

平成 21年 5 月 21 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008 年度

課題番号：19560470

研究課題名（和文） 大量のセンサモニタリングデータからの知識発見手法の開発

研究課題名（英文） Development of a methodology for discovering knowledge from a large amount of sensor monitoring data

研究代表者

矢吹 信喜（YABUKI Nobuyoshi）

大阪大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：50312434

研究成果の概要：

戦後、我が国で建造された膨大な数の社会基盤施設の健全度を評価していくために、今後センサや無線センサネットワークが大量に設置させるようになると予想される。膨大な量のセンサデータから有意な結論を導くために、本研究では、センサのデータモデル、構造物のプロダクトモデルおよび知識表現モデルを融合させたデータモデルを構築し、これに基づいた大量のデータから有意な知識が発見できるようなデータマイニングの方法論を開発した。

センサデータモデルとプロダクトモデルを統合化したデータモデルを用いて、簡単な振動台実験データをデータベースに格納した。格納されたデータを用いて、決定木、ニューラルネットワーク、自己組織化マップなどのデータマイニングを実施した。振動台実験のモデルは、2層のフレームモデルで、ブレイシング（筋交い）の有無による振動の違いをデータマイニングによって学習し、判定可能かどうか試験した。実験の結果、振動データのある一定間隔で区切り、各間隔内の最大値、最小値、平均値などをデータに加えることにより、判定することが可能であることがわかった。また、各種の手法を比較検討した結果、自己組織化マップを用いた手法が適当であることが判明した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	660,000	2,990,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：維持管理工学，土木情報学

1. 研究開始当初の背景

戦後、我が国では膨大な量の社会基盤建設を行っており、これから10年から20年後には大量の社会基盤施設の更新時期を迎えるが、逼迫した財政下では、適切な維持管理によりなるべく長寿命化を図る必要がある。

今後、センサやセンサネットワークが小型化し、低価格になるに従い、相当数のセンサが数多くの構造物に設置されるようになると予想される。こうした膨大な量のセンサデータがコンピュータに蓄えられるようになると、構造物の管理者は、データから何らかの意味のある推論や結論を導き出そうとするであろう。しかし、あまりにも膨大なデータ量のため、結局初めから予想している結論に合致しそうなデータを集めて結論付けてしまう、あるいは、予想しなかった重大な健全度に関する診断が導き出せるデータの関係等をみすみす見逃してしまうといったこと起こると懸念される。これでは、せっかく数多くのセンサを設置しても無駄になってしまう。

各種センサ類による構造物のモニタリングおよび得られたデータの解析方法に関する研究は、国内外を問わず数多くなされている。しかし、維持管理データから有意な知識をデータマイニング等により発見する研究は、まだあまりされていない。

2. 研究の目的

構造物の膨大なセンサデータから有意な知識を発見するためには、単なるデータマイニングのようなデータの比較だけではあまりうまくいかず、センサが設置されている構造物の部材の幾何情報、境界条件、材料等の属性情報、および部材間に関する情報などを加味した知識発見に関する新しい方法論を確立する必要があると考えられる。

我々は、これまでに膨大なセンサデータを貯蔵するために適したデータモデルを開発し、橋梁等の構造物を的確に表現するプロダクトモデルを開発してきている。また、知識表現モデルと推論に関する研究も行っている。そこで、本研究では、センサのデータモデル、構造物のプロダクトモデルおよび知識表現モデルを融合させたデータモデルを構築し、これに基づいた大量のデータから有意な知識が発見できるようなデータマイニングの方法論を開発することを研究目的とする。さらに、実際のセンサデータを用いたプロトタイプの実験を実施する。

3. 研究の方法

大量のセンサデータをシステムティックに貯蔵するためのデータモデルについては、米国のNEES (George E. Brown, Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation) のためにNEES Reference Data Modelが開発された。我が国では我々が、独立行政法人防災科学技術研究所のE-Defenseのために、イベントに基づくスタースキーマを利用してEDgridデータモデルの開発を行った。一方、構造物の3次元モデル、部材等の属性や関係性を表現するプロダクトモデルについては国際標準としてISO10303のSTEP (STandard for the Exchange of Product model data)、建築の業界標準としては、IAI (International Alliance for Interoperability) のIFC (Industry Foundation Classes) 等がある。しかし、センサデータを管理するためのデータモデルの開発と構造物の形状データや属性情報等を管理するためのデータモデルの開発は別々に行われているのが現状である。

そこで本研究では、センサデータから知識発見を図るため、まず、前述のEDgridのデータモデルに基づいて一般的なセンサデータモデルを開発した。次に、データマイニング等によって有意な知識を発見することができるように、センサに関するデータとセンサが配置されている部材に関するデータが密接に関係しあったデータモデルの構築を目的として、プロダクトモデルと本研究で開発したセンサデータモデルを統合化した統合モデルの開発を行った。最後に、2層のラーメン構造モデルの振動台実験データを統合モデルに従ってデータベースに格納して、データモデルの検証とデータマイニングへの適用性検討を行った。

4. 研究成果

本研究では、膨大なセンサデータからの知識発見を目的として、まず、今後普及が見込まれるセンサ及びセンサネットワークを対象としたセンサデータモデル (図-1) を開発した。センサデータモデルは、防災科学技術研究所の実大規模の大型震動台設備E-Defenseのために開発したイベントに基づくスタースキーマ型のデータモデルをベースとして開発を行った。

次に、データマイニング等によって有意な知識を発見することができるように、センサに関するデータとセンサが配置されている部材に関するデータを関連付けるため、骨組構造用の簡単なプロダクトモデル (図-2)

を開発し、本研究で開発したセンサデータモデルと統合化したデータモデル（図-3）を開発した。

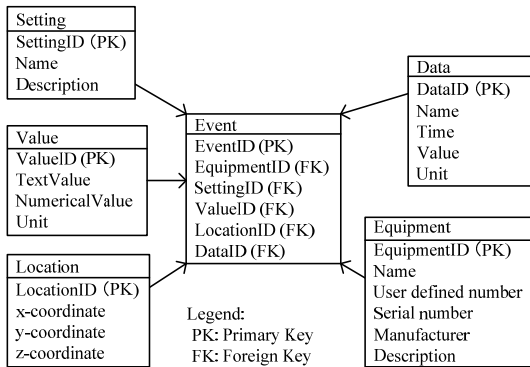


図-1 センサデータモデル

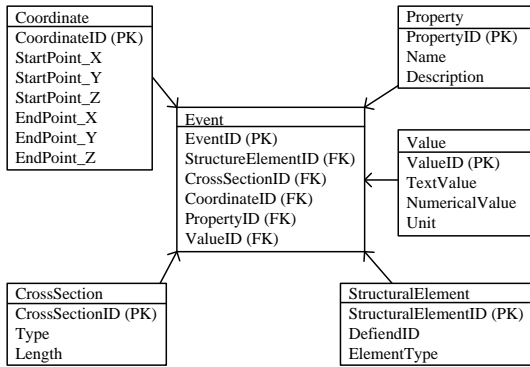


図-2 プロダクトデータモデル

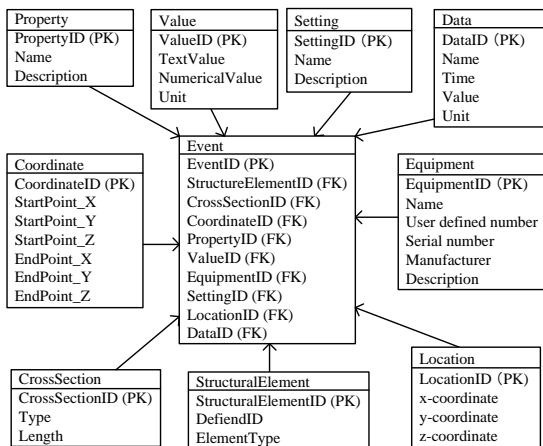


図-3 センサおよびプロダクトモデルを統合化したデータモデル

さらに、木材とアルミニウム板で作成した実験用構造モデル（図-4）と無線センサネットワーク Imote2 を使用して振動台実験を実施し、各種データを本研究で開発したデータモデルに従ってデータベースに登録してデータモデルの検証を行った。その結果、本研究で開発したデータモデルでは、センサとセンサが配置されている部材に関するデータを漏れなく登録することが可能であることが確認された。また、Event テーブルによるテーブル同士の関連付けにより、センサとセンサが取り付けられている部材の関係を正確かつ分かり易く表現することが可能となった。最後に、統合モデルに従って格納したデータを用いてデータマイニングを実施した。データマイニングにはニューラルネットワークを用い、構造モデルの推定に利用可能であることが確認された。

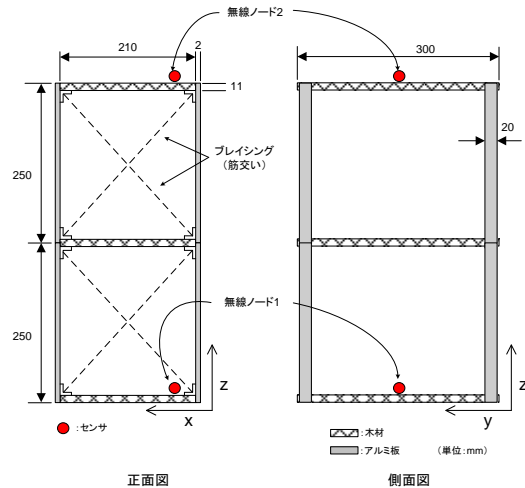


図-4 実験用構造モデルと加速度センサの位置

今後の課題は、構造力学に関する定性的なデータ等を付加してデータマイニングを実施し、より有意な知識を発見することだと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

Nobuyoshi Yabuki: An Intelligent Framework for Knowledge Discovery from a Large Amount of Data in SHM, World Forum on Smart Materials and Smart Structures Technology, pp.280, May 22-27, 2008, Chongqing, China, 査読あり (CD-R)

[その他]

本研究に密接な関連がある活動として、土木学会情報利用技術委員会国土基盤モデル小委員会で、研究内容の紹介およびディスカッションを行った。

6. 研究組織

(1)研究代表者

矢吹 信喜 (YABUKI NOBUYOSHI)

大阪大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：5 0 3 1 2 4 3 4

(2)研究分担者

(3)連携研究者

(4)研究者協力者

SOUHEIL SOUBRA

CSTB, Sophia Antipolis, France,

Director

ERIC LEBEGUE

CSTB, Sophia Antipolis, France,

Researcher

GEOFFREY ARTHAUD

CSTB, Sophia Antipolis, France,

Researcher