

ネットワーク時空間における有限要素補間

飯島 大智[†] 日吉 久礎[‡]

[†]青山学院大学大学院 理工学研究科

[‡]青山学院大学 理工学部経営システム工学科

1 はじめに

空間で起きる社会現象において、データ値が未知の地点におけるデータ値を知りたい時、既知のデータ値を利用して推定する補間という方法がある。従来の補間はユークリッド空間を対象に考えられてきたが、ネットワーク空間やネットワーク時空間に拡張された補間法が提案されている[1][2]。文献[1]ではネットワークに沿った距離を用いたネットワーク逆距離加重補間が提案されている。文献[2]では地価の時系列データに対して時空間クリギングを適用し、地価への適用可能性が検討されている。さらに、ネットワーク空間と時空間の2つの空間が考慮されたネットワーク時空間上における補間法の提案もされている[3]。

多くの補間法が提案されているが、補間の対象とする領域を小さな領域に分割し、各領域で補間することで近似解を求める方法がある。この方法は有限要素補間と呼ばれており、幅広い分野で利用されている。

対象領域を分割する際にドロネーグラフが利用できると考えられる。特別な場合を除いて2次元空間上におけるドロネーグラフは与えられた点の集合を頂点とする三角形の集合に分割でき、なおかつ各三角形の最小角が最大性になる性質を持っている。

本研究では、ドロネーグラフに基づく有限要素補間をネットワーク時空間上へと拡張することを目的とする。

2 提案する補間法

2.1 対象とするネットワーク時空間

ドロネーグラフに基づく有限要素補間をネットワーク時空間上へと拡張する研究として本研究が第一歩目である。このため、ネットワーク時空間の構造は時間軸を考慮したY字路としている。

2.2 ネットワーク時空間上のドロネーグラフ

ネットワーク時空間上における点を配置した場合のドロネーグラフを示す(図1、図2)。

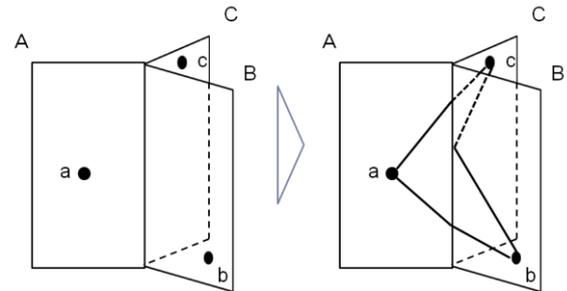


図1 母点が3点ある場合のドロネーグラフ

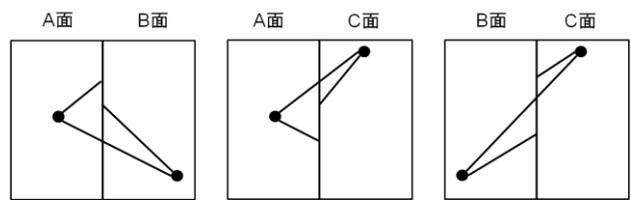


図2 2面上のドロネーグラフ

図1より各面に母点が1点ずつある場合のドロネーグラフは各母点同士が辺で結ばれており、辺で繋いだ図形は3面上に広がっている。図2は図1を2面上にしたドロネーグラフである。図2において現れる図形が2面上では閉じていない。また、この図形上の任意の2点を結ぶ線分は図形に含まれないことがあるので凸ではない。各面に母点が1点ずつある場合のドロネーグラフは3面上に広がる図形であり、なおかつ凸図形ではないと確認できる。

次に、1面だけ母点の数を2点、合計で4点にした場合のドロネーグラフを示す(図3、図4)。

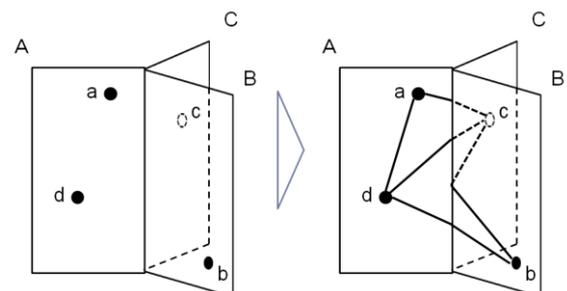


図3 母点が4点ある場合のドロネーグラフ

Finite Element Interpolation on Spatio-Temporal Network Space

[†]Daichi Iijima, Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

[‡]Hisamoto Hiyoshi, Industrial and Engineering, Aoyama Gakuin University

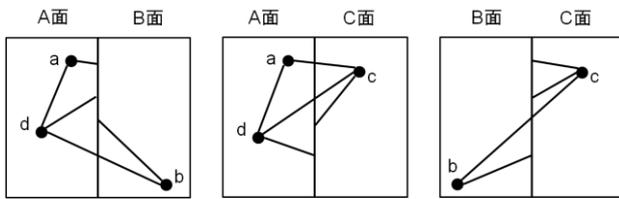


図 4 2 面上のドロネーグラフ

$$\begin{cases} z_A = x \\ z_B = -x \\ z_C = 0 \end{cases}$$

補間した観測値を高さで表した結果を図 6 に示す。

図 4 より母点が 2 点ある A 面に四角形が現れており、この図形を三角形分割するには任意の対角線を引く必要がある。

2 次元空間とは異なりネットワーク時空間上におけるドロネーグラフは与えられた点を頂点とする三角形分割が得られないことが確認できる。

2.3 提案する補間法と補間手順

前節の問題点から本研究では交差点上に新しく点(以下交点)を追加することで補間を可能にする。補間法の手順について説明をする。

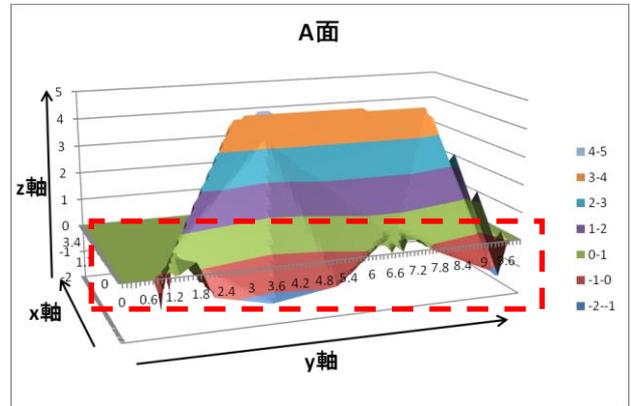


図 6 A 面の補間結果

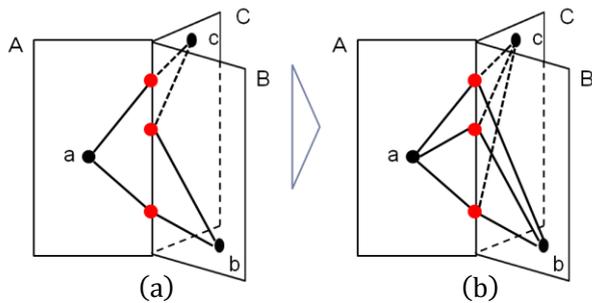


図 5 交点を追加したドロネーグラフ

まず図 5(a)のように与えられた点を頂点とするドロネーグラフを作成する。この時、辺と交差点上に伸びる直線と交差する点を見つける。図 5 においては点同士を繋ぐ辺が 3 本あり、なおかつ全ての辺が交差するので 3 つの交点が見つかる。

次に交点の座標を求める。また、交点はデータ値を持たないので補間を行う。

最後に図 5(b)のように各面にある母点と交点を頂点とした三角形分割を作成する。

本研究ではネットワーク時空間上でドロネーグラフを用いた有限要素補間を実現するために、交差点上に交点を追加することで補間を可能にしている。

3 補間法の評価

人工的に作成したデータを用いて提案する補間法の評価を行った。各面に母点のデータ値は次の式で設定している。

図 6 は補間したデータ値を高さで表した結果である。交差点付近ではデータ値が激しく変動している。交点の補間を現状では 2 面にある母点しか考慮しない為に変動が起きていると考えられる。

4 おわりに

本研究では交差点上に交点を追加し、母点と交点を頂点とするドロネーグラフを作成することでドロネーグラフに基づく有限要素補間をネットワーク時空間上に拡張できることを提案した。今後は、交差点付近のデータ値の変動を抑える方法を検討する予定である。

参考文献

- [1] 塩出志乃: “逆距離加重法によるネットワーク空間上での点補間に関する研究,” *Theory and Applications of GIS*, pp. 33-41, Vol. 13, No. 1, (2004).
- [2] 井上亮, 清水英範, 吉田雄太郎, 李勇鶴: “時空間クリギングによる東京 23 区・全用途地域を対象とした公示地価の分布と変遷の視覚化,” *GIS—理論と応用*, pp. 13-24, Vol. 29, No. 1, (2009).
- [3] 小川銀次: “自然近傍補間の時空間ネットワークへの拡張,” (2010)