

## 平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : ソーシャル・ビッグデータ利活用・基盤技術の研究開発  
採択番号 : 178A11  
個別課題名 : 課題 A ソーシャル・ビッグデータ利活用アプリケーションの研究開発  
副題 : プログラマブル構造物センサーネットワーク設備を利用した実証実験

### (1) 研究開発の目的

構造物として数が多い橋梁と建造物をターゲットとし、ICT 新技術を活用したセンサーネットワークによる構造物監視を目的としている。

### (2) 研究開発期間

平成 26 年度から平成 27 年度 (2 年間)

### (3) 実施機関

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ

### (4) 研究開発予算 (契約額)

総額 40 百万円 (平成 26 年度 20 百万円) (税込)  
※百万円未満切り上げ

### (5) 研究開発課題と担当

項目 1 評価支援可視化システム開発 (株式会社エヌ・ティ・ティ・データ)

項目 1-1 プロトタイプ開発

構造物の点検要領を精査し、加速度センサーで情報提供可能な項目を抽出する。そして、現状の点検作業フローとセンサーによる半自動化された点検作業フローの両方を想定し、業務要求項目と取組の優先度を検討する。その結果をもって、以下の項目を実施し、構造物管理者の意見を評価支援可視化システムにフィードバックする。

- ・評価ソフトウェアモジュールの試作
- ・実センサーデータを用いた解析の実施
- ・解析結果の表示
- ・構造物管理者と実データを見ながらのヒアリング・ディスカッション

項目 2 無線センサーシステム検証 (株式会社エヌ・ティ・ティ・データ)

項目 2-1 検証用ツール整備

無線センサーが無給電による長期 (2 年間) 監視の可能性を評価するため、無線センサーの接続状況を把握する。そこで、無線ヘッドエンド設備に蓄積されたアプリケーションログを自動集計し、無線センサーシステムの状態を把握可能とするツールを整備する。一例として、以下の情報を収集する。

- ・データ受信速度
- ・データ受信量
- ・データ欠損状況

項目 2-2 検証作業

無線ヘッドエンド設備のセンサー装置が無給電で 2 年間継続的に実施可能であることを検証する。主要な検証項目は以下である。

- ・電池電圧値の集計、推定による計測可能期間の特定  
収集した電池電圧値より、計測可能期間を推定する。

## (6) これまで得られた研究開発成果（特許出願や論文発表等）

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	0	0
	その他研究発表	1	1
	プレスリリース	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

## (7) 具体的な実施内容と成果

## 《実施内容》

#	題目	内容
1	評価支援可視化システム開発	<p>項目 1-1 プロトタイプ開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>評価ソフトウェアモジュールの試作 構造物の点検要領を精査し、現在取得している加速度センサーデータから、構造物の点検に適用可能な点検項目を特定する。その後、点検項目を評価するためのソフトウェアモジュールを作成した。</li> <li>実センサーデータを用いた解析の実施 実際に取得したセンサーデータを用いて解析手法を検討した。</li> <li>解析結果の表示 実センサーデータに対して検討した解析手法による処理を実施し、表示するアプリケーションを開発した。</li> <li>構造物管理者と実データを見ながらのヒアリング・ディスカッション 解析手法検討の成果を構造物管理者と共有し、実用化に向けた意見を収集するため、ヒアリングやディスカッションを実施した。</li> </ul>
2	無線センサーシステム検証	<p>項目 2-1 検証用ツール整備 無線ヘッドエンド設備に蓄積されたアプリケーションログを自動集計し、データの収集状況を把握可能とするツールを作成した。</p> <p>項目 2-2 検証作業 無線ヘッドエンド設備の付帯センサーが無給電で二年間継続的に運転可能であることを検証した。具体的には、電池電圧値の集計・推定による計測可能期間を特定するため、現在収集している電池電圧値から電圧減少傾向を評価した。</p>

## 《成果》

#	題目	内容
1	評価支援可視化システム開発	<p>項目 1-1 プロトタイプ開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>評価ソフトウェアモジュールの試作 構造物の点検要領に記載されている点検項目より、現在収集しているセンサーデータを利用して健全性の診断が可能と考えられる項目を抽出した。 また、上記項目を評価するためのソフトウェアモジュールを作成した。この評価ソフトウェアモジュールを用いることで、センサーデータに対して検討した解析手法による処理を実施することが可能となった。</li> </ul>

		<p>・実センサーデータを用いた解析の実施  実センサーデータに対して検討した解析手法による処理を実施した。実施した解析手法の種別と内容は以下の表に記載する。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1-1 解析手法種別と解析手法内容</p> <table border="1" data-bbox="587 432 1481 779"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>解析手法種別</th> <th>解析手法内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>固有振動数の変化傾向の把握</td> <td>橋梁の固有振動数を時系列にプロットし、その回帰直線の傾きから固有振動数の変化を確認する。</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>固有振動数の異常変動の把握</td> <td>橋梁の固有振動数を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>最大変位の変化傾向の把握</td> <td>橋梁の最大変位を時系列にプロットし、その回帰直線の傾きから最大変位の変化を確認する。</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>最大変位の異常変動の把握</td> <td>橋梁の最大変位を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>最大加速度の異常変動の把握</td> <td>橋梁の最大加速度を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>・解析結果の表示  評価ソフトウェアモジュールで検討した解析手法による処理を実施した結果を表示する画面アプリケーションの作成を行った。表示する内容は、解析種別ごとの結果のグラフと解析内容である。画面に出力した結果、想定通りの傾向を示すグラフと想定していた傾向とは異なる傾向を示すグラフが存在していることがわかった。これらについては、解析手法を実施した結果だけではなく、元となったセンシングデータについても確認を実施し、事象の原因を特定していく必要がある。</p> <p>・構造物管理者と実データを見ながらのヒアリング・ディスカッション  構造物管理者様とヒアリングを実施した。</p> <p>・本研究にて開発した評価支援システムのプロトタイプの処理結果について  「橋梁定期点検要領」内の定期点検に関連する維持管理フローにおける「定期点検」に対して、台替の手段となるような結果を得ることはできなかった。しかし、「維持」に関して、継続的な監視を実施し、橋梁全体の健全性を評価する一つの指標にすることを期待できるため、継続してデータを蓄積し、監視していく。</p>	#	解析手法種別	解析手法内容	1	固有振動数の変化傾向の把握	橋梁の固有振動数を時系列にプロットし、その回帰直線の傾きから固有振動数の変化を確認する。	2	固有振動数の異常変動の把握	橋梁の固有振動数を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。	3	最大変位の変化傾向の把握	橋梁の最大変位を時系列にプロットし、その回帰直線の傾きから最大変位の変化を確認する。	4	最大変位の異常変動の把握	橋梁の最大変位を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。	5	最大加速度の異常変動の把握	橋梁の最大加速度を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。
#	解析手法種別	解析手法内容																		
1	固有振動数の変化傾向の把握	橋梁の固有振動数を時系列にプロットし、その回帰直線の傾きから固有振動数の変化を確認する。																		
2	固有振動数の異常変動の把握	橋梁の固有振動数を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。																		
3	最大変位の変化傾向の把握	橋梁の最大変位を時系列にプロットし、その回帰直線の傾きから最大変位の変化を確認する。																		
4	最大変位の異常変動の把握	橋梁の最大変位を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。																		
5	最大加速度の異常変動の把握	橋梁の最大加速度を時系列にプロットし、異常値の出現位置を確認する。																		
2	無線センサーシステム検証	<p>項目 2-1 検証用ツール整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>無線センサーシステム情報自動集計ツール  無線ヘッドエンド設備に蓄積されたアプリケーションログを自動集計し、無線センサーシステムの状態を把握可能とするツールの作成を行った。5分毎にデータ受信速度、データ通信量、データ欠損状況などの情報を取得しており、無線センサーシステムの状態を把握することが可能となった。  また、無線センサーシステム情報自動収集ツールにより、どの加速度センサーでデータの欠損が発生しているか把握できた。最もデータ欠損が発生している橋梁のセンサーは、約 65 回のイベントにつき 1 回のデータ欠損が発生していることが判明した。振動検知回数が少ないセンサーについては、閾値を見直し、振動検知頻度を上げる必要がある。</li> <li>無線センサーシステム情報表示アプリケーション  無線センサーシステム情報を表示する画面アプリケーションの作成を行った。無線センサーシステム情報をリアルタイムで表示する画面と、過去に取得した情報から観測点と時間を指定し検索を行い、検索結果を一覧で表示する画面である。画面アプリケーションの作成を行ったことで、無線センサーシステムの状態を容易に確認することが可能となった。</li> </ul> <p>項目 2-2 検証作業  取得したセンサーデータの電池電圧値より電圧減少傾向を評価し、センサーメカ</p>																		

	<p>ーよりヒアリングした無線センサーの計測可能最低電圧と比較することで、計測可能期間の推定方法を検討した。</p> <p>検討した推定方法は、電池電圧値の1日の平均値をプロットしたグラフより、回帰式を求め、無線センサーの稼働最低電圧値となってしまう日（稼働限界日）を求めるといものである。ただし、電池電圧は、電池残量が少なくなってくると急激に低下する傾向があるため、急激な低下傾向を示す直前の電池電圧値となる日も求めることとした。</p> <p>実際には、急激な減少傾向を示した電池は、数日のうちに稼働限界となるが、検討した推定方法では、電池電圧の急激な減少傾向を考慮できていないため、2つの日に大きな差異が生じることがわかった。また、同日に稼働開始したにも関わらず、推定される稼働限界日が異なっていることもわかった。これらの要因については、センシングの発生頻度や設置環境が関連していると考えられるため、比較検討を実施していく必要がある。</p>
--	--