iPadによるグラフ理論研究支援ツール“gm standard for iPad” の研究・開発

The development of graph edits application for “topological graph theory” on iPad

情報メディア環境学専攻　環境数理解析学コース　責任指導教員：根上生也

09hc002 秋末敦史(Atsushi AKISUE)

The developed application is for topological graph theorist. Especially it aims for making it smoother and deeper to communicate or argue with each other among those researchers about their professional issues. That is, it works on the handheld device - iPad. Therefore it can be put between two or more topological graph theorists and works as media in their communication or discussion. Its feature is to make the net of any closed surface classified by its genus and orientablility. We can make and edit graphs on these nets with our fingers because iPad equips a touch panel. It enables us to edit it interactively.

**１．研究背景**

グラフ理論のための研究補助ツールとして,今のところ「gm standard」と「Anchor Ring」という2つのアプリケーションが存在する.しかし,どちらのアプリケーションも位相幾何学的グラフ理論を考える上での研究支援ツールとしてはあまり有用とはいえない。

今回,このようなグラフ理論のための研究支援ツールとして有効なものが世の中にないという事実を背景に,研究支援ツールの開発を行い,その上で解決すべき問題について,理論的な解決方法も同時に探求した.

**２．研究目的**

グラフが位相幾何学的であるという意味は,研究の対象となるグラフが平面だけではなく閉曲面にも埋め込んだ時の構造や性質を探求するということである.

閉曲面とは「境界のないコンパクトな二次元多様体」であり,これを分類するために「種数と向き付け可能,不可能」という指標が用いられる.また,閉曲面は必ずしも三次元空間に収まるわけではない.よってどんな閉曲面も切り開いて展開図という形で二次元平面に落としこんで考える.

これらのことから,あらゆる任意の閉曲面の展開図を描き、その展開図の各辺が切り開き方に対応するように本来は繋がっていることがわかるような、グラフ描画システムを考案／実装することを目的とする.

より具体的には,グラフが展開図の中でのみ描けるようにすること,グラフの頂点／辺が展開図の辺上に来た場合には対応するもう一方の辺上にも同様にグラフの頂点／辺が自動的に描かれるようにする.

また,研究者同士のコミュニケーション促進としての研究支援ツールを目指すため,iPadで動くアプリケーションを開発する.

**３．研究手法**

展開図の閉曲面の切り開き方には「種数と向き付け可能／不可能」のパラメータから,向き付け可能な閉曲面の場合は種数gのとき,4g角形で切り開くことができ,向き付け不可能の場合には種数kのとき,2ｋ角形で切り開ける.つまり閉曲面は正2n角形で切り開くことができるので,これを利用して任意の閉曲面の展開図の多角形を描くことが出来る.

ちなみに,向き付け不可能な閉曲面で種数が1の射影平面は,円の対極点を同一視してできあがる形のため多角形とはならないが,慣例的に6角形で描かれるので,これを描く.

さらに,全て展開図は正2n角形で描けることから,多角形の内外を判定する手法が導き出せる.(x, y) = (0, )(は任意の数)を始点に展開図を描くことで,展開図がyの値から層に分けることが出来る.(図1.)

各層の展開図の辺の一次関数がとるxの座標よりも判定するx座標の値が大きいか小さいかによって展開図の内外を判定できる.

y

x

図1. Separation of the net of a closed surface.

また,切り開いた際の辺の対応関係にも同じく法則性があり,閉曲面が向き付け可能な場合には4g角形の辺を

という形で切り開くことができる.1という指数は,矢印の方向が逆になることを示す.また,閉曲面が向き付け不可能な場合には,

となる.これらから,対応する展開図の辺上の頂点は,展開図の中心からそれぞれの状況に応じて頂点を回転させることで対応する場所に描くことができる.

**４．研究結果**

以上の理論的手法を、実際にコーディングできるところまでアルゴリズムを作成することで,おおむね研究の目的は達成された.また,iPadで動くプログラムであるため,研究者間のコミュニケーションツールとして十分期待できる.