特集

大型構造物の安心・安全を支える最新の技術トレンド

ウェアラブル PC を用いた 保全用情報端末システム*

小 河 謙 二**

Local Patrol Information System Using Wearable PC*

by OGAWA Kenji**

キーワード ウェアラブル, 保全用情報端末, カメラ付 HMD, 溶接検査, 目視検査, ユビキタス

1. は じ め に

当社は、2002年に当社の主力製品であるごみ焼却施設において、現場保全作業での IT 高度化の一環としてウェアラブル PC を用いた保全用情報端末システムの開発を行い、業界で初めて実用化を行った。

現在では、本システムが持つ先進的な機能を活用して各種分野、具体的には救急・医療、防災、産業、防衛等の各種分野において、実証実験、研究開発および提案を積極的に行っている。

図 1 に本システムの各種用途への展開を示す。

本システムの各種用途への展開を進める中で、小型ノート PC を用いた廉価版の開発を行うと共に、用途開発の一つとして大型構造物における溶接検査等への適用について考察を行ったので、その概要について報告する。

2. ごみ焼却施設における保全用情報端末

環境関連施設においても保全職員が現場を巡回し、各種機器の運転状態を目視などで確認することは非常に重要なことではあるが、プロセスが複雑になるとともに、運転監視が高度化されるのに伴って、現場においても中央制御室と同じプロセス運転監視データを共有しながらの高度な保全業務が必要となってきた。

このため最近では、情報携帯端末 (PDA) や携帯電話などを用いたプロセス運転監視データを提供する各種の保全用情報端末システムが開発され実用化されているが、それら端末のマシンスペックの制約からプロセス制御用計算機システム (DCS) のオペレータコンソールと同じ画面を表示することができず、限定されたプロセス運転監視データしか見ることができない。また、それら端末を両手で保持・操作しなければならず、利便性が悪いという問題点があった。

そこで、パソコンの新しい活用形態の一つであるウェアラブル PC (身につけて使うウェアラブル (「着られる」の意) コンピュータ) を中央制御室に設置された DCS のオペレータコンソールと高速な無線通信で接続することによって、ウェアラブル PC を装着して現場パトロール中の保全職員に、中央制御室のオペレータコンソールと全く同じ画面、操作性を提供することができる保全用情報端末システムを開発、実用化した。

また、本システムではウェアラブル PC のモニター部である単眼式ヘッド・マウント・ディスプレイ (HMD) に組込まれたテレビカメラとイヤークラスマイクによって、必要に応じて現場パトロール映像を中央制御室に表示できるとともに、現場保全職員～中央制御室間で相互に通話が行えるようになっている。これによって、中央制御室で現場パトロール映像及び音響をリアルタイムに把握でき、現場パトロール中の保全職員自身の状況把握

図 1 各種用途への展開

*原稿受付 平成17年 3月14日

** 日立造船 (株) Hitachi Zosen Corporation

図2 本システムのイメージ図

が容易に行えるシステムとなっている。図2に本システムのイメージ図を示す。

3. 保全用情報端末システムの構成

図2中の機器構成に本システムの構成図を示す。保全用情報端末であるウェアラブル PC が、施設内に張り巡らされた無線 LAN を介して中央制御室のプロセス制御用計算機システム (DCS) のオペレータコンソールと接続されている。

なお今回、ウェアラブル PC 本体の CPU 性能アップ、バッテリー駆動時間延長、他を目指して小型ノート PC を用いた廉価版を試作した。小型ノート PC にはソニー製バイオ PC Type-U を、HMD には島津製作所製小型単眼ヘッドマウントディスプレイ Data Glass 2/A を用いており、それらの主要目は次のとおりである。

バイオ PC Type-U の主要目

CPU	Intel Celeron M プロセッサー 900 MHz
メモリ	256 MB
HDD	20 GB
OS	Microsoft Windows XP Home Edition
寸法	167 W × 108 H × 33 D mm
重量	約 700 g

Data Glass 2/A の主要目

重量	約 70 g (ケーブルを除く)
解像度	800 × 600 ドット SVGA フルカラー
画角	60 cm 先に約 13 インチモニターを見ているイメージ

また、本 HMD には、当社でカスタマイズを行い小型 USB カメラとイヤホンマイクが組み込まれている。そのカメラの主要目は次のとおりである。

小型 USB カメラの主要目

センサ	CMOS カラーセンサ
レンズ	ピンホール
解像度	フル VGA (640 H × 480 V)
寸法	20 W × 28 H × 10 D mm
出力	USB 1.1

図3 小型ノート PC を用いた廉価版の全景

図4 ヘルメット取付けバンド

なお、当初は解像度が QVGA の超小型 USB カメラを用いていたが、解像度アップ等の理由から上記カメラに変更している。図3に小型ノート PC を用いた廉価版システムを装着した写真を示す。

バイオ PC Type-U には大容量バッテリーパックを装備し、カメラ付 HMD と内蔵無線 LAN の動作時でも 3.5 時間の駆動を可能としている。

高速な無線通信には、バイオ PC Type-U に内像されている 2.4 GHz 帯利用の IEEE 802.11 b/g を用いることができるが、バイオ PC Type-U の CF スロットに PHS カードや FOMA カードを挿入することによって公衆回線を用いることも可能である。すなわち、公衆回線が利用できない施設の屋内では無線 LAN を用いて、無線 LAN 設備の無い屋外では公衆回線を用いる等の切り換えが可能となっており、本来の意味でのウェアラブルなシステムとすることが可能となっている。

また今回、作業用ヘルメットに HMD を装着させるヘルメット取付けバンドの開発も行った。このバンドは長さを任意に調節することが可能な構造となっており各種ヘルメットに装着することが可能な上に、直に頭にも装着できるようになっている。また、HMD モニター不要時にはヘルメットと干渉せずに任意に跳ね上げられると共に、HMD の装着性および視認性の安定度が向上されている。図4にヘルメット取付けバンドの詳細を示す。

4. 保全用情報端末システムの特長

(1) 現場で DCS 画面の監視・操作

本システムでは、現場パトロール中の保全職員が中央制御室にあるオペレータコンソールと全く同じ画面と操作感覚でプロセスの監視・操作をすることができるようになっている。また、ウェアラブル PC の特長として、ポインティングデバイスを操作する時を除いて基本的にハンズフリーであるとともに、モニター部が目の直前にあることである。なお、保全職員が移動中には安全性を考慮して、視界の邪魔にならないように跳ね上げておけるようになっている。

すなわち、保全用情報端末を装着して現場パトロール中の保全職員が、保全用情報端末のオンライン会議ソフトを立ち上げて中央制御室の運転責任者と連絡を取り、その了解のもとでリモートアクセスソフトを立ち上げると、リモートアクセスソフトで接続先を指定した中央制御室の DCS のオペレータコンソールを保全用情報端末側から遠隔で監視し操作することができるようになっている。

したがって、現場パトロール中の保全職員が本システムのオンライン会議ソフトを活用して中央制御室の運転責任者と十分なコミュニケーションを取りながらプロセスの監視・操作を行えば、現場を含めた施設全体がバーチャルな中央制御室となってくる。

(2) 中央で現場パトロール映像の監視

本システムでは、保全職員の現場パトロール映像を必要に応じて中央制御室に置かれたモニターで監視することができるようになっている。

すなわち、保全用情報端末のモニター部である HMD には小型 USB カメラが組み込まれており、このカメラで撮影した現場パトロール映像を、本システムのオンライン会議ソフトを用いてリアルタイムに中央制御室のオペレータコンソールにその映像を送ることができる。また、この現場パトロール映像は中央制御室に限らず本システムの無線 LAN に接続されているパソコンであればどこにでも送ることが可能である。

さらに、中央制御室のオペレータコンソールと、施設の運転監視に用いられている工業用テレビ設備 (ITV) をリンクさせておけば、保全情報端末側で ITV の操作および映像の監視も可能となる。

この事は、従来の設備では限定された場所で限定された映像しか監視できなかったものが、本システムにより任意の場所から任意の場所の映像を監視することが可能になることを示している。

(3) 各種汎用 PC プログラムの活用

保全用情報端末であるウェアラブル PC は、Windows 2000 や XP が動作する普通のパソコンと同じである。これは、世界中に無数にある Windows 上で動作するアプリケーションソフトを活用することが可能であることを示している。施設の運転保全に限っても、Windows 上で動作する有用なアプリケーションソフトが数多く開発・実用化されており、そのソフト資産を有効に活用することができる。

具体的には、最近の大型ごみ焼却施設では、施設の機器図面や取扱説明書などを電子データ化して管理することができる電子ファイリングシステムが標準的に設置される傾向にある。この電子ファイリングシステムのサーバを本システムの無線 LAN に接続して、保全情報端末側に電子ファイリングシステムのクライアントソフトをインストールしておけば、現場のどこからでも保全情報端末のモニター部である HMD 上で施設の機器図面や取扱説明書などを任意に閲覧することが可能となる。

また、本システムの特長の一つである HMD に組み込まれた小型 USB カメラを活用して映像マニュアルを製作することも容易である。すなわち、施設の定期点検時や不具合発生時の主要な場面をこのカメラで撮影して、本システムの無線 LAN 上に設置された別途サーバに保存しておけば、本システムを利用して何時でも、どこでも、誰でもが閲覧することが可能となり、施設における運転保全の技術の高度化及び伝承が容易となる。

(4) インフラの活用

本システムでは既存のインフラを最大限に活用することが可能であり、コストパフォーマンスと拡張性の高いシステムとなっている。

すなわち、最近のごみ焼却施設ではほぼ標準的にプロセス制御用計算機システム (DCS) が設置されており、そのオペレータコンソールにはパソコンが用いられている。本システムではそのオペレータコンソールをそのまま用いるとともに、本システムのリモートアクセスソフトによってオペレータコンソールの監視画面をそのまま使って遠隔から監視・操作するため、新たな画面を作成する必要が全く無く、オペレータコンソールのハードとソフトを最大限に活用することができる。

5. 大型構造物における溶接検査への適用

本システムの最大の特徴は、HMD に組込まれた小型 USB カメラである。

最近では、ヘルメットに小型カメラとヘッドセットだけを組み合わせた簡易なシステムも提案・実用化され、保守メンテナンスの遠隔支援システム等に活用され始めている。しかし、このようなシステムはファインダーの無いカメラで撮影するような簡易的なシステムであり、装着者が意図する映像を撮影することは容易ではない。すなわち、ヘルメットに装着されたカメラの光軸と、装着者の眼の光軸にズレがあるため、被写体との距離によって画角が異なり、特に、被写体との距離が近いほどその傾向は顕著となり、装着者が意図する映像を撮影することは容易ではないシステム構成である。

一方、当社システムでは HMD に組込まれた小型 USB カメラの映像を HMD のモニターで確認できるため、装着者の意図した映像を撮影することが可能である。

この機能を活用した新たな用途が、各種検査試験における目視検査での現場写真撮影である。すなわち、各種試験検査の検査員が本システムを装着して、Excel 等で作成された検査フォーマットを HMD モニター上に表示しながら検査記録を行っていき、目視検査項目では被検査

箇所映像を任意にキャプチャーして検査フォーマットに添付することによってビジュアルな検査記録を作成することが可能となる。

また最近では、外国での大型構造物の溶接箇所検査にビデオカメラとヘッドセットを用いたシステムも考案されている。すなわち、高度な検査技術を持った検査員は実際の検査場所から少し離れた現場事務所の一室に居り、実際の検査場所にはビデオカメラとヘッドセットを持った現地の複数の作業員が居り、現場事務所の検査員の指示に従って検査現場の映像を現場事務所側に伝送しながら溶接箇所の検査を順次実施して行くものである。このとき、実際の検査現場には複数の作業員グループがあり、一つのグループが溶接検査を実施している時に、別のグループは次の検査場所の準備を行っており、検査員が待ち時間無しで効率的に検査を順次行っていくことで、検査員の人件費を大幅に削減しようとするものである。

これに当社ウェアラブル PC システムを組み合わせれば、より利便性の高い大型構造物における溶接検査システムを構築できるものと考えられる。なお、溶接検査により高解像度なカメラが必要な場合には、外部カメラとして高解像度カメラを準備してその映像信号をウェアラブル PC に取り込むことも容易である。

6. お わ り に

当社では、環境関連施設の業界に先駆けてウェアラブル PC を用いた保全用情報端末システムの実利用化を行うと共に、本システムが持つ先進的な特徴に着目して、救急・医療、防災、産業、防衛等の各種分野において、実証実験、研究開発および提案を積極的に行っている。

その一環として今回、大型構造物の安心・安全を支える最新の技術トレンドとして、大型構造物における溶接

図5 ウェアラブル PC の将来像の一例

検査への本システム（ウェアラブル PC を用いた保全用情報端末システム）の適用について提案を行った。

今後、IT 分野の目覚ましい進歩によるユビキタス社会の到来に伴って、本システムのようなウェアラブルなシステムが急速に普及し、実際の現場で何時でも何処でもパソコンが使える、各現場作業員の能力を拡張・補完する重要な道具になると期待される。

最後に当社では、本システムのハードウェアの小型軽量化、ハンズフリーな入力デバイスの開発、および複合現実感を含む各種用途に合わせたソフトウェアの開発を行っており、図5にウェアラブル PC の将来像の一例を示す。

参 考 文 献

- 1) 小河謙二：ウェアラブル PC を用いた保全用情報端末システム，日立造船技報，Vol.63 No.3 (2003) pp.24-27.