

Focus+Glue+Context マップのための 凹型多角形の Focus 生成手法

加藤史也[†] 山本大介[‡] 高橋直久[‡]

[†]名古屋工業大学 工学部情報工学科 [‡]名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

1. はじめに

「Focus+Glue+Context マップ」は注目地域を拡大して表示する領域(Focus), 周辺部を表示する領域(Context), 拡大部と周辺部の歪みを吸収する領域(Glue)からなる地図システムである[1].

Focus の形状は多角形で表現される. 地図上の注目したい地域を多角形で囲むと, その内部が拡大されて表示される. 我々がすでに開発した, このマップを生成する WEB マップシステム EMMA[1]では, 円形や矩形, 星型などの一部の多角形の Focus しか生成できないという問題がある. 本稿では, この問題を解決するため, 凹多角形 Focus の生成手法を提案する.

2. Focus 生成における問題点と解決策

拡大前の Focus を拡大範囲, 拡大後の Focus を割付範囲と呼び, 拡大の中心となる点を不動点と呼ぶ. 不動点は次の性質を満たす.

1. 拡大範囲の Focus と割付範囲の Focus の不動点の座標は同じである.
2. 不動点から地図上の任意の 2 点への 2 つのベクトルの向きはそれぞれ変化せず, 互いの大きさの大小関係は拡大前後で変化しない.
3. 拡大範囲と割付範囲において, Focus 内部の全ての点と不動点のそれぞれの距離は一定の比例関係でなければならない.
4. 不動点の座標は, 拡大範囲の Focus の各頂点からの距離が最も均一になる(距離の分散が少なくなる)座標である.
5. 不動点と Context 上の任意の点を結ぶ直線は, Focus, Glue, Context の順番で通らなければならない.

Creation method of concavity polygon for Focus+Glue+Context Map

[†]Fumiya Kato [‡]Daisuke Yamamoto [‡]Naohisa Takahashi

[†]Department of Computer Science and Engineering, Nagoya Institute of Technology

[‡]Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

これらの性質を満たす不動点を Focus 内部から見つけ, Focus と Glue を生成する必要がある. EMMA では単に多角形の中心の座標を不動点としているので以下の問題がある.

問題 1 拡大範囲となる多角形の形状次第によって, 不動点が求められないという問題がある. 何故ならば, 多角形の中心が不動点の性質を満たさない形状が存在する場合があるからである.

問題 2 割付範囲を作成するための最適な不動点の座標を求めていない. 多角形の形状ごとに最適な不動点座標は異なるが, 形状を考慮せずに不動点の座標を決定している.

以上の問題点により, 割付範囲が生成できる Focus の形状に制限がある. そこで凹多角形 Focus の生成手法を提案する. 以下に提案手法の機能を挙げる. 以後, 指定が無い時は割付範囲ではなく拡大範囲の多角形を Focus と呼ぶ.

機能 1 Focus 内部において, 不動点の性質 5 を満たすような領域を見つかる. 見つけた領域(頂点可視領域)は上記の不動点の性質のうち, 1, 2, 3 を満たす.

機能 2 頂点可視領域が無い場合, 多角形の凹角を減らし領域を作る. これにより, そのままでは不動点の性質 5 を満たさなかった Focus を変形させ, 性質 5 を満たすようにする. 機能 1, 2 により, 問題 1 を解決する.

機能 3 頂点可視領域の中から各頂点との距離が最も均一になるような座標を決める. そこを不動点座標とすると Glue の幅が均一になる. これにより, 不動点の性質 4 を満たし, 問題 2 を解決する.

3. 提案手法の実現法

3.1. 不動点座標の決定法

性質 5 を満たす Focus を生成するためには, Focus 内の全ての場所が視認可能な点を不動点の座標とする必要がある. このとき, 任意の多角形に対して上記のような点は存在しないこと

は美術館定理 [2] より明らかである。このため、提案手法では、以下のステップに従って、視認可能な点が存在するか調べ、存在しない場合には視認可能な点が求められるように Focus の形状を変形する。

入力は Focus の形状 (多角形) である。以下に提案手法の流れを記す。

Step1 (機能 1): 頂点可視領域の有無の確認

後述する手法により、頂点可視領域を求め、求められなかったら Step2 へ行き、求められたら Step3 へ飛ぶ。

Step2 (機能 2): 多角形の変形

Focus 内部にある角の隣の頂点同士を結び、角数を減らす作業を頂点可視領域が見つかるまで繰り返す。この時の凹角を選ぶ順番は、頂点可視領域作成の障害となっている凹角を検出し、検出された凹角の中から凹角を無くした時に多角形の増える面積が少ない角から無くしていく。

Step3 (機能 3): 不動点座標の決定

頂点可視領域の内部から、Glue の幅が均一になるように全頂点への距離が最も等しくなる座標を不動点とする。

出力は不動点の座標と、求めた座標の不動点によって拡大された割付範囲の Focus である。

3.2. 頂点可視領域の決定法

多角形の形状により 3 つの場合に分けて頂点可視領域の決定法を示す。

(1) 凸多角形の場合

凸多角形内部は全て頂点可視領域である。このことは以下のように証明できる。

(証明) 三角形の場合は自明である。四角形以上の場合について証明する。凸多角形内部の 1 点 A を選ぶ。その点と多角形の全頂点を結び多角形を三角形に分割できる。各三角形内部は点 A から全て見渡せるので、点 A は凸多角形内部を全て見渡せる。点 A は凸多角形内部の任意の点で言えるので凸多角形内部は全て頂点可視領域である。

(2) 凹角が 1 つの場合

図 1 のように凸多角形に分割することで、凹角をなす辺を延長した直線が囲む多角形内部が頂点可視領域である。これは以下のように証明できる。

(証明) 図 1 の凸多角形に分割することで、頂点可視領域が必ず存在することを証明した。凹角を構成する 2 辺を Focus の内側へ延長し、

Focus との交点と凹角の頂点で囲まれた共通領域 (図 1 の斜線部で表示された領域) が頂点可視領域となる。

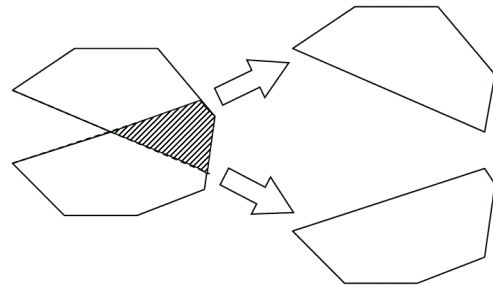


図1:凸多角形への分割方法

(3) 凹角が2つ以上の場合

凹角が2つ以上ある凹多角形でも全ての凹角に対し、(2)と同様にして、凹角ごとに共通領域を求める。全ての凹角の共通領域に共通する領域を頂点可視領域と判定する。共通する領域が無い場合、頂点可視領域が存在しないと判定する。図2の斜線部は凹角が1つ及び2つの凹多角形の頂点可視領域の一例である。領域内部の任意の点から多角形の辺上の全ての点が見えることがわかる。

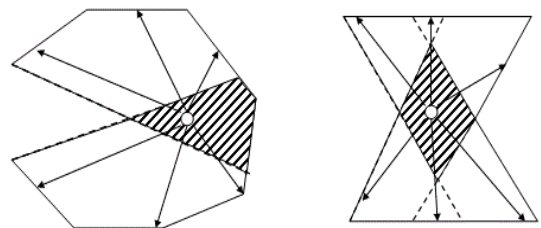


図 2: 頂点可視領域の例

4. おわりに

本稿では多角形内部から割付範囲の Focus 作成のための、最適な不動点の座標を導出する手法を提案した。また、導出された不動点に基づいて凹多角形 Focus が作成可能な手法を提案した。今後の課題として、機能 2 の改善 (凹角の減らし方を改善)、及び不動点の座標の違いによる Glue 領域への影響を検討する事が挙げられる。

参考文献

[1] Daisuke Yamamoto, Shotaro Ozeki, Naohisa Takahashi, Focus+Glue+Context: An Improved Fisheye Approach for Web Map Services, Proceedings of the ACM SIGSPATIAL GIS 2009, Seattle, Washington, pp. 101-110, 2009. 11.
 [2] 計算幾何学入門 譚 学厚_平田 富夫著