

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：33701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04523

研究課題名（和文）BIM用の詳細な建物の3Dモデルの自動生成システムの開発

研究課題名（英文）Automatic Generation of detailed 3D Building Models for BIM (Building Information Model)

研究代表者

杉原 健一（Sugihara, Kenichi）

岐阜協立大学・経営学部・教授

研究者番号：80259267

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：「詳細な建物の3Dモデル」を構築し、設計から施工、維持管理に至るまで利活用するBIM (Building Information Model)が今急速に進んでいる。但し、現状では、多大の労力をかけ、3Dモデルを作成している。そこで、これまでの研究成果である「建物境界線に基づく建物の3Dモデルの自動生成システム」を発展させ、詳細な3Dモデルを自動生成することを目的とした。

研究成果は、(1) 建物ポリゴン分割後の分割四角形のラベリングによる窓設置可能な壁の明確化。(2) 部材を静的・動的剛体モデルで構成することで力学シミュレーション可能な「動的3次元建物モデル」の自動生成。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの研究の「3次元建物モデルの自動生成」で独自に開発した、コンピュータ幾何学の分野となる「ポリゴンの分割手法」や「ストレートスケルトン手法による直線状骨格生成、及びポリゴンの単調増加(monotone)ポリゴンへの分割」を発展させて、電子地図上の建物境界線から、枝屋根や間取りの分割を行い、「建物枝部が分割された窓設置可能な壁が明確化された詳細な建物の3Dモデル」を自動生成することに成功した。研究成果の学術的意義は、「コンピュータ幾何学の新しいアルゴリズム」を開発し、BIM普及の障害になっている多大な3Dモデル作成工数の削減に取り組んだことである。

研究成果の概要（英文）：Purpose: Architectural design world is experiencing a rapid shift from 2D CAD drawings to BIM 3D modellings. However, creating 3D models are labor-intensive. We aim at automatically generates 3D building models, based on building footprints (building polygons). The proposed system partitions building polygons into a set of quadrilaterals (quads) and rectifies them, placing rectangular roofs and box-shaped bodies on quads. This is done by quads' vertices numbering by our labelling rule. Findings: By our labelling rule, it is possible for each quad to know which quad is adjacent to and which edge of the quad is adjacent to, resulting in finding 'window and door available' (WDA) walls. Originality: Our system implements polygon partitioning, rectification, adjacency clarification and 3D CSG (Constructive Solid Geometry) model generation, which has the advantage over the surface models generated by procedural modelling. They can be utilized for various engineering simulation.

研究分野：コンピュータ科学、コンピュータ幾何学、CG、GIS

キーワード：自動生成 3次元建物モデル 3Dモデル CG GIS BIM 建物ポリゴン分割 動的3次元建物モデルの自動生成

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

過去数百年、建築設計の元になっていた「図面」に代わり、詳細な建物の3Dモデルを作り、設計から施工、維持管理に至るまで利活用する BIM (Building Information Model) が、今、急速に進化・発展している。BIM の「3Dモデル」は、柱や梁、鉄骨、配管、空調ダクトといった建物を構成するパーツを忠実に再現する詳細な3Dモデルを持ち、「図面の不整合」や「建築完了後に配管のため穴を開けるコア抜き」などの不具合を防止することができる。しかし、現状では、BIM ソフトを用い、多大の労力と時間をかけ、詳細な3Dモデルを作成している。このため、BIM の活用は、「詳細な3Dモデル」を構築できるマンパワーのある「ゼネコンなどの大規模建築物」に限られている。そこで、これまでの研究成果である「電子地図上の建物境界線に基づく建物の3Dモデルの自動生成システム(図-1 参照)」を発展させ、中小規模の建物の BIM 用3Dモデルの自動生成を目指した。

2. 研究の目的

BIM は建築設計・施工、維持管理のあり方を劇的に変革するものである。BIM の利活用の普及を妨げているのは「建物を構成する数多い部材の3次元形状モデリング作業の多さ」である。これを激減させるために、これまでの研究成果である「電子地図上の建物境界線に基づく3次元建物モデルの自動生成システム(図-1 参照)」を発展させ、コンピュータ幾何学に基づく、自動生成のための新たなアルゴリズムを研究開発することで、「BIM 用の建物の詳細な3Dモデルを自動生成するシステム」の開発を目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、電子地図上の「頂角がほぼ直角の建物境界線（建物ポリゴン）」を「四角形の集まり」まで分割・分離し、各四角形を長方形に整形し、その上に Box 形状の建物本体を配置して3次元建物モデルを自動生成する(図-1 参照)。上記研究目的のために、以下の具体的な開発目標に対し、以下に記述する「研究方法」で研究を行った。

(1) 四角形の方向性を考慮したポリゴン分割・整形による建物の自動生成

「分割された四角形」を整形するために、分割四角形は自らの「方向(上側長辺の傾き)」を調べ、頂点の番号付を行い、次に隣接四角形(どの四角形のどの辺に接していたか)を調べ、自らに保存した。この整形時、ポリゴン全体の「主傾き」に合わせるため分割四角形が 180 度反転すると、保存された隣接関係に基づいて整形処理するので、不具合を生じる。本研究では、こうした不具合を対策し、さらに壁のどこに窓などが設置できるかなど「分割四角形の隣接関係を明らかにするポリゴン分割手法」によって、四角形を組み合わせ、建物を構築するとき、窓などが交差しない分割手法を研究開発し、ソフトウェア開発を行った。

(2) 分割四角形の隣接情報を明らかにするポリゴン分割法による3次元建物モデルの自動生成

本システムでは、建物ポリゴンを四角形の集まりまで分割するが、その過程で、分割された四角形(分割四角形)の傾きを計測し、外部のどの四角形のどの辺に、どのように接していたかを「隣接関係」の情報として「分割四角形」に保存し、ポリゴン再構築時、この隣接情報に基づいて、互いに直交する長方形の集まりとなる建物を自動生成する。この「傾きや隣接情報の取得」は、分割四角形の頂点の「ラベリング(番号付け)」という手法を用いて行われる。これまでの研究で、分割四角形のどの辺に壁を作り、そして、「壁のどこからどこまで窓やドアが設置できるか(WDA 壁: Windows and Doors Available wall)」を明らかにする手法を研究開発し、ソフトウェア開発を行った。

(3) L字型ポリゴンの分離・整形による建物の自動生成

本システムでは、建物ポリゴンを四角形の集まりまで分割するが、分割線が「システムが定めた分割条件」を満たさないようなポリゴン形状に対しては、その部分を「L字型ポリゴン」で分離する。この「L字型ポリゴンで分離する手法」によって、どのような形状の建物ポリゴンも四角形とL字型ポリゴンの集まりまで分割することができる。L字型ポリゴンは「整形された主ポリゴン」に基づいて、整形処理される。L字型ポリゴンはL字形の屋根を形成する。但し、このテーマは、プログラム開発はほぼ完成したものの、成果を論文の形にまとめていない。

(4) 拡張した straight skeleton 手法による屋根の自動生成

電子地図上の建物ポリゴンは必ずしもその頂角が直角とは限らない。本手法では、非直角建物ポリゴンに対しても3次元建物モデルを自動生成した。この Straight Skeleton(直線状骨格)手法を用いることによって、建物ポリゴンが、直角ポリゴンか非直角ポリゴンかを問わず、屋根付き3次元建物モデルを自動生成することができる。但し、Aichholzer ら(1995)による Straight Skeleton 手法では述べられていない、主に直角ポリゴンの場合、想定しなければならない「同時発生イベント」、及び、縮小プロセスの最後のステージにおいて、考えなければならない「収束の形」があり、本研究では、これらのイベント及び収束の形を提案する。そして、あらゆる建物ポリゴンに対して一般的な屋根付き3Dモデルを自動生成する手法を提案し、BIM 用の詳細な建物の3Dモデルの自動生成システムの開発を行った。

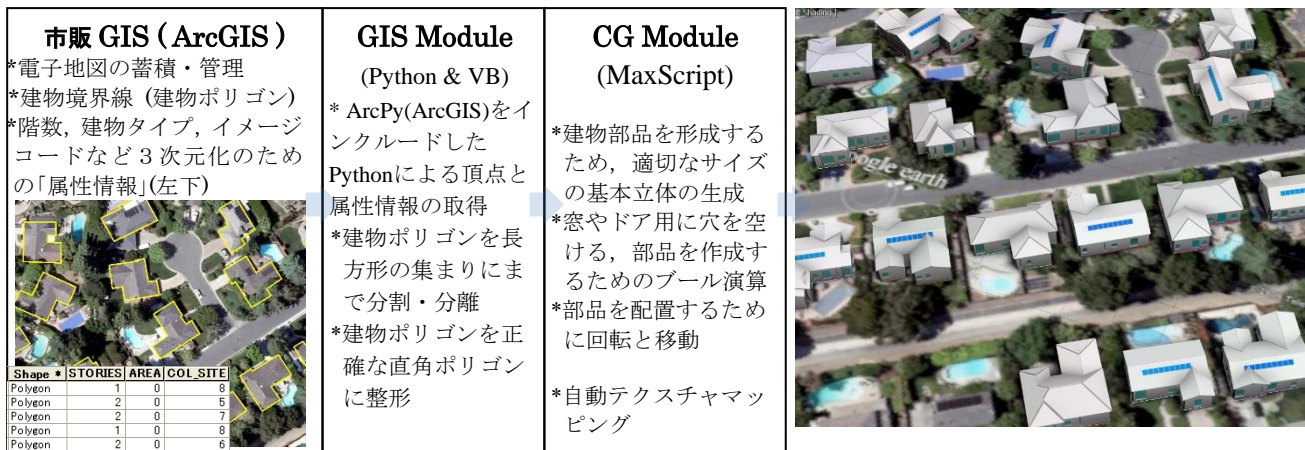


図-1 自動生成システムの構成と 3Dモデルの自動生成のプロセス

4. 研究成果

研究の主な成果、得られた成果の国内外における位置づけとインパクト、今後の展望などについて、以下にまとめる。

(1) 四角形の方向性を考慮したポリゴン分割・整形による建物の自動生成

① 既往の研究と目的

建物の 3Dモデルを作るとき、大きく 2つの構築する立場があると考えられる。1つ目は、まだ、存在しない、これから作る建物と街並みのための「まちづくりの合意形成」や BIM 用に建物の 3Dモデルを作る立場、2つ目は、リモートセンシングやコンピュータビジョンの技術を用いて、今ある建物をコンピュータ内で作る「仮想空間に写像する立場」である。1つ目の立場は、建築設計において、平面図、立面図などに基づいて、CGやCADソフトで建物の 3Dモデルを作り、それをパース図や下絵として利用し、まだ存在しない建物を作る立場である。昨今では、最初に BIMソフトで 3Dモデルを作り、それを写像する形で「互いに矛盾のない多数の平面図、断面図等の設計図書」を生成する BIM が大規模建物設計を中心に活用されている。

この 3Dモデル構築には多大な手作業が必要とされるので、これを省力化するために、製作ルールのプログラミングで自動生成する「手続き型モデリング(Procedural modeling)」が研究されている。Müllerらは、建物境界線である建物ポリゴンの押し出し処理と Aichholzerらによる straight skeleton 手法を用いて一般形状の屋根を生成する。ここで、Straight Skeleton 手法による生成される屋根は、Straight Skeleton の縮小処理において、短い辺は消失するので、長い辺が残ることになり、屋根頂線は、建物境界線の「長辺に平行な頂線」を持つ屋根、即ち、「寄せ棟屋根」しか生成できない。

本システムは、電子地図上の建物ポリゴンを「四角形の集まり」まで分割・分離して、四角形の集まりを「互いに直交する長方形の集まり」まで「整形」し、各長方形の上に個別に建物を作成する。屋根形状は多種多様であり、「長方形の長辺に垂直な頂線」を有する屋根も存在する。本システムでは、分割長方形ごとに個別に「横長切妻屋根」、「マンサード屋根」、「ギャンブルル屋根」など多種多様な屋根形状を生成できる。

② 自動生成のプロセスと研究成果

本研究における自動生成のシステム構成と建物の 3Dモデルの自動生成のプロセスを図-2 に示す。街の 3Dモデルの情報源は、図-1 左と図-2 左に示すような属性情報を関連付けた建物境界線(建物ポリゴン)を描いた電子地図である。電子地図は、市販GIS(ArcGIS)によって、蓄積・管理される。電子地図上の建物ポリゴンは、本研究で開発した ArcPy(ArcGIS)をインクルードした Python プログラムにより、ポリゴン頂点と属性情報などを取得する。Visual Basic.NET で開発したGISモジュールによって、次の前処理を行う。

- (1) 建物ポリゴンの各辺の長さや傾き、左右にどちらに曲がるのか(RL 表現: Right Turn & Left Turn)、各頂点の内角を算出する。
- (2) 内角がほぼ 180度の頂点をフィルタリング(除去)する(プログラムに与える数値でフィルタリングの閾値を設定)。
- (3) ポリゴン各辺の辺長の総和が最大となる辺の傾きである「主傾き(Main Angle)」を算出する。
- (4) 窓やドアの配置のため、元建物ポリゴンを数十センチ程度セットバック(プログラムに与える数値で自由に設定)した縮小ポリゴンを生成する。
- (5) セットバックした縮小ポリゴンの各辺の長さを算出する。
- (6) RL 表現で、L 頂点(Left Turn)間の連続する R 頂点(Right Turn)の個数をカウントする。
- (7) 「連続する R 頂点の個数」に応じて、枝屋根を大きく分類し、さらに L 頂点の前後の辺の長さや分割線から対向するポリゴン辺までの距離に応じて、分割パターン、優先度を決め、分割処理を行う。

- (8) 分割された四角形について、その「頂点の番号付け」と隣接している四角形を探す「活性四角形 (Active Rectangle)」かどうか、「主傾き」に対する分割四角形の傾きにに応じて反転 (Flip) するかの判定を行う。
- (9) 「活性四角形」が隣接四角形、次に、その四角形のどの辺に接しているかをサーチする。
- (10) 活性四角形が、どの四角形のどの辺に、どのように接するかを調べ、「主屋根との共通頂点である頂点」(これを母点: Generatrix とする)を基準として、活性四角形の平均長辺と平均短辺、主傾きから、四角形を整形する。
- (11) 整形した四角形に関連付ける属性情報(屋根タイプ、長辺や短辺の長さ、傾き、頂点座標など)をCGモジュールへ出力する。

図-2 に示すように、GISモジュールで前処理したこれらデータを、3次元CGソフト(3ds Max)をコントロールする「CGモジュール」(MaxScript でプログラム開発)が取込み、以下の処理を自動的にを行い、3D建物モデルを自動生成する。

- (1) GISモジュールからの整形した四角形に基づいて、屋根や壁、窓、ドアなどの建物の部品となる、適切な大きさの直方体、三角柱、多角柱などの基本立体 (プリミティブ)を作成する。
- (2) これらの基本立体の間で、壁板に窓やドア用に穴を開ける、または、寄せ棟屋根用の台形形状の屋根板を作成するために基本立体間でブール演算を行う (CSG: Constructive Solid Geometry)。特に種類の多い「枝屋根」についてブール演算用の板を多種類作成する。
- (3) 各部品で「親子関係」が考えられる場合、原点にある座標軸近傍で、親子関係とする部品群を適切に水平方向と垂直方向に回転、移動し、複数の部品を組み上げ、親子で構成する部品を作成し、位置出しに最も便利な部品を「親」とMaxScriptにて設定する。例えば、「寄せ棟屋根」の生成では、図-2 中央下に示すように、台形形状と三角形形状の屋根板、屋根頂線である「主棟」とそこから軒先に向けて降りてくる「隅棟」を組み合わせて、寄せ棟屋根を組み上げる。本システムでは、「主棟」を「親」として設定する。これは、水平方向において、整形四角形の中心と傾きを「主棟」の中心と傾きに一致させれば、屋根部を地図上の建物ポリゴンに従って、正しく配置できるからである。
- (4) GISモジュールからの建物ポリゴンを分割、整形してできた分割四角形の中心や傾きのデータに基づいて、「親」となる部品を水平方向に回転・移動し、正しい位置にそれらを配置する。「親部品」の垂直方向の位置は、各屋根形状を構築するための「平面図、立面図」と建物ポリゴンに関連付けられている「属性情報」(図-1 左)に基づいて、MaxScript 内の「データテーブル」の「屋根勾配」などの値を選んで、各屋根形状を構築するサブルーチンにパラメータとして与え、「親子で構成する部品」である屋根を自動生成する。
- (5) 壁に設置する窓やドアについても、同様に、「データテーブル」にある「窓やサッシの幅、高さ」、「窓やサッシの垂直方向の位置」、「基準となる窓間隔」などの値を選んで、窓やドアの位置を基準間隔から算出し、窓やドアのある壁を構築するサブルーチンにパラメータとして与え、親子で構成する部品である「窓やドアが設置された壁」を自動生成する。
- (6) 構成する各部品には、属性情報で決まるイメージコードに基づいて、テクスチャマッピングを施す。

このGISモジュールとCGモジュールでの処理は、本研究で開発したプログラムによって、全て自動的に処理される。

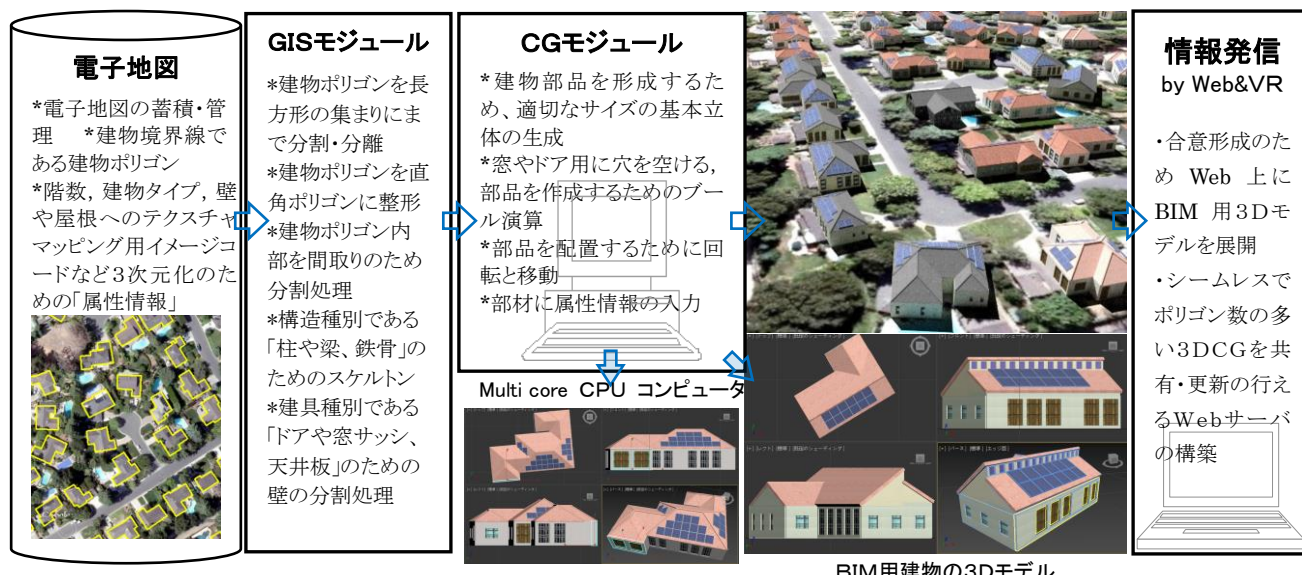


図-2 BIM用3Dモデルの自動生成のプロセスと構成

(2) 分割四角形の隣接情報を明らかにするポリゴン分割法による3次元建物モデルの自動生成

建物の建物の3Dモデルをこれまでの研究で、図-3(a)に示すような頂角がほぼ直角のポリゴンを、四角形の集まりまで分割して、分割四角形の頂点を図-3(b)に示すように、「ラベリング(番号付け)」を行った。活性四角形の活性辺はどの辺か、隣接四角形のどの辺か、どの様に接していたか、四角形の傾きなどは、四角形の頂点をラベリングすることで取得できる。図-3(b)で、頂点のラベリングは四角形の頂点を時計回りに辿るとき(clock-wise)、右に向かう最長辺の始点を点1として、順に頂点のラベリングを行う。同じく、これまでの研究で、図-3(b)が示すように、分割四角形は「活性辺(Active Edge)」、もしくは、「保存辺(Stored Edge)」を共有して、主ポリゴンに接続し、これらの辺上には、壁を作らない。これらの辺以外の辺上に壁を作り、ポリゴン全体を囲むように壁は作られる。ここで、窓やドア等を設置する場合、設置が可能な壁かどうかを明確化しなければ、窓やドアが「建物分岐部」と交差してしまうという不具合を生じる。

図-3(b)の枝部D、Eと図-3(c)が示すように、建物ポリゴン再構築時に、切妻屋根の「妻」側に接続している枝部D、Eは、その屋根を延長しないと判断している。もし、延長してしまうと、部屋の中に屋根が突き出し、屋根延長部が壁板と重なってしまう。そこで、枝部の「活性辺」が隣接情報を取得し、隣接四角形が切妻屋根でかつ隣接辺がed23、ed41である場合、「延長しない切妻屋根」としている。

枝部はそれを切り取るとき、主ポリゴンの辺に切り取った「切り跡(trace)」を残す。本システムはこの痕跡を分類、ソートして、WDA壁を明らかにする。明確化は以下の手順で行われる。

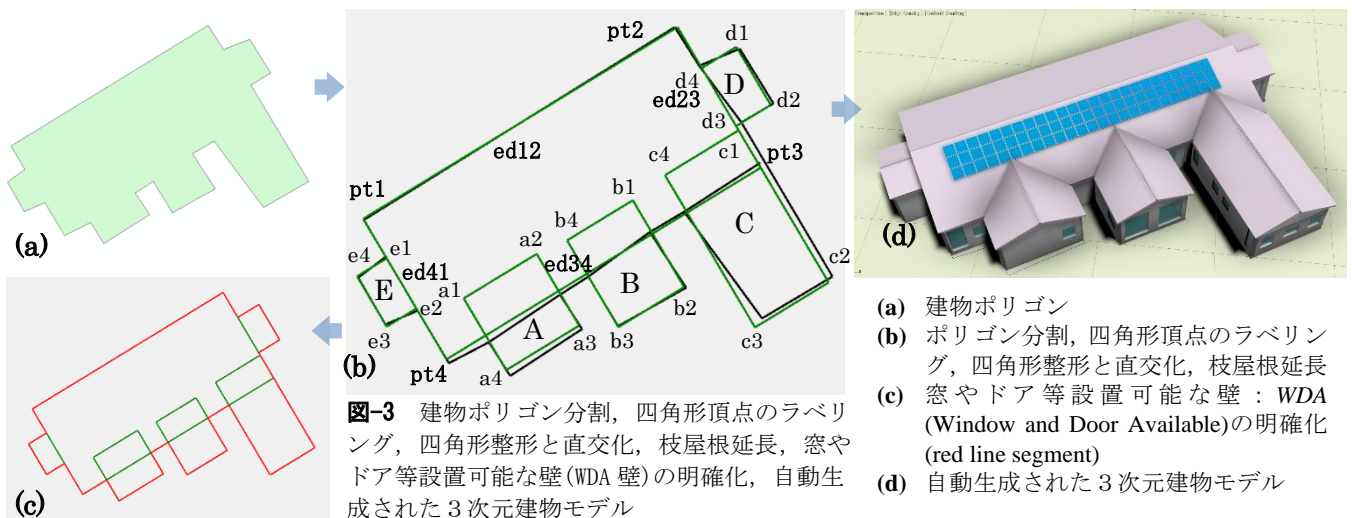
(1) 枝部を切り取るとき、分割四角形のID、分割辺のID(ed12、ed23、ed34、ed41)と分割パターン(Forward Dividing Line: FDLかBackward DLかF&B DL)等の「隣接情報」と分割四角形の「切り跡(trace)」である「活性辺(Active Edge)」の主ポリゴン辺上の頂点情報を取得する。

(2) 本システムは、「活性四角形」が隣接四角形を見つけたとき、この切り跡の頂点数(=n_v)を数え上げる。ここで、活性辺(Active Edge)の場合、壁がないので、n_v=0。

(3) 切り跡の頂点群は、主ポリゴン辺の端点からの距離でソートする。そのために各頂点と端点との間の距離を計算する。

(4) WDA壁は「切り跡」と枝部の分割パターンに依存する。例えば、FDLがあるときはFDLの起点がclock-wiseで見てWDA辺の最後の頂点となる。WDA辺の個数(n_{wda})がカウントされ、これらWDA辺は図-3(c)の赤線です。

(5) 全ての分割四角形の全ての4辺について、壁がなければn_{wda}=0、1枚壁があればn_{wda}=1、WDA壁があれば、WDA壁の枚数(n_{wda})、それから、WDA辺の辺長、辺の傾き、両端の頂点座標をCGモジュールへ出力する。



(4) 拡張した straight skeleton 手法による屋根の自動生成

Aichholzerら(1995)によって提案されたStraight Skeletonは、一般的な形状のSimpleポリゴンにおいて、ポリゴンの各辺がポリゴン内部方向に、平行に一定速度で縮小するとき、各頂点の軌跡を辿ることによって得られる直線状の骨格(Straight Skeleton)として定義された。このStraight Skeleton手法を用いることによって、建物ポリゴンが、直角ポリゴンか非直角ポリゴンかを問わず、屋根付き3次元建物モデルを自動生成することができる。但し、AichholzerらによるStraight Skeleton手法では述べられていない、主に直角ポリゴンの場合、想定しなければならない「同時発生イベント」、及び、縮小プロセスの最後のステージにおいて、考えなければならない「収束の形」があり、本研究では、これらのイベント及び収束の形を提案した。そして、あらゆる建物ポリゴンに対して一般的な屋根付き3Dモデルを自動生成するシステムを提案した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Sugihara Kenichi	4. 巻 DVD-ROM
2. 論文標題 Straight Skeleton Computation Optimized for Roof Model Generation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 WSCG 2019, 27th. International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision 2019	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24132/CSRN.2019.2901.1.12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 杉原健一、沈 振江	4. 巻 DVD-ROM
2. 論文標題 Straight Skeleton Computation Optimized for Automatic Generation of 3D Roof Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会 第42回 情報・システム・利用・技術 シンポジウム	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 杉原健一、村瀬 孝宏	4. 巻 Vol.44
2. 論文標題 分割四角形の隣接関係を明らかにするポリゴン分割法による屋根モデルの自動生成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第44回土木情報学シンポジウム講演集 CG/AR/VR	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 杉原健一、村瀬孝宏	4. 巻 Vol.28
2. 論文標題 分割四角形の隣接情報を明らかにするポリゴン分割法による3次元建物モデルの自動生成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 沈振江, 杉原 健一, 田島鉄朗, 藤井涼, 田中裕樹, 岸 展摩, 滕瀟	4. 巻 DVD-ROM
2. 論文標題 MRを用いた歴史的市街地における既存不適格建築物の可視化に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会 第15回景観・デザイン研究発表会論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 沈 振江・杉原健一・WU Teng・TENG Xiao	4. 巻 DVD-ROM
2. 論文標題 Preliminary Study on Visualization of Building Standard Laws by HoloLens: A case study in Kanazawa City	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会 第42回 情報・システム・利用・技術 シンポジウム	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nguyen Dinh-Thanh, Shen Zhenjiang, Honda Kyohei, Sugihara Kenichi, Nishino Tatsuya, Truong Minh-Hoang	4. 巻 21
2. 論文標題 A GIS-Based Model for Integrating Risk Estimations of Residential Building Damage and Shelter Capacity in the Case of Earthquakes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Natural Hazards Review	6. 最初と最後の頁 19016-19016
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000350	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村瀬孝宏, 杉原健一	4. 巻 35
2. 論文標題 防災教育のための土石流等のシミュレーション可能な3D地形モデルの自動生成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本教育情報学会 年会論文集	6. 最初と最後の頁 216-217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村瀬孝宏, 杉原健一	4. 巻 44
2. 論文標題 防災教育を目的としたポリゴン縮小処理による3次元地形モデルの自動生成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 教育システム情報学会第44回全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 393-394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村瀬 孝宏, 杉原健一	4. 巻 44
2. 論文標題 ストレートスケルトン手法による内部構造を持つ地形モデルの自動生成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第44回土木情報学シンポジウム講演集 CG/AR/VR	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村瀬孝宏, 杉原健一	4. 巻 Vol.28
2. 論文標題 土砂移動現象をシミュレーションできる内部構造を持つ地形モデルの自動生成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村瀬孝宏, 杉原健一	4. 巻 36
2. 論文標題 土石流等のシミュレーション可能な3D地形モデルの自動生成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本教育工学会2020年春季全国大会 (第36回大会)	6. 最初と最後の頁 211-212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sugihara Kenichi, Khmelevsky Youry	4. 巻 Vol.2018
2. 論文標題 Roof report from automatically generated 3D building models by straight skeleton computation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2018 Annual IEEE International Systems Conference (SysCon)	6. 最初と最後の頁 DVD-ROM収録
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SYSCON.2018.8369554	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kenichi Sugihara, Takahiro Murase	4. 巻 Vol.2018
2. 論文標題 Building Polygon Rectification for Automated 3D Building Models	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE International Conference on Signal Processing Proceedings (ICSP)	6. 最初と最後の頁 pp.1065
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICSP.2018.8652494	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahiro Murase, Kenichi Sugihara	4. 巻 Vol.2018
2. 論文標題 Automatic Generation of 3D Building Models for Environmental Education by Straight Skeleton Computation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE International Conference on Signal Processing Proceedings (ICSP)	6. 最初と最後の頁 pp.1040
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICSP.2018.8652493	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fitriaty Puteri, Shen Zhenjiang, Sugihara Kenichi	4. 巻 Vol.2018
2. 論文標題 How Green Is Your Smart House: Looking Back to the Original Concept of the Smart House	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 "Green City Planning and Practice in Asian Cities", Springer	6. 最初と最後の頁 39 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-70025-0_3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 杉原健一、沈 振江	4. 巻 Vol.2018
2. 論文標題 四角形の方向性を考慮したポリゴン分割・整形による建物の自動生成	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本建築学会 第41回 情報・システム・利用・技術 シンポジウム	6. 最初と最後の頁 DVD-ROM収録 6 ページ
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhenjiang SHEN, Jiaohua CHEN, Kenichi SUGIHARA, Tatsuya NISHINO	4. 巻 Vol.2018
2. 論文標題 Illegal Detection of Building Setback Line Using Augmented Reality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本建築学会 第41回 情報・システム・利用・技術 シンポジウム: 41th Symposium of Information, System, Usage, and Technology. Architecture Institute of Japan, (Tokyo, 2018.12), R45	6. 最初と最後の頁 DVD-ROM収録 6 ページ
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Kenichi SUGIHARA, Zhenjiang SHEN
2. 発表標題 Automatic Generation of 3D Building Models for BIM
3. 学会等名 International Symposium of Environment /Eco-technology and policy in East Asian, ETIC/RSET/SPSD Symposium 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenichi Sugihara, Takahiro Murase and Zhenjiang Shen
2. 発表標題 Automatic Generation of BIM 3D Building Models for Sustainable Development
3. 学会等名 2019 International Conference on Spatial Planning and Sustainable Development (SPSD 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Murase and Kenichi Sugihara
2. 発表標題 Automatic Generation of 3D Terrain Models with Inner Structure for Disaster Prevention
3. 学会等名 International Conference on Spatial Planning and Sustainable Development (SPSD 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenichi Sugihara, Takahiro Murase and Zhenjiang Shen
2. 発表標題 Automated Generation of Roofs by Straight Skeleton with Line Segment Event
3. 学会等名 International Conference on CYBERWORLDS, Kyoto, Modeling & Rendering, General Track of 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenichi SUGIHARA, Zhenjiang SHEN
2. 発表標題 Automatic Generation of 3D Building Models for BIM (Building Information Model)
3. 学会等名 International Symposium of ETIC/SPSD Symposium 2020, Kanazawa, Symposium on Regional Environment Sustainable Development: Water Environment (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kenichi SUGIHARA, Zhenjiang SHEN
2. 発表標題 Automatic Generation of 3D Building Models from Building Polygons for BIM (Building Information Model)
3. 学会等名 International Symposium of Environment/Eco-technology and policy in East Asian, ETIC/RSET/SPSD Symposium 2018, Kanazawa (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉原健一、村瀬 孝宏
2. 発表標題 改良したstraight skeleton手法による3次元屋根モデルの自動生成
3. 学会等名 土木学会 第43回土木情報学シンポジウム講演集 CG/AR/VR
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenichi SUGIHARA, Zhenjiang SHEN
2. 発表標題 Automatic Generation of 3D Building Models for BIM
3. 学会等名 International Symposium of Environment /Eco-technology and policy in East Asian, ETIC/RSET/SPSD Symposium 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiao Guo, Zhenjiang SHEN, Kenichi SUGIHARA, Tatsuya NISHINO
2. 発表標題 Current Status of Artificial Intelligence in Smart Home - From Literature and Product -
3. 学会等名 Proceeding of 2018 Workshop on Urban Planning and Management "Planning and Environmental Management" (WUPM 2018, Kanazawa), Paper no.19 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村瀬孝宏, 杉原健一
2. 発表標題 3次元地形モデルの自動生成と環境教育への活用
3. 学会等名 日本教育情報学会 年会論文集34, pp.328-329, 松蔭大学, 2018-8
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村瀬孝宏, 杉原健一
2. 発表標題 ストレートスケルトン手法による3次元地形モデルの自動生成による環境教育
3. 学会等名 教育システム情報学会第34回全国大会, pp.437-438, 北星学園大学, 2018-9
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村瀬孝宏, 杉原健一
2. 発表標題 Straight Skeleton 手法による3次元建物の自動生成による環境教育
3. 学会等名 2018年日本教育工学会第34回全国大会講演論文集, pp.909-910, 東北大学, 2018-9
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村瀬孝宏, 杉原健一
2. 発表標題 拡張straight skeleton手法による街並み3Dモデルの自動生成
3. 学会等名 情報文化学会第26回全国大会講演予稿集, pp.23-26, 東京大学, 2018-10
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>岐阜協立大学 教員紹介 https://www.gku.ac.jp/about/teacher/k_sugihara.html</p> <p>研究紹介：3次元建物モデルの自動生成（海外の共同研究者向けに自分の研究紹介） http://kensugi1128.at-ninja.jp/</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	沈 振江 (Shen Zhenjiang) (70294543)	金沢大学・地球社会基盤学系・教授 (13301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関