

ネットワーク構成の設計仕様に基づくネットワーク機器設定手順の自動生成方法に関する検討

新井 凪^{1,a)} 鈴木 彦文^{1,b)} 小形 真平^{1,c)} 岡野 浩三^{1,d)}

概要：ネットワークの構築や構成変更において、その作業手順書を作成する開発者の負担が高いという問題がある。そのため従来から、ネットワーク機器設定コマンド（機器設定コマンド）からなるネットワーク機器設定手順（機器設定手順）を含んだ作業手順書を作成支援する方法が提案されてきた。しかし、多種多様なネットワーク構成に対応しやすい拡張性の高い方法は未だ確立されていない。その方法の確立に向けて本研究では、ネットワーク構成の設計を表す拡張性の高い厳密な仕様記法を確立し、この記法に準拠した設計仕様に基づいて作業手順書を自動生成する手法の確立を目的とする。本稿では、変更前後のネットワーク構成における設計仕様間の差分（変更差分）に基づき変更分の機器設定手順を自動生成する方法に焦点を当て、手法を検討した結果を報告する。また、小規模なネットワークの構成変更を事例として提案手法を適用した結果、期待された構成に変更できる機器設定手順が得られたことを確認した。

キーワード：ネットワーク管理、作業手順書、ネットワーク構成情報、設計仕様

A Study on a Method to Automatically Generate Instructions to Configure Network Elements Based on Network Configuration Design Specification

Abstract: Creating the instructions to configure a network is a time-consuming task for developers. Conventionally, there are methods to assist them in writing such instructions containing the commands to configure network elements. However, there is still not a highly flexible method to deal with various network configurations. To establish such a method, this research aims to establish a highly flexible and strict notation for designing a network and to automatically generate the instructions to configure the network based on a specification conforming to the notation. This paper presents a method to generate the instructions to configure network elements based on the differences between network configuration design specifications before and after changing, as a technique in an early step of our research. As a result of applying the proposed method to a simple network, the instruction to configure network elements that brings the expected result was obtained.

Keywords: Network management, Configuration Instruction, Network configuration, Design Specification

1. はじめに

ネットワークの構築や構成変更において、ネットワークシステムの開発者は作業手順書に従いネットワーク機器を設定する [1,2]。作業手順書は、開発者による設定作業を均質化できるように、ネットワーク機器の設定コマンド（以下、単に機器設定コマンド）からなるネットワーク機器設

定手順（以下、単に機器設定手順）を含んだ作業手順を明文化したものである。通常、作業手順書は人手で作成されるため、開発者の負担が高いという問題がある。

作業手順書の作成負担を軽減するために、従来から作業手順書を作成支援する手法が提案されている [3]。山浦ら [3] は、仮想的なネットワーク構築環境（GNS3 [4]）上に作成されたネットワーク構成情報に基づいて、動作の検証や作業手順書の自動生成等を行える有用性の高い手法を提案している。一方で、“作業手順書の自動生成方法”に焦点を当てたとき、次の課題が残されていると考えられる。

- GNS3 に依存するため、表現できる内容が GNS3 に制

¹ 信州大学 Shinshu University

a) 21w2002h@shinshu-u.ac.jp

b) h-suzuki@shinshu-u.ac.jp

c) ogata@cs.shinshu-u.ac.jp

d) okano@cs.shinshu-u.ac.jp

約される, また, 最新のネットワーク技術に合わせて GNS3 のソースコードを拡張することはできるが, 容易ではない.

- 機器設定手順は, 機種ごとの機器設定コマンドの特性を考慮せずには適切に生成できないが, そのロジックは明らかとなっていない. 特性とは例えば, enable で特権を得なければ設定が書き換えられないことや, vlan コマンドを発行して vlan 設定モードに移行しなければ name コマンドで vlan 名を指定できないこと, exit コマンドを発行しなければ vlan 設定モードから抜けられないこと等が挙げられる.

そこで本研究では, 多種多様なネットワーク構成に対応しやすい拡張性の高い“作業手順書の自動生成方法”を確立するため, ネットワーク構成の設計を表す拡張性の高い厳密な仕様記法を確立し, この記法に準拠した設計仕様に基づいて作業手順書を自動生成する方法の実現を目指す. 本稿では, 変更前後のネットワーク構成における設計仕様間の差分 (以下, 変更差分) に基づき変更分の機器設定手順を自動生成する手法を提案する. 我々はこれまでに, ネットワーク構成情報を厳密に仕様化できる記法を模索する中で, VLAN 番号 [5] や IP アドレスといった仕様項目の構造 (メタモデルと呼ぶ) を提案してきた [6].

本稿における提案手法では, 先行研究のメタモデル [6] に準拠した, 変更前後のネットワーク構成の設計仕様を入力にとる. そして, それら設計仕様間の変更差分を検出し, 設計仕様と機器設定コマンドとの対応表 (以下, 機器設定コマンドテンプレート) に基づき, 変更分の機器設定手順を出力する. 小規模なネットワークにおける構成変更を事例として提案手法を適用した結果, 期待された構成に変更できる機器設定手順が得られたことを確認した.

本稿の構成は以下の通りである. まず, 2章でネットワーク構成の設計仕様について述べる. そして, 3章では提案手法について説明する. さらに, 4章は, 提案手法の正当性を確認するための評価とその結果についてまとめる. 5章では関連研究に触れ, 6章でまとめと今後の課題を述べる.

2. ネットワーク構成モデル

ネットワーク構成情報 [6] とは, ネットワーク機器への設定内容をまとめたものである. ネットワークが大規模な程, 構築や構成変更の失敗を未然に防ぐためには開発者間での正確な情報共有が欠かせないことから, その手段となるネットワーク構成情報は重要となる. そして, ネットワーク構成情報を, 記述者によらず一貫した方法で均質化を図って仕様化するためには, 機器の設定項目や機器間の接続情報といった仕様項目を整理する必要がある.

我々はこれまでネットワーク構成情報の厳密な仕様記法を模索する中で, ネットワーク構成に係る仕様項目の整理・構造化を試行してきた [6]. 結果として得られた仕

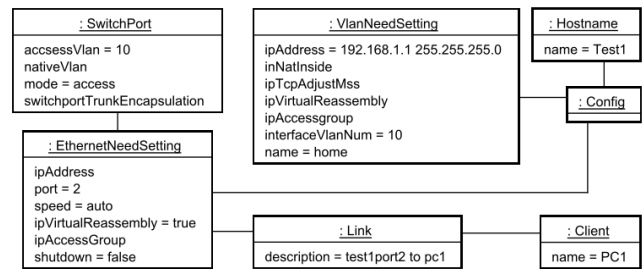


図1 メタモデルに準拠したネットワークモデルの例

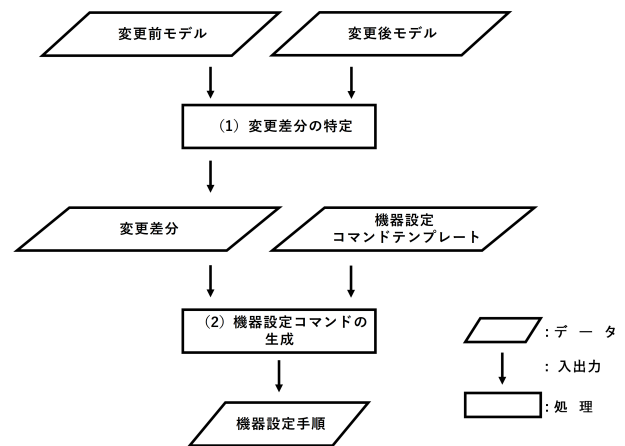


図2 提案手法の全体像

様項目の構造をネットワーク構成情報のメタモデルと呼ぶ. このメタモデルに準拠した簡単なネットワーク構成の設計仕様を図1に示す. なお, このような図形式による仕様記述は, ソフトウェア分析・設計分野においてモデルと呼ばれるため, 以降はネットワーク構成の設計仕様を, ネットワーク構成モデルと呼ぶ. 図1において, 大きな四角 (例: 上段に SwitchPort と書かれた四角) は, 互いに関連性が強い 0 個以上の仕様項目を持つグループ (以下, 単に仕様項目グループ) を表す. その四角の下段 (例: accessVlan) は, 個別の仕様項目を表す. また, 仕様項目に具体的な値 (例: accessVlan では 10) を与えるときは, =を用いて表す (例: accessVlan = 10). そして, 関係がある仕様項目グループの間には関係線 (以降, 単に関係) を表す. たとえば, 図1に登場する SwitchPort は Ethernet の仕様 (EthernetNeedSetting) に直接関係する仕様項目グループとなる.

3. 提案手法

本節では, 変更前後のネットワーク構成モデル間における変更差分から機器設定手順を生成する手法を提案手法として説明する. 図2に提案手法の全体像を示す. 提案手法では, 変更前後のネットワーク構成モデル ("変更前モデル"と"変更後モデル"と呼ぶ) を入力とする. ここで, 変更前モデルは現状の構成を表し, 変更後モデルは構成変更後の期待される構成を表す. 以下に提案手法の流れを示す.

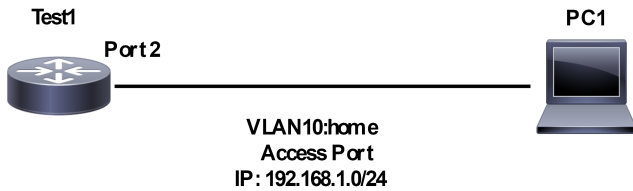


図3 変更前のネットワーク図

- (1) 変更差分の特定：開発者が用意した変更前モデルと変更後モデルを入力とし、変更前モデルを基準とした変更後モデルの変更差分を特定する。変更差分の特定方法は、3.1節で詳述する。
- (2) 機器設定コマンドの生成：得られた変更差分に基づいて構成変更に必要な機器設定コマンドのリストを得る。先述したネットワーク構成モデルでは、汎用性を高めるため、個別具体的な機種に依存しにくいよう仕様項目が整理されている。一方、機器設定コマンドは機種ごとに異なる可能性がある。そのため、変更差分に係る仕様項目と機器設定コマンドとを明確に対応づける必要がある。そこで、提案手法では、仕様項目と機器設定コマンドの対応表となる機器設定コマンドテンプレートを提案し、これを入力とする。機器設定コマンドの生成方法は、3.2節で詳述する。

3.1 変更差分の特定方法

変更差分とは、変更前モデルを基準として変更後モデルで変更された内容を差分として捉えたものである。図3のネットワーク構成を図5に変更する場合を例にとり、説明を進める。まず、図3は、ネットワーク機器とPCが有線LANによって繋がっており、PC1はVLANを使用して接続している状態である。また図5は、図3と比べて、PCが増え、PC2が登場する。接続形態は、ネットワーク機器とPC1間がVLANを使用しない接続、そしてネットワーク機器とPC2間については、VLANを用いたものとなっており、変更前のVLANを流用していないネットワークとなっている。提案手法を説明する上で本例は、後述する変更前モデルと変更後モデルの変更差分に追加・更新・削除される仕様項目が現れるよう調整した例となる。なお、本例は4章の評価方法における適用事例でもある。

3.1.1 変更前モデル

図4は、図3のネットワーク構成を表すモデル（変更前モデル）である。図4で登場する仕様項目グループと仕様項目の説明については、表1を参照されたい。前提として、変更前モデル中の各仕様項目グループに識別子（例：図4におけるSwitchPortのコロン前の文字列“SP1”）が一意に与えられる必要がある。この前提は、情報共有の中で各開発者が、話題に上がった箇所がどこかを正確に特定でき、かつ、追加・削除のあった部分を正確に把握できるように

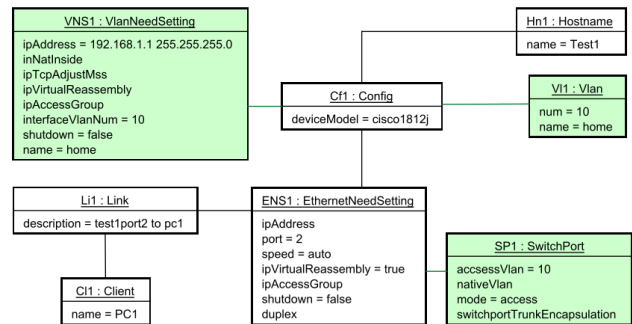


図4 変更前モデル

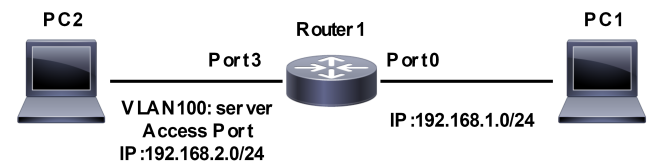


図5 変更後のネットワーク図

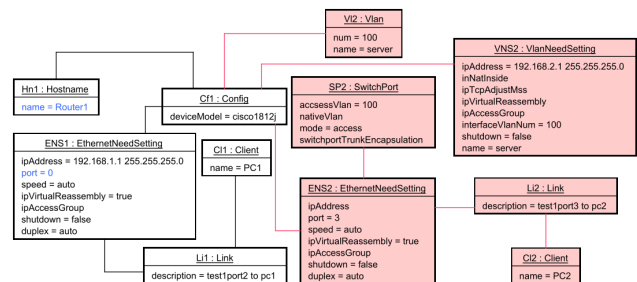


図6 変更後モデルの

するためには自然なものである。逆に、一意な識別子がなければ、たとえば口頭での情報共有の中で説明されている部分がどこなのかが聞き手は判別しにくい。

3.1.2 変更後モデル

図6は、図5のネットワーク構成を表すモデル（変更後モデル）である。変更前モデルと同様に、図6に登場する仕様項目グループや仕様項目の説明については、表1を参照されたい。変更後モデルも各仕様項目グループに一意な識別子を与えるが、変更前モデルから存在する要素には変更前モデルと同一な識別子を与える。新たに追加した仕様項目グループには、変更前モデルには存在しなかった識別子を与えるものとする。

3.1.3 変更差分の特定手順

変更差分を特定する手順について説明する。変更差分とはより詳細には、変更前モデルを基準に変更後モデルで何の仕様項目グループが追加・削除され、また、何の仕様項目が更新されたかを明確化した情報である。変更差分の特定は、仕様項目グループに与えた識別子を利用して以下の手順で行う。

- (1) 変更前後のモデル間で、識別子が同一な仕様項目グ

表 1 仕様項目グループと仕様項目 (一部)

| 仕様項目グループ | 仕様項目 | 説明 |
|---------------------|---------------------------------|---|
| Config | | ネットワーク機器ごとに 0 または 1 個作成される仕様項目グループである。Config と関係がある仕様項目グループは機器の設定内容を表すものとなる。つまり、Config は機器の設定内容全体を集約するルートの役割を担う |
| | deviceModel | ネットワーク機種名を表す。cisco1812j が値の例となる。 |
| Hostname | | 機器のホスト名の情報を表す。 |
| | name | ホスト名を表す。Test1 や Router1 が値の例となる。 |
| EthernetNeedSetting | | ネットワーク機器ポートの情報を表す。 |
| | ipAddress | ポートに対する IP アドレスを表す。192.168.1.1 255.255.255.0 が値の例となる。 |
| | port | ポート番号を表す。2 が値の例となるが、これは 2 番ポートであることを表す。 |
| | speed | インターフェイスの速度を表す。auto が値の例となる。 |
| | ipVirtualReassembly | VFR 機能を有効にするかどうかを表す。今回は使用していない。 |
| | ipAccessGroup | パケットフィルタリングの指定を表す。今回は使用していない。 |
| | shutdown | ポート使用の可否を表す。値としては、false が使用可能で、true が使用不可能を表す。 |
| | duplex | インターフェースの通信を表す。半二重・全二重がある。auto が値の例となる。 |
| Vlan | | VLAN の情報を表す。 |
| | num | VLAN 番号を表す。100 が値の例となる。 |
| | name | VLAN 名を表す。home が値の例となる。 |
| VlanNeedSetting | | VLAN の設定時に必要な情報を表す。 |
| | ipAddress | ポートに対する IP アドレスを表す。 |
| | inNatInside | NAT の内部 (In) の設定を表す。今回は使用していない。 |
| | ipTcpAdjustMss | MSS の調整を表す。今回は使用していない。 |
| | ipVirtualReassembly | VFR 機能を有効にするかどうかを表す。今回は使用していない。 |
| | ipAccessGroup | パケットフィルタリングの指定を表す。今回は使用していない。 |
| | interfaceVlanNum | どの VLAN に向けての設定かを表す。100 が値の例となる。 |
| | shutdown | ポート使用の可否を表す。値としては、false が使用可能で、true が使用不可能を表す。 |
| name | VLAN の名前を表す。今回は server が値の例となる。 | |
| SwitchPort | | VLAN を割り当てたポートがアクセスポートかトランクポートになるか等の設定を表す。 |
| | accessVlan | アクセスポートへ VLAN ID を割り当てる設定を表す。100 が値の例となる。 |
| | nativeVlan | トランクポートのネイティブ VLAN の設定を表す。今回は使用していない。 |
| | mode | アクセスポートやトランクポートかのモードの設定を表す。access が値の例となる。 |
| | switchportTrunkEncapsulation | トランクポートのカプセル化形式の設定を表す。今回は使用していない。 |
| Link | | 機器と機器を繋ぐ線の情報 |
| | description | サーバやコンピュータ等の情報 |
| Client | | サーバやコンピュータ等の接続先の機器を表す。 |
| | name | 接続先の機器名を表す。PC1 や PC2 が値の例となる。 |

ループを対応付ける。このとき、変更後モデルのみに存在する仕様項目グループは追加されたものとみなし、変更前モデルのみに存在する仕様項目グループは削除されたものとみなす。たとえば、図4(変更前モデル)では“SP1:SwitchPort”が登場し、図6(変更後モデル)では“SP2:SwitchPort”が登場するため、変更差分としてはSP1は削除され、SP2が追加されたと判断する。なお、図4(変更前モデル)の緑背景の仕様項目グループは、変更後モデルで削除されたものを示している。また、図6(変更後モデル)の赤背景の仕様項目グループは、変更後モデルで追加されたものを示している。

- (2) 対応付けた仕様項目グループ間で各仕様項目の値を比較し、変更前後で値の変更された仕様項目は更新されたものとみなす。たとえば、図4(変更前モデル)と図6(変更後モデル)では双方とも“ENS1:EthernetNeedSetting”が登場するが、仕様項目 port の値が変更されている。そのため、“ENS1:EthernetNeedSetting”の“port”は更新されたと判断する。なお、図6(変更後モデル)の青字の仕様項目は更新されたものを示している。
- (3) 変更前後の各モデルから、とりうる仕様項目グループのペアを全て得て、モデル間で関係の有無を比較する。モデル間で同一なペアが存在したとき、変更後モデルのみに関係があるならば、その関係は追加されたものとみなす。なお、ペアが同一かどうかはペアとなっている仕様項目グループの識別子の等価性から判断する。一方で、変更前モデルのみに関係があるならば、その関係は削除されたものとみなす。さらには、変更後モデルのみに存在するペアがあり、その間に関係があれば、その関係は作成されたものとみなす。また、変更前モデルのみに存在するペアがあり、その間に関係があれば、その関係は削除されたものとみなす。これらの結果としては仕様項目グループへの処理と同様に、図4(変更前モデル)の緑線の関係は、変更後モデルで削除されたものを示している。また、図6(変更後モデル)の赤線の関係は、変更後モデルで追加されたものを示している。

このような手順を経た結果として得られる、変更前モデルと変更後モデルの変更差分を図7に示す。追加と削除は、仕様項目グループ単体識別子、もしくは、関係(仕様項目グループ識別子のペア)を記録する。更新については、仕様項目グループ識別子と仕様項目名に加えて、更新前後の値を記録する。

3.2 機器設定コマンドの生成

変更差分をネットワーク機器に反映するには、各仕様項目に対応づく機器設定コマンドが必要となる。そのため、各仕様項目に対応する具体的な機器設定コマンドを整理

した対応表を、機器設定コマンドテンプレートとして表す(図8)。なお、機器設定コマンドは機種に依存することから、機種ごとにこのテンプレートを作成する必要がある。モデル中の Config と機種との対応関係は、Config の deviceModel とテンプレート名とを同値にすることで表す。

図8の構成を説明する。第一列目の仕様項目グループは、モデルに登場する仕様項目グループを表す。その一方で“\$Header”は機器設定手順の冒頭に必ず登場させる機器設定コマンドを表し、“\$Mode”はモードを切り替えるコマンドを実行する直前や、そのモードでの全ての設定を完了した直後に実行する機器設定コマンドを表す。モードを切り替えるコマンドとは、たとえばvlan設定モードにモードを切り替えるvlanコマンドがある。このコマンドはそのモードでの全ての設定を終えた後にexitコマンドなどでモードを抜ける必要があるものとなる。このようなモードを切り替えるコマンドは機種によって異なると考えられるため、第五列目の“モード変更”で“○”を与えて明確化する。

第二列目の変更種別は、機器設定コマンド(第四列目)が必要となる変更差分上の変更種別を表している。たとえば、“追加/更新/削除”となっている箇所は、仕様項目グループの追加や削除、また仕様項目の更新のいずれでも必要な機器設定コマンドとみなす。ただし、この列の値だけでは、真に必要な機器設定コマンドかどうかは判断できないため、さらなる条件を後述する。一方、空値の行は常に使用されていないものとなり、“前”と“後”の値は、モードを切り替えるコマンドに対する値であり、“前”はそのモード切り替えのコマンドの実行前に実行するものを指し、“後”はそのモードに必要な全てのコマンドを完了した直後に実行するものを指す。

第三列目のIDは、行単位で区分けられる機器設定コマンド(第四列目)のIDを表し、第六列目の優先コマンドで利用する。第四列目の設定コマンドは、具体的な機器設定コマンドを表し、行ごとに1コマンドを表すものとなっている。ここで、<>で囲まれた部分は、第一列目の仕様項目グループが持つ仕様項目名を表している。各機器設定コマンドが必要かどうかは、第二列目の変更種別が基本の判断基準となるが、加えて変更差分に<>内の仕様項目に係わることが、当該機器設定コマンドが必要であると判断することに必要となる。また、これら機器設定コマンドを用いて機器設定手順を生成する際は、このテンプレートに表される順番(ID順)で出力される。

第五列目のモード変更は前述のとおりである。第六列目の優先コマンドは、当該行のコマンドを発行するために、先に発行しておく必要があるコマンドを示している。たとえば、ID3のvlanコマンドはID2のconfigure terminalコマンドを先に発行しないと、発行できないことを表している。このようにして、本テンプレートでは、機器設定コマンドの順序制約を表している。最後の第七列目の項目値の

| | 追加 | 削除 | 更新 | | | 追加(関係) | | 削除(関係) | | |
|---|----------|----------|----------|------|-------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 仕様項目グループ | 仕様項目グループ | 仕様項目グループ | 仕様項目 | 変更前の値 | 変更後の値 | 仕様項目グループ | 仕様項目グループ | 仕様項目グループ | 仕様項目グループ |
| 2 | Vl2 | Vl1 | Hn1 | name | Test1 | Router1 | Cf1 | Vl2 | Cf1 | Vl1 |
| 3 | VNS2 | VNS1 | ENS1 | port | 0 | 2 | Cf1 | VNS2 | Cf1 | VNS1 |
| 4 | SP2 | SP1 | | | | | Cf1 | ENS2 | ENS2 | SP1 |
| 5 | ENS2 | | | | | | ENS2 | SP2 | | |
| 6 | Li2 | | | | | | ENS2 | Li2 | | |
| 7 | Cl2 | | | | | | Li2 | Cl2 | | |

図7 変更差分

条件は、仕様項目の値が特定の値をとるときに採用されるコマンドを表している。まず、ID17のno shutdownのように、仕様項目が係わらないコマンドは、変更種別が合致すれば採用されるコマンドである。しかし、実際は仕様項目 shutdown が係わるコマンドとなっている。shutdownの値は true か false かであるため、このno shutdownにその値を直接考慮することはできない。そこで、この仕様項目 shutdown が false をとったときのみ、このコマンドが採用されるように項目値の条件列がある。ここでは単純に==か!=かで条件を記述するものとする。

4. 作業手順の評価と結果

この節では、作業手順の評価と結果について述べる。実際に図4の変更前モデルと図6の変更後モデルを用いて機器設定手順を得る。実際に変更差分と機器設定コマンドテンプレートから得られた機器設定手順をコマンドテンプレートとし、図9に示す。また、実際に生成した手順を図10に示し、これらに関して比較を行う。今回の評価では、実際に生成した手順の中に、コマンドテンプレート中のコマンドがどれだけ含まれていたかを確認する。図9は手順生成と識別子が列挙されており、例えばno vlan (num)であれば、識別子 Vl1 の num が (num) に相当する。これらをすべて補完したものと比べた際の結果が図10となる。図10では、実際に必要とされる機器設定手順となっており、比較列の○が得られた機器設定手順で出現したもの、×が出現しなかったものとなっている。結果として、ネットワークを構築するにあたり必要なコマンドは全て出現したため、機器設定手順としては精度の高いものだったと言えたため、提案手法の正当性を確認できた。また、Enter (単に入力) や reload,yes というコマンドについては、変更差分と機器設定コマンドテンプレートから得ることはできなかった。Enterについては、Copy コマンドの次のタイミングであることや、全ての入力を終了した時点でネットワーク機器の再起動コマンドである reload, yes については reload コマンドの次のタイミングであることなど、タイミングの予測はできるため、対応することは難しくないと考える。

5. 関連研究

吉澤ら [7] は、仮想ネットワークに関する文書作成を支

援するネットワーク管理システムを提案している。この研究における仮想ネットワークとは、サーバ仮想化に伴う VLAN 管理コストの増加を問題視しており、中でも VLAN 設定のための構成変更時における作業手順書の生成を行っている。本研究では、VLAN における機器設定手順を得る他、様々な機器設定手順の生成を対象としている。

山浦ら [3] は、仮想的に構築したネットワークの情報を用いて、作業手順書の生成や、既存ネットワークの再現、仮想ネットワークの動作検証ができる開発システムを提案している。本研究では、これまでネットワーク構成情報の厳密な仕様化記法を模索する中で、ネットワーク構成に係る仕様項目の整理・構造化を試行し、結果として得られた仕様項目の構造をネットワーク構成情報のメタモデルを用いている。

小田ら [8] は、ネットワーク機器設定の誤りを防ぐために、タッチディスプレイ上に描画したネットワーク構成図から、ネットワーク機器に発行するコマンドを自動生成する研究を行っている。これは、コマンドを自動生成する際には重要な技術である。しかし、コマンドを生成するうえで優先されるコマンドなどが考慮されていない。そのため、順序の制約に厳しいネットワークのコマンドを発行する場合には適していないと考えられる。

6. まとめ

本稿は、ネットワーク構成情報の設計仕様に基づくネットワーク機器設定手順の自動生成方法に関する検討した。中でも、変更前モデルと変更後モデルから識別子を用いた差分の特定と、その変更差分と機器設定コマンドテンプレートを用いて機器設定手順を得ることができた。本提案は、今まで人手で作成されていた作業手順書を自動で生成できることにより、ネットワークの開発者や保守者の負担を軽減できると考えられる。

今後の予定として以下を挙げる

- ネットワーク構成情報に準拠する設定コマンド用のモデルの提案
- メタモデルを用いたアプローチで日本語説明文の生成
- 所要時間や任意タイミングでコマンドを挿入できるようなシステムの開発
- 設定コマンドが異なるような機器に対応できる機器設

| 仕様項目グループ | 変更種別 | ID | 設定コマンド | モード変更 | 優先コマンド | 項目値の条件 |
|---------------------|----------|----|---|-------|--------|---------------------|
| \$Header | 追加/更新/削除 | 1 | enable | | | |
| \$Header | 追加/更新/削除 | 2 | configure terminal | | 1 | |
| Vlan | 追加/更新 | 3 | vlan <num> | ○ | 2 | |
| Vlan | 追加/更新 | 4 | name <name> | | 3 | |
| Vlan | 削除 | 5 | no vlan <num> | | 2 | |
| VlanNeedSetting | 追加/更新 | 6 | interface vlan <num> | ○ | 2 | |
| VlanNeedSetting | 追加/更新 | 7 | ip address <ipAddress> | | 6 | |
| VlanNeedSetting | 追加/更新 | 8 | ip access-group <ipAccessgroup> | | 6 | |
| VlanNeedSetting | 追加/更新 | 9 | ip tcp adjust-mss <ipTcpAdjustMss> | | 6 | |
| VlanNeedSetting | 追加/更新 | 10 | no shutdown | | 6 | <shutdown> == False |
| VlanNeedSetting | 削除 | 11 | no interface vlan <num> | | 2 | |
| VlanNeedSetting | 削除 | 12 | shutdown | | 6 | <shutdown> == True |
| EthernetNeedSetting | 追加/更新/削除 | 13 | interface fastethernet <port> | ○ | 2 | |
| EthernetNeedSetting | 追加/更新 | 14 | ip address <ipAddress> | | 13 | |
| EthernetNeedSetting | 追加/更新 | 15 | speed <speed> | | 13 | |
| EthernetNeedSetting | 追加/更新 | 16 | duplex <duplex> | | 13 | |
| EthernetNeedSetting | 追加/更新 | 17 | no shutdown | | 13 | <shutdown> == False |
| EthernetNeedSetting | 削除 | 18 | no ip address <ipAddress> | | 13 | |
| EthernetNeedSetting | 追加/更新/削除 | 19 | shutdown | | 13 | <shutdown> == True |
| SwitchPort | 追加/更新/削除 | 20 | switchport mode <mode> | | 13 | |
| SwitchPort | 追加/更新 | 21 | switchport access vlan <accessVlan> | | 13 | |
| SwitchPort | 追加/更新 | 22 | switchport trunk encapsulation <switchportTrunkEncapsulation> | | 13 | |
| SwitchPort | 追加/更新 | 23 | switchport trunk native vlan <nativeVlan> | | 13 | |
| SwitchPort | 削除 | 24 | no switchport mode <mode> | | 21 | |
| SwitchPort | 削除 | 25 | no switchport access vlan <accessVlan> | | 24 | |
| Link | | | | | | |
| Client | | | | | | |
| \$Mode | 前 | | copy running-config startup-config | | | |
| \$Mode | 後 | | exit | | | |

図8 機器設定コマンドテンプレート

| 手順生成 | 識別子 |
|--|------|
| enable | |
| configure terminal | |
| no vlan <num> | V11 |
| no interface vlan <num> | VNS1 |
| interface fastethernet <port> | ENS1 |
| ip address <ipAddress> | ENS1 |
| no switchport mode <mode> | SP1 |
| no switchport access vlan <accessVlan> | SP1 |
| exit | |
| copy running-config startup-config | |
| vlan <num> | V12 |
| name <name> | V12 |
| exit | |
| interface vlan <num> | VNS2 |
| ip address <ipAddress> | VNS2 |
| no shutdown | VNS2 |
| copy running-config startup-config | |
| interface fastethernet <port> | ENS2 |
| speed <speed> | ENS2 |
| duplex <duplex> | ENS2 |
| no shutdown | ENS2 |
| switchport mode <mode> | SP2 |
| switchport access vlan <accessVlan> | SP2 |
| exit | |

図9 コマンドテンプレート

| 手順生成 | 提案手法 |
|--------------------------------------|------|
| enable | ○ |
| configure terminal | ○ |
| no vlan 10 | ○ |
| no interface vlan 10 | ○ |
| interface fast 2 | ○ |
| ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 | ○ |
| no switchport mode 10 | ○ |
| no switchport access vlan 10 | ○ |
| exit | ○ |
| copy running-config startup-config | ○ |
| Enter | × |
| vlan 100 | ○ |
| name server | ○ |
| exit | ○ |
| interface vlan 100 | ○ |
| ip address 192.168.2.1 255.255.255.0 | ○ |
| no shutdown | ○ |
| copy running-config startup-config | ○ |
| Enter | × |
| interface fastethernet 3 | ○ |
| speed auto | ○ |
| duplex auto | ○ |
| no shutdown | ○ |
| switchport mode access | ○ |
| switchport access vlan 100 | ○ |
| exit | ○ |
| reload | × |
| yes | × |

図10 生成した手順

参考文献

- [1] ipa @ 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。
<https://www.juniper.net/assets/jp/jp/local/pdf/additional->

定コマンドテンプレートの提案

- resources/atmarket-junos-survey-jp.pdf, 2020-1-29.
- [2] みやたひろし. インフラ/ネットワークエンジニアのためのネットワーク技術設計入門: サーバシステムを支えるネットワークはこうしてできている. SB ソフトバンク株式会社, 2020.
 - [3] 山浦亘平, 井口信和. ネットワーク機器の設定に用いる作業手順書作成支援システムの評価. インターネットと運用技術シンポジウム論文集, 第 2020 巻, pp. 49–55, nov 2020.
 - [4] Jason C. Neumann. *The Book of GNS3*. No Starch Press, USA, 1st edition, 2014.
 - [5] 竹下隆史, 村山公保, 荒井透, 菊田幸雄. マスタリング TCP/IP 入門編 第五版. オーム社, 2019.
 - [6] 新井凧, 小形真平, 鈴木彦文, 岡野浩三. ネットワーク構成情報のメタモデルの試案と評価. 技術研究報告, ネットワークシステム, pp. 77–82, 2021.
 - [7] 吉澤政洋, 沖田英樹, 上原敬太郎, 垂井俊明. 仮想ネットワークに関する文書作成を支援するネットワーク管理システムの実装および評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 3, pp. 1334–1347, mar 2011.
 - [8] 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, 第 2020 巻, sep 2020.