G-52

# 擬似演習者ロボットとの協調演習を可能とするネットワークトラブルシューティング演習システムにおける課題作成補助機能の開発

# Development of a Function to Assist in Exercise Creation in Study of Network Troubleshooting Practice System for Cooperative Practice with Robot

平畑 聖也†　　井口 信和‡
Seiya Hirahata　Nobukazu Iguchi

## 1. はじめに

本校では，ネットワーク技術者の育成を目的に，Cisco Networking Academy[1](以下，CNA)を開講している．CNA の演習の一つとして，ネットワークのトラブルシューティング演習が行われている．トラブルシューティング演習では，ネットワーク機器の情報収集や障害の原因特定，設定の修正を，複数人の学習者が補助や意見の交換をし合いながら行う協調演習という演習形態を導入している．協調演習では，話し手と聞き手の役割を交互に入れ替えることで，学習者同士の建設的相互作用が生じる．これにより，学習者は新たな考えや知識の獲得に至り，学習効果が向上する[2]．しかし，学習者間の性格の違いにより，学習者が話し手と聞き手の役割を交互に担うことが難しい場合，建設的相互作用が生じない可能性がある[3]．

そこで，これまで我々はトラブルシューティングの協調演習における建設的相互作用の促進を目的に，擬似演習者ロボットとの協調演習を可能とするシステムを開発してきた（以下，既存システム）[4]．既存システムでは，ロボットとしてヴイストン株式会社の Sota[5]を用いており，Sota と学習者が協力してトラブルシューティングを行う．Sota は，学習者の情報収集の補助や障害の解消の確認を行う．また，学習者が話し手と聞き手の役割を交互に担えるよう会話を制御し相談する．これにより，協調演習における建設的相互作用が促進され，学習効果の向上が期待できる．

しかし，演習を準備する際に，演習に用いる課題の作成が容易でないという問題がある．課題は XML 形式であり，演習開始時に Sota が課題 XML を参照し，誤り箇所の読み込みやネットワーク機器に対して設定の反映を実施する．課題 XML の例を図 1 に示す．課題 XML には多数の独自のタグや設定内容が記述されており，数千字の記述を必要とすることがある．そのため，課題作成者がどのように記述すれば良いか理解していても，タイピング誤りや XML 構文誤り，設定内容の記述方法の誤りが生じる場合があり，課題作成者の負担が増加するおそれがある．

そこで，本研究では，課題 XML 作成時の誤りを削減することを目的に，課題作成補助機能を開発する（以下，本機能）．本機能は，課題作成用 GUI を用いて，課題 XML

†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 理工学部 情報学科
Department of Informatics, Faculty of Science and Engineering, Kindai University

```
<router1>
  <hostname>R1</hostname>
  <ip_domain-lookup>disable</ip_domain-lookup>
  <banner_motd>#Authorized Access Only!#</banner_motd>
  <s0_0_0>
    <dest>router2,s0/0/0</dest>
    <ip_address>192.168.2.1
      <setting_error_address>192.168.1.1</setting_error_address>
    </ip_address>
    <ip_address_subnet>255.255.255.0</ip_address_subnet>
    <shutdown>disable</shutdown>
  </s0_0_0>
  <Line>
    <logging_synchronous>enable</logging_synchronous>
    <password>pass1234</password>
    <login>enable</login>
  </Line>
  <RIP>
    <version>2</version>
    <network>192.168.1.0</network>
    <network>192.168.2.0</network>
  </RIP>
</router1>
```

**図 1　課題 XML 例（一部）**

の要素を表したブロックを組み立てることによって直感的に構造を把握しつつ課題 XML を作成できる．また，課題作成に必要な記述量を削減し，誤りが起こりうる箇所を削減している．さらに，構文や設定内容の記述方法の誤りを検出し，課題作成者に誤りの内容を通知する．これにより，課題 XML 作成時の誤りが削減され，課題作成者の負担軽減が期待できる．

本稿では，2 章で関連システムおよび関連機能について述べる．3 章で本機能の詳細について述べる．4 章で実験について述べる．最後に，5 章でまとめと今後の予定について述べる．

## 2. 関連システムおよび関連機能

XML 作成を支援するシステムとして XMLEDITOR.NET[6]や XML Notepad 2007[7]が挙げられる．これらシステムは，記述された構文の正誤を判定しており，構文誤りを削減できる．加えて，XML Notepad 2007 は，あらかじめ XML スキーマを定義しておくことで，入力候補の一覧を表示し，タイピング誤りを削減できる．

また，テキストエディタである Visual Studio Code において XML 作成を支援する拡張機能として，「XML」[8]が挙げられる．「XML」も入力候補の一覧の表示や記述された

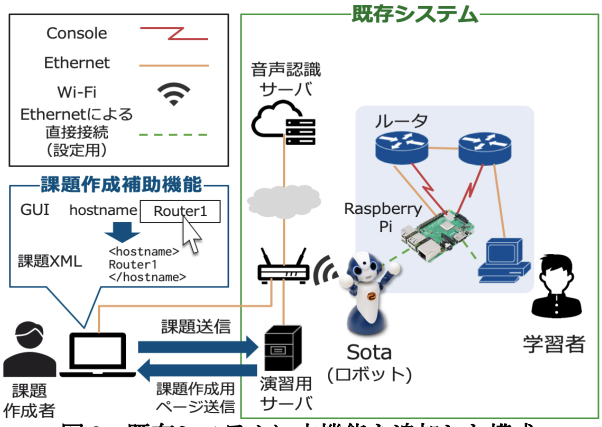



図 2　既存システムに本機能を追加した構成

構文の正誤の判定によって，タイピング誤りや構文誤りを削減できる．

これらシステムおよび機能は，様々な XML の記述を想定しており，既存システムの演習に用いる課題 XML の作成時に生じた，設定内容の記述方法の誤りを検出することは対象としていない．一方，本機能は，入力候補の一覧の表示や記述された構文の正誤の判定に加え，設定内容の記述方法の誤りを検出し，課題作成者に誤りの内容を通知する．また，本機能は，課題作成に必要な記述量を削減し，誤りが起こりうる箇所を削減している．これにより，設定内容を記述する際の誤りも削減することができる．

## 3. 課題作成補助機能

本機能は，ブロックの組み立てによって直感的に構造を把握しつつ課題 XML の作成を可能とする課題作成用 GUI や，構文および設定内容の記述方法の誤りの検出によって，課題作成を補助する機能である．本機能は既存システムを拡張し実現している．既存システムに本機能を追加した構成を図 2 に示す．課題作成者は演習用サーバにアクセスし，課題作成用ページを取得する．ブラウザで課題作成用ページを読み込んだ際に表示される初期状態の課題作成用 GUI を図 3 に示す．課題作成用 GUI はキャンバス，ブロック追加部，ブロック複製部，誤り表示部，保存ボタンから構成される．初期状態ではキャンバスにブロックが 4 つ表示される．ブロックには機器を表すブロックとインタフェースコンフィグレーションモードなどのモードを表すブロック，設定項目を表すブロックがあり，課題作成者はこれらを組み立てることによって課題 XML を作成する．課題作成者はブロックを組み立てた後，ブロック内の入力欄または選択欄から設定項目に対応する設定内容を入力または選択する．構文や設定内容の記述方法に誤りがあれば，課題作成者に誤りの内容を通知する．誤りが検出されなければ演習用 Web サーバに課題 XML を送信し保存する．

### 3.1　ブロックの追加および移動

課題作成者は，ブロック追加部の入力欄にタグ名を入力すると，入力された文字列を含むタグの候補が表示される．例えば，入力欄に「ip_d」を入力した場合，「ip_d」を含むタグである「ip_domain-lookup」「ip_domain-name」「ip_default-gateway」の 3 つが候補として表示される．課題作成者は表示されたタグの候補を選択すると，選択されたタグに対応するブロックがキャンバスに追加される．これにより，タグ名のタイピング誤りを防ぐことができる．

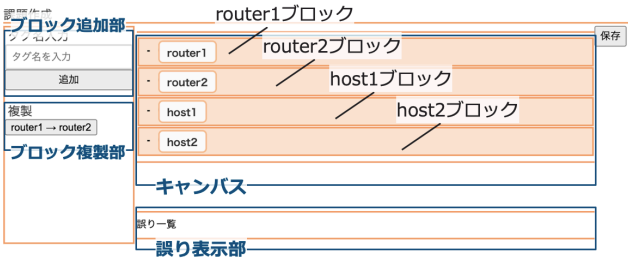



図 3　初期状態の課題作成用 GUI

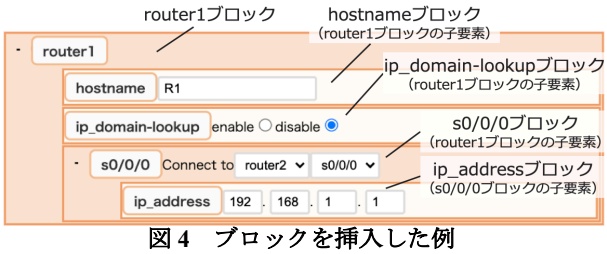



図 4　ブロックを挿入した例

追加されたブロックはドラッグアンドドロップで任意の位置に挿入できる．ブロックを挿入した例を図 4 に示す．ブロックを他のブロックと重なる位置にドラッグし，そのまま右にドラッグアンドドロップすることで，他のブロックの子要素にすることができる．図 5 の例では router1 ブロックの子要素として hostname ブロック，ip_domain-lookup ブロック，s0/0/0 ブロックが挿入されており，さらに，s0/0/0 ブロックの子要素として ip_address ブロックが挿入されている．

また，誤って不要なブロックを追加した場合は，そのブロックを誤り表示部よりも下にドラッグし，そのまま右にドラッグアンドドロップすることで，ブロックを削除することができる．

### 3.2　設定内容入力および選択

課題作成者はブロック内の入力欄または選択欄から設定内容を入力または選択する．図 5 の hostname ブロックのように任意の値を入力できる入力欄，ip_domain-lookup ブロックのようにラジオボタン形式で候補を選択できる選択欄，s0/0/0 ブロックのようにプルダウンメニュー形式で候補を選択できる選択欄がある．設定内容の候補が限られている場合は，入力ではなく課題作成者に候補を選択させる．これにより，タイピング誤りや設定内容の記述方法の誤りが起こりうる箇所を削減する．

### 3.3　ブロックの複製

既存システムにおける演習では，各ルータ間での設定内容は異なるが，設定項目自体は同一である場合が多い．そこで，ルータ 間でのブロックの複製を可能とした．ブロック複製部の[router1→router2]ボタンを押下すると，router1 ブロックの子要素であるブロックが router2 の子要素になるよう複製され，キャンバスに表示される．複製の時点で router1 ブロックの子要素であるブロックの入力欄または選択欄に設定内容を入力または選択していても，誤り防止のためにその設定内容は複製されない．これにより，課題作成に要する時間を削減する．

### 3.4　誤りの検出と課題 XML の保存

課題作成者が課題の作成を完了し，図 3 の [保存]ボタンを押下した際，ブロック内の入力欄または選択欄に設定内

容が何も入力または選択されていない，入力されるべきでない設定内容が入力されている，などの誤りを検出する．誤りが検出された場合は図 3 の誤り表示部に誤りの内容を表示する．課題作成者は表示された誤りの内容を参考に，誤りを修正する．誤りが検出されなかった場合，キャンバスに組み立てられたブロックをもとに，正しい構文にしたがって課題 XML を自動で生成し，課題作成用サーバに送信および保存する．これにより XML 構文の誤りや設定内容の記述方法の誤りを削減する．

## 4. 実 験

課題 XML 作成における誤りを削減できていることの確認を目的に，利用評価を実施した．利用評価として，本学の CNA 受講者 11 名を被験者とし，本機能を用いた方法とエディタを用いた方法の 2 通りで課題を作成してもらい，その様子を分析した．課題として，CNA で実際に演習に用いられている課題内容を参考に，ホスト 2 台とルータ 2 台の動的ルーティングに関する課題を用意した．課題 XML の記述字数は1917字である．エディタを用いた方法では，被験者が利用し慣れているエディタで課題 XML を作成してもらい，必要であればコピーアンドペーストを許可するなど，各被験者が作りやすいと考えている手段で作成してもらった．また，5 を最高評価とする 5 段階評価と自由記述形式のアンケートを実施した．

実験結果を表 1 に示す．実験結果より，本機能を用いることで，エディタを用いる場合よりも誤りを削減できていることが確認できた．また，実験の様子から，課題作成中に誤りが生じた際，誤り表示部に表示された誤り内容をもとに修正する様子なども確認できた．さらに，アンケートでは，本機能を用いることによる誤りの見つけやすさについて平均 4.6 と良好な結果を得られた．以上より，本機能を用いることで課題 XML 作成における誤りを削減できる．

また，エディタを用いた場合，他の被験者と比べて時間を要した被験者 E，K においても，本機能を用いることで課題の作成に要する時間を削減していることを確認できた．この 2 名の被験者はアンケートでタイピングが得意でないと回答しており，本機能を用いることによって，課題 XML 作成に必要な記述量が削減されているため，課題作成にかかる時間を削減できた．さらに，アンケートでは，本機能による課題作成の負担軽減について平均 4.5 と良好な結果が得られたほか，「手入力の手間が減り効率が上がった」「GUI が直感的で分かりやすかった」との意見が挙がった．以上より，課題作成者の負担軽減も期待できる．

**表 1　実験結果**

| | 本機能利用時間 | エディタ利用時間 | 本機能誤り箇所 | エディタ誤り箇所 |
|---|---|---|---|---|
| 被験者 A | 16分09秒 | 15分27秒 | 0 | 8 |
| 被験者 B | 13分03秒 | 13分01秒 | 0 | 4 |
| 被験者 C | 13分58秒 | 14分30秒 | 0 | 0 |
| 被験者 D | 16分58秒 | 13分22秒 | 1 | 6 |
| 被験者 E | 16分32秒 | 21分21秒 | 0 | 3 |
| 被験者 F | 10分06秒 | 13分07秒 | 0 | 5 |
| 被験者 G | 10分44秒 | 11分37秒 | 0 | 0 |
| 被験者 H | 14分42秒 | 16分47秒 | 1 | 2 |
| 被験者 I | 08分56秒 | 14分22秒 | 0 | 4 |
| 被験者 J | 15分02秒 | 16分30秒 | 1 | 10 |
| 被験者 K | 14分36秒 | 25分35秒 | 0 | 0 |
| 平均 | 13分57秒 | 15分41秒 | 0.27 | 3.81 |
| 標準偏差 | 140秒 (2分20秒) | 251秒 (4分11秒) | 0.47 | 3.31 |

**表 2　本機能を用いた場合に生じた誤り**

| 正 | 誤 |
|---|---|
| enable | disable（選択誤り） |
| （不要） | <setting_error ><br>255.255.255.0<br></setting_error > |
| 192.168.2.0 | 192.168.1.2 |

しかし，本機能を用いた場合においても，誤りは生じている．本機能を用いた場合に生じた誤りを表 2 に示す．

本機能では，表 2 のように設定内容の選択誤りや不要なブロックの追加など，構文や設定内容の記述方法としては誤っていないが，課題内容として誤っている入力を検出できない．本来，このような入力は課題作成者に一度確認してもらうことを想定していた．しかし，実験の様子およびアンケートから，本機能を用いて誤った課題を作成した被験者 D, H, J は課題を作成した後，確認をせずに課題 XML の作成を終了していた．そこで，課題 XML の作成を終了する前に課題作成者にさらに確認を促すことで，これら誤りも削減することができると考える．

## 5. おわりに

課題 XML 作成における誤りの削減を目的に，課題作成補助機能を開発した．実験より，本機能を用いて課題作成における誤りを削減できることを確認した．これにより，課題作成者の負担軽減が期待できる．今後，確認すべき箇所を強調し，課題 XML の作成を終了する前に課題を作成した課題作成者にさらに確認を促す実装を検討している．

## 参考文献


[1] Cisco Systems: シスコネットワーキングアカデミー, <https://www.cisco.com/c/ja_jp/training-events/networking-academy.html>(参照 2020-7-1).

[2] Shirouzu, H., Miyake, N. and Masukawa, H.: Cognitively active externalization for situated reflection, Cognitive Science, Vol.26, pp.469-501(2002).

[3] 町岳，中谷素之：協同学習における相互作用の規定因とその促進方略に関する研究の動向, 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要(心理発達科学)，Vol.60，pp.83-93(2013).

[4] 平畑聖也，井口伸和：擬似演習者ロボットとの協調演習を可能とするネットワークトラブルシューティング演習システム，第 82 回全国大会講演論文集，pp.725-726(2020).

[5] ヴイストン株式会社：普及型社会的対話ロボット「Sota（ソータ）」ヴイストン株式会社，<https://www.vstone.co.jp/products/sota>(参照 2020-7-6).

[6] Y.HAYASHI: フリーの高機能 XML エディタ「XMLEDITOR.NET」, <http://www.xmleditor.jp/>(参照 2020-7-5).

[7] Microsoft: Download XML Notepad 2007,< https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=7973>(参照 2020-7-5).

[8] Red Hat: XML - Visual Studio Marketplace, < https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=redhat.vscode-xml>(参照 2020-7-6).