

動的クラスタリング手法を用いた3Dビジュアライゼーション

佐藤俊明・内間満明

3D Visualization by dynamic clustering method

Toshiaki SATOH and Mitsuaki UCHIMA

Abstract: The purpose of this study is to develop a test tool of 3D dynamic clustering which shows clusters of moving points step by step with Google Earth EC and to examine the test tool by using real moving point data.

Keywords: 動的クラスタリング(dynamic clustering), 視覚化(visualization), グーグルアースエーシー (Google Earth EC)

1. はじめに

GPS携帯電話や小型GPSなどの普及により多地点かつ大量な動的移動点データの取得が容易となってきたことから、これまで以上に人や物の行動解析などが可能となり、動的なものを対象とした空間解析の重要性も増してくるものと考えられる。

このような動的移動点データを解析するためには、まずそのデータの特徴を視覚的に把握できることは重要なことであろう。そのため、従来は2Dアニメーションを用いて移動点を描画するということが行われてきた。しかし、人間の知覚能力には限界があり、時々刻々と変化する多地点かつ大量な移動点データの特徴を2Dアニメーションだけで把握することは難しい。

こうした問題に対して、佐藤・岡部(2007)はダイナミックカーネル密度法の提案とツールの開発を、また佐藤・内間(2008)は動的データに対して時系列にクラスタリングを行う動的クラスタリングの提案とツールの開発を行っている。しかし、これらのツールは、解析結果の描画には動的な3Dグラフィックスを用いるため、プログラム開発には高度なプログラミングスキルや3Dグラフィックス

に関する知識を必要とし、また3D描画のための基本的な機能を一から開発する必要があるため開発期間が長くなるという問題があり、一般の解析者が独自にプログラムを作成することは難しい。一方、Google Earthで代表される3DGISの発達は目覚ましく、このような3DGISにはGISの基本的な機能である地図の拡大・縮小やレイヤー表示機能などが備わっており、これらのツールを利用することにより、前述の動的な解析ツールの開発が容易になることが考えられる。

そこで本論文では、既存の3DGISを用いて移動点の密集度などを定性的かつ定量的に把握できる動的クラスタリング(佐藤・内間,2008)を表示するためのツールの試作を行い、その可能性を検証することを目的とする。

まず、第2章では動的クラスタリングの基本的な考え方を述べ、第3章ではプログラムの概要を、第4章では実データを用いた動作検証およびその結果を、最後にまとめを述べる。

2. 動的クラスタリング

動的クラスタリングの基本的な考え方を以下に示す。

まず、時系列で測位された複数移動点の座標データの同一時点ごとに、移動点同士の属性間のユークリッド距離を計算して、階層クラスタリング処理(最近隣法やウ

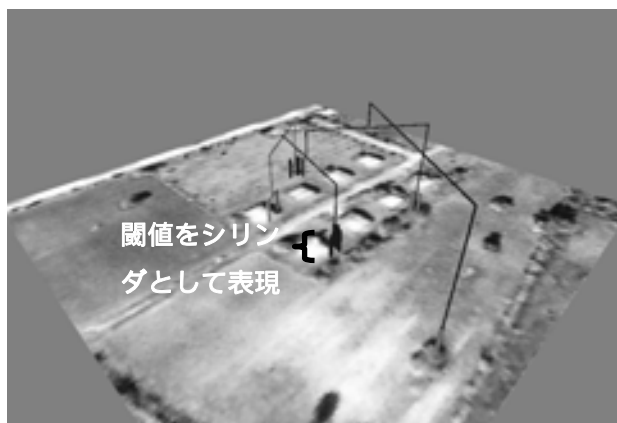


図1 動的デンドログラム表示

ォード法など)を行う。この距離計算に用いる属性値は基本的にはどのようなものでもかまわないが、本論文では移動点のXY座標のみを用いることとした。

次に、3次元空間上で動的にデンドログラム(図1)を表示し、この動的なデンドログラムを見ながら閾値を設定して、同一クラス同士を同一色で表示することによって、クラスを判別できるようにする。

動的クラスタリングは、以上の処理を繰り返し行い、動的な3Dアニメーションとして解析結果を表示して、クラスターを把握するというものである。

3. プログラムの概要

3.1. 開発方針

プログラム要件としては、大量な時系列移動点データを用いて動的クラスタリングを高速に描画できることである。また閾値の設定は動的なデンドログラムを見ながら自由に変更できる機能が必要である。さらに佐藤・内間(2008)では、クラスター構成要素の個数を示すために移動点を球で表現してクラスターを形成する者同士を縦方向に積み上げて表示する機能(図2)を開発している。そこで本論文でも前述の機能を試作ツールとして開発し、その動作を検証することとする。

以上の機能を開発するために利用する既存の3D GISとして、Google社のGoogle Earth ECを用いることとする。このGoogle Earth ECは無料版のGoogle Earthの企業版であり、独自のGoogle Earth用のサーバを立ち上げて、そのクライアントとして

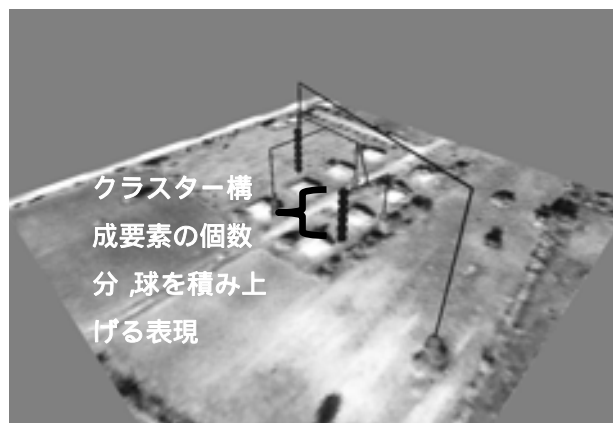


図2 動的クラスタリングの表現方法

利用されるものである。このGoogle Earth ECを用いることの利点は、KMLデータの描画、地図の拡大・縮小やレイヤーの表示・非表示などの基本的な機能を開発する必要がないため、開発工程の短縮が考えられる点である。またGoogle EarthはGoogle Earth COM APIが公開(<http://earth.google.com/comapi/>)されており、これを利用することができる点も利点の一つである。

なお、開発するプログラム言語としてはMicrosoft社のC#を用いた。

3.2. Google Earth ECによる開発

Google Earth ECを用いてアニメーション描画する方法として、以下の3つが考えられる。

- (1) KMLの<TimeStamp>タグまたは<TimeSpan>タグを利用する方法
- (2) KMLの<NetworkLink>タグを利用する方法
- (3) 一コマずつKMLを作成してそれを逐次描画する方法

(1)の方法はあらかじめ全時系列データに対する解析結果をKML内に記述しておき、Google Earth ECのアニメーション機能を利用して描画するものである。しかしこの方法では、大量なデータを用いるとKML自体が膨大なサイズになることと、途中で閾値を自由に設定することができないという問題がある。

(2)の方法は、ネットワーク上から更新されたKMLを一定間隔にダウンロードして表示画面を更新する

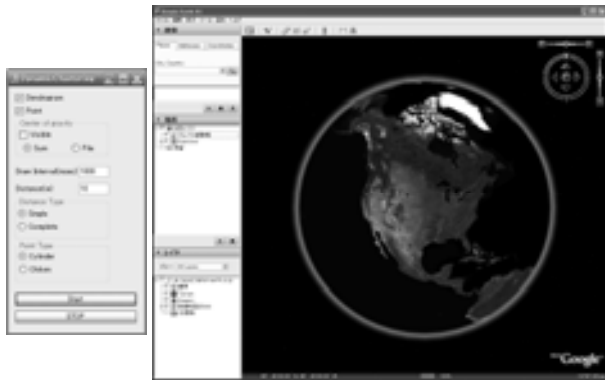


図3 Google Earth EC を用いた動的クラスタリングツールのイメージ

というものであるが、描画間隔が1秒以上という制約があるため高速なアニメーションを表示することはできない。

(3)の方法は、もっとも単純な方法で各時点のクラスタリング解析結果を示す KML を作成し、それを逐次 Google Earth EC 上で描画するというものである。この方法であれば、各時点のデータだけの結果を示す KML を作成すればよいためそのサイズは小さく、またプログラム実行中にもパラメータを変更することが可能と考えられる。

そこで本論文では(3)の方法を用いて開発することとした。

図3は、本解析ツールのダイアログボックスとその動的解析結果を描画するための Google Earth EC の画面イメージである。

3.3. 処理フロー概要

以下に本ツールの大まかな処理フローを示す。

入力：1レコードあたり、一時点の複数個体分の XY 座標が登録されている CSV データおよび閾値。

出力：クラスタリング結果 (KML データ)

Step1: CSV データから1レコードを読み取る。データなければ処理を終了する。

Step2: Step1 で読み取った複数個の XY 座標データと閾値を用いてクラスタリング計算(本論文では最近隣法を用いた)を行う。

Step3: 解析結果(デンドログラムや閾値を示すシリンドラなど)の KML 作成する。

Step4: Google Earth EC へ KML データを渡して描画を行わせる。

Step6: Step1 へ戻る。

4. 動作検証および結果

本論文では、Google Earth EC での動的クラスタリングの3D アニメーション表示を検証するために、以下に述べるデータおよび機材を用いた。

4.1. データ

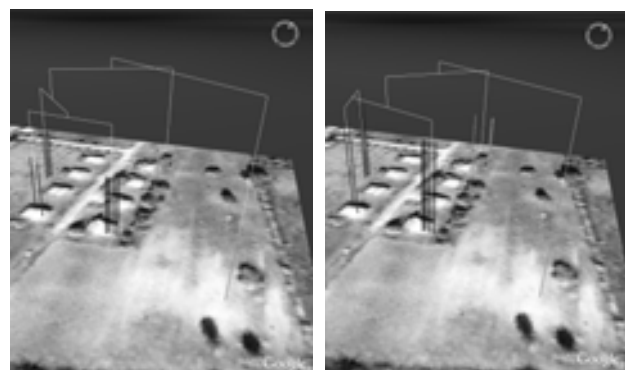
今回は、岡部等(2006)による鶏の移動を記録した時系列データを使用した。このデータは約200m四方の領域に放した18羽の鶏の位置を、約1秒間隔、1メートルグリッド単位で測定したもので、取得したレコード時間は11,725秒である。詳細は岡部等(2006)を参照されたい。

4.2. ハードウェアスペック

本論文で用いた機器のスペックは、コンピュータが HP 社製で CPU が Intel Core2 6700 2.66GHz、メモリが RAM: 3.25Gbyte、グラフィックボードが NVIDIA 社製の Quadro FX 4600 である。

4.3. 結果

まず図4は動作中に閾値を10mから20mに変更したときの Google Earth EC 上での描画状態の変化した瞬間



(a) 閾値 10m

(b) 閾値 20m

図4 動作中の閾値の変更

間を示している。このように Google Earth EC の標準機能としては存在しない、閾値などのパラメータを変更して、それに伴ってアニメーションの状態を変えることが可能なことを確認した。また図5に示すようにクラスタリングの表現方法として、球を積み上げてそれを動的に移動させることも可能なことを確認した。

次に、計測時間が 11,725 秒のデータを描画した場合、それに有する描画時間は 590 秒であった。このことから今回の条件では実際の計測時間に対して $11,725 / 590$

20 倍のスピードで見ることが可能で、Google Earth EC の標準機能では最速でも1秒間隔でしか表示できなかったが、本試作プログラムによればより高速に表示できることが確認できた。

また Google Earth EC の標準機能である地図の移動・拡大やレイヤー表示機能も利用することが動作中に可能であることも確かめており、このような機能を一から開発を行う必要がないため、開発期間の短縮が行えると考える。

5. おわりに

本論文では、Google Earth EC を用いて、動的クラスタリングツールの試作を行い、実データを用いてその動作検証を行った。

その結果、Google Earth EC の標準機能だけでは表示が不可能な大量な移動点データを高速に描画することが可能であることなどを確かめた。

今回は、移動対象が18で少数であったが、今後は、移動対象を多くし、その増加に伴う処理低下の検証などが必要であろう。また Google Earth は Web 版にも対応したためこれを用いた場合の検証をおこなっていくことも必要である。

謝辞

本研究で用いた鶏の軌跡データは、Human-Chicken Multi-relationship Research (HCMR) Project (代表: 秋篠宮文仁殿下)によるものである。

また、Google Earth EC の利用に関しては、デジタル・アース社の協力を得た。

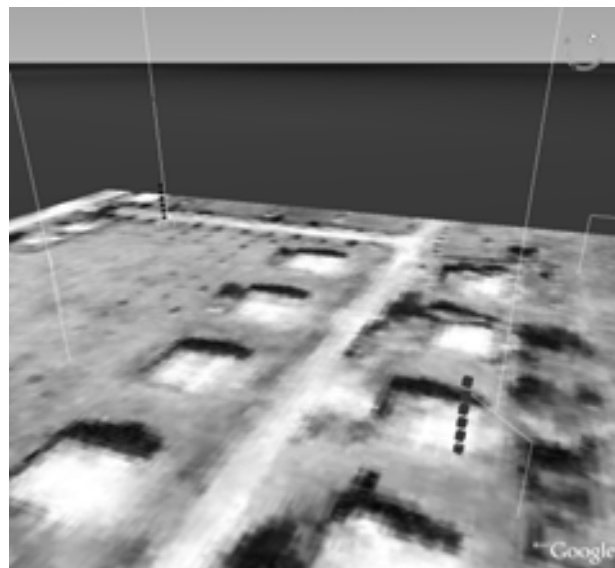


図5 Google Earth EC によるクラスタリングの表現方法

参考文献

- 岡部篤行, 佐藤俊明, 岡部佳世, 今村栄二, Morathop, S., Jailangka, C., Ratanassermpong, S., 林良博, 秋篠宮文仁 (2006) 無線位置システムによる放飼鶏の軌跡データ取得とその空間分析, 地理情報システム学会講演論文集, 15, 395-400
- 佐藤俊明, 岡部篤行 (2007) 地理情報システム学会講演論文集, 16, 143-146.
- 佐藤俊明, 内間満明 (2008) 空間的解析手法を用いたダイナミック 3D ビジュアライゼーション, 第 30 回測量調査技術発表会測技協ワークショップ 2008