

拡張現実感技術を用いた ネットワーク及びリソース管理システムの設計と実装

岡田 昌和[†] 綾木 良太^{††} 島田 秀輝[†] 小坂 隆浩[†] 佐藤 健哉^{††}

[†] 同志社大学理工学部情報システムデザイン学科 ^{††} 同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻

1 はじめに

拡張現実感 (Augmented Reality: AR) 技術は現実環境の知覚情報にコンピュータによって作り出された情報を重ね合わせ、現実環境に付加情報を提示する技術である。AR 技術を用いたインタフェースは、医療や教育など様々な分野において応用が期待されている。本研究では、AR 技術によって人間の目には見えないが、存在する物を可視化する。つまり、形のない物や物同士の関係性などを現実環境に関連づけて表現する。その結果、直感的な情報提示や今まで見えなかった物を判断材料にした作業支援を可能にする。本稿では、ネットワークとリソースの管理において見えない物を可視化する研究について示す。一般的にネットワークの視覚的表現では、ノードとリンクが点と線分として表される。そのため、ノードとリンクを現実環境の通信機器と媒体に直接関連づけられない問題が生じる。この問題を解決するため、AR 技術によって現実環境に関連づけて情報を表現し、AR 上でネットワークとリソースの管理を可能にする。

2 システムの提案

提案システムは、ノードを含む現実環境の知覚情報にネットワークとリソースに関する補足的な情報を付加し、ネットワークとリソースを管理するために AR 上で情報の可視化と操作を可能にする。ネットワーク情報としては主にリンクに関する情報、リソース情報としてはノードの状態を可視化する。また、可視化では、現実環境におけるノードの位置やネットワークの変化に伴い、現実環境に付加する情報の描画位置と内容も変化する。操作では、AR 上で表現するノードやリンクを指定し、ネットワークの接続や切断、リソース情報の取得操作を指示する。本システムでは、可視化によって情報の把握を促し、操作によって把握した情報の制御を実現するため、ネットワークとリソースの管理が可能になる。

3 システムの設計

3.1 システムの全体構成

本システムの全体構成を図 1 に示す。管理対象のネットワークを構築する機器をノード、AR 技術によってネットワークの管理を行うための機器を AR サーバとする。本システムは機能面から可視化系と操作系の 2 つのシステムに大別する。可視化系においては AR サーバに入力する現実環境のデータから AR を構築し、操作系においては AR サーバから出力するデータによって現実環境のネットワークを構築する。AR サーバはノードから得られるネットワークとリソースのデータを Web カメラから得られるデータに関連づけ、AR サーバのディスプレイ上に情報を提示する。本システムでは、ネットワークとリソースのデータを 1 台のノードに集め、そのノードのみを AR サーバとの通信に用いる。ノードと AR サーバ間では、AR サーバ内のデータベースを介した通信を行う。また、AR サーバはノードに向けて操作指示を出す。ネットワーク内では操作指示に従い、操作に関わるノードが定められた処理を行う。操作によってネットワークやノードが変化すれば、変化結果は可視化する付加情報に反映される。

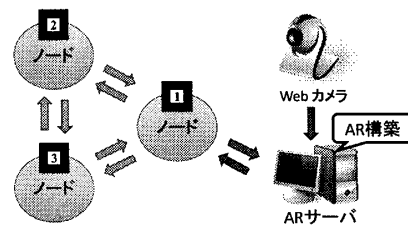


図 1: システムの全体構成

3.2 可視化系システム

本システムでは、データベースにアクセス可能なノードがネットワークに関するデータを定期的集める。AR サーバはデータベースに集められるデータから可視化情報を形成し、現実環境に付加する。データベースを用いるため、AR サーバとノードが直接通信できない場合やデータベースに記録されたデータからネットワークとリソースの状態を再度可視化する作業も可能である。可視化情報を現実環境に付加するために、マーカと呼ばれる付加情報の描画位置や向きを定める目印を現

Design and Implementation of Network and Resource Management System using Augmented Reality

[†] Masakazu Okada, Hideki Shimada, Takahiro Koita

^{††} Ryota Ayaki, Kenya Sato

Department of Information Systems Design, Doshisha University ([†])

Graduate School of Information and Computer Science, Doshisha University (^{††})

実環境に設置する。Web カメラから得られるデータ上でノードを検出するため、全てのノードにマーカを設置する。Web カメラでマーカが撮影可能ならば、ノードの位置は自由に決められる。マーカ間の位置関係を定めておくと撮影出来ないマーカが存在しても描画可能である。図 2 に本システムの可視化状態を示す。図 2 では、無線通信を行うノードの表現には現実環境の知覚情報を用い、ノード間のリンクは AR 技術を用いた付加情報によって表現する。

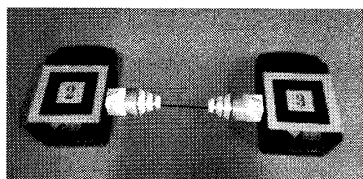


図 2: 提案システムのネットワーク表現

3.3 操作系システム

本システムにおけるネットワークとリソース情報の操作では、システムのユーザが AR 上でノードに対して指示を出す。つまり、AR を表わすディスプレイ上の画像において操作対象とするノードやリンクの情報を指定する。知覚情報のマーカ周辺や可視化する情報の描画位置にユーザの指定した画像上の点があれば、ノードやリンクの指定と判断する。

4 実装と評価

4.1 実装

設計に基づき、本システムの実装を行った。管理対象とするノードには、Sun SPOT(Sun Small Programmable Object Technology)[1] を用いる。Sun SPOT は IEEE802.15.4 無線ネットワークを構築可能な無線センサーネットワークデバイスである。また、マーカを用いた AR アプリケーションの開発が可能な ARToolkit[2] を用いる。

4.2 評価

評価実験としてリソース情報の取得指示を出してから操作結果が可視化されるまでの応答時間を計測した。図 3 にリソース情報の取得に関する動作手順を示す。AR サーバでは、処理 1 と 2 を操作の開始時にのみ行い、その後、処理 7 と 8 を画像の描画毎に行う。ノードでは、操作開始前から処理 3 を定期的に行い、操作指示がある場合には処理 4 から 6 を行う。図 3 において処理 3 の実行間隔を変更し、得られた処理 1 から 8 が終わるまでの時間と AR 画像のフレームレートを表 1 に示す。応答時間は 10 回計測した平均値である。フレームレートは上限を 30fps に設定したが、AR サーバの処理負荷に依存する。

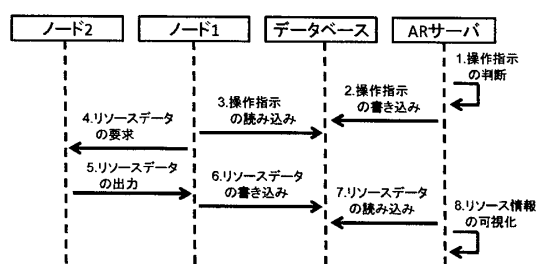


図 3: リソース情報取得の動作手順

表 1: リソース情報取得の動作状況

処理 3 の実行 間隔 (s)	応答時間 (s)	フレームレート (fps)
0.1	0.189	29
1.0	0.534	30

4.3 考察

本システムの応答時間は処理 2 から 3 と処理 6 から 7 の間に生じるデータが書き込まれてから読み込まれるまでの待ち時間に依存する。そのため、表 1 に示す通り、処理 3 の読み込み実行間隔の 0.1 秒と 1.0 秒の場合を比べると応答時間において 0.345 秒の差が生じた。フレームレートにおいて 1fps の差が生じた原因は AR サーバ内でデータベースに対するノードの処理頻度が変化したためである。本システムは、AR サーバとノードが出力するデータベースのデータを全て変化前に可視化と操作に反映した。つまり、ノードは 0.1 秒間隔でデータの書き換えが可能であるため、AR サーバは 10fps 以上のフレームレートを保ち、処理 7 での読み込みを 0.1 秒に 1 回以上行う。また、画像上の点を 0.1 秒以内に連続で指定する動作は発生しないと仮定すれば、AR サーバがデータを 0.1 秒以内に連続で書き換える可能性はない。従って、処理 3 の実行間隔が 0.1 秒ならば、ノードは AR サーバがデータを書き換えるまでの 0.1 秒以内に最低 1 回読み込みを行う。

5 まとめ

本研究では、AR 技術によって現実環境に関連付けた情報の可視化と操作を行い、ネットワークとリソースの管理を行うシステムを提案した。ARToolkit によって Sun SPOT を対象に実装し、可視化と操作に関する取得可能な全てのデータが変化する前にシステムで利用している点を示した。また、一般的な無線 LAN 端末を対象にシステムを実現し、トラブルシューティングなどに利用する展開を検討している。

参考文献

- [1] Sun SPOT: <http://jp.sun.com/products/software/sunspot/>
- [2] ARToolkit: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>