンショットで保存して、複数のメモを残すために活用する。

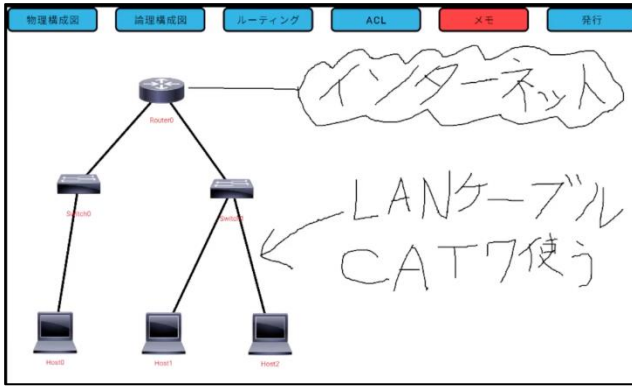


図 4 メモ機能の入力例

### 3.5 設定情報反映機能

設定情報反映機能は、タブレット用アプリケーションで描画されたネットワーク構成図や設定情報を基に、対象の構築済みネットワーク機器に自動で設定する機能である。発行ボタンを押すことで、機能が作動し、タブレットは管理サーバに対して設定情報が入力されたJSON形式のデータを送信する。次に、管理サーバがデータを受け取り、そのデータを基にNETCONF用のXML形式の設定データを作成する。最後にNETCONF用のポート番号である830番を使用して、ネットワーク機器と疎通を成立し、受け取った機器は設定項目を定義したタグごとにあるパラメータを用いて、自動で設定する。利用者はボタンを押すだけで完結し、裏側の処理を意識せずに、遠隔でネットワーク機器を設定することを想定している。

管理サーバ側はPythonで実装しており、NETCONF用のライブラリである、ncclientを使用している。これにより、開発者はプロトコルの細かな仕様を気にせずアプリケーションの開発に集中することが可能となる。現在、ネットワークベンダーのCisco社がサポートしているソフトウェアIOS-XEを搭載したルータとスイッチに対してホスト名やバナー名といった基本情報、IPアドレス、VLANなどの自動設定が可能である。

### 3.6 VLAN自動設定機能

本研究で実装したVLAN自動設定機能は、本システムのネットワーク構成図描画機能と設定情報反映機能に対する拡張機能である。この機能の利用方法は以下の通りである。まずシステム利用者はネットワーク構成図描画機能を用いて、必要な数のスイッチを物理構成図で配置する。VLANを

図 5 論理構成図でのVLAN情報入力画面

```
<config>
<native xmlns="http://cisco.com/ns/yang/Cisco-IOS-XE-native">
  <vlan>
    <vlan-list xmlns="http://cisco.com/ns/yang/Cisco-IOS-XE-vlan">
      <id>10</id>
      <name>Test</name>
    </vlan-list>
  </vlan>
  <interface>
    <GigabitEthernet>
      <name>0/1</name>
      <switchport>
        <access xmlns="http://cisco.com/ns/yang/Cisco-IOS-XE-switch">
          <vlan>10</vlan>
          <name>Test</name>
        </access>
      </switchport>
    </GigabitEthernet>
  </interface>
</native>
</config>
```

図 6 VLAN設定用NETCONFデータ例

設定するにはケーブルで結線された情報が必要なので、配置したスイッチと結線するための機器を、ルータ、スイッチ、またはホストから選択し、配置する。機器同士の結線が完了後、アプリケーション画面上部にある論理構成図ボタンをタッチし、結線したケーブルをタッチする。ケーブルをタッチした際の動作は結線された機器の種類に応じて異なる。スイッチの場合、VLAN情報を入力する画面に遷移する。

VLAN情報を入力する画面を図5に示す。入力手順として、まずOKボタンの下にあるプルダウンから設定したいインターフェースを選択する。次に、選択したインターフェースに対してアクセスポート、またはトランクポートをラジオボタンで選択する。そして、作成したいVLANの番号と名前を入力する。入力を終えたら隣のプラスボタンをタッチすると、下のリストにVLANが追加される。最後に一番下のshutdownの項目で、disableを選択することでインターフェースが有効の状態になる。全ての入力を終えたらOKボタンをタッチし、元の構成図の画面に戻る。ここまでがVLAN情報の入力手順となる。

VLAN情報以外のホスト名や設定用IPアドレスなどの必要な入力を終えたら、発行ボタンをタッチして、設定情報反映機能を動作させる。この機能により設定情報を管理サーバに送信し、サーバ側でNETCONF用データを作成する。

VLANを自動設定する際に作成するNETCONF用データの例を図6に示す。この例ではVLAN番号を10、VLAN名をTestとして、赤枠と青枠それぞれに定義されたタグで囲み、パラメータを記述している。管理サーバはタブレットから送られる設定情報の内容に応じて図6のような設定データを、その都度作成する。NETCONF用設定データを受け取ったスイッチはVLANのパラメータに従って自動的に設定する。以上の操作でVLANの自動設定が完了する。

## 4. 実験

二つの実験を予定している。一つ目は、描画した通りのネットワークが実機でも動作するかを確認する動作評価実験であり、検証用のネットワークを本システムで描画し、実機でもネットワーク機器を結線、構築する。その後、設定情報反映機能でネットワーク機器に反映させて、実際に動作するかをPingなどを用いて確認する予定である。二つ目は、本

システムが作業時間に与える影響を確認する利用評価実験であり、被験者には本システムを利用した場合と利用しない場合でネットワーク構成図を描画し、実機のネットワーク機器を構築してもらう。そして、ここまでの作業時間を計測し、比較する予定である。対象とする被験者は、シスコネットワークングアカデミーを受講した大学生と大学院生とする。

## 5. 結論

本研究では、ネットワーク構築の設定コマンド発行における、作業ミスの防止と作業時間の短縮を図ることを目的に、ネットワーク構成図を活用したネットワーク機器への自動設定を可能とする機能を開発した。本システムを使用することで、ネットワークエンジニアがネットワークを構築する際の作業負担を軽減することが期待できる。

今後の予定として、複数のネットワーク構成図を保存可能なネットワーク構成図保存機能の追加を検討している。

## 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—想定外の畏から脱却するために. 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](http://www.soumu.go.jp/main_content/000523153.pdf)>, (参照 2023-6-19).
- [4] 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).
- [5] 小田英雄, 井口信和: 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おけるコマンド生成機能の開発, 2020 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, Vol. 2020 (2020).
- [6] 飯島智之, 新善文, 木村浩康, 木谷誠. ON-API (Open Networking-Application Programming Interface) と ON-API を用いたネットワーク管理アプリケーションの開発. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 3, pp. 1052-1060 (2008).