

(28) 道路舗装管理における地理空間情報とデータマイニングの適用に関する考察

福士 直子¹・矢吹 信喜²

¹学生会員 国際航業株式会社 技術管理部 (〒660-0805 兵庫県尼崎市西長洲町1丁目1-15)

E-mail:naoko_fukushi@kk-grp.jp

²正会員 大阪大学大学院教授 工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail:yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

土木施設の老朽化と少子高齢化という社会問題に対して、ICT を活用した土木施設の維持管理の効率化は緊急課題となっている。道路舗装の維持管理においては専用車両による定期点検を行うことにより大量のデータを取得している。本稿では、道路舗装の定期点検結果を GIS (Geospatial Information System) 上で整備し、国土交通省の提供する国土基盤情報などの空間情報と組み合わせてデータマイニングを行うための基本的な考え方を整理する。この枠組みにより補修工事の適性度や地形などが道路舗装の劣化へ及ぼす影響の有無などを定量的に評価し、道路舗装維持管理のさらなる適正化および効率化が期待できる。

Key Words: road pavement management, data mining, GIS, inspection data, geospatial data

1. はじめに

土木施設の老朽化と少子高齢化に伴う土木施設の維持管理の担い手不足が社会問題となっており、土木施設管理の効率化が早急な課題となっている。

その一方で、ICT (Information and Communication Technology : 情報通信技術) の高度化により膨大なデータの取得と蓄積および利活用のための技術が一般のビジネスでも適用されるようになってきた。また、国土の基盤情報として、地形情報や行政界、人口分布など様々な地理空間情報が汎用的な GIS (Geospatial Information System) のデータ形式で整備提供されている。

そこで本稿では、一度の定期点検によって得られるデータの件数が多く、また土木施設の中では比較的補修頻度の高い道路舗装の維持管理に着目し、道路舗装の維持管理の効率化および適性度評価を目的として大量のデータを分析する技術であるデータマイニングを行って GIS データを道路舗装維持管理へ適用する基本的な考え方を整理する。さらに、適用に際してのデータ加工などの準備作業およびデータマイニングで行うモデリングの適用範囲について考察を行う。

2. データマイニング

データマイニングは企業の CRM (Customer Relationship Management : 顧客関係管理) など収益増大を目的とする課題解決のために広く使われ、様々な分析手法がある¹⁾。CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) はデータマイニングの方法論を規定したもので、データマイニングのライフサイクルを6フェーズで構成する(図-1)。

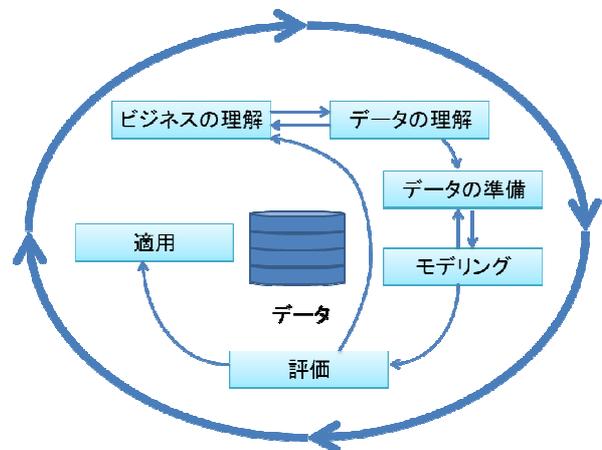


図-1 CRISP-DMの概念図²⁾

道路舗装の維持管理においては、「ビジネス」は予算や地域特性などの制約条件の下で道路利用者の走行快適性や安全性などを最大化させること、「データ」は路面性状調査などの点検結果や補修履歴、地域特性など、「モデリング」は点検結果などに基づいて舗装の劣化予測や管理区分の設定を行うことなど、「評価」はモデリング結果が現実の維持管理活動に読み替えが可能かどうか、「適用」は予算計画や維持管理計画の策定など、と読み替えることができる。

また、データマイニングは一度実施して終わりではなく、時間変化や新たな情報項目の追加などにより繰り返す行うため、現状把握と補修工事を繰り返す維持管理サイクルと親和性が高い。

3. データマイニングの適用検討

(1) ビジネスの理解

道路舗装の維持管理は大まかに、

- ・パトロールによる日常点検と軽微な補修
- ・専用車両を使用した路面性状調査と損傷度評価
- ・補修計画策定とそれに基づく補修工事の実施
- ・清掃や除雪など

で構成されている³⁾。このうち、定期点検やストック総点検などで損傷度データの蓄積が進んでいる。

損傷度と補修工事に関する維持管理上の課題として、工事箇所選定および工法の選定がある。道路舗装は連続した施設であり、舗装の損傷は局所的に見ればまだら状に発生している。補修工事を実施する際には施工性や補修工事後の走行快適性などを考慮し、ある一定の連続した区間を施工区間とする。そのため、非常に損傷度の高い複数箇所を含んだ区間を選定しても、それほど損傷度

の低い箇所がどうしても工事区間に含まれる。どこからどこまでをどの工法の施工区間とするかはそれまでの経験に基づく判断で決定されている。

また、地域や路線毎の予算配分や工事箇所に偏りが出ないように地域住民への配慮も行っているため、損傷に地域的な違いがある場合には判断が変わってくる。

(2) データの理解

a) 路面性状データ

国や都道府県の多くは管理している道路舗装の全体的な損傷状況把握のため、3年～5年で一巡するサイクルで定期点検を行っている。専用調査車両で走行しながら点検データを取得し、点検項目である、ひび割れ率(%)、わだち掘れ量(mm)、平坦性(mm)の3項目を20mあるいは100mの評価単位毎に得る⁴⁾。平成25年度に実施されたストック総点検の際には多くの自治体で、平坦性の代わりにIRI(International Roughness Index)が採用された。路線番号や起点からの距離(以下、距離標)、上下区分などをキーとして、整理されている。

GISデータとしては、各評価区間を表すライン図形の属性として作成されている(図-2)。

b) 補修データ

補修データには、工事区間、施工年月、工法などが含まれている。これらは履歴として蓄積されているため、補修工事が複数登録されている箇所もある。路面性状データと同様に、路線番号や距離標、上下区分などをキーとして整理されている。

c) 地域特性データ

路線に関する情報と、面的な広がりを持つ地域の情報に分かれる。路線に関する情報は5年毎に行われる全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)がある。

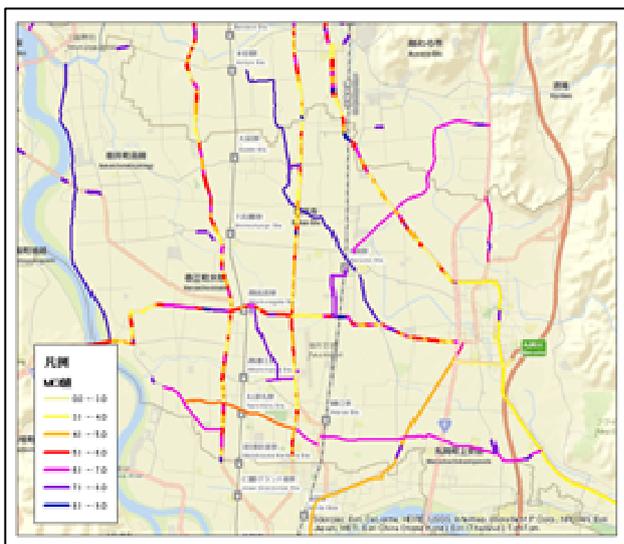


図-2 路面性状データの表示例

表-1 国土数値情報の例

分類	データ項目
水域	海岸線、湖沼、流域メッシュなど
地形	標高・傾斜度メッシュ
土地利用	土地利用3次メッシュ、用途地域
災害・防災	平年値(気候)メッシュ

表-2 基盤地図情報の例

データ項目
基準点、標高点、海岸線、水涯線、行政界、道路縁、建築物の外周線など

表-3 地域メッシュ統計の例

分類	データ項目
国勢調査	年齢別人口、労働力人口など
経済センサス	産業分類別事業所数、産業分類別従業者数など

交通量や旅行速度などの調査結果は調査対象路線同士の交差点などを起終点とする調査区間毎に整理されている。調査項目のうち、少なくとも総交通量、大型車交通量、地域区分が含まれる。

面的に整備されている地域特性データには、国土交通省国土政策局が提供する国土数値情報⁹⁾や国土地理院が提供する基盤地図情報⁶⁾、総務省統計局が提供する地域メッシュ統計⁷⁾などがあり、一般的なGISデータ形式で入手可能である。データ項目の例を表-1～表-3に示す。

GISデータ表現にはベクター型とラスター型の2種類がある。ベクター型は点(ポイント)、線(ライン)、面(ポリゴン)などで具体的な形状を図形で作成し、属性を付与する。基準点や海岸線、道路縁、行政界などの表現に使用される。

ラスター型は画像や統計値などを表現するデータ形式である。統計値などの数値データを表現しているデータはメッシュデータとも呼ばれ、国土をある一定のルールに従って同じ大きさのマス目(メッシュと呼ぶ)に分割し、マス目毎に数値を当てはめる。明確な境界線を持たない広がりを持ったデータである。標高、土地利用、気候、人口分布人などの表現に使用される(図-3)。

(3) データの準備

モデリングを行う前に、適用するデータに必要な前処理について整理を行う。この作業により、各種の情報がテーブルの形でひも付けが可能になる。目的とするモデルが作成されるまで、データの準備フェーズと次のモデリングフェーズを繰り返し行う。

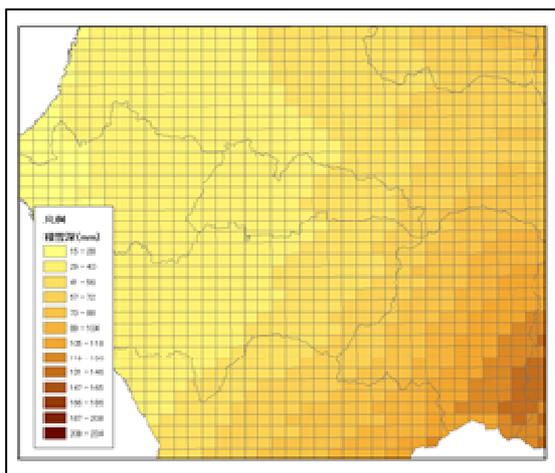


図-3 積雪量メッシュデータの表示例

表-4 日本でよく使われる測地系⁸⁾

名称	楕円体
日本測地系(旧測地系)	ベッセル楕円体
世界測地系(新測地系)	ITRF座標系 GRS80楕円体
WGS84	WGS84楕円体

a) データクレンジング

路面性状データ、補修データ共にDBとして整備されている場合にはほとんど必要ないが、数値型がテキスト型として格納されている場合などは注意が必要である。

国土数値情報などのGISデータは整備された年度や範囲により座標系が異なる。使用に際してはメタデータの内容を確認し、必要に応じて座標変換処理で座標系を一致させる。

座標系は経緯度で表現する地理座標系と楕円面を平面へ投影してxy座標で表現する投影座標系がある。また、同じ地理座標系でも、表-4に示すように地球の楕円面を定義する楕円体が異なると、重ねあわせ表示をした際に位置がずれたように表示される。そのため、GISデータを使用する際には、投影方法だけでなく、測地系にも注意する必要がある。

さらに、GISデータは作成目的により、作成縮尺が異なる。異なる縮尺で整備されたデータは詳細度が異なるだけでなく、位置ずれの許容範囲も異なるため、後述するGISを使った名寄せを行う際には、配慮が必要となる。

b) 距離標によるデータの名寄せ

路面性状データおよび補修データは距離標などをキーとして整備されていることは前述した。交通センサなどの路線に関するデータも交差点などの距離標を算出して距離標をキーとして同じ場所の情報として関連付けて分析できるようにする。

c) GISによるデータの名寄せ

GISの空間解析機能である最近隣解析や近傍解析を使用して、路線に関する情報と面的な地域特性データを位置座標をキーに同じ場所の情報として関連付けて分析できるようにする。

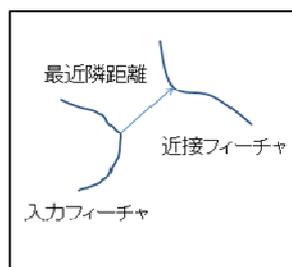


図-4 ラインフィーチャ同士の最近隣検索の例

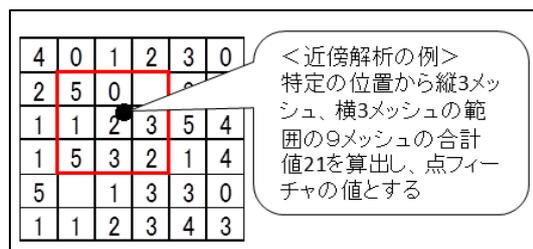


図-5 メッシュデータの近傍解析の例

地域特性データがベクター型の場合は、図形（以下、フィーチャ）とフィーチャとの距離を計算することによって対象とするレイヤから最近隣のフィーチャを探し出し、近接フィーチャの ID や距離などをテーブルに格納する。図-4 では、ラインフィーチャとして整備された路面性状データに対して、同じくラインフィーチャとして整備された水涯線の近接フィーチャを検索する際の概念を示している。フィーチャの数が多いために処理に時間がかかる場合には、フィーチャを必要な範囲に絞り込むなどの前処理が必要となる。

地域特性データがラスター型の場合は、任意の位置から指定した範囲のメッシュに含まれる統計情報を演算（図-5）したり、メッシュが持つ項目情報を参照するといった近傍解析を行う。これにより、ベクター型データの路線情報との名寄せを行う。

(4) モデリング

ここでは、モデル作成の際に行われる分析手法の型に着目し、道路舗装の維持管理で行っている業務中の課題の当てはめについて考察を行う。

a) 仮説検証型

量的な変数を説明するための推定・把握、質的な変数を説明するための分類・抽出や、将来の予測などの分析手法。道路舗装の維持管理では、劣化予測、補修費用のシミュレーション、工事区間選定の適切性の評価などが該当する。

b) 知識発見型

購買品目の組み合わせ（アソシエーションルール）や類似度によるクラスタリングなどの分析手法。道路舗装の維持管理では、維持管理水準の区分設定や地域区分設定などが該当する。

c) グループの特徴推測型

グループの特徴を推測するプロファイリングなどの分析手法。道路舗装の維持管理では、積雪量や観光地の有無といった地域特性を反映した路線の維持管理重点項目の個別化など高度な維持管理計画策定などが期待できる。

(5) 評価

作成したモデルの予測精度やビジネスフローに沿った解釈の可否、実際に運用する人たちの理解しやすさを検証する。維持管理の場面では、運用マニュアルに書き下し、現場の職員が容易に取り組める形に翻訳できるかどうかを検証する。

(6) 適用

採用したモデルに基づき取る行動を決定する。実際の維持管理場面では維持管理計画の策定や計画見直しの支援、予算配分の説明根拠整理、継続して記録するべき項目の検討などが想定される。

4. まとめと今後の展開

データマイニングの枠組みで、道路舗装維持管理の業務の分析を行い、地理空間情報を分析データとして適用するにあたり、必要なデータ処理や注意点を整理した。データマイニングは分析手法が多数あるため、道路舗装維持管理で行っている各業務をデータマイニングの分類に当てはめて大まかな方針を示した。

データマイニングを行う際の時間の大半はデータの準備フェーズで費やされる。今後、モデリングで示した課題解決の幾つかについて実際にデータマイニングを行い、その効果を示す予定である。

参考文献

- 1) マイケル J.A.ベリー, ゴードン S.リノフ (江原淳, 佐藤栄作, 上野勉, 朝稲努, 河野順一, 寺田英治, 佐藤史郎, 谷岡日出男, 藤本浩司共訳) : データマイニング手法, 海文堂出版株式会社, 1999.
- 2) 山本義郎, 藤野友和, 久保田貴文 : R によるデータマイニング入門, pp.40-43, オーム社, 2015.
- 3) 国土交通省 : 国道 (国管理) の維持管理等の現状と課題について http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/road_maintenance/pdf/4.pdf (入手 2016.6.29) .
- 4) 開発土木研究所 維持管理研究室 : 舗装データベースの新システムについて, 開発土木研究所月報, No.550, 1999.3.
- 5) 国土交通省 国土政策局 : 国土数値情報ダウンロードサービス, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html> (入手 2016.6.29) .
- 6) 国土交通省 国土地理院 : 基盤地図情報ダウンロードサービス, <http://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php#> (入手 2016.6.29) .
- 7) 総務省 統計局 : 地域メッシュ統計, <http://www.stat.go.jp/data/mesh/> (入手 2016.6.29) .
- 8) 国土交通省 国土地理院 : 日本の測地系, <http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/datum-main.html#p5> (入手 2016.6.29) .