

BIM 自動更新のための計測点群モデル-BIM 統合管理システムの構築

北海道大学 ○山岡 晋也, 金井 理, 伊達 宏昭

要旨

本研究では、急速に普及している BIM の継続的更新を実現させるため、建物内をレーザ計測した点群データを用いて変更情報を抽出し、BIM に反映させることを目的とする。そのため、レーザ計測点群と BIM の間に論理的な関連を持たせ、統合管理する必要がある。そこで本報では、BIM データ交換標準仕様である IFC のデータモデルを、レーザ計測点群モデルを許容するよう拡張し、このモデルに基づいて点群モデルと BIM を統合管理・表示できるシステムを構築した。

1. はじめに

建築プロジェクトにおける様々な情報を電子化した BIM (Building Information Model) の利用機会が、急速に普及している [1]。設計・施工時のみならず、竣工後の建物の維持管理等に対しても BIM の活用は有効であるが、BIM を継続的に更新し変更情報を反映していくことが課題となっている。その有効な解決方法の 1 つに、現況のレーザ計測に基づき、BIM を継続的に更新していく方法が考えられる。そのためには、レーザ計測点群データと BIM データ間に論理的な関連を持たせ、両者を開発環境に依存することなく統合管理する必要があるが、現在の BIM 標準には、点群管理のためのデータ構造が含まれていない。

そこで本研究では、図 1 のように BIM のデータ交換標準仕様である IFC (Industry Foundation Classes) 2x3 形式の BIM データモデルを、レーザ計測点群モデルと BIM を統合管理できるように拡張するとともに、このモデルに基づいて点群モデルと BIM を統合管理し表示可能なシステムを構築した。

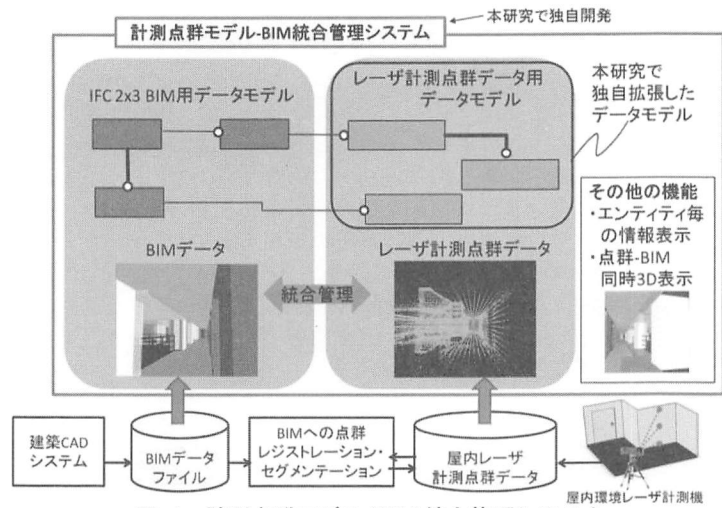


図 1 計測点群モデル-BIM 統合管理システム

2. 計測点群を許容する IFC データモデルの拡張

2.1 オリジナル IFC2x3 のデータモデル

IFC は BIM のデータ交換のためのデータモデルの標準仕様であり、多くの CAD システムにおいて出力可能な、建物ライフサイクルに関わる情報のオブジェクト指向データモデルである [2]。

IFC のデータモデル (図 2) では、主要なエンティティの親として IfcRoot を持ち、IfcRoot の子としてモデル内において物理的あるいは仮想的に実体をもつ IfcObject、オブジェクトのすべての特性を一般化した IfcPropertyDefinition、オブジェクト間のすべての関係を定義した IfcRelationship が存在する。IfcObject の下位型である IfcProduct は、ドア、壁など建築物を構成する要素 IfcElement と、建物内の空間を示す IfcSpace を含むエンティティ群を下位型として持っている。さらに、図 3 のような B-rep 形式のソリッド形状等の形状表現を管理するリソーススキーマを IfcProduct が参照することで IfcElement の各要素や IfcSpace に実体形状を与えている。また、IfcRelationship の下位型である IfcRelSpaceBoundary は、IfcElement と IfcSpace の間の境界面の形状を表現したものである。

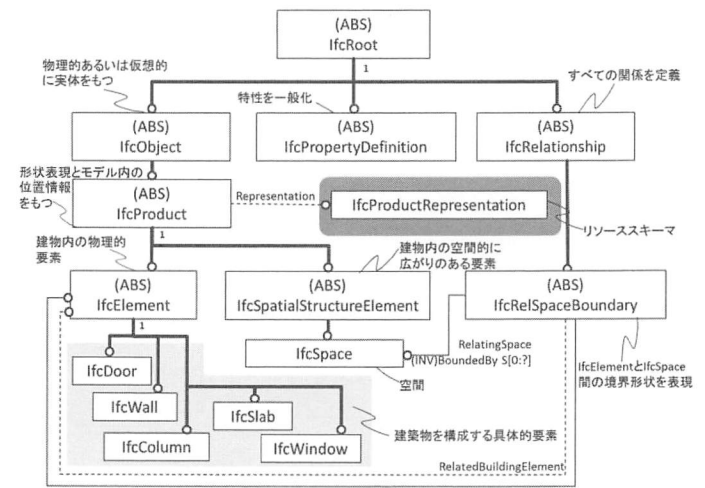


図 2 オリジナル IFC データモデル (Express-G 表現)

2.2 レーザ計測点群モデルを許容する拡張 IFC データモデルの提案

2.1 節のオリジナル IFC2x3 形式のデータ構造では、レーザ計測点群を許容するエンティティは定義されていない。そこで本研究では、このデータモデルを拡張し、点群モデルを管理可能とする拡張 IFC データモデルを独自に提案する。この拡張データモデルに求められる要求条件と本研究での拡張方法を以下にまとめる。

2.2.1 IFC2x3 形式のデータモデルとの整合性の確保

まずモデル拡張にあたり、計測点群のデータモデルとオリジナル IFC2x3 形式のデータモデルが表す概念は意味的に整合していなければならない。そこで本研究では、計測点群は建物内の物理的な要素もしくは空間の境界面形状を離散的にサンプリングした表現であると解釈し、点群を表現するエンティティを IFC データモデルの形状表現管理スキーマ内に新たに追加した。すなわち図 3 のように、点群

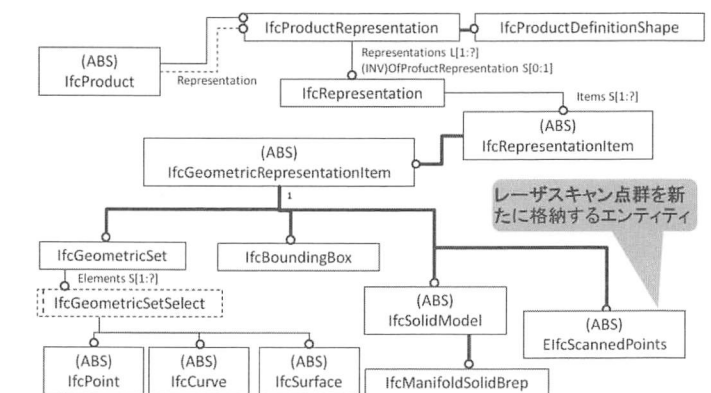


図 3 IFC の形状表現管理スキーマへのレーザ計測点群格納用エンティティの追加 (Express-G 表現)

を表現するエンティティ EIfcScannedPoints を形状表現管理スキーマ内に新たに追加した。

この提案した拡張方法とは異なり、オリジナルの IFC データモデルがもつ幾何学的な表現のエンティティである IIfcGeometricSet を用いて、点群を表現する方法も考えられる[3]が、IIfcGeometricSet はソリッドモデルのような3次元形状表現が利用不可能な場合、その代用として点や曲線、曲面を組み合わせた形状を定義するために用意されたエンティティである。そのため、本研究のような離散的なサンプリング点のエンティティとしてこれを用いる事は機能上不適切であると考え、本方法では別エンティティとして定義した。

2.2.2 計測点群のモデルへの段階的に対応関係が表現可能

図4のように、計測点群に基づく BIM の継続的更新を行う際、BIM の座標系へ計測点群の位置合わせを行うレジストレーション処理と、BIM の幾何学的な面分に対応する部分的な点群への分解を行うセグメンテーション処理の2つを行う必要がある。拡張 IFC データモデルにおいては、これらの対応関係の区別が明示的に表現されている必要がある。そこで本研究では点群を、この2つの点群処理の有無により以下のように区別した。すなわち図5のように2つのサブタイプの直積で表される2x2の合計4つの下位エンティティ(図5A部)を、前節で定義した EIfcScannedPoints の下位型として追加した。この様にして、ドア、窓、壁などの BIM の物理的な要素ごとに、対応する計測点群をその要素の現況を反映した離散的なサンプリング表現として関連付け管理することができる。

3. 計測点群モデル-BIM 統合管理システムの実装

図6に示すように、提案した拡張データモデルを利用し、IFC モデルデータベース管理ライブラリである IFC Engine DLL[4]を改造し、計測点群-BIM 統合管理システムを実装した。なお、現状では 2.2.2 節の点群レジストレーションや、セグメンテーション処理は市販の点群処理ソフトにより手動で行っている。

まず、IFC Engine DLL 上で点群データを読み込み、BIM と同時表示できるよう機能拡張を行った。また、part21 形式で記述されている IFC 準拠 BIM データファイル上に、計測点群データの情報を、標準の STEP データアクセスインターフェースである SDAI(Standard Data Access Interface)を用いて、拡張 IFC データモデルに規定された構造で書き加えることで、点群と BIM の統合データとして保存可能とした。また図7のように、BIM に対してレジストレーション済・セグメンテーション済の点群を BIM 上の物理的要素に対応づけ、同時表示可能とした。左ウィンドウにおいて、要素のチェックマークを付けると、B-Rep や SweptSolid など BIM の物理的要素の形状と同様に、これらに対応づけられた点群表現が選択的に同時表示可能である。

4. おわりに

屋内環境の計測点群モデル-BIM 統合管理システムを構築し、その有効性を確認した。今後 BIM への点群のレジストレーションの省力化、並びに更新を目的とした変更点、差分抽出の機能が必要となる。

参考文献

- [1] 足達嘉信, BIM を実現する標準データモデル IFC およびその国際的な活用動向, 建築コスト研究, SPRING,(2009), pp4-17
- [2] International Alliance for Interoperability Modeling Support Group, "IFC 2x Model Implementation Guide", (2001)
- [3] Shutao Li, Jörg Isele, Georg Bretthauer, "Proposed Methodology for Generation of Building Information Model with Laserscanning", Tsinghua Science & Technology, 13(1), pp.168-144 (2008)
- [4] TNO Environment and Geosciences, "IFC Engine DLL", <http://www.ifcbrowser.com/ifcengine.dll.html>

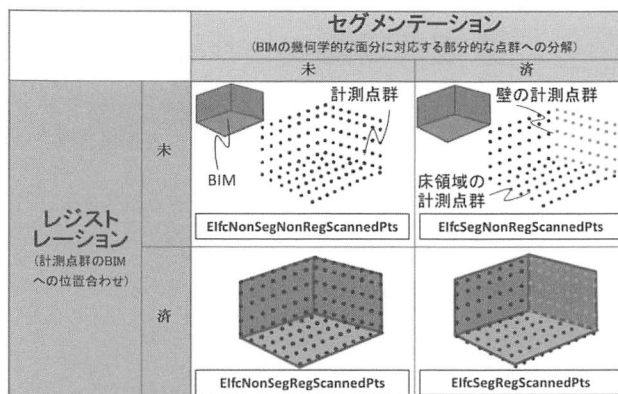


図4 計測点群と BIM との段階的に対応関係

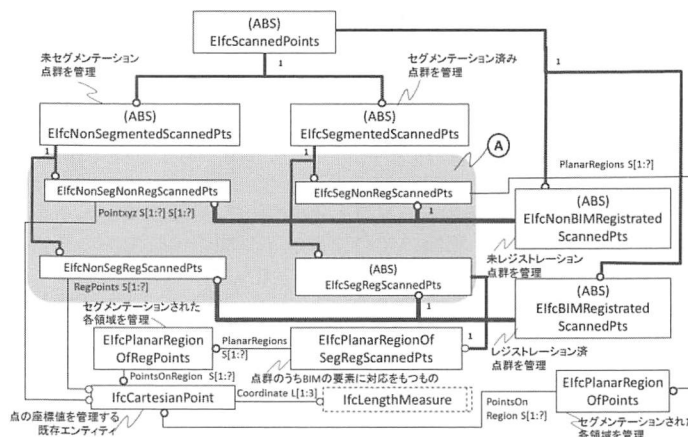


図5 段階的に対応関係の区別を表現したデータ構造 (Express-G 表現)

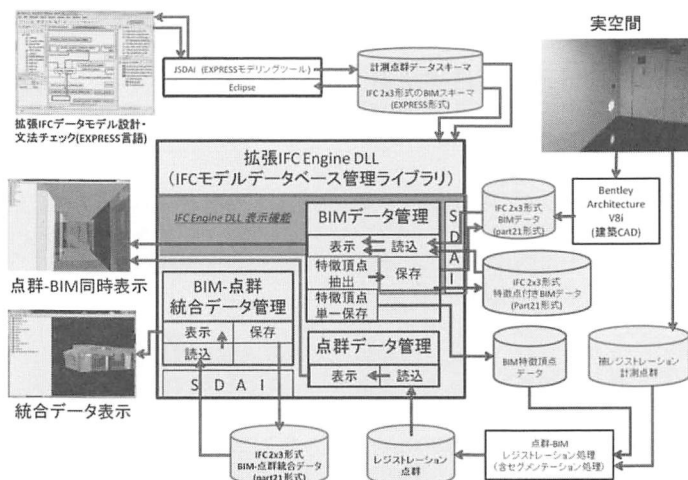


図6 統合管理プログラムの処理内容

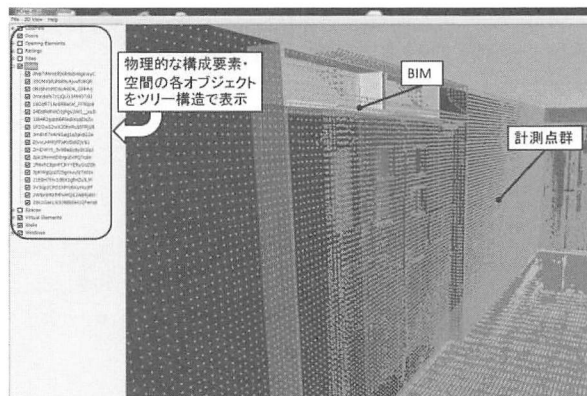


図7 点群モデル-BIM 統合管理システムでの表示例