

AR 技術を活用したネットワーク通信可視化システムの開発と学習用教材への応用

栄枝 夏海[†] 山脇 爽楽[‡] 浦山 康洋[‡]

高知工業高等専門学校専攻科[†] 高知工業高等専門学校ソーシャルデザイン工学科[‡]

1. はじめに

令和4年度から施行された新しい高等学校学習指導要領では，すべての高校生にネットワーク通信に関する基礎的な知識と技術を身に付けさせることが求められている[1]．しかしながら，ネットワーク分野の学習内容は複雑であり，たとえ情報工学を得意とする学生であったとしても，その仕組みを理解することは容易ではない．当該分野の学習が難しいとされる要因の一つは，ネットワーク上の通信は眼で見えないところにあると我々は考える．実際に通信を行っているネットワークを学習者が観測したとしても，その眼には PC やルータのランプが点滅しているだけにしか見えず，通信全体のイメージがわきづらいのではないだろうか．

そこで，本稿ではネットワーク上で行われている通信の内容を AR (Augmented Reality: 拡張現実) 技術を用いてリアルタイムで可視化するシステムを提案し開発する．また，本システムの学習教材への応用可能性についても検討する．

2. 提案システムの概要

提案システムの全体像を図1に，本システムにおける処理の流れを以下にそれぞれ示す．

- Step1. システムの利用者が LAN を構築し，構築した LAN 上で通信を発生させる．ここで，当該 LAN にはパケット解析装置も接続されていることに注意する．
- Step2. パケット解析装置が Step1. の通信時に発生したパケットを観測する．このとき，パケット解析装置は観測したパケットのヘッダから IP アドレスやポート番号に関する情報を抜き出す．
- Step3. パケット解析装置は Step2. で抜き出した情報を AR アプリがインストールされた携帯端末へ送信する．AR アプリは受信し

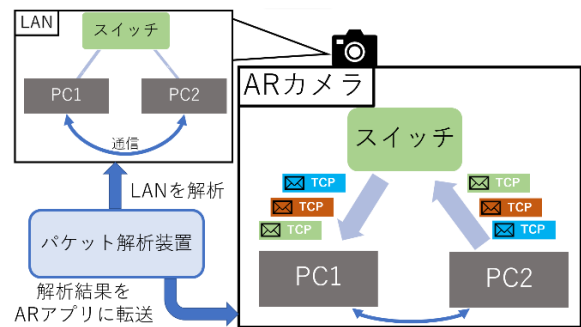


図1 システムの全体像

た情報をもとに，LAN 内でどのような通信が行われていたのかを解析する．

- Step4. 解析結果に基づいて，AR 空間では Step2. で観測したパケットを模した 3D オブジェクトが生成される．システムの利用者はこのオブジェクトを AR カメラ越しにのぞき込む．

Step4. において，3D オブジェクトは LAN 上の通信と連動して送信元ホストから宛先ホストまで移動することに注意する．本システムでは通信パケットが転送される様子をビジュアル的に観測することが可能であるため，利用者のネットワーク通信に対する直感的な理解を促すことが期待できる．

3. パケット解析装置

本章では，開発したパケット解析装置の詳細を説明する．本装置は C 言語を用いて開発を進め，小俣氏が公開しているプログラム[2]を拡張することで完成させた．

はじめに，C 言語の socket.h に含まれる標準ライブラリ関数を使って通信ソケットを2つ用意する．次に，用意した通信ソケットの一方を使って LAN 上に流れているパケットを取得する．それから，取得したパケットのバイト列と TCP/IP のヘッダフォーマットを比較し，送信元 IP アドレス，宛先 IP アドレス，送信元ポート番号，宛先ポート番号，プロトコルの種類，の5つの情報を得る．最後に，用意したもう一方のソケットを使って，上記の情報を AR アプリが稼働している

Development of Network Visualization System with AR and Application Its as Learning Materials

[†] Natsumi Sakaeda, Advanced Course, National Institute of Technology (KOSEN), Kochi College

[‡] Sora Yamawaki and Yasuhiro Urayama, Department of Social Design Engineering, National Institute of Technology (KOSEN), Kochi College

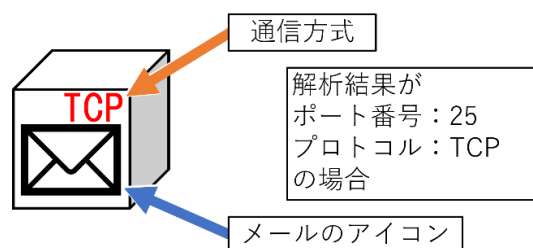


図2 パケットを模した 3D オブジェクト

表1 対応プロトコル一覧

ポート番号	プロトコル (サービス)
20, 21	FTP (ファイル転送)
22	SSH (遠隔ログイン)
23	TELNET (遠隔ログイン)
25	SMTP (メール)
53	DNS (名前解決)
80	HTTP (Web)
110	POP3 (メール)
123	NTP (時刻同期)
443	HTTPS (Web)

携帯端末へと送信する。なお、提案システムはネットワーク通信の初学者を対象とした教材としての利用を念頭に置いているため、本装置で対応可能なトランスポート層のプロトコルは TCP, UDP, ICMP の3種類に限定している。

4. AR アプリケーション

本章では、作成した AR アプリの詳細を説明する。なお、本アプリは Unity 2020.3.36f1 と Vuforia 10.7.2 を用いて作成した。

パケット解析装置から情報を受け取った AR アプリは、図2に示すようなキューブ型の3DオブジェクトをAR空間上に生成する。このオブジェクトは、パケットの送信元(宛先)ポート番号とプロトコルの種類に応じて見た目が変化するように設定している。その後、ARアプリは送信元(宛先)IPアドレスから通信ホストの位置(AR空間上の座標)を識別し、送信元ホストから宛先ホストに向かって当該オブジェクトを移動させる。表1に本アプリが対応しているアプリケーション層のプロトコルをまとめる。システムの利用者は携帯端末のカメラ越しに当該オブジェクトを視認することで、いまLAN上でどのような通信が行われているかを観測する。

5. 動作実験

開発したパケット解析装置とARアプリを連携させ、提案システムの動作実験を行った。図3に

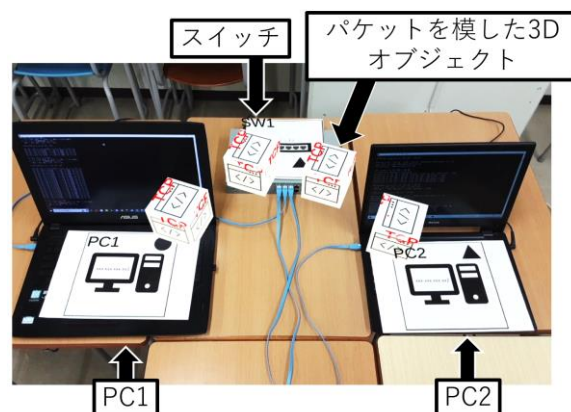


図3 動作実験の様子

その実験風景を示す。ここで、図3はARアプリをインストールしたAndroidタブレットのカメラ画面であることを注意する。

本実験において、我々はPC2からPC1の80番ポートに向けてTCPパケットを送信した。すると図3にあるように、カメラ画面上にキューブ型の3Dオブジェクトが浮かび上がった。それと同時に、当該オブジェクトはPC2からスイッチを経由してPC1まで移動し、PC1に到達したタイミングで消失した。また、キューブの表面にはTCPの文字とWebサイト用のアイコンが映し出されていることを確認した。以上の結果より、我々の提案システムは想定通りに正しく動作していることがわかった。

6. まとめと今後の予定

本稿では、ネットワーク通信をAR技術によって可視化するシステムの提案と開発を行った。本システムは主にパケット解析装置とARアプリの2つで構成される。それぞれをC言語とUnityで作成し、動作実験を行った。

今後は提案システムのさらなる改良を行いつつ、学習教材としてのパッケージ化を進める。具体的には、提案システムを使った授業計画を考え、作業手順書等を作成していく。また、提案システムを学習者に体験してもらい、教材としての有用性を調査する。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP22K18013の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 文部科学省, “高等学校学習指導要領 情報科関係資料,” https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_01831.html
- [2] 小俣光之, “ルーター自作でわかるパケットの流れ,” 技術評論社, Aug. 2011.