

安価な遠隔計測システムの開発

◎ 広島ガス 技術研究所 中村 睦
広島ガス 技術研究所 佐々木 直之

1. はじめに

数点から数十点規模かつ数か月から数年度の遠隔データ計測へのニーズは相当量あると思われる。このようなニーズに最適な遠隔計測システムを構築した。また、遠隔計測地に設置する簡易なデータロガーも製作し、トータルで遠隔計測のコスト削減を可能とした。

2. 通信システムの特徴

(1) 通信コストの削減

通信コストを削減するために、仮想移動体通信事業者 (MVNO 事業者) の提供するデータ通信専用の SIM を利用した。契約先により月額のコストは異なるが、SIM 1 枚につき、500~1,500 円/月程度であり、移動体通信事業者 (MNO 事業者) と直接契約する場合 (6,000 円/月程度) と比較して、大幅な通信コストが削減できる。遠隔計測では、音声通話機能が不要であり、通信速度の要求レベルも低いので、MVNO 事業者が提供するサービスが適合している。

本開発では、MNO 事業者には NTT docomo、MVNO 事業者には DTI を採用した。(法人契約可能な MVNO 事業者が限られるので注意が必要)

(2) グローバルな IP アドレスが付与されないデメリットの克服

一般的に、MVNO 事業者が付与する IP アドレスは、プライベートな IP アドレスである。プライベートな IP アドレスの場合、Dynamic DNS や固定した IP アドレスの割り付けなどのサービスが導入できず、遠隔計測地に設置した通信機器の遠隔設定や遠隔操作が容易ではない。本開発では、筑波大学・ソフトイーサ (株) が無償で提供している SoftEtherVPN を用いて、ソフトウェア VPN (Virtual Private Network) を構成し、事業所と遠隔計測地間を仮想的な LAN で接続することでこの問題を解決した。

セキュリティの観点から見ると、VPN を採用することによって、Dynamic DNS や固定した IP アドレスの割り付けによるアクセスよりも向上している。

(3) Raspberry Pi (小型 Linux パソコン) を採用し、VPN サーバ・VPN ブリッジともに、コストを低減

従来の VPN 通信では、専用のハードウェア機器を使用するものが一般的であるが、本開発では、Raspberry Pi (小型 Linux パソコン) を採用し、事業所に VPN サーバ、遠隔計測地に VPN ブリッジを配置し、ソフトウェアにより VPN を構築した。Raspberry Pi は、英国 Raspberry 財団が開発した CPU に ARM 採用した手のひらサイズの小型 Linux パソコンで、ケースや電源ケーブルなど付帯部品を

含めても 6,000 円/台程度である。

(4) 安価な民生用ルータと USB 通信端末の組み合わせ

遠隔計測地に設置するルータには、民生用の安価なルータを採用した。高価なルータを採用すれば、自己再起動等の機能により、USB 通信端末の通信維持が図られる機種が存在するが、本開発では、安価な民生用ルータ (アイオーデータ DCR-G54/U) を採用した。また、USB 通信端末が基地局側から切断される事例が発生したので、USB 通断器を製作し、VPN ブリッジから 4 時間毎に疑似的に USB 通信端末を抜き差しする指令を発することで、通信切断防止を可能とした。ルータ及び USB 通断器のコストは合計で 1 万円程度である。

USB 通信端末は、正規に購入するよりも、中古品の方が入手容易でコスト的に有利である。USB 通信端末は、LTE 対応である必要はなく 3G 対応で十分である。本開発では NTT docomo L-05A を採用した。

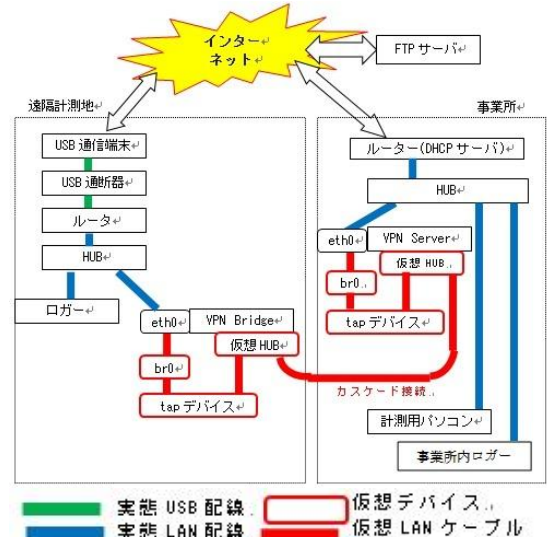


図1 VPNサーバとブリッジの構成図

本図では、FTPサーバがインターネット上に存在するように記載されているが、事業所内等に設置することも可能。

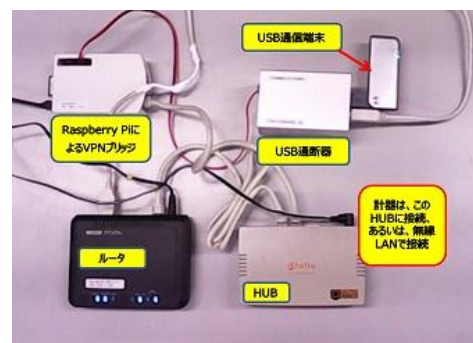


図2 VPNブリッジと周辺機器

LAN接続型ログをHUBに接続あるいは無線LANで接続する。

(5) その他

Raspberry Pi の内部時計を正確に保つために、1 時間に 1 回、NTP サーバとの同期を取る仕組みを導入した。また、Raspberry Pi の原因不明のトラブルを解決するために、1 日一回、自己再起動を設定した。

3. 簡易なデータロガーの製作

Raspberry Pi の GPIO を利用し、簡易なデータロガーを製作した。通信設備費や通信費を安価にし、さらにデータロガーが安価に構築できれば、遠隔計測のハードルはさらに下がると思われる。本開発では、温度・湿度の計測（最大 8ch）とアナログデータ（最大 8ch）の計測とロギング、ロギングデータの FTP サーバへの転送を実現した。

(1) 温度・湿度の計測

Raspberry Pi を用いる温度・湿度の計測には、いくつかの計測方法が提案されているが、本開発では、市販の温度センサーモジュール DHT11 あるいは DHT22(AM2302)を用いて、温度・湿度を計測するシステムを採用した。DC5V とセンサー入出力の 3 線式で Raspberry Pi の GPIO と接続する。ソフトウェアは、C 言語のソースをコンパイルして作成し、CRON による 1 分以上のインターバルでの計測値を集積し、同様に CRON によるスクリプト実行により、FTP アップロードを実現している。

DHT22 を用いた場合の測定範囲は、温度 -40～80℃（分解能 0.1℃）、湿度 0～99.9%（分解能 0.1%）である。また、防水されていないので、液体温度の計測はできない。

(2) アナログデータの計測

Raspberry Pi は、本体内に A/D 変換機能を持っていない。したがって、外部に A/D 変換 IC を設置し、デジタルデータ化したものを Raspberry Pi の GPIO へ SPI 通信を用いて接続した。ただし、Raspberry Pi の GPIO は、3.3V のロジックレベルなので、一般的な計装標準信号号である 1-5V や 4-20mA を計測するために、A/D 変換 IC と Raspberry Pi の間にロジックレベルコントローラを配置した。ソフトウェアは、(1)と同様に C 言語のソースをコンパイルして作成し、1 秒以上の間隔での計測値集積を実現した。FTP アップロードは(1)と同様である。計測設定情報は、外部のテキストファイルに記載されたものを参照するプログラムとしている。

なお、入力データは計装標準信号号のみを取り扱う。熱電対や測温抵抗体などを直接計測することはできない。

(3) その他

Raspberry Pi は、内部に RTC(Real Time Clock)を持っていないので、停電すると、内部時間が大幅に狂う。同様にインターネットに接続していなければ、内部時計の精度は維持できない。そのため、外付けの RTC モジュールを GPIO に対して i2c 通信で接続し、計測時間の正確さができるだけ維持できるように配慮した。

また、GPIO にハードウェアシャットダウンスイッチを設置した。これは、Raspberry Pi に電源 OFF のスイッチがないので、データロガーとして利用する場合、電源供給断による強制的なシャットダウンを行うと、最悪の場合、SD カード内のデータが破損する可能性があるためである。

なお、インターネットへ接続している環境を前提に開発を進めて来たが、インターネットへの接続ができない環境においても本器は使用できる。内部に FTP サーバを設置しており、そのサーバに対して、計測値をアップロードすることで計測値を集積できるからである。ただし、事業所より作動状況が確認できないので、このような使い方は、非常に短期間のデータ計測に限って使用した方がよいだろう。なぜなら、データを蓄積する SD カードの容量に限界があること、遠隔接続ができない環境ではデータ計測が正常に行われているか否かの確認ができないことの 2 点に、課題があるためである。

さらに、Raspberry Pi を無線 LAN で接続することもできる。VPN ブリッジとの計測場所との位置関係などにより必要に応じて導入されればよい。なお、Raspberry Pi は、非常に省電力ではあるが、電池での駆動は困難である。

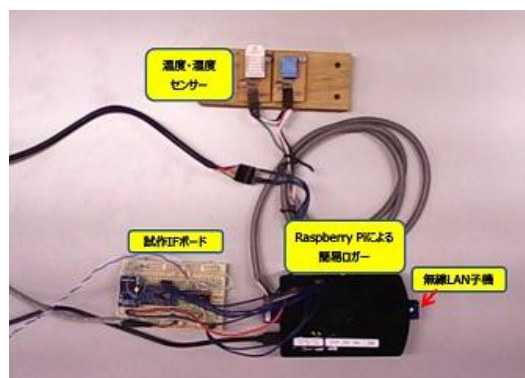


図3 簡易なデータロガー

試作 I/O ボード(試験用ブレッドボード)には、RTC モジュール及びロジックレベルコントローラ、8ch A/D 変換 IC を搭載

4. まとめ

本開発では、できるだけ安価に、遠隔計測地のデータを収集するためのシステムを開発した。VPN 構築のみの初期コストが 2～3 万円、通信費 1 ヶ所につき 500～1,500 円/月程度で、遠隔計測が可能である。簡易なデータロガーによりデータロガーコストの削減提案をしているが、これは必須ではなく、LAN 接続型のロガーが利用可能である。当然、LAN で接続できる機器ならば、データロガー以外にも遠隔計測地に設置可能である。

Raspberry Pi は、応用範囲が非常に広く、データ計測以外でも様々な活用が可能である。本論である計測分野においても、種々の提案がされているので、今後も注視し有用な情報を集積していきたい。

ガス事業者の方で、遠隔計測に本開発品を利用したいとお考えの場合には、弊社技術研究所へお問い合わせをしていただきたい。