

TCP/IP プロトコル学習ツールの開発

Development of TCP/IP Protocol Learning Tools

荒井正之† 田村尚也‡ 渡辺博芳† 小木曾千秋† 武井恵雄†

Masayuki Arai Naoya Tamura Hiroyoshi Watanabe Chiaki Ogiso Shigeo Takei

1. はじめに

インターネットの普及に伴い、情報の専門教育においてTCP/IPプロトコルの教育が重要になってきた。しかし、従来型の学習方法では、決まった通信パターンの学習しか行えない、実感がわかないなどの問題点があった。本稿では、これらの問題点を解決するため、実際の通信データを教材として用いる「データ構造と通信手順の学習ツール」とシミュレーションによる「制御方式の学習ツール」の2つのTCP/IPプロトコル学習ツール[1]を提案し、これらの実現方法について述べる。

2. 従来の学習方法の問題点

TCP/IP プロトコルに対する従来型学習方法の問題点として次が挙げられる。

- 教科書を用いた場合、様々なパターンの提示が難しい。プロトコルの機能、データ構造、通信手順などに対する実感がわきづらい。
- パケットアナライザなどの専用ハードウェアを用いて、実際の通信データを用いる方法[2]では、ツールの使用にスキルを要するため、学習に至るまで時間がかかる。
- Telnet クライアントなどの汎用的なソフトウェアを学習ツールとして用いる方法[3]では、ユーザインターフェースが優れていないため、わかりづらい。

3. 要求仕様と実現方法

前述の問題点を解決するため学習ツールに対する要求仕様を以下の通りとした。

- (1) 教科書や講義での学習内容を着実に身につけることが可能なこと。
- (2) データ構造、通信手順、制御方式の学習が行えること。
- (3) 学習者が学習内容を実感できること。
- (4) 学習者がわかりやすい形の情報を得られること。
- (5) 専用の機器を必要とせず、使い方が簡単であること。

(3)の要求仕様を満たすには、実際の通信データを教材として用いることが考えられる。しかし、このようなアプローチをとった場合、制御方式の学習においては、次の問題が発生する。

- パケットロスなどの偶発的に発生して起きる制御の学習が常に行えるわけではない。
- 制御は複雑かつ、複数の制御が同時に行われる場合があるため、実際の通信データを教材として用いた場合わかりにくい。

そこで、教科書や講義の内容を補完し、着実に習得するために、データ構造と通信手順の学習を目的とした実際の通信データを教材として利用する学習ツールと、制御方式

の学習を目的としたシミュレーションによる学習ツールを提案する。

4. データ構造と通信手順の学習ツール

本章では「データ構造と通信手順のツール」について説明する。図1に示すメインウィンドウと選択表示可能な図2、図3に示す通信手順表示ウィンドウの3つのウィンドウで構成する。図2、図3のウィンドウは図1の①をチェックすることにより表示、非表示の切り替えが可能である。(1)パケットモニタリング 実際の通信データを教材として用いるため学習者が使用しているPCのパケットのモニタリングを行うことにした。学習者は最初に、図1の②に示すようにSMTP,POP,HTTP,TELNETから学習を行うプロトコルを選択する。次に図1の③のStartボタンをクリックして、学習するプロトコルを使用するメーラーやウェブブラウザなどのソフトウェアを利用して通信を行う。ツールは、学習者がStopボタンをクリックするまでの通信のパケットモニタリングを行う。

(2)パケットの表示 図1の④にはモニタリングを行った順に16進でパケットの内容をEthernet Header, IP Header, TCP Header, Dataに区切って表示し、大まかな情報を示す。各ヘッダ情報によるソーティングを可能とすることにより、送信パケットだけ、または、受信パケットだけを順番に見ていくことができるようにした。1行が1つのパケットの情報を表している。各行をクリックすることで、図1の⑤に示すようなパケットの詳細情報を表示する。

(3)階層別表示 図1の⑥には、各階層のデータ構造を理解しやすくするために、図1の④で選択されたパケットを各階層のフォーマットに従い、フィールド名と対応づけて表示する。図1の⑦にはアプリケーションデータが存在した場合にテキスト表示をする。

(4)通信手順の表示 通信手順を視覚的に理解させるための工夫として、図2に示したトランスポート層通信手順表示ウィンドウには、トランスポート層での通信手順の流れを通信の向きや役割とともに表示する。これにより、3ウェイハンドシェイクと呼ばれるコネクションの確立や切断などがわかりやすくなる。図3に示したアプリケーション層通信手順表示ウィンドウには、アプリケーション層でのメッセージのやり取りを表示することにより、アプリケーションプロトコルごとに、実際の通信手順やデータの流れなどの学習が行える。

5. 制御方式の学習ツール

本章では「制御方式の学習ツール」について説明する。通信の状況を視覚的に理解させるようにするため、画像を送信する時の流れを例に取り、送信シミュレーションを行うことにした。図4の①には送受信する画像を表示し、図4の②には送受信バッファの内容を表示する。各画像は通信の状況に応じて変化する。

†帝京大学理工学部 ‡帝京平成大学情報学研究科(現在、株式会社 静岡県農協電算センター会社)

(1)画像送信を例とした表示 通信の状況を視覚的に理解させるようにするため、画像を送信する時の流れを例に取り、送信シミュレーションを行うことにした。図4の①には送受信する画像を表示し、図4の②には送受信バッファの内容を表示する。各画像は通信の状況に応じて変化する。

(2)通信手順の表示 通信手順を視覚的に理解させるための工夫として、図4の③に通信データの流れを通信の向きとともに表示する。前節で述べた送受信バッファの内容を合わせてみることで、通信の状況が一目でわかるようになる。

(3)通信のシナリオ設定 図4のメニューバーの「シナリオ」をクリックすると、図5に示す通信のシナリオウィンドウを表示する。選んだシナリオの流れに沿って、制御のシミュレーションを行う。シナリオを作成するに当たり、1つ1つの制御では、教科書などを用いた場合と変わらない、一方で複数の制御を同時に表示した場合、理解しづらいと考えたため、以下の3つのシナリオを作成した。これにより、シミュレーションではあるが、実際の通信に近い形の学習が可能となる。

(a)輻輳制御→ウィンドウ制御

(b)輻輳制御→ウィンドウ制御→再送制御

(c)輻輳制御→ウィンドウ制御→フロー制御→再送制御

(4)制御の設定 図4のメニューバーの「設定」をクリックすると、図6に示す設定ウィンドウを表示する。各制御の発生状態などの設定を行うことにより、学習者が重点的に学習を行いたい制御の表示を可能とした。

(5)説明表示 図4の④には、現在シミュレーションを行っている制御に関する説明や通信の状況を表示する。

6. おわりに

TCP/IP プロトコルを学習する上での問題点を分析し、これらを解決するために、パケットモニタリングによる「データ構造と通信手順の学習ツール」とシミュレーションによる「制御方式の学習ツール」の2つの学習ツールを提案した。「データ構造と通信手順の学習ツール」については、実際の授業に用いた後で、簡単なアンケートを行い、良好な結果が得られた。今後、2つのツールを実際の授業で用いて、評価を行いたい。

参考文献

- [1]田村尚也, 荒井正之, 渡辺博芳, 小木曾千秋, 武井恵雄: TCP/IP プロトコル学習ツールの開発, 情報処理学会研究報告, 第63回コンピュータと教育研究会, 2002-CE-63, pp.15-21(2002).
- [2]市村洋, 中林撰, 佐々木信一, 大野研: 通信プロトコル目視検証システムの試作, 情報処理学会第41回全国大会, 1C-5, (1990).
- [3] David Stratton: "Network Protocols and Services" - a Non-Specialist Approach to Teaching Networking, Innovation and Technology in Computer Science Education, (2000).

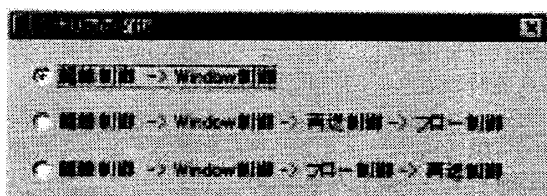


図5 シナリオの選択画面

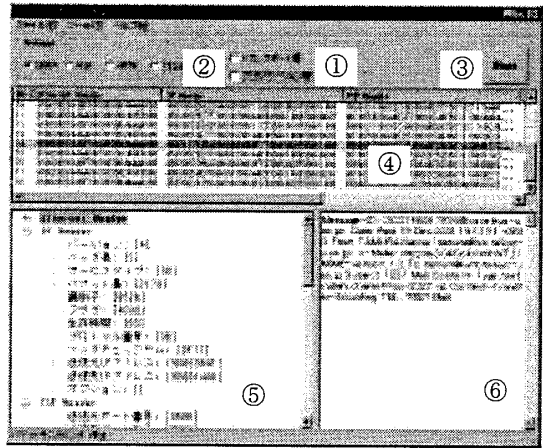


図1 データ構造と通信手順の学習ツールのメインウィンドウ

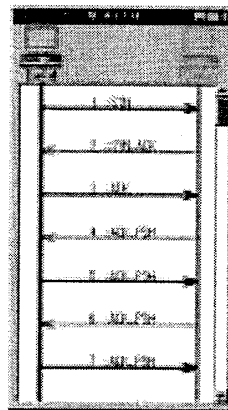


図2 トランスポート層通信手順表示ウィンドウ

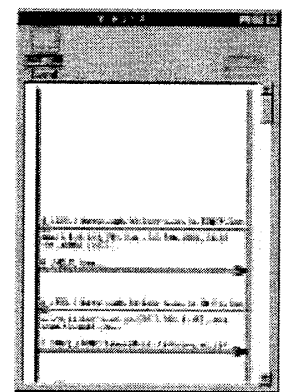


図3 アプリケーション層通信手順表示ウィンドウ

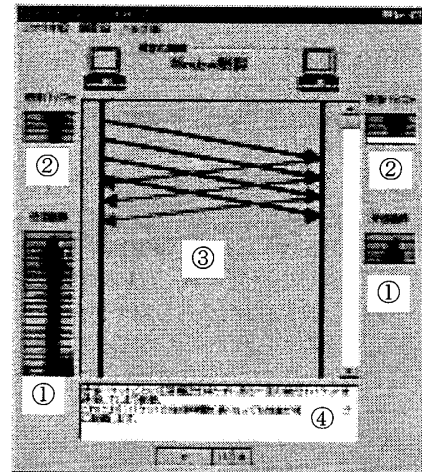


図4 制御方式の学習ツールのメインウィンドウ

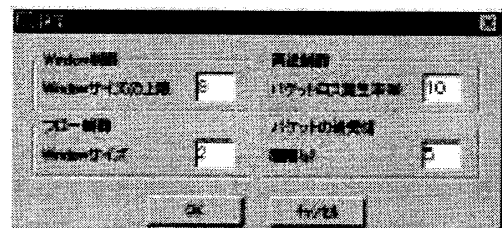


図6 制御の設定画面