路面維持管理を目的とした画像処理および PHS によるモニタリングシステムの開発

長崎大学工学部　学生会員○金川侑司　　長崎大学工学部　正会員　奥松俊博
長崎大学工学部　学生会員　古賀進一　同　フェロー岡林隆敏　同　非会員　永田正美

１．はじめに

社会資本の老朽化や労働人口の減少などの社会的背景から，効率的な維持管理方法の確立が課題である．ひび割れ，轍掘れ，路肩損壊等の路面損傷情報は，従来，道路パトロール実施により報告されてきたが，この方法では目視による認識が主となるために，担当者の主観に左右される場合がある．走行車両に設置した加速度計およびビデオカメラによる画像情報をもとに路面状況の判定を支援するシステムの開発をこれまで行ってきたが，上記背景を鑑み，より効率的なシステムとして確立することが必要と考える．そこで本研究では，道路維持管理の支援と客観性のある路面情報を効率的に蓄積するため，GPS およびカメラを用いた画像自動計測システムの開発を目的とした．さらに，携帯電話（PHS）を用いて，重要度の高いデータを早期に管理事務所に送信する機能を付加することで，今後の維持管理型社会に対応したシステムとした．本報告では，ひび割れ情報の自動検出と抽出情報転送を対象とした事例について示す．

２．計測システムの概要

1)路面モニタリングシステム

路面モニタリングシステムの概要を図-1 に示した．計測車両に GPS レシーバとビデオカメラを設置し，走行中の記録画像を位置・時間情報と同期させることで，路面維持管理 GIS としての展開を視野に入れたものである．さらに危機管理あるいは緊急性の高い情報のモニタリングルーム（管理事務所）への実時間送信，またフィードバックを受信するために，通信機能を有するシステムとして構築することを念頭においた．上記の各デバイスで得られたデータはデータベース化され，経時的変化を見ることで維持管理に役立てようとするものである．

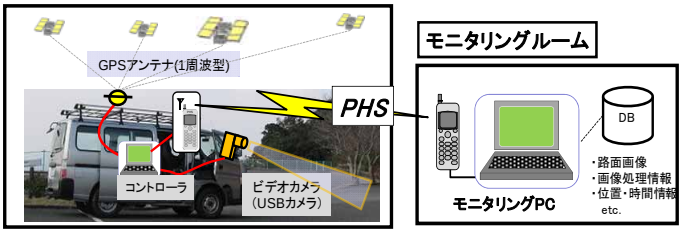

図-1　路面モニタリングシステムの概要

表-1　使用機器の諸元

機器	型式	仕様
コントローラ （ベアボーン型PC）	VS700（minipc.jp）	CPU：Intel Pentium M/ Celeron M(400MHz) メモリ：512MB，HDD：80GB， USB2.0ポート数×6 PCMCIAカードスロット×1 OS：Windows XP Professional SP2 寸法(mm)：190×200×70; 重量:2kg
GPSレシーバ （4Hz出力）	GM48-AT（アンタレス48RS）	並列16チャンネル GPSアンテナ・本体一体型 位置精度　：±3.3m(RMS)（単独測位） USBインターフェース：Windows98/2000/XP 通信速度　：2400～115200bps 出力フォーマット　：NMEA-0183 電源供給：車載用電源アダプター使用：DC12V
ビデオカメラ	DCR-PC1（SONY）	S端子出力
ビデオキャプチャカード	GV-MVP/SV（IO-DATA）	PCMCIAカード型（Type Ⅱ） S端子入力
タッチパネルディスプレイ	（QUXIUN）	7インチVGAモニター
携帯電話 （PHS CardH"64）	CH-S203C/TD （Seiko Instruments Inc.）	CFカードタイプⅠ （PCMCIAカードTypeⅡ準拠アダプタ対応） 契約通信方式：Two LINK DATA（Willcom） PIAFS通信：64kbps（Best Effort） 通信コスト：10.5円／70秒

2)PHS による遠隔モニタリング

現場のサーバコントローラとモニタリングルームのクライアント PC 間で，路面情報（画像）や位置情報（テキスト）等，比較的容量の大きなデータの送受信を行うため，通信コストを考慮して，PHS（PIAFS 接続）を採用した．通信コストのみならず，スマートフォンと高い融和性を持つことなど，将来的にリアルタイムモニタリングを実現させるためである．

3)システム構成機器

本システム構築に際し，使用した機器の一覧を表-1 に示した．画像取得機器には，静止画／動画撮影が可能なビデオカメラを用いた．システム構成機器を図-2 に示す．従来，画像入力用としてビデオキャプチャボード（PCI 規格）を使用してきたが [1)]，PCMCIA 規格のものへと変更し装置全体の小型化を図った．これらの機器を使用したシステム検証実験の状況を図-3 に示した．

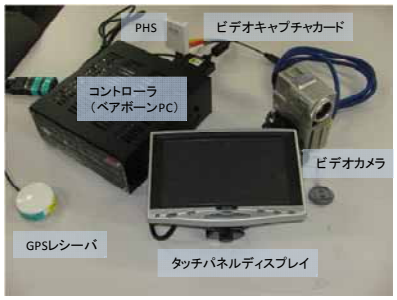

図-2　システム構成機器

図-3　検証実験状況

３．計測プログラムの開発

本計測プログラムの流れを図-4 に示す．なお本報告では，ひび割れを対象とした路面画像取得に本システムを適用した．そこで，損傷度合を画像処理後の粒子数で表現し，任意設定の閾値による損傷管理を想定しプログラムを作成した．さらにデータファイル自動転送機能を付加することで，画像取得後，即時にデータ転送できる構成とした．なおプログラム開発には仮想計測器ソフトウェア Lab VIEW を使用した．図-5 は，図-4 の流れに基づき開発したプログラムのブロックダイアグラムを示したものである．ここに GPS データ，画像データ等の時間同期は図られている．図-6 はプログラムのフロントパネルの一部を示したものである．撮影画像（元画像：ここではひび割れを対象）に対し，カラープレーン抽出を行うことで，路面変状をより際立たせ，さらに 2 値化処理を行うことで粒子情報として抽出できる．検出粒子数に閾値を設定することで，転送対象画像および位置情報が特定できる．

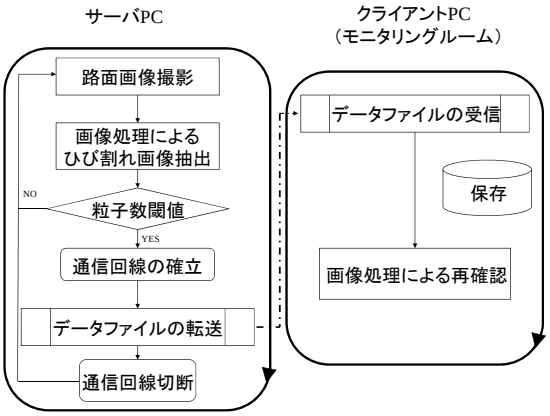

図-4　計測およびデータ転送のフロー

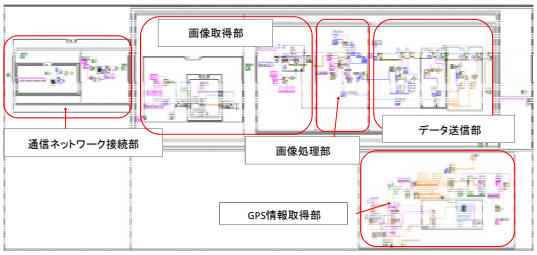

図-5　プログラム（ブロックダイアグラム）

４．検証実験および結果

2 章で示した計測システムを用いて，路面ひび割れ画像を対象としたシステム検証を行った．なお対象画像は，静止状態で撮影されたものである．図-7 は元画像のひび割れ状況をシステムで 2 値化した後の画像である．元画像から，ひび割れの存在をある程度認識することができるが，詳細な判別については困難な箇所も存在することがわかる．画像処理を行うことで路面上のひび割れが線情報として抽出され，その存在を明示できる．さらに粒子数の相対比較により，損傷度合をある程度評価することが可能となった．このような静止画を用いた方法は，損傷の激しい箇所を管理する場合に有効と考えられる．

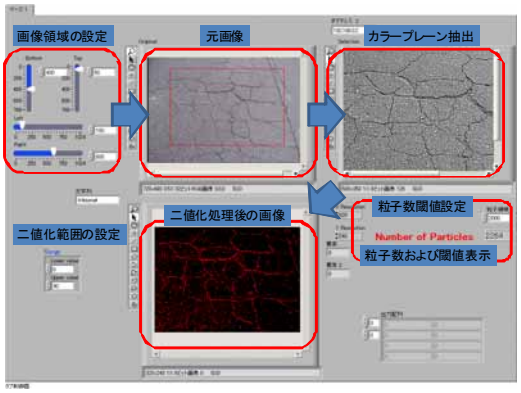

図-6　プログラム実行画面（フロントパネル）

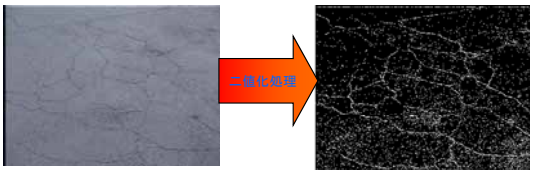

図-7　ひび割れ状況画像処理結果

抽出画像の PHS による転送状況を確認したところ，その転送速度は，640×480（ピクセル）の画像に対し，2 分弱を要する結果となった．より短時間での転送を行うための検討（圧縮方法，サイズ縮小，対象画像の選定等）が必要であることを認識した．本システムを車両に搭載した場合の状況を図-8 に示した．移動中の静止画像の撮影については，より高速のシャッタースピードを有するカメラを用いる必要があると考えられる．

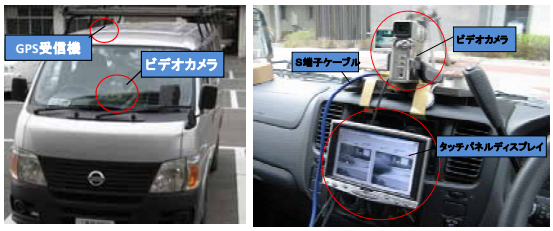

図-8　車両搭載実験状況

５．おわりに

本システムの開発は，社会基盤の維持管理・危機管理情報のリアルタイムモニタリングを実現するための要素研究として位置づけたものであり，画像処理方法，通信手段の高度化，また車両加速度情報の利用等，様々な観点からシステム改善と課題抽出を行う予定である．

［参考文献］1)笠井ほか：道路維持管理のための路面画像自動計測システムの開発，平成 19 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.839-840, 2008.3.