

センサデータを活用した地方公共団体のための道路施設維持管理手法の提案

三井共同建設コンサルタント株式会社 正会員 ○吉武 俊章 崔 国慶
 福島工業高等専門学校 准教授 正会員 江本 久雄

スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL)客員教授(山口大学名誉教授) フェロー会員 宮本 文穂

1. はじめに

地方公共団体の道路管理者にとって、近年の公共事業費や職員数の削減、組織統合による現場までの距離の遠隔化および管理すべき施設の増加という社会環境の中で、効率的な道路施設の維持管理が求められている。筆者らはこれまで、車載可能な汎用性のあるビデオカメラ、マイクおよびGPS付3次元モーションセンサ(以下、センサ)により取得できるデータを活用して、舗装路面の客観的評価、要対策箇所の抽出を安価で簡易に実施できる手法を提案している。本稿では、特に予算規模の小さい市町村の道路管理者が効率的に道路施設の維持管理を行う手法の提案を行うものである。

2. 道路施設維持管理手法の概要

提案手法で使用する測定車両とセンサ設置状況を図-1に、センサスペックを表-1にそれぞれ示す。このセンサの取得情報は、3軸加速度、角速度及び角度(100Hz)とGPSによる緯度経度情報(4Hz)である。これらの機材を使用して道路Data Base(以下DB)を作成する。DBの構造はシンプルで、表-2に示す管理道路全体のメニュー画面に路線名と路線全体の評価値をEXCELファイル形式で表示し、路線名欄の各路線をクリックすると表-3に示す路線別評価結果を、走行映像欄の▼▲マークをクリックすると図-2に示す走行映像が表示される。路線別路面評価は1秒単位で測定位置(緯度・経度、世界測地系座標)情報と電子国土にリンクした「地図」ボタン、点間距離、累加距離、縦断勾配、推定相対標高、路面変位、判定、Z軸加速度標準偏差、推定IRI、推定MCI、X軸角速度標準偏差、時速を表示する(表-3)。表中の着色区分について、路面変位は10cm以上が緑、-10cm以下が赤、判定はMCI≤5が赤、5<MCI<6.5が黄、Z軸加速度標準偏差はMCI≤3が赤、3<MCI≤5を黄、X軸角速度標準偏差は0.1以上が赤で着色している。



図-1 測定車両とセンサ(赤丸)設置状況

表-1 センサスペック

項目	表示単位	加速度
単位:unit		m/sec ²
最大尺度:FS	units	+/- 50
直線性	% of FS	0.2
ノイズ密度	units/√Hz	0.002
帯域幅	Hz	30
A/D解像度	bits	16
項目	性能	
GPS信号	4Hz,2.5mCEP	
信号取得周波数	120Hz(max)	
最大入力加速度	4g	

表-2 メニュー画面表示例

路線名	Z軸平均	Z軸補正值	推定IRI	推定MCI	走行映像
1 路線A	0.56	0.66	6	5.0	▼
2 路線B	0.72	0.92	9	3.9	▼
3 路線C	0.50	0.55	5	5.5	▲
4 路線D	0.59	0.71	7	4.8	▲
5 路線E	0.48	0.52	5	5.7	▲
6 路線F	0.43	0.43	4	6.1	▼
7 路線G	0.36	0.31	2	6.8	▼
8 路線H	0.35	0.30	2	6.9	▲
9 路線I	0.33	0.27	2	7.1	▲
10 路線J	0.34	0.28	2	7.0	▼

表-3 路線別路面評価結果表示例

JST	Latitude	Longitude	X座標	Y座標	地図	点間距離	累加距離	縦断勾配(%)	推定相対標高(m)	路面変位	判定	Z軸加速度標準偏差	Z軸補正值	推定IRI	推定MCI	X軸角速度標準偏差	時速
2018/6/26 15:17:27	34.24008	131.1312	-194746	-95387	地図	13.2	2380.9	2.9	40.9	-0.09	×	0.996	1.379	14	2.6	0.05	47.5
2018/6/26 15:17:28	34.24017	131.1313	-194736	-95377.1	地図	13.8	2394.7	3.1	41.3	0.00	△	0.503	0.555	5	5.5	0.03	49.8
2018/6/26 15:17:29	34.24026	131.1314	-194726	-95368.6	地図	12.9	2407.6	3.4	41.8	0.00	△	0.430	0.433	4	6.1	0.03	46.4
2018/6/26 15:17:30	34.24035	131.1315	-194716	-95360	地図	13.2	2420.8	3.2	42.2	-0.03	△	0.459	0.482	4	5.8	0.02	47.5
2018/6/26 15:17:31	34.24044	131.1316	-194706	-95350.1	地図	14.4	2435.3	3.3	42.7	-0.01	×	0.536	0.610	6	5.2	0.03	52.0
2018/6/26 15:17:32	34.24053	131.1317	-194696	-95340.2	地図	13.8	2449.1	3.6	43.2	-0.05	×	0.742	0.954	9	3.8	0.09	49.8
2018/6/26 15:17:33	34.24061	131.1318	-194686	-95328.8	地図	14.1	2463.2	4.2	43.7	0.08	△	0.526	0.593	5	5.3	0.03	50.7
2018/6/26 15:17:34	34.24067	131.1319	-194681	-95317.5	地図	13.1	2476.3	3.2	44.2	0.03	△	0.441	0.452	4	6.0	0.06	47.3
2018/6/26 15:17:35	34.24072	131.132	-194676	-95306.2	地図	12.3	2488.6	2.9	44.5	-0.18	×	1.500	2.221	23	1.2	0.05	44.4
2018/6/26 15:17:36	34.24075	131.1322	-194672	-95293.5	地図	13.3	2502.0	5.3	45.2	-0.04	×	0.872	1.171	12	3.1	0.02	48.0
2018/6/26 15:17:37	34.2408	131.1323	-194667	-95282.2	地図	12.3	2514.3	6.4	46.0	-0.14	×	0.840	1.119	11	3.3	0.06	44.4
2018/6/26 15:17:38	34.24084	131.1324	-194662	-95269.5	地図	13.6	2528.0	7.8	47.1	0.10	×	1.228	1.766	18	1.8	0.10	49.1
2018/6/26 15:17:39	34.2409	131.1326	-194656	-95258.2	地図	12.7	2540.7	6.7	47.9	-0.04	×	0.902	1.221	12	3.0	0.03	45.8
2018/6/26 15:17:40	34.24095	131.1327	-194651	-95246.9	地図	12.7	2553.4	7.3	48.9	0.01	×	0.799	1.049	11	3.5	0.06	45.8
2018/6/26 15:17:41	34.24101	131.1328	-194644	-95235.6	地図	12.9	2566.3	7.0	49.8	-0.03	×	0.583	0.689	7	4.8	0.05	46.5
2018/6/26 15:17:42	34.24107	131.1329	-194638	-95224.3	地図	13.1	2579.4	7.4	50.7	0.05	△	0.472	0.503	5	5.7	0.02	47.3

キーワード Z軸加速度標準偏差, MCI, 道路施設維持管理, 路面評価, GPS, モーションセンサ

連絡先 山口県山口市大内小京都4番3号 (083)934-3822 yossy21@c-able.ne.jp



図-2 走行映像表示例（電子国土はハメコミ）

表-4 単位距離別評価結果表示例

No	25m単位評価			50m単位評価			100m単位評価		
	区間延長	累積距離	評価値	区間延長	累積距離	評価値	区間延長	累積距離	評価値
122	14.59911	2232.85	0.351846						
123	15.79106	2248.641	0.282026						
124	15.42389	2264.065	0.267803	46.31029	2279.16	0.269862			
125	15.09534	2279.16	0.259239				98.85843	2317.109	0.438726
126	25.5055	2304.666	0.723871	49.8974	2329.058	0.577548			
127	24.3919	2329.058	0.424545						
128	25.44077	2354.498	0.501956						
129	26.40283	2380.901	0.935116	51.84359	2380.901	0.722572			
130	26.71884	2407.62	0.467472				103.7122	2420.822	0.569795
131	13.20144	2420.822	0.459288	54.36801	2435.269	0.483584			
132	14.44774	2435.269	0.535583						
133	13.84015	2449.109	0.741796	53.38009	2488.649	0.786233			
134	17.2009	2476.31	0.484838				107.1394	2527.961	0.825522
135	25.67933	2501.99	1.173895	52.02225	2540.672	0.964955			
136	25.9713	2527.961	1.04379						
137	25.42129	2553.382	0.850087	51.87683	2592.548	0.522562			
138	26.03979	2579.422	0.527033				101.023	2628.984	0.511355
139	24.83585	2604.258	0.268695	49.33899	2641.887	0.377866			
140	24.72603	2628.984	0.329326						

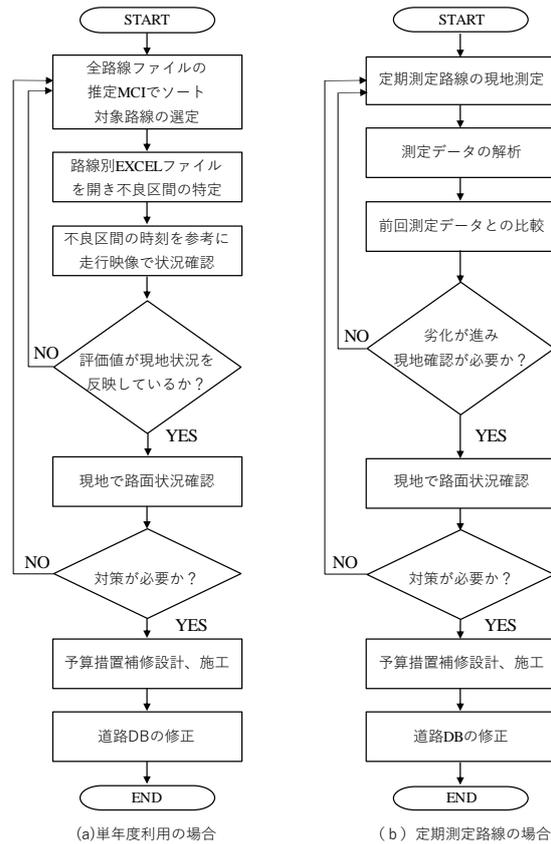


図-3 道路 DB 活用フロー

3. 道路 DB の活用方法

この道路 DB の活用フローを図-3 に示す。図中左側のフローは単年度の利用，右側のフローは定期測定による利用を想定したものである。単年度利用の場合(図-3(a)の流れ)，最初に表-2 中赤枠内の推定 MCI でソートし，対象路線の選定を行う。次に対象路線の路線別路面評価結果(表-3)を表示し，路面評価値である Z 軸加速度標準偏差，推定 IRI，推定 MCI に加え，路面の凹凸を表示する路面変位や路肩の陥没を推定する X 軸角速度標準偏差に着目し，表-3 中の赤枠で囲んだ不良個所の撮影時刻を特定する。時刻字幕付走行映像を再生させ，同時刻付近の路面状況を図-2 に示す映像赤楕円内により確認する。さらに表-3 中の赤枠の「地図」ボタンを押し，図-2 のハメコミ画像のように電子国土で不良個所を「+」で表示させ，地図上で位置確認する。走行映像や地図情報に基づき現地調査が必要か否かを判断し，必要があれば現地調査を行い対策工事の検討を行う手順となる。上記データに加えて対策工事施工区間決定のための基礎資料として，表-3 のデータに基づき概ね 25m，50m，100m を単位距離とした表-4 に示す評価結果を算定・表示するマクロを作成している。表-4 の着色区分は推定 MCI ≤ 3 が赤，3 < MCI ≤ 5 を黄，MCI > 5 を緑で表記している。各表の青枠が対応部分である。補修工事施工区間を決定する際，表-4 を活用して短区間の維持的な補修なら 25m 単位，ある程度の区間の改築系補修なら 50m もしくは 100m 単位の評価結果を参考にするを想定している。定期測定路線の場合(図-3(b)の流れ)，特に重要と思われる路線について，データの経年変化に着目して劣化個所の検出を行うことで，要対策個所の抽出が可能となる。

4. まとめ

本稿では，センサデータを活用した道路 DB による道路の維持管理のための提案を行った。現在，10 万人規模の自治体の一つで車両通行可能な全約 2 千路線，総延長約 700km の市道の道路 DB を作成したところであり，今後は利用状況のフォローを行うことで，より利用しやすいシステムへの改良を行う予定である。

参考文献

1) 吉武俊章，溝部和広，安村成史，宮本文穂：走行映像と車内走行音および車両振動を用いた舗装路面簡易評価システムの開発，土木学会論文集 F4，Vol. 69， No. 1， pp. 12 - 31， 2013. 2.