

ウェアラブル端末を用いた現場業務支援

映像伝送による遠隔支援と拡張現実による情報の可視化

Application of Wearable Devices for On-site Work Support

Remote Support by Video Transmission and Information Visualization by Augmented Reality

(電力技術研究所 電気G)

(Electrical Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

電力会社の保守現場では迅速な現場到着、正確な報告が求められる。ウェアラブル端末はハンズフリーで映像伝送、拡張現実 (AR: Augmented Reality) により情報を可視化ができるなどの特徴があり、保守性向上が期待できる。本研究ではウェアラブル端末を用いた遠隔監視、設備情報表示、山岳地ナビゲーションなどの現場業務支援技術を検討・開発した。

At maintenance sites of electric power companies, accurate reporting and prompt arrival are required. Wearable devices have features such as hands-free image transmission and visualization by Augmented Reality (AR), which improve maintainability. In this study, on-site work support technologies such as remote monitoring using wearable devices, equipment information display, and mountain area navigation were examined and developed.

1 背景・目的

電力設備は様々な環境に建設されていることから、現場業務には下記のような課題がある。

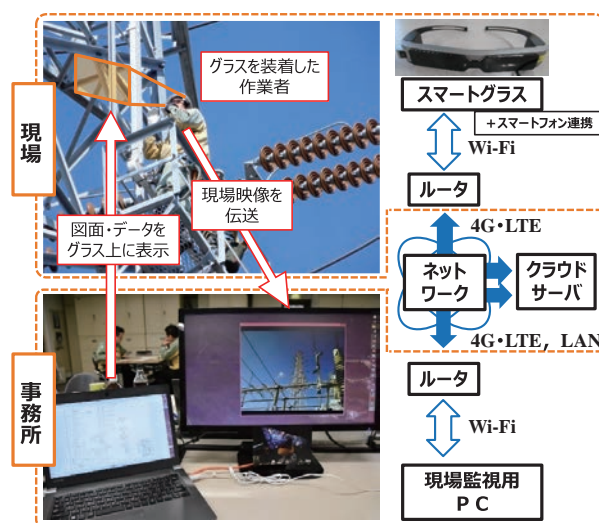
- ① 電気故障・災害時はいち早く現場に到着し、正確かつ迅速な現場状況報告が求められる。
- ② 設備保守では多くの設備・保守資料や図面を確認したい要望があるが持ち運べる資料は限られる。
- ③ 山岳地の送電線等は現地まで不整地な巡視路を徒歩で移動するため道に迷い易い。

近年、開発が進められているウェアラブル端末は身に着けることのできる情報端末であり、ハンズフリーでデータを取り扱える利点がある。特に眼鏡型ウェアラブル端末 (スマートグラス、以下グラス) は装着者の目線映像を伝送したり、ARにより情報を可視化したりできる。グラスを利用した現場業務支援について、各技術を検討した。

2 遠隔監視システム

現場状況を迅速かつ正確に把握するためにグラスのカメラで作業員の目線映像を撮影し、音声とともに事務所へ伝送するシステムを第1図の通り構築した。グラスと4G回線の組合せでは映像伝送に3秒程度のタイムラグが発生したため、高性能CPUを搭載したスマートフォン (CPU: 8コア 2.8GHz) と接続してスマートフォン側で演算処理することにより、タイムラグを1秒以下に短縮できた。事務所から作業監視や現場状況確認、工事検査がリアルタイムに可能となり遠隔支援に有効であった。

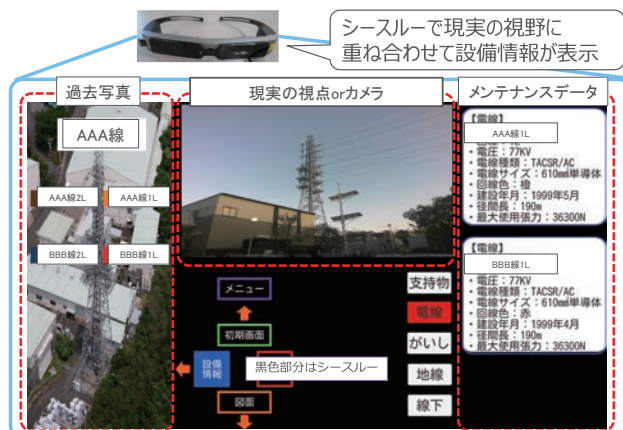
さらなる改善策として通信の高速化が図れる5G回線についても通信試験を行った結果、4G回線と比較して高画質映像を滑らかにタイムラグなく伝送でき、作業員の急激な動きにも追従が可能となった。今後の5G回線の普及により適用場面の拡大が期待できる。



第1図 遠隔監視システムの構成

3 設備情報表示機能

現場作業時に作業をしながら設備情報や図面等を確認できるよう、グラス上へ設備情報を表示する技術を検討した (第2図)。実設備を見ながら付属コントローラの操作で必要な情報を確認でき作業性向上が図れた。

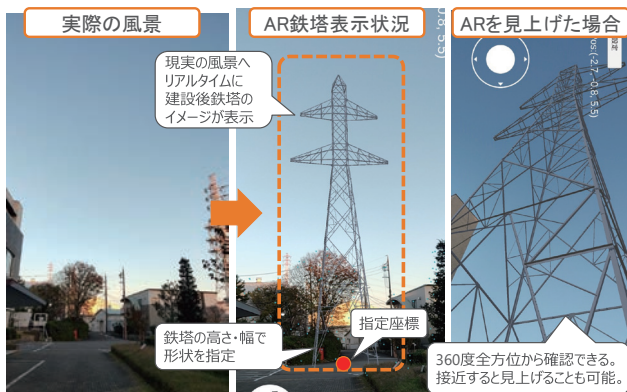


第2図 設備情報表示機能によるメンテナンス補助

4 仮想鉄塔表示システム

送電工事の際に鉄塔建設後の景観を確認するため、写真と地図情報から合成画像を作成する手法があるが、時間と手間を要する。そこで現場でリアルタイムに携帯端末上へ建設後の鉄塔をARで描画することができる仮想鉄塔表示システムを開発した（第3図）。三次元で作成した可変型の仮想鉄塔モデルに鉄塔高さ・幅の情報を与えることで、カメラ映像上の指定位置（緯度・経度）にARで仮想鉄塔を表示する。

現場検証の結果、概ね仮想鉄塔は指定の位置、高さで表示することができたが、条件によっては誤差が生じることがあった。位置精度は端末GPSと、自己位置を基準として仮想鉄塔の表示角度を算出するジャイロセンサの性能に依存しているため、GPSの精度向上には使用衛星数を増やすことが有効である。

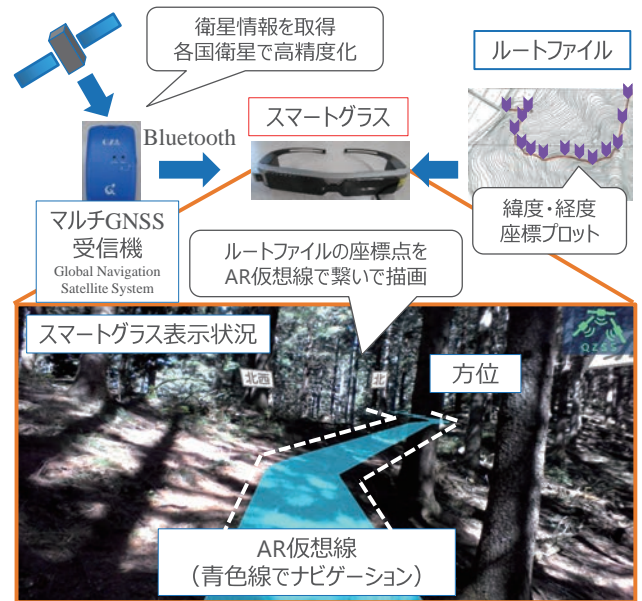


第3図 仮想鉄塔表示システム

5 山岳地ナビゲーション

山岳地に建設されている送電鉄塔へは巡視路地図を頼りに徒歩で移動する。一般的な登山道と異なり不整地な森林を歩くことから、経路を間違えないよう進路方向を安全に誘導する技術が望まれている。このため、グラスを装着した作業者の目線上へARで進路方向を表示するナビゲーション技術の適用を検討した（第4図）。

事前に必要となるARのルート情報は、巡視路地図から緯度・経度情報を入力、または一度歩行したログを基準にルートファイルを作成する。この経路情報とグラスに搭載しているGPS、方位センサにより自己位置と前方方向を計算して、グラス上にAR仮想線を表示する。ARはシースルーとなっているため、現実の視野が見える状態で確認できることから安全性が高い。



第4図 山岳地ナビゲーション

木々が生い茂る山岳地（標高1,400m、傾斜角30～40度）の1.8kmの巡視路（片道100分）で現場検証した結果、初心者でも迷うことなく歩行できた。

位置精度の検証結果を第1表に示す。当初、グラスの内部GPSでは誤差が大きく、計算に必要な衛星基数4基の信号を受信できない状態もあり、基準ルートと大きく離れた座標を示すことが多かった。山岳地では森林に囲まれていること、傾斜角が大きい箇所では仰角の低い衛星信号を受信できないことが原因であった。このため、第4図の各国衛星情報（日米露）を取得できるマルチGNSS受信機と連携し、位置精度を確認した。その結果、使用衛星基数が増えた他、日本上空を周回している準天頂衛星みちびきからの信号を受信できたことから精度が改善された。

第1表 スマートグラスとマルチGNSSの誤差 (m)

検証場所	スマートグラス単体		マルチGNSS連携	
	平均誤差	最大誤差	平均誤差	最大誤差
平地	9.0	32.8	2.5	12.4
山岳地	71	700	5.0	36.8

6 まとめ

スマートグラスを用いた現場業務支援技術を検討・開発した。実現場で検証した結果、ハンズフリーで映像を伝送したり、グラス上へARを可視化することで現場業務を支援できることがわかった。今後は中部電力パワーグリッド（株）において、システム化を検討する予定である。



執筆／八尾健一郎