

遠隔橋梁長期観測のためのデータ送受信モジュールの構築に関する一考察

長崎大学 学生会員 ○直塚大成 長崎大学大学院 正会員 西川貴文
長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博

1. はじめに

我が国の土木構造物の多くは、老朽化や技術者の不足に伴った維持管理上の慢性的な問題にさらされている。また、島嶼部などの広範囲の遠隔地に点在して架けられた橋梁を持ち、交通の要地となる大規模橋梁を持つ地方自治体では、より効率的な維持管理手法を確立する必要がある。

既往の研究においては、図 1 に示しているような遠隔長期観測システムを構築し、現地に足を運ばずに観測を行うことで、作業コストを抑制し、観測の合理化を図ることができる。また、刻々と進歩している通信技術を踏まえ、データ取得や解析手法の検討、観測データの送受信におけるネットワークを再構築する。

2. 既往のモニタリングシステムの概要と課題

(1) 既往のモニタリングシステムの概要

本研究におけるモニタリングシステムとは、対象構造物から得られたデータを、ネットワーク通信を用いて遠隔地で管理・閲覧するシステムを表している。遠隔モニタリングシステムにはいくつかの部分的機能があり、それらをモジュールと呼ぶことにする。システムを構成するのは、対象構造物においてデータを集録する「計測モジュール」、そのデータを構造物側とモニタリング拠点の間で送受信する「データ送受信モジュール」、さらに送受信したデータをサーバー側で管理する「データ管理モジュール」である。本研究におけるモニタリングシステムの構成図を図 1 に示す。

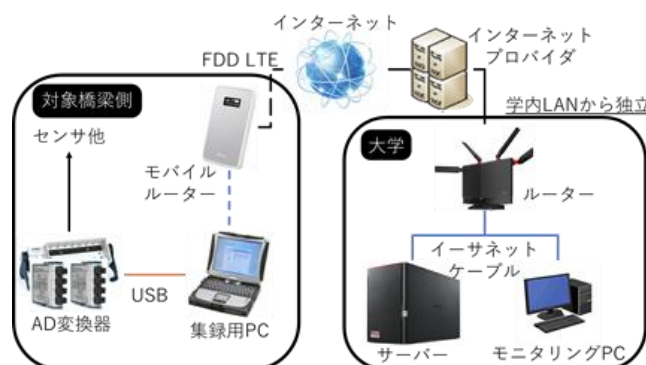


図 1 既往の研究での遠隔モニタリングシステム

(2) 既往のモニタリングシステムの課題

既往の長期遠隔モニタリングにおける事例では、計測ハードウェアは National Instruments 社製 DAQ、計測ソフトウェアは同社の提供する LabVIEW、解析ソフトウェアは MathWorks 社の提供する MATLAB を使用するシステム形態をとった。しかし、このシステムの具体的な問題点として、通信処理の負荷が高くなることで計測プログラムが停止する事象や、データ送信時のネットワーク・トラフィックの影響を受けて通信が不安定になったりする事象の発生などがある。そこで、データの取得からデータ処理、解析までを MATLAB で行うことで処理を一元化し、PC の負荷を下げるシステム形態の検討・構築がなされたが、さらなる改善が可能である。また、FTP (File Transfer Protocol) クライアントとコマンドシェルを利用した定期転送プログラムを使用しているために、データ通信が暗号化されないセキュリティ上の課題や、第 5 世代移動通信システム (5G) の実用化などの日々向上しているネットワークに対応したモニタリングシステムを構築することも課題の 1 つである。本研究では、計測・解析ソフトウェアの改良、ファイル転送プロトコルの改良、5G に対応するモバイルルーターの導入により、これらの課題の解決に取り組んだ。

3. 通信モジュールの改良

(1) 計測・解析ソフトウェアの改良

計測ソフトウェアによるデータ取得・処理・保存までのプロセスを見直すことで、ネットワーク通信の負荷を減らすことができる。データ送受信における通信処理の負荷を小さくするために、ファイルへの書き込み処理の前に、100Hz へのリサンプリングを行った。また、既往のシステムは計測を終えるとソフトを終了し、Windows に標準搭載されたタスクスケジューラによって定期的に再起動し、計測を継続する形態をとっていたが、PC への負荷と安定性の観点から、さらなる改善が可能である。

(2) ファイル転送プロトコルの改良

既存のモニタリングシステムで使用されたFTPは、共有ではなく1対1のノード間におけるファイル転送プロトコルで、インターネットを介したファイルの受け渡しなどに利用される。しかし、通信経路を暗号化する方法がないため、データの内容や、認証の際のユーザー名、パスワードを含む通信 packets を容易に傍受される可能性が高いことが課題であった。そこで本研究では、ネットワークプロトコルSSH (Secure Shell) を用いたデータ送受信モジュールを構築する。SSHサーバーの仕組みを図2に示す。SFTP (SSH File Transfer Protocol)、SCP (Secure Copy Protocol) などの通信プロトコルでは、SSHで暗号化された通信経路を使って、安全にファイルを送受信することが可能になる。これらのデータ送受信を実現するにあたり、オープンソースのFTPクライアントソフトWinSCPの常時監視・転送プログラムを実行し、図3のように、SSHで暗号化された転送形態を構築した。

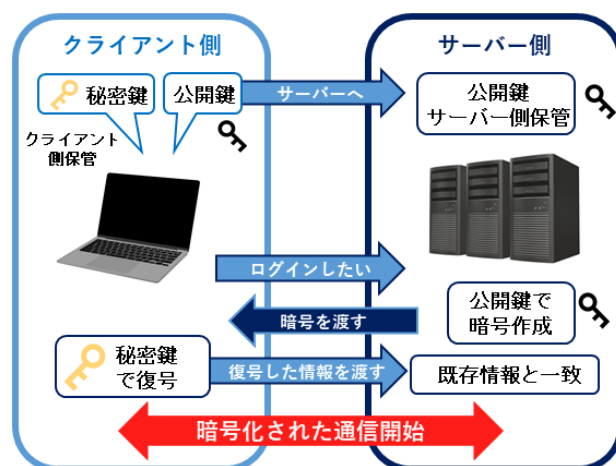


図2 SSHサーバーの仕組み

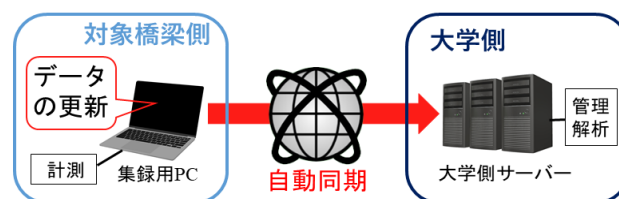


図3 WinSCPによる転送形態

(3) 5Gに対応したモバイルルーターの導入

5Gに対応したルーター等の機器を導入することによって、データ通信の効率化・高速化を図る。既存のモバイルルーターは、観測項目を仮定し、通信データ量約150MB/日（約5GB/月）相当となる通信に対応したものであった。現在、実用化している5Gルーターは限られているため、表1に示す既存のルーターとの比較から、新規ルーターを選定した。また、ネットワーク環境は日々向上していることが前提であるため、使用にあたってその都度評価を行っていく必要がある。

表1 新旧モバイルルーターの比較

機種	通信容量	通信種類	通信速度 [Mbps]		接続台数	駆動時間 [h]
			上り	下り		
旧ルーター	100GB / 300days	4G	50	150	10	10
新ルーター	50GB / 1month	4G/5G	110	2400	30	9

4. 通信実験

今後、実際に通信実験を行い、詳細な確認を行う。通信実験の概要としては、新ルーターを使用してファイルを定期転送することにより、ネットワークの混雑状況を確認するものや、実測を想定した中長期の計測を行うことにより、データの欠損を確認するものなどが想定される。

5. まとめ

本研究では、計測用ソフトウェアの改良や通信プロトコルの改良、5Gに対応するモバイルルーターの導入を行うことにより、モニタリングシステムの効率化・安定化を図った。本研究での改善点を図4に示す。今後の通信実験の結果を踏まえ、さらなる検討と改良を行う。



図4 本研究での改善点

参考文献

- 1) 西川貴文ら：空力励起振動するトラス部材の遠隔計測の実現と長期運用，構造工学論文集，2015，pp. 91-99
- 2) 山口嵩生ら：遠隔橋梁長期観測のためのデータ送受信モジュールの構築，土木学会西部支部研究発表会講演概要集 vol.65，2021，pp.103-104