

OpenStreetMap を利用した人間行動と環境解析の連動システムの構築

1 はじめに

CFD や日射量・昼光等の解析では立体形状データを扱い、定義された領域内の物理現象について計算が成される。一方で、人間の行動範囲は解析領域に制約されるものではなく、行動経路も様々な要因で決定される。そこで、人間の移動と、移動先での街区・道路等の構築、構築した領域での解析を自動的に連動して繰り返すことで、人間の行動を組み入れた広範囲での解析が可能となり得る。例えば、人間が日射量の多いところを選んで歩くなど、人間行動のシミュレーションに環境工学的な影響を加味することが可能となるであろう。ここで、だれでも使用できる一般性を担保するには、プログラミングに関する技術面やコスト面での課題を解消する必要がある。

本研究では、解析領域を Open Street Map から取得した都市空間を Rhinoceros と Grasshopper 上に再現し、その中をエージェントシミュレーションにより制御された人間が移動し、移動先ごとに解析が稼働する一連の自動実行システムを構築する。Open Street Map はフリーライセンスであり Grasshopper を利用すれば容易にデータを取得することが可能である。また、Grasshopper を扱う設計者は年々増え、コンポーネントの多くはフリーライセンスで用意されているため、プログラミングに比べ扱うハードルは低い。提案システムは技術面およびコスト面での解決を図っている。

本卒業研究では、Grasshopper を軸としたシステムの構築に主眼を置く。この度エージェントシミュレーションはランダムウォークとし、Open Street Map および 3次元日射量解析(FlowDesigner)とを完全に自動実行させる。デモンストレーションとして人間が通過したエリアの、時点における日射量 MAP を作成する。

2 Open Street Map(以下 OSM)について

OSM はフリーの地理情報データである。商用のアプリケーションに組み込む場合でも料金がかからないため、Sketch Upをはじめ Google Map との連携から OSM に移行したツールも多い。この度の研究では、無償利用が可能な点と、API が公開されており道路・建物データの取得に必要な Grasshopper コンポーネントが既に存在する点を重視して OSM を利用する。しかし、OSM は、完成度の点では足りないところもあり、情報が整備されていない地域(図 1 (1)参照)も多い。特に建物高さ情報は少なく、一部の大都市がなんとか活用できるのが現状である。この度の解析では、比較的再現度の高いニューヨーク中心部(図 1 (2)参照)を使用する。

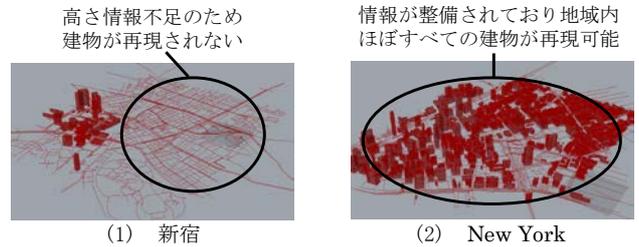


図 1 OSM から取得した建物・道路データ

3 自動実行システム概要(図 2 参照)

本システムでは、以下の点について全て自動的に連動させる。人間の現在位置情報(緯度・経度)を元に、OSM からシミュレーションに必要なであろう建物・道路情報を全て取得し、Grasshopper を用いて Rhinoceros 上に都市空間を構築する。この空間内をエージェントシミュレーション(本卒業研究ではランダムウォーク)をもとに人間が移動し又、3次元のシミュレーション(FlowDesigner を使用)が実行される。人間が空間の端に到達すれば、新たに次の領域が作成されこれを繰り返す。

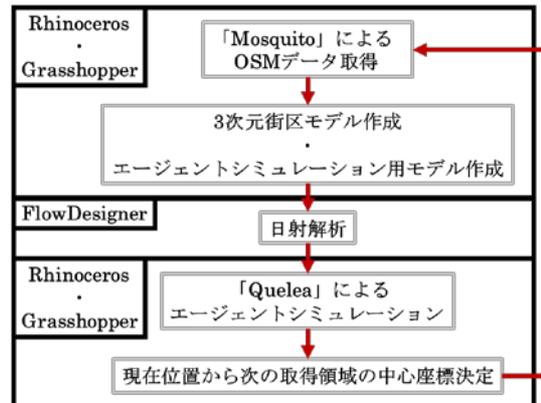


図 2 自動実行システムフロー

3.1 OSM からの 3次元 CAD データの取得

Grasshopper コンポーネントの 1つである「Mosquito」は OSM を API で制御できる。ここでは、人間の現在位置(緯度・経度)を中心とした任意の半径の範囲でデータを取得する。OSM では、建物は外形線のデータと高さデータは分かれて格納されている。外形線を高さデータ通りに面状に伸ばして側面・上下面を作成し、街区モデルを構築する。建物が集合した街区データは日射解析で用いる。一方、道路は線分の情報のみが格納されている。

交差点でクロスする道路の片方は、交差位置を境に分断されている(図 3 参照)ことが多く、後述のエージェントシミュレーションにおいて交差点で曲がれない問

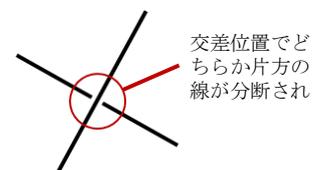


図 3 交差点の問題点

題が生じた。そこで、取得した道路の線データをオフセットで複製し平面形状に変え、適当な高さを与えソリッドモデルを作成する。このソリッドモデル(図4(2)参照)を任意の領域サイズのソリッドモデル(図4(1)参照)からブール演算の差で練り抜くことで、道路の端をエージェントが避けて移動する為の壁(図4(3)参照)が作成される。

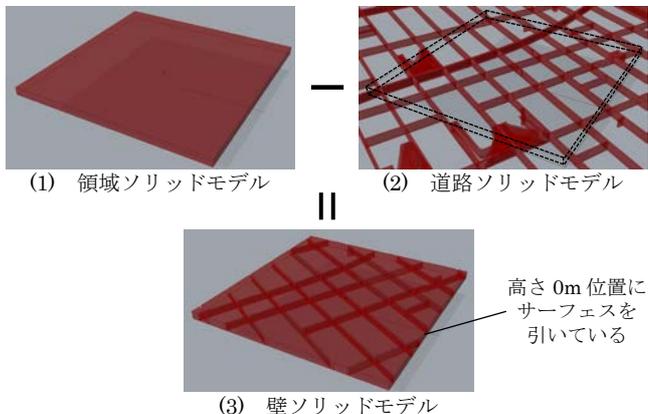


図4 エージェントシミュレーション用道路モデル作成

3.2 エージェントシミュレーションに関する検討

日射解析後にエージェントシミュレーションを実行する。本システムでは、フリーのGrasshopperコンポーネント「Quelea」を使用した。「Quelea」

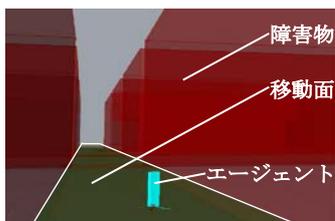


図5 Quelea実行風景

はRhincerosで構築した3次元空間内において、ロジックに基づいたエージェントの移動が可能であるが、本卒業研究ではランダムウォークとする。3.1節で道路部分をくり抜いたソリッドモデルの道路上をエージェント(人間)が歩行する。当初、道路幅1.0mとして試みたが、一部の道路でエージェントが交差点で直進のみを行うという問題が生じた(図6(1)参照)。これは、道路幅が狭いと、エージェントが道路が在ることを認識できなくなるためと考えられる。調整した結果、道路幅を4.0mとした。(図6(2)参照)結果、自在な歩行が可能となった。

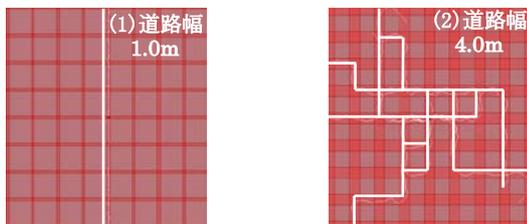


図6 道路幅の検討(白線は、エージェントの歩行経路)

3.3 日射解析設定・実行

日射解析には、アドバンスナレッジ研究所製のFlowDesigner2018を使用。オートメーション機能(いわゆるAPI)、及び、独自のVBScriptを使いGrasshopperからFlowDesignerを制御する。解析は3次元モデルが作られ保存されたタイミングで自動実行させる。

3.4 システムループ処理

人間が領域の端に近づくと3.1節に戻り現時点での人間の位置座標を中心に新たな領域が作成され、再び日射解析及び、エージェントシミュレーションが実行される。

4 自動実行システムの構築及びデモンストレーション

本卒業研究では、開発中のシステムを使用しエージェントの移動先ごとの日射量MAPを自動作成した。(図8参照)ここでは、OSMのデータの取得範囲を現在地を中心に約半径2000mとし、エージェントシミュレーション用道路モデルと日射解析用建物モデルの作成範囲を中心から500m×500mで自動作成した。エージェントの移動開始点はモデル中心で、X方向もしくはY方向に240m以上離れた時点でエージェントシミュレーションが終了し次の領域の取得が開始される。

日射量解析の領域は余幅をとりX方向・Y方向が510m、Z方向は最高建物の高さより少し高い600mで作成。解析対象日時は、12月31日12時を初期値とし、太陽位置はエージェントの移動に要した時間が加算されて順次更新される。

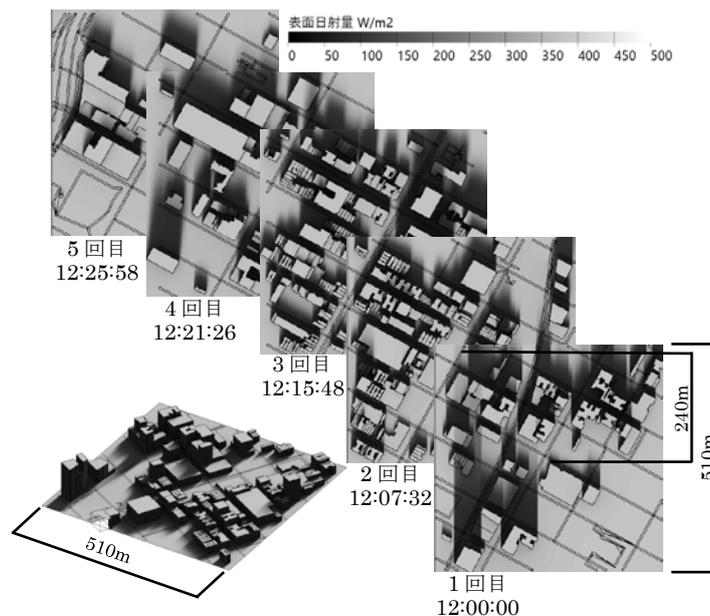


図8 日射量MAP及び解析モデル例(12月31日)

5 まとめ

OSMを用いて3次元の都市空間の再現からエージェントシミュレーション・日射解析までの自動実行するシステムの構築を行い、使用例を提示した。今後は、3次元解析の結果を人間の行動決定にフィードバックさせたシステムの完成を図ると共に、本システムの具体的な活用方法について検討を進める。

参考文献

- 1) Grasshopperコンポーネント「Mosquito」はホームページ「Studio Smuts」より取得
<http://www.studiosmuts.com/ceed3/mosquito/>
- 2) Grasshopperコンポーネント「Quelea」はホームページ「Quelea」より取得
<http://quelea.alexjfisher.com/>