

実空間指向ネットワーク障害診断システムの実装と評価

和田佳† Abdul Hamid Ahmad Kamil† 川原 圭博† 浅見 徹†

† 東京大学 大学院情報理工学系研究科

1 はじめに

専門的な知識を有するネットワーク管理者がいない小規模なネットワークにおけるネットワーク障害に対しては、従来のような遠隔のネットワーク管理者に状況を報告し、対処を一任する体系よりも、障害に直面した現場にいるユーザが一次対応ができる図 1 のような体系が望ましい。しかし、ネットワーク管理者でない普通ユーザがネットワーク障害に対して対処できるには、一般ユーザに分かりやすい直感的なユーザインタフェースを用いてネットワーク障害の原因を見極め、障害回復を達成できるように支援するシステムが必要である。これまでネットワーク管理に使われてきた統合監視ツールは、遠隔にいる管理者が集中管理し易いように、実空間上の機器をアイコンとして画面上で一覧できるようにしていた。このため、このようなツールを使った場合、管理者でないユーザに画面上のアイコンと実空間上の機器の対応の認識を強いることになり、現実的なアプローチではない。

そこで本稿では Augmented Reality (AR) 技術を利用し、機器固有のアクセス手法やコマンドを知ることを無しに、ユーザの目の前の機器にその機器の管理情報を画像やテキスト情報にして重畳して提示するとともに、ユーザからの入力に応じて管理情報を取得したり、管理作業を実行し、その結果を提示するプラットフォームを設計した。本稿では SNMP や NETCONF などの各種プロトコルを利用して小規模ネットワークの障害診断に有用な管理情報の提示機能に留まらず、ping や telnet を利用した管理作業の実行アプリをプラットフォーム上に実装し、提案システムを用いた障害診断アプリケーション例を示す。さらに、提案システムのボトルネックとなる処理時間を計測し、有効性を評価する。

2 実空間指向ネットワーク管理

本稿で述べる実空間指向ネットワーク管理とは、ユーザが自分の目の前にある機器の状態をリアルタイムに入手し、現場で障害回復に努めるネットワーク管理を言う。目の前の機器の状態を知る基盤技術として下記のような Augmented Reality (AR) 技術を利用する。

現在普及している AR 技術には、カメラで撮影した画像から“マーカ”を抽出し、マーカに対応する描画情報から画像を作成し、マーカを中心に実画像に重畳して描画できるものがある。ここで、マーカとは、“黒い四角の枠がある”などの条件を満たした認識の容易な画像であり、(マーカに対応する ID、マーカ、重畳する描画情報) の三つ組の情報をカメラ付き端末に登録しておくことによって実現できる。

本稿ではネットワーク管理の操作端末として上記のようなカメラ付き端末を用いる。それを、以下では Network Management User Agent (NMUA) と呼ぶことにする。提案手法では描画情報を NMUA に持たせず、Server に保持させるが、提案手法の特長は、マーカとして QR code を用いることにある。利点は、読みこんだ QR code に、マーカの ID だけでなく、システムを構成する Server へのアクセス情報等をも URI の形で埋め込むことができ、柔軟なシステム設計が実現できることにある。

ここで、マーカ ID は QR code 上に書き込まれているため、NMUA は (検出対象画像, ID) 情報を予め持つておく必要はない。また、読

み込んだマーカ ID を Server に送って描画情報を要求するような構成にすれば、NMUA に描画情報を登録する必要もない。さらに、その際、Server へのアクセス情報を保持する必要もない。NMUA に要求されるのは QR code 読み取り機能、読み取った情報を元に Server へ転送する通信機能、Server から受信した映像を実映像に重畳して描画する機能のみで、システムごとのパラメータ変更は必要ない。この工夫によって、NMUA は本提案システムを利用した世界中のあらゆる Server にアクセスすることができる。

3 実空間指向 NW 管理プラットフォーム

図 2 はアプリケーションプラットフォームである TIARA (Tracking Information using Augmented Reality) のアーキテクチャを示した図である。TIARA の概要と構成要素について述べる。管理対象の機器全てに QR code が貼ってあることが前提であり、また、描画情報の記述形式には XML を用いている [1]。

3.1 基本動作

Application Server Platform は SNMP や NETCONF モジュールを備えており、定期的に、あるいは NMUA からのアクセスに応じて管理対象機器と SNMP や NETCONF で情報をやり取りし、URI と描画情報のデータセットを更新する。

また、Application Server Platform は、ユーザが NMUA を通じて入力した情報を元に Application Server Platform 内に追加実装されたさまざまなアプリケーションを実行する機能を備えている。入力した情報は NMUA が見ている QR code の URI とセットで受信するため、Application Server Platform はその URI と入力情報を元に実行するアプリを選択する。そのため、同じ入力情報でも、例えば NMUA がスイッチを見ている時や、PC を見ている時など、見ている機器によって実行するアプリを変えるといた柔軟な設計が可能になる。また、NMUA の見ている URI に対応する描画情報を、実行したアプリの結果に応じて更新することで、ユーザに結果をその場で見せるインタフェースを提供することができる。

3.2 IP 監視と機器の登録

SNMP や NETCONF は IP 通信で情報をやり取りする。そのため、機器に貼ってある QR code のマーカ ID とその機器の IP アドレスの対応を取る必要がある。Application Server Platform には機器の MAC アドレスが登録されており、DHCP サーバを利用して IP アドレスの変更があった時、アドレステーブルのログを利用してマーカ ID と IP アドレスの対応を更新する。

本稿では小規模 NW のユーザに適した煩雑でない機器の事前登録の方法として 3.5 節でスイッチのリンクアップを利用した工夫を実装する。

3.3 障害診断シナリオ

このようなアプリケーションプラットフォーム上で考えられる NW 障害診断システムを利用したシナリオは下記のようなものである。

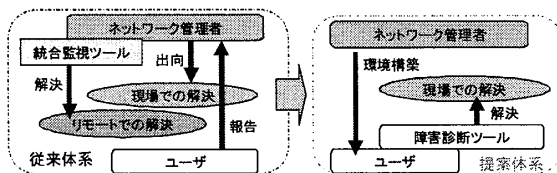


図 1: ネットワーク管理体系図

Implementation and Evaluation of Real world oriented network Fault Detection

†Kei Wada †Abdul Hamid Ahmad Kamil †Yoshihiro Kawahara †Tohru Asami

†Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

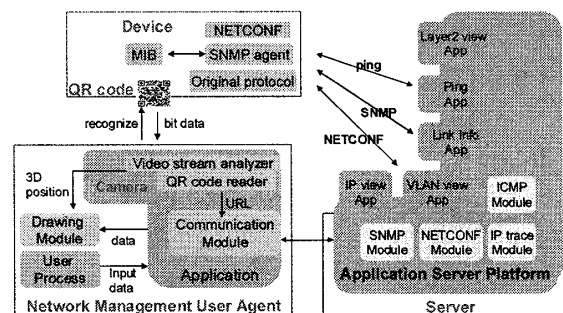


図 2: TIARA アーキテクチャ図

障害診断シナリオ A

Alice は小さな雑誌編集社で働く社員である。ある朝 Alice が書類を印刷しようとしたが、プリンタは動かなかった。Alice は障害原因を探るために、まずプリンタと自分の PC との間で ping が導通しているか確認しようとする。Alice はプリンタの固定 IP や、DHCP サーバが割り当てた自分の PC の IP も分からない。しかし Alice は障害診断用に貸出可能なカメラ付き端末を用いてプリンタに貼られたマーカを見る。プリンタの IP アドレスやトナー残量などの情報が表示されるが、特に問題は無いので、「ping する先に設定 : t」という案内を見て、「t」とタイプする。次に自分の PC を見る。IP アドレスや CPU 使用率などの情報が表示されるが、特に問題は無いので「ping する元に設定 : f」という案内を見て、「f」とタイプする。すると「プリンタに ping できませんでした」という表示が現れ、Alice は PC とプリンタがレイヤ 3 以下で障害があることを知る。次に Alice は PC とプリンタを繋いでいるスイッチの元に行き、カメラを通じてスイッチに貼ってあるマーカを見る。各ポートに設定されている VLAN の ID と IP アドレスが表示されるが、特に問題は無いので、Alice は先日設定した VLAN の影響では無いことを知る。Alice は表示を切り替えて、今度は各ポートに接続されている機器名や IP アドレス、MAC アドレス、リンク状態を見る。その結果 7 番ポートの接続先はプリンタであったが今はそれがリンクダウンしていることを知る。7 番ポートに挿さっているケーブルを辿って行くと、ケーブルが机の脚の下に踏まれており、脚をはずすとリンクアップの表示が変わったので、それがネットワーク障害の原因だと判明する。

上記シナリオを実現するために SNMP や NETCONF からの管理情報取得以外に実装した機能について述べる。

3.4 ping 機能

障害診断シナリオ A で行われた、“ping” 機能は以下のような実装である。Application Server は Alice が「t」とタイプした時に見ていたマーカと、「f」とタイプした時に見ていたマーカを記憶し、構成情報から両機器の中間スイッチにて telnet して、両機器に ping を実行する。その結果を Alice の NMUA に返す。

3.5 レイヤ 1~2 構成情報ビュー機能

従来の NW 自動診断ツールで抽出できる構成はレイヤ 3 であるため、レイヤ 1~2 の構成情報は管理者が手動で投入しなければならなかった。しかし我々の想定するユーザにその手間を強いるのは現実的でないし、ミスを防げない。このため我々はシステム内包の UI でスイッチの各ポートの接続先を Application Server に教える工夫を実装した。新たに機器 A をスイッチに繋ぐ際、ユーザは機器 A に貼られているマーカを NMUA で見て“接続実行モード”を選択した上で、スイッチに接続する。機器 A が新規購入した機器の場合、マーカは Application Server がアドレス空間から抽出した適当な URI を持つマーカでよい。Application Server はスイッチのリンクアップの情報を監視し、リンクアップしたポート番号と、マーカ ID、機器の IP、機器の MAC アドレスを記憶する。機器の電源を切っても上記データテーブルは更新されないが、ユーザが物理的に機器を外す際には同様に“取り外し実行モード”を選択し取り外すと、リンクダウンの情報の監視を元に、データテーブルは更新される。

4 実装

図 3 に実際にプロトタイプとして実装した TIARA の構成図を示す。管理情報の取得には、管理ドメイン内にローカルに設置され、SNMP や NETCONF などの各種プロトコルを REST API で隠蔽して提供する Active Proxy[2] を利用した。それ以外の機能を Remote Server に

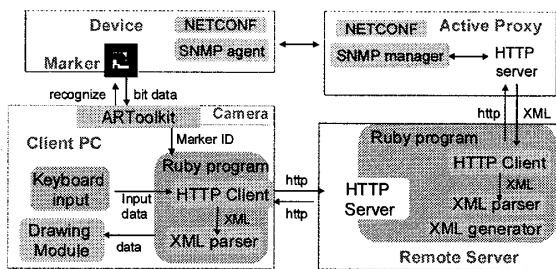


図 3: TIARA 実装図

表 1: 受信データ量に対する NMUA の描画速度

オブジェクト数 (個)	1	4	7	10	13	16
Filesizer(byte)	520	1843	3169	4496	5825	7157
平均描画時間 (秒)	0.008	0.016	0.023	0.027	0.036	0.039

表 2: Remote Server の処理時間

管理情報	プロトコル	平均処理時間 (秒)	分散
VLAN	NETCONF	9.83	0.1069
L2 構成	SNMP	2.36	0.0038
arp テーブル	SNMP	1.66	0.0014

設置し、NMUA の端末には Ubuntu8.10 を稼働させた PC、NMUA の Application 及び Remote server の CGI ソフトウェアには Ruby を用いて実装した。マーカの認識には ARToolkit[3] を利用して実装した。また、ユーザの入力インタフェースとしてキーボードを利用した。実装したシステムのスクリーンショットを示す。図 4 はスイッチに実装した提示機能である。各ポートに接続されている機器名、IP アドレス、MAC アドレスを、リンクダウンしたポート別に色分け提示と、各ポートに設定された VLAN 情報と、スイッチの持っている arp テーブルの表示を切り替える機能を有する。図 5 は PC に実装した機能である。機器名、IP アドレス、MAC アドレス、とともに CPU 使用率、HDD 残領域を円グラフで提示する。



図 4: SW の接続先の表示

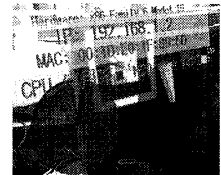


図 5: PC の管理情報表示

5 提案システムの評価

システムのユーザビリティを決めるボトルネックのポイントは、

- 受信データ量に対する NMUA の描画速度
- Remote Server の管理情報取得+データ転送時間

の二つである。表 1 は前者の結果を表にしたものである。テキスト情報に色のテクスチャ背景という静的な基本オブジェクトを仮定した。描画する立体画像の個数をオブジェクト数とし、30 回の描画時間の平均を測定した。オブジェクト数の増加に従って線形に描画時間は上がるが、カメラ画面内に収まるオブジェクトの数を考えると十分に高速と言える。分散はオブジェクト数の増加に従ってやや小さくなる。

表 2 は後者の 5 回の平均結果を表にしたものである。NETCONF による応答を二回使用した VLAN の処理が 9 秒以上かかり、SNMP 応答を利用した処理よりも遅い結果となった。また、各処理の分散は非常に小さい。

なお、実験環境には、Remote Server、NMUA とともに OS は Ubuntu8.10、CPU は Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU 2.00GHz、メモリは 2048MB、を使用した。

6 おわりに

本稿では将来の小規模ネットワーク向け管理体系を述べたあと、Augmented Reality(AR) 技術を利用した実空間指向のネットワーク障害診断システムのアーキテクチャを明らかにし、実装したシステムの性能評価をした。現在、“DHCP 障害診断機能”、“プリンタ障害診断機能”などの障害診断機能を追加していくことや、Remote Server に管理情報のキャッシュ機能を備え、処理時間の短縮化の検討を進めている。

参考文献

- [1] K. Wada, et al, “A Design of XML Schema for Information Presentation System using Augmented Reality in New Generation Network Management,” In Proceeding of ITU-T Kaleidoscope event, Aug 2009.
- [2] 川原ほか, “リソース指向型異種ネットワーク協調管理機構の設計,” DPSI36 GN69 EIP41-8, September 2008.
- [3] H. Kato, et al, “Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System,” In Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality, Oct 1999.