

移動型端末による平面探索手法とその応用

平手正博 井手口哲夫 田学軍 奥田隆史

愛知県立大学情報科学部

〒480-1198 愛知県愛知郡長久手町大字熊張

E-mail: ia991034@cis.aichi-pu.ac.jp

ideguchi@ist.aichi-pu.ac.jp

tan@ist.aichi-pu.ac.jp

okuda@ist.aichi-pu.ac.jp

あらまし 各種センシング情報（気温、風力、地殻変動等）により、自然界の異常現象発生場所を検出し、その事象に対しての迅速な対応が望まれている。本稿では、異常現象発生場所の検出のために、移動型端末を用いた平面探索法を提案する。この平面探索法のアルゴリズムとして、2分割法と3分割法について考察し、各アルゴリズムのシミュレーターを作成する。最後に本アルゴリズムの応用として、環境電磁波情報への適用を述べる。

キーワード 平面探索法 位置情報 モバイルコンピューティング

Plain search method with mobile terminal and its application

Masahiro HIRATE, Tetsuo IDEGUCHI, Xuejun TIAN, and Takashi OKUDA

Aichi Prefectural Unibercity

Kumabar, Nagakute-Cho, Aichi-Gun, Aichi, 480-1198, Aichi

Abstract Using kinds of sensing information, a place generating unusual phenomenon of nature is detected and a prompt action to it is needed. This paper describes the plain search method with a mobile observation unit to detect a place generating unusual phenomenon of nature. We propose the two division method and the three division method on algorithm of plain search method and also make simulators of each algorithm. At the last, we consider the seismic electromagnetic wave as application of this algorithm.

Keyword Plain search method, Location information, Mobile computing

1. はじめに

近年、移動通信技術の発展により、従来の音声のみの通信だけではなく、データの通信も可能になってきている。実際、位置情報サービスとして、カーナビゲーションシステムや、自己位置通知サービス等が実用化されている。これらの位置を検

出する際に使われる技術として、主にGPSを用いるものと、PHS等の基地局を利用するものがある。

本稿では、自然界の各種センシング情報に基づき、自然界の異常現象発生場所を検出することを目的とする。異常現象発生場所を直接検出するこ

とは困難なので、センシング情報に基づき、異常現象が発生している領域を局所化していき、最終的に異常現象が発生している場所を特定する。そのために、固定観測端末に加えて、移動観測端末を用いる平面探索法を提案する。また、提案した平面探索法の性能についても考察する。

以下、第2章では本稿での具体的なシステム構成を述べ、第3章ではどのような平面探索法があるか考察し、第4章では効率のよい2分割法、3分割法それぞれのアルゴリズムを定義する。第5章では最終面積を定義した時の、移動観測ユニットの移動回数について考察する。6章では提案する平面探索法の応用例として、環境電磁波への適用を述べる。

2. システム構成

基本システム構成としては、ある地点のセンシング情報（気温、風力、電磁波など）について、異常が見られる場所を発見・特定するために、複数の固定観測ユニット（FOU：Fixed Observation Unit）で観測を行う。固定観測ユニットでは一定の時間おきに観測し、観測されたデータはネットワークでサーバにつなぎ、一定時間ごとにデータベース（FODB：Fixed Observation Data Base）に保存する。しかし、異常が見られる領域を細かく特定するためには固定観測ユニットを増やすだけでは限界がある。そこで、移動観測ユニット（MOU：Mobile Observation Unit）を用いて観測する。移動観測ユニットでは、固定観測ユニット間の領域をさらに細分し観測を行う。観測されたデータは無線ネットワークでサーバにつなぎ、一定時間ごとにデータベース（MODB：Mobile Observation Data Base）に保存される（図1参照）。情報を観測する際に移動観測ユニットを用いて、異常が見られる地点を早く発見・特定するためには移動観測ユニットはどのように移動すべきか、

移動観測ユニットの最小移動回数について考察する。

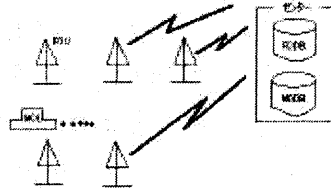


図1 システム構成図

3. 平面探索法の考察

平面探索法を考察する上での前提条件を示す。

- (1) 観測領域は正方形とし、その頂点には固定観測ユニットが存在する。
- (2) 固定観測ユニットは格子状に存在する。
- (3) 移動観測ユニットの台数は一台とする。
- (4) 最終領域面積をSとする。

平面を分割する上で最も効率が良いと思われるのは3角形で分割していく場合である。なぜなら平面を分割する上で最も頂点の数が少ないのが3角形だからである。ここでは固定観測ユニットの計測単位が4角形なので、3角形の場合と、4角形の場合を考える。

方式1 3角形で分割していく場合

観測点をひとつ増やす事によって、分割できるのは2分割または、3分割である。4分割以上するためには、かならず、観測点を二つ以上ふやさなければならない。よって、観測点をひとつ増やす事によって、3分割することができる重心法が3角形で分割していく中で、もっとも効率のよい方法だといえる。

方式2 4角形で分割していく場合

観測点をひとつ増やすだけでは、4角形を分割

することはできないので、ふたつ増やして2分割するのが最も効率の良い4角形での分割の方法である。

ここで、移動回数と、分割面積の評価であるが、方式1は1回の移動で、3つに分割することができる。方式2は2回の移動で、2つに分割することができる。

方式1と方式2を比較すると、明らかに方式1の方が効率がよい。よって方式1の3分割法（重心法）と、1回の移動で2つに分割することができる2分割法を述べる。

4. アルゴリズムの提案

(1) 2分割法アルゴリズム

(a) 観測領域の中で、4つの固定観測ユニットで囲まれた特定の領域を抽出する。

(b) 4つの固定観測ユニットに囲まれた正方形平面を、3つの固定観測ユニットを頂点とする直角二等辺三角形に2分割する。そして、そのどちらかの領域に特定し次の対象領域とする。

(c) 対象領域の斜辺の中点に移動観測ユニットを移動させ、対象領域をさらに、直角二等辺三角形に2分割し、領域を特定する。この領域の面積を測り、最終領域面積 S 以下であれば、その時点での領域を最終領域とし、終了する。これを繰り返し、対象領域を局所化する。(図2参照)

(2) 3分割法アルゴリズム

(a) 観測領域の中で、4つの固定観測ユニットで囲まれた特定の領域を抽出する。

(b) 4つの固定観測ユニットに囲まれた正方形平面を、3つの固定観測ユニットを頂点とする直角二等辺三角形に2分割する。そして、そのどちらかの領域に特定し次の対象領域とする。

(c) 対象領域の重心に移動観測ユニットを移動させ、そこから各頂点に直線を引き領域を3つに分割し領域を特定する。この領域の面積を測り、

最終領域面積 S 以下であれば、その時点での領域を最終領域とし、終了する。これを繰り返し、対象領域を局所化する。(図3参照)

● 固定観測ユニット

○ 移動観測ユニット

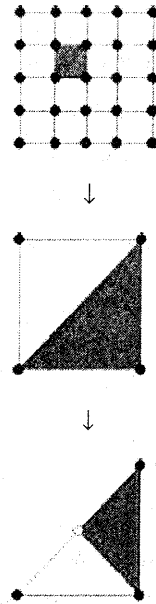


図2 2分割法の推移

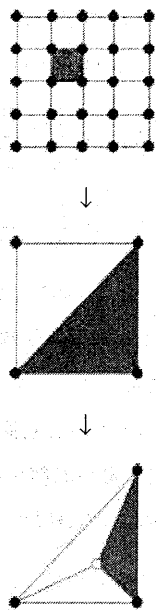


図3 3分割法の推移

5. 評価システム

評価システムとして、パソコン上に実現し、移動観測ユニットの移動回数と局所化される面積について考察する。

(1) 開発環境

OS Windows2000 professional

記述言語 Visual C++6.0

ステップ数 約500ステップ

(2) ソフトウェア構成

次の6つのモジュールで構成される。

- ・ 全領域の表示
- ・ 正方形領域の選択、抽出
- ・ 抽出領域の表示
- ・ 2分割処理
- ・ 3分割処理
- ・ 最終領域の表示

(3) 面積と移動観測ユニットの移動回数

4つの固定観測ユニットに囲まれた面積(図2の中央、図3の中央)をNとし、移動観測ユニットの移動回数をnとすると、2分割法で局所化される面積 $S_{2,n}$ 、3分割法で局所化される面積 $S_{3,n}$ はそれぞれ次のように表わすことができる。

$$S_{2,n} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2^n} \times N$$

$$S_{3,n} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3^n} \times N$$

最終領域 $S_{2,n}$ 、 $S_{3,n}$ のNに対する%値によって、移動観測ユニットの移動回数がどのように変わるかを図4に示す。

移動観測ユニットがn回移動したときのNに対する面積[%]は、最終面積Sを 10^k としたとき、下の式の左辺のように表わすことができる。

2分割法の場合：

$$\frac{S_{2,n}}{N} \times 100 < 10^k \quad [\%]$$

3分割法の場合：

$$\frac{S_{3,n}}{N} \times 100 < 10^k \quad [\%]$$

ただし、 $k = -5, -4, \dots, 0, 1$

これらの式を満たす最小の整数nが移動観測ユニットの移動回数となる。これを図4のグラフの縦軸とする。

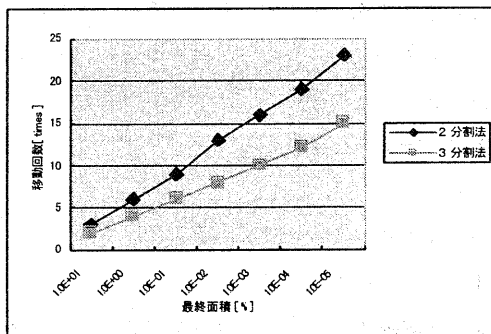


図4 最終面積と移動回数

図4のように、最終領域の面積を、正方形領域の10%~0.0001%程度に設定する場合、2分割法の場合に比べて、3分割法の場合は、移動観測ユニットの移動回数は約70%となる。

6. 環境電磁波への適用

地殻活動の前兆現象の1つとして電磁波の放射がある。現在、全国40数ヶ所に固定観測ユニットとして電磁波観測ユニットが設置され、24時間体制で観測が行われている。各ユニットでは観測周波数として、223Hzを利用している。この観測ユニットにより、地震の前兆観測を進めている。地震による電波源の局所化が課題になっており、この課題を検討する手法として、移動観測ユニット併用による平面探索手法について述べる。

6.1 設定条件

(1) 通信手段

適用する際の各種設定を検討する。固定観測ユニットで観測されたデータは公衆電話回線でデータベースに保存する。また、移動観測ユニットで

観測されたデータの保存には、携帯電話の帯域を利用することが考えられる。データ量及び使用範囲の観点においても、携帯電話の帯域を利用することが望ましい。

(2) 固定観測ユニットの間隔

固定観測ユニット間の距離は磁界レベルの減衰から検討する。発源地からの距離が100km未満においては、磁界レベルはnear放射として距離の2乗分の1で下がり、減衰は非常に大きい[3]。しかし、距離が100kmを超えると磁界レベルは距離の1/2乗分の1となり、減衰速度が緩やかになる。よって固定観測ユニット同士の間隔は100km以内が望ましいと考えられる。

(3) 局所エリアの規模

最終領域の面積であるが、本研究では環境電磁波情報への適用について検討しているためそれほど小さくする必要はない。町や村のレベルで観測すればよいため、最終領域面積は1平方キロメートル程度にすればよいと考えられる。

6. 2 平面探索手法の適用

実際に適用する場合、固定観測ユニットを一直線上に等間隔に設置するのは難しい。そのため、固定観測ユニットで囲まれた平面は正方形にはならない。そこで、前に述べたアルゴリズムの動作と実際に適用の場合の相違点とそのための手法について述べる。

(1) 2分割法

まず正方形平面の抽出であるが、実際には先ほど述べたように正方形にはならない。そこで、平面を囲む固定観測ユニットの観測データの合計を求め、合計値が最大となる平面を対象領域とする。(図5上)そして、正確に2等分にはならないが、その格子の向かい合う2つの頂点を結び、2分割する。(図5下)その後は、最も長い辺を2等分し

向かい合う頂点に直線を引き、領域を2つに分割する。(図6)この作業を繰り返し、分割をおこなっていくが、最終的な領域のサイズを決めておかなければならない。

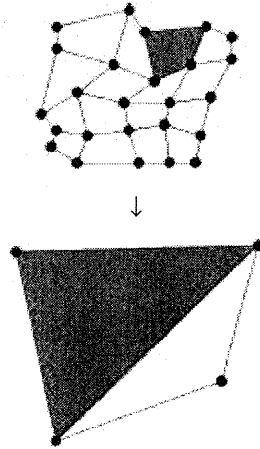


図5 固定観測ユニットによる局所化

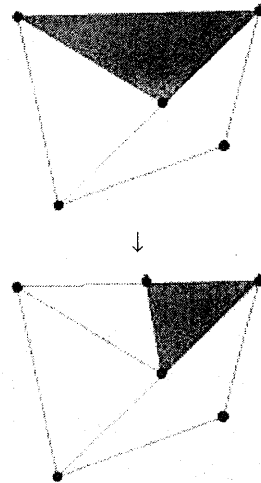


図6 2分割法の動作

(2) 3分割法

正方形平面の抽出は2分割法と同じように、平面を囲む固定観測ユニットの観測データの合計を求め、合計値が最大となる平面を対象領域とする。(図5上)その対象領域平面の向かい合う2つの頂点を結び2分割する。(図5下)その後は対象領域の重心をとり、各頂点から重心に直線を引き、

領域を3分割する。(図7)この動作を繰り返し、分割をおこなっていくが、最終的な領域のサイズを決めておかなければならない。重心法の場合、対象領域の3角形がどのような形状をしていても、面積が必ず3等分になるため、最終面積が与えられていれば、2分割法を実際に適用する場合にくらべて、早い時点で、残りの移動回数がわかるという利点がある。

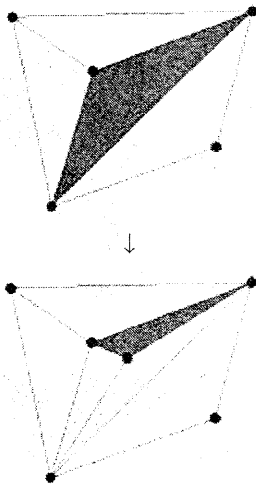


図7 3分割法の動作

7. まとめ

本稿では2分割法と3分割法による、平面探索法を提案し、移動観測ユニットの移動回数、面積について考察した。また、実際に適用する場合を想定して、環境電磁波への適用を述べた。実際に適用する場合は、最終面積によって、残りの移動回数が分かる点。最終面積が同じなら移動観測ユニットの移動回数が少なくすむ点を考慮すると、3分割法が実際適用する際に最も効率の良い方法だと言える。

今後の課題としては、本研究では移動観測ユニットが1台の時についてのみ考察したが、移動観測ユニットが2台以上ある場合の移動回数と面積

についての考察、環境電磁波情報への実際の適用とその評価について、また、GPSシステムを用いて、その地点の、緯度、経度、センシング情報を観測して、平面探索法を適用しセンシング情報が最も高い値を示す地点を特定するモデルの構築等が挙げられる。

文 献

- [1] 久米恵、井手口哲夫、畑雅恭 “移動型端末による平面探索手法と環境電磁波情報への適用” 平成13年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集、pp. 328、2001
- [2] 井手口哲夫、安川博、奥田隆史他 “電磁波観測のための移動型端末に関する一検討” 電子情報通信学会総合大会、2000
- [3] 田学軍、畑雅恭 “環境電磁波の検出特性及び電離層の影響” 第21回情報理論とその応用シンポジウム、pp. 471、1998