

1 インターネットを利用した産業機械の遠隔診断に必要な通信技術の開発(第1報)

村河亮利, 藤原義也, 岩谷 稔, 本多誠一*

Development of a remote monitoring system for industrial machine (1st Report)

MURAKAWA Akitoshi, FUJIWARA Yoshinari, IWATANI Minoru and HONDA Seichi*

Many factories attempt to increase productivity. To reduce the line down time of factory is to improve machine capacity utilization. Manufacturer should detect the machine fault conditions using remote monitoring systems until the fault is repaired. The telephone line is more commonly and more secure than the Internet to use to monitor a remote machine. However, the Internet is faster and more accessible than the telephone line. The purpose of this research is a secure remote monitoring support system over the Internet using SIP and cryptographic technology. This system consists of an access mediation server, a remote maintenance terminal and a remote monitoring unit. The remote monitoring unit equips three connections (RS-232C, USB and A/D conversion) to connect many machines.

We fix mediation server specification, research SIP open software and trial one of the software (SER) on the same network. And we prepare virtualized development environment for embedded Linux.

キーワード：遠隔診断, インターネット, 組み込み

1 緒 言

産業機械購入メーカーは工程管理強化による生産性向上を図る中で、そこで使用される産業機械の稼働率を向上させるための保守サービスを重要視しつつある。一方、産業機械販売メーカーは機器保守費削減のため、保守要員の出張回数を減らす努力をしている。保守サービスの品質向上と効率化を図る手法として、産業機械製造販売メーカーがあらかじめ対象機器の遠隔診断を行い、その結果を基に効率的にメンテナンスを行うことで稼働率を上げるサービスが試行されている。この遠隔診断で使用されている回線は電話が主流で、インターネットが遠隔診断で用いられている例は少ない。これはインターネットの通信速度が低速であり、またデータ秘匿性にも問題があったためである。そこで本研究では、現在では高速・安価なデータ通信が可能となったインターネットを利用し、データ秘匿性を考慮した産業機械の遠隔診断に必要な通信システムを開発する。また、本システムは多くの産業機械を遠隔診断可能とするため、RS-232C, Ethernet, USB, A/D 変換機能を備える装置として遠隔監視ユニットを開発する。さらに産業機械を許可者以外が操作を行えないよう、セキュリティ対策として生体認証方式の一つである虹彩認証装置を開発する。

第1報ではシステム構想, 本システムの各機能, SIP

を基本としたオープンソフトウェアの比較検討, 組み込み Linux 開発環境の仮想化, 評価ボードおよび組み込み開発環境の整備状況について報告する。

2 システム構想

メーカー側の保守管理端末と、遠隔監視ユニットとを仲介サーバを利用してインターネット経由で接続するシステム概念図を図1に示す。

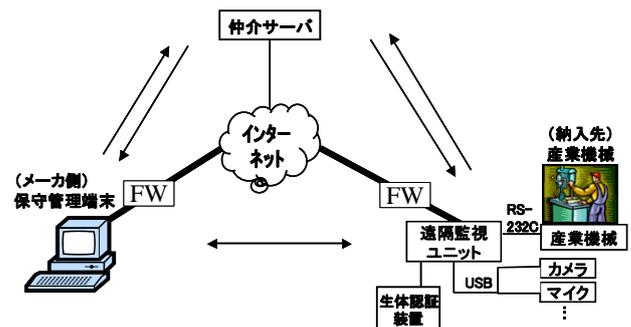


図1 端末接続のシステム概念図

両端末間を接続するプロトコルは、インターネットでデファクトスタンダードになりつつある SIP (Session Initiation Protocol) を基本としたものを用いる。また、ルータやファイアウォールの設定変更を最小限にとどめ、インターネット経由で遠隔監視ユニットと、メーカーの保守管理端末間の通信を可能とす

るシステムを開発する。

3 仲介サーバ

開発期間の短縮・開発コスト削減するため、SIP を基本としたオープンソフトウェアを用いる。仲介サーバの概略を図2に示す。

仲介サーバの SIP を基本としたサーバ機能には、各端末のグローバル IP アドレスおよび公開鍵の登録情報保持機能、公開鍵等の情報を通信開始時に各端末に送信する機能およびシステム設定用 API 機能がある。

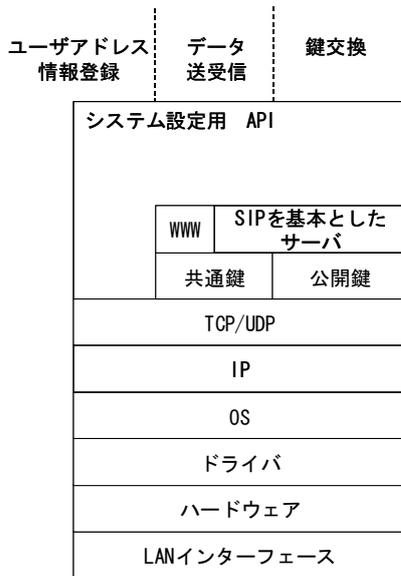


図2 仲介サーバの概略

3.1 サーバ仕様

SIP を基本としたサーバ仕様としての必要要求項目を示す。

- (1) 仲介サーバの処理能力が十分であること。
- (2) 端末間接続の接続プロトコル (SIP) に準拠していること。
- (3) 両端末がファイアウォール越えて通信可能であること。
- (4) 次世代インターネットプロトコル IPv6 に対応可能であること。
- (5) セキュリティ確保のための暗号化機能を有すること。

3.2 サーバソフトウェア比較

遠隔監視端末から保守管理端末へ音声と映像の伝送を行った場合の仲介サーバの処理能力を比較検討した。

条件として、保守管理端末と遠隔監視ユニットを1組とし、1組当たりの音声を64kbps、MPEG2の映像が約6Mbps帯域を使用し、10組同時接続した場合の下記2種類の仲介サーバ方式について試算を行った。

仲介サーバの方式には端末間の通信内容を全て中継する方式と、両端末の接続時のみに両端末の通信に関与し、それ以降の端末間の通信は1対1で行う方式の2種類がある。前者はNATの影響を仲介サーバが受けない長所があるものの、仲介サーバへの負荷および仲介サーバに接続する回線への負荷は、入出力で約120(=60×2)Mbpsの処理が必要となる。後者は仲介サーバへの負荷や回線への負荷は仲介サーバには端末接続時のみ処理で、通信内容は処理する必要がないため、仲介サーバに負荷はかからないという長所があるが、NAT問題の一部が解決出来ない場合がある。そこで両者の機能を取り込んだシステムを開発する。ここで後者の方式に対応したオープンソフトウェアについて3.1の(2)以降の要求項目について各オープンソフトウェアを比較したものを表1に示す。比較するにあたり、ホームページ¹⁾からの情報を参考にした。

表1 仲介サーバ用ソフトウェア比較

ソフトウェア名	SER ²⁾	OpenSER ³⁾	OpenSBC ⁴⁾	Yate ⁵⁾
SIP準拠	○	○	○	○
FW通信	○	○	○	×
IPv6対応	○	○	×	×
暗号化	○	○	○	×

表1よりSERとOpenSERが全ての機能を満たすことがわかる。現在SERを試行しており、今後OpenSERも試行する予定である。SER動作確認を行うために、保守管理端末および遠隔監視ユニットのSIP機能の代替としてフリーソフトウェアのSjphone⁶⁾を用いた。今回NATを使用せず、かつ全ての端末が同一ネットワーク上にある場合の動作確認までを、プロトコルアナライザにてパケットモニタリングを行った。

今後、端末間にNATが存在する場合の動作確認、端末間通信が上記の2方式どちらでも通信可能となるようにSIPを改良したソフトウェアの作成、仲介サーバ内の端末情報の管理方法などの開発を行う予定である。

4 遠隔監視ユニット

産業機械の遠隔監視・遠隔診断を行うため、RS232C、Ethernet、USB、AD変換機能を備えた遠隔監視ユニットを開発する。遠隔監視ユニットにUSBインターフェ

イスを実装することで、Web カメラなど様々な USB 機器を接続することができるため、コンパクトでありながら、デバイス拡張性を備えたハードウェア構成とした。

遠隔監視ユニットの概略を図3に示す。このように、産業機械を遠隔監視・遠隔診断するための汎用 API、システム設定用 API を開発することで、様々な産業機械の遠隔監視・遠隔診断に対応可能とする。

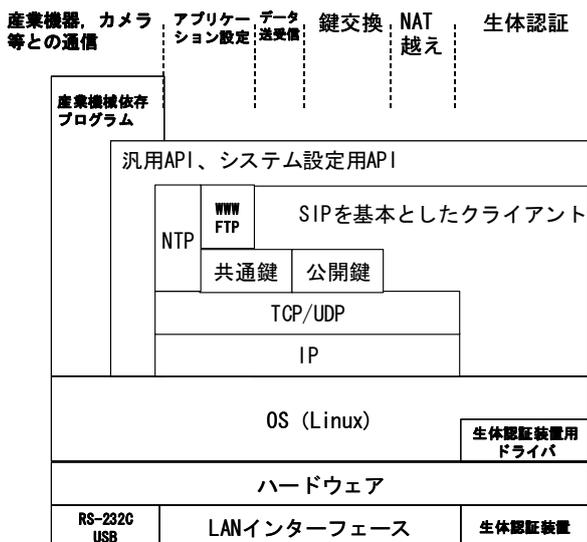


図3 遠隔監視ユニットの概略

遠隔監視ユニットに搭載するOSとしてLinuxを採用する。Linuxは、Linuxカーネルをはじめ、Webサーバやftpサーバなどの多数のアプリケーションがオープンソースソフトウェアとして公開されているため、ネットワークを利用したシステム構築の際に開発期間の短縮・開発コスト削減を図ることができる。

4.1 組み込みLinux開発環境の仮想化

組み込みLinuxのクロスコンパイル開発環境を構築するにあたり、仮想化技術を用い、仮想ハードウェア上に開発環境を構築した。仮想ハードウェアの構築にはVMWareを用いた。組み込みLinux開発環境構築に仮想化技術を導入することで以下の利点がある。

- ・ターゲットボードごとに仮想マシンを作成し、クロスコンパイル開発環境を構築することによる、複数バージョンのコンパイラ・ライブラリの混在防止。
- ・複数の開発環境を1台のハードウェアにまとめることによる、ハードウェアコストの削減。
- ・複数メンバーで開発を行う場合、仮想マシンのコピーのみで同様の開発環境構築が可能。

- ・仮想マシンはホストマシン上では複数のファイルとして存在するため、開発環境ごとバックアップ可能。
- ・ハードウェアトラブル発生時でもバックアップファイルから開発環境を容易に再構築可能。

4.2 汎用API開発

汎用APIの開発プラットフォームとして京都マイクロコンピュータの評価ボード(KZM-ARM11)を用いることとした。これは、汎用API開発と遠隔監視ユニットボード開発を並行して進めるためである。評価ボードの主な仕様を表2に示す。

表2 評価ボード仕様

CPU	ARM1136 532MHz
メモリ	DDR-SDRAM128MB
フラッシュメモリ	64MB
シリアルポート	UART(2ch)
LAN	10/100Mbps
USB	2.0(1ch)

この評価ボードではLinuxカーネル2.6が動作し、さらにWebサーバであるthttpdなどのミドルウェアも動作した。また、クロス開発環境上のディレクトリをNFSで公開し、評価ボードからネットワーク上の共有ディレクトリをルートファイルシステムとしてLinuxが起動するようにした。

4.3 遠隔監視ユニットボード開発

遠隔監視ユニットのA/D変換にはdsPIC(dspic30f4013, ADC分解能:12bit)を用いた。この遠隔監視ユニットは共同開発企業で自動車関連部品検査ボードとしても利用する予定である。開発中のボードを写真1に示す。



写真1 開発中のボード

このボードは dsPIC を用いて開発した自動車関連部品検査装置のボードで、CPU として用いる ARM11 は未実装である。今後、遠隔監視ユニットに必要な機能をボードに追加し、Linux のポータリングを行う予定である。

5 結 言

仲介サーバの開発環境を整備すると共に、SIP を基本としたオープンソフトウェアを比較し、ソフトウェアの1つであるSERを用いて、同一ネットワーク上でのSIPプロトコルの動作確認を行った。また、組み込みLinux開発環境の仮想化を行い、開発の効率化を図ると共に、評価ボードおよび組み込み開発環境を整備した。

次年度は端末間にNATが存在する場合の動作の確認、端末間通信がNATの状態によらず通信可能となるようSIPを改良したソフトウェアの作成、保守管理端末および遠隔端末のネットワーク接続状況を仲介サーバで管理する手法の確立、遠隔監視ユニットへのLinux組み込み等を行う予定である。

文 献

- 1) http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_SIP_software
- 2) <http://www.iptel.org>
- 3) <http://www.openser.org>
- 4) <http://www.opensourcesip.org>
- 5) <http://yate.null.ro>
- 6) <http://www.sjllabs.com/>