

大阪大学 工学部	学生員	○小山 誠稀
大阪大学 大学院工学研究科	フェロー	矢吹 信喜
大阪大学 大学院工学研究科	正会員	福田 知弘

1. 背景と目的

2007年の米国の橋梁崩落事故、2012年の日本のトンネル天井板落下事故を受けて、2014年から橋梁とトンネルは5年に1度目視点検されることになった。地方公共団体は全国にある橋梁の9割以上を管理しているが¹⁾、点検業務に携わる人材及び点検にかかる予算が不足しているため、効率的な維持管理の手法が必要となる。その手法としてセンサを利用することが考えられる。Jeongら²⁾は橋梁とセンサの情報を統合する手法を開発したが、データに意味づけをしていないため、専門家が図面と照らし合わせながら全てのセンシングデータを解釈する必要がある。

効率的な維持管理のために、データに意味づけをしながらセンシングデータを蓄積し、コンピュータにセンシングデータを理解させ、AIを用いてデータの解釈を自動化することが望ましい。そこで本研究は、コンピュータが意味を理解するためのオントロジーを構築した橋梁3Dモデルの開発と、センサに付帯する情報を表現するために橋梁3Dモデルとセンサ情報モデルを連携したデータモデルの構築を目的とした。

2. データモデルの構築

本研究は橋梁3Dモデルとセンサ連携モデルを構築した。IFC (Industry Foundation Classes) をベースにデータモデルの構築を行い、UML (Unified Modeling Language) のクラス図で表記した。図1に構築したデータモデルの概略図を示す。

2.1. 橋梁3Dモデル

橋梁3Dモデルは共通モデル、分類モデル、部材モデルから構成されるデータモデルである。共通モデルは橋梁以外の土木構造物において再利用することが可能なデータモデルである。分類モデルは、橋梁分類モデルと部材分類モデルから構成される。橋梁分類モデルは下位クラスとして橋梁の構造、材料、用途等によって分類した橋梁の種類を定義するクラスを持つ。部材分類モデルは橋梁を構成する部材を機能や形状で分類したクラスと径間単位で分割した橋梁を表すクラスを持つ。部材モデルは橋梁を構成する部材と部材を構成する材料や橋梁全体に対する部材の位置を記述したデータモデルである。部材の位置は橋梁のローカル座標系によって定義し、橋軸の方向ベクトルをx軸として直行する座標軸を決定する。

2.2. センサ連携モデル

センサ連携モデルは橋梁に設置したセンサの位置情報、設置方法等に関するデータモデルである。部材に関するデータモデルとセンサに関するデータモデルの関連クラスとしてセンサ連携モデルを定義した。センサ連携モデルはセンサの設置位置と設置方向を属性として持っている。設置位置属性は橋梁部材の上端や下端、中央などにセンサが設置されていることを表す。センサの設置位置を原点、橋梁3Dモデルの橋軸方向をx軸、橋軸直角水平方向をy軸、橋軸直角鉛直方向をz軸とするローカル座標系をセンサに定義し、設置されたセンサがどの軸方向の変位を取得しているかを設置方向属性によって表す。センサ連携モデルは損傷情報、補修情報を表すクラスとも関連する。損傷情報、補修情報と関連することで、これらの情報を考慮したセンシングデータの解釈が可能となる。損傷情報は損傷の種類のみを記述した。損傷の種類は橋梁定期点検要領の損傷評価基準³⁾の損傷を参考にした。

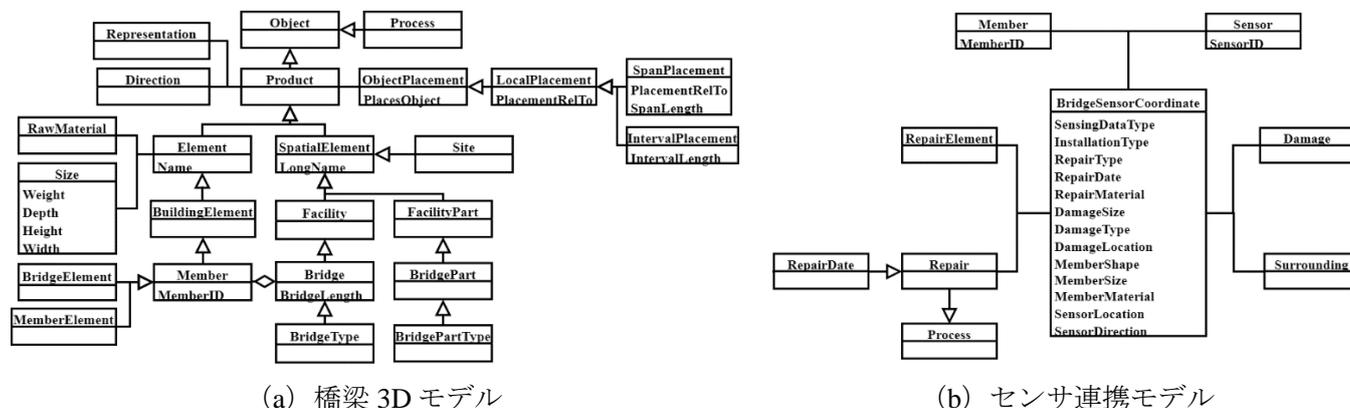


図1 構築したデータモデルの概略図

3. データモデルの検証

構築した橋梁 3D モデルをもとに橋梁 3D オントロジーとセンサ連携オントロジーを構築した。構築したオントロジーと連携したリレーショナルデータベース (RDBO : Relational Data Base with Ontology) と従来のオントロジーと連携していないリレーショナルデータベース (以後、従来型 RDB) において、実際の利用を想定したシナリオを作成し、シナリオに沿ったデータの検索を行うことで、データモデルの妥当性を検証した。オントロジーを利用することでコンピュータが語彙を理解することができるため、意味を持った用語としてデータを扱うことができる。また、RDBO で同じ意味で異なる語の検索をした場合に同じ結果を示すことを検証した。

従来型 RDB と RDBO で床版下端の橋軸方向に設置されたひずみゲージと橋台・橋脚の橋軸鉛直方向に設置された加速度センサを検索した。検索方法は部材名、センサの設置方向、センサの設置位置を入力して条件検索を行った。その結果、従来型 RDB と RDBO の検索結果が一致した。2つのデータベースの検索結果が一致したため、構築したデータモデルは妥当であるといえる。次に、同じ意味で異なる語の差異を吸収して検索を行った。本研究は、床版を意味する 'Slab' と 'Deck' で検索を行った。どちらの語を用いても 'Deck' として登録されたデータを検索することができた。

4. 結論

本研究の結論を、以下にまとめる。

- データに意味づけをしながらセンシングデータを蓄積することを目的として、IFC をベースに橋梁 3D モデルとセンサ連携モデルを構築した。
- オントロジーとリレーショナルデータベースを連携させることで、オントロジーを利用してデータの検索を行うことができることを確認した。

今後の課題として、構築したデータモデルの拡張、データベースを閲覧するためのアプリケーションの開発が挙げられる。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路メンテナンス年報（平成 29 年度），
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/pdf/h29/30_03maint.pdf（閲覧：2018.12.17）。
- 2) Seongwoon Jeong, Rui Hou, Jerome P. Lynch, Hoon Sohn, Kincho H. Law : An Information Modeling Framework for Bridge Monitoring, *Advances in Engineering Software*, vol.114, pp.11–31, 2017.
- 3) 国土交通省道路局国道・防災課：橋梁定期点検要領，
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/yobo3_1_6.pdf（閲覧：2019.1.7）。