

立教大学学術推進特別重点資金 (立教 S F R)
個人研究費
2006 年度研究成果報告書

研究代表者	所属・職名	氏名
	経済学部・教授	長島 忍 印
研究課題	図法幾何学における図形解析のデータベース化とその利用に関する研究	
研究期間	2006 年度	
研究経費	445,000 円	

研究の概要 (200~300字で記入、図・グラフは使用しないこと)

図法幾何学は、図学、図形科学または構成幾何学とも呼ばれることがあり、設計・製図の基礎学問であった。明治以来技術教育の基礎として研究・教育が行われてきたが、近年の情報化の発展により衰退しているのが現状である。すなわち、CAD と呼ばれるコンピュータ援用設計の出現により、従来の図法幾何学は利用されなくなってきている。しかしながら、人間の頭で問題を解く図法幾何学の重要性が近年高まりつつあり、本研究では図法幾何学で扱われる理論を解析し、数多くの知識をデータベース化し、今後にご利用できるようにした。

キーワード (研究内容をよく表しているものを3項目以内で記入。)

[図法幾何学] [コンピュータグラフィックス] [データベース]

研究成果の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)

工学系他大学では、従来の図法幾何学を廃止して、CADなどのコンピュータ援用設計に切り替えを行ってきたため、ほとんど研究は行われなくなってきた。図法幾何学自体、発展後に衰退を経験している学問なので、現在図法幾何学の研究はほとんどなされていない。図法幾何学に関する学会は「日本図学会」があり、学会の論文誌や研究発表内容を見ればおおよそのことはわかる。学会が発足した1960年代は図法幾何学に関する研究があったが、最近ではコンピュータグラフィックスの研究が多く、図法幾何学に関する内容は非常に少ない。筆者は、約18年間に渡り東京大学等で専任講師あるいは兼任講師として図法幾何学の教育にかかわってきた。その経験を生かして立教大学から図法幾何学の重要性を発信し、広めていきたいと考えている。すでに一部の企業から図法幾何学の講演依頼なども受け、十数回におよぶ講演を行いその重要性は再認識されている。図法幾何学の重要性は一部で強く認識されているが、衰退もあり、内容を保全するためにも図法幾何学の内容をデータベース化することを行った。

はじめにデータベースの実現方法について説明する。図法幾何学の作図で行われている操作を詳細に分析し、どのような概念で作図をし、そのような描画命令があれば操作が実現できるかを検討した。その結果データベースで表現される指示をいくつか選び出した。これらをコマンド体系としてデータの基礎とした。

次に使用するソフトウェアについて検討した。データベースという点からまず思いつくのは、Microsoft Accessなどのいわゆるデータベースソフトであるが、データベース操作以外の処理がかなりあるため、プログラム系の開発ソフトが望ましいと思った。ただし Microsoft Visual C++ などの開発環境は操作が煩雑になるため、ここでは Adobe Flash を用いた。このソフトを使用すると開発したアプリケーションを簡単に Web 上で公開でき、今回も来日したウィーン工科大学教授に話をし、本人や学生たちに Web 上で見させるという話もあった。

データの表現形式について説明する。データベースのデータは現在テキストデータを列挙したものになっている。今後は XML 形式などへの変更が考えられる。よりはっきりとしたツリー形式の方が、体系的に扱いやすくなることもある。

現時点でのデータベース化した図法幾何学の課題は、以下の通りである。データベース化作業は現在も続けられているので、今後さらに増加する。

直線上の点を決定せよ、直線上の点を決定せよ、2点を結ぶ直線を作れ、2直線が交わるように決定せよ、直線の実長を求めよ(三角形)、直線の実長を求めよ(回転法)、直線の実長を求めよ(副投影)、2直線を平行になるように決定せよ、点を通り直線に平行な直線を求めよ、直線の端視図を作れ、点から直線に垂線を下ろせ、点と直線との距離を求めよ、直線の水平傾角を求めよ、直線の直立傾角を求めよ、平面上の点を作図せよ、平面上の直線を作図せよ、平面(対応できない辺を持つ)上の直線を作図せよ、平面の水平傾角を求めよ、平面の直立傾角を求めよ、直線と平面の交点を求めよ(副投影)、直線と平面の交点を求めよ(補助平面)、平面の端視図を求めよ、平面の実形図を作れ(副投影法)、平面の実形図を作れ(回転法)、平面に平行で2直線に交わる直線を求めよ、点Pを通り直線ABに垂直な平面を作図せよ、2直線が平行になる副投影を作図せよ、点を通り2直線に交わる直線を求めよ(副投影なし)、点を通り2直線に交わる直線を求めよ(平面の副投影)、点を通り2直線に交わる直線を求めよ(直線の副投影)、平面に垂直な線を作図せよ(副投影)、平面に垂直な線を作図せよ(副投影なし)、直線を含み、平面に垂直な平面を作図せよ、2直線の共通垂線を作図せよ(副投影2回)、2直線の共通垂線を作図せよ(副投影1回)、2直線の共通垂線を作図せよ(副投影なし)、2直線の最短距離を求めよ、直線に垂直な任意の平面を作図せよ、2点から等距離にある直線上の点を求めよ(副投影なし)、2点から等距離にある直線上の点を求めよ(副投影)、平面を跡線で表示せよ、平面(跡線表示)上の点を決定せよ、平面(跡線表示)上の直線を決定せよ、2平面の交線を求めよ(副投影)、2平面の交線を求めよ(補助平面)、2平面の交線を求めよ(補助平面)、2直線のなす角を求めよ、2平面のなす角を求めよ、2直線に交わり直線に平行な直線を求めよ(副投影)、2直線に交わり直線に平行な直線を求めよ(副投影なし)、2直線に交わる水平な直線を求めよ、2直線に交わり水平傾角が θ である直線を求めよ、

以上である。実際の図学の教科書を見てもこれらの課題すべて掲載されているものはないだろう。

研究成果の概要 (つづき)

次の開発したデータベース操作ソフトについて述べる。表示は大きく分けて、問題文表示、問題図表示、問題解答表示、特徴表示の4種類になっている。それぞれについて説明する。

(1) 問題文一覧表示

問題文自体は図の表示と関係がないため、問題文はテキストデータとしてそれぞれのデータの先頭に置いてある。これらを順に取り出して表示したのが問題文の一覧表示である。30問ほどで画面が一杯にあり、無理に詰め込むと見えにくくなるため、1画面に30問ずつ表示するようにしている。また問題文一覧は左半分に表示するようにし、問題文上をマウスポインタがロールオーバーすることにより、対応する問題の図を右半分に表示するようにしている。各問題を選択した後、マウスのクリックにより、どのような手順で作図を行っていくかを表示するようにした。

(2) 問題図の一覧表示

データベースのデータに問題図表示までの手順、それから先の解答の手順がデータとして記録されている。問題図の一覧表示はすべての問題について、一度に問題図を表示する機能である。全部は表示できないので、横7列、縦4行の28問題を一度に表示するようにした。

(3) 解答図の一覧表示

解答図は、副投影などの作図が入ると、問題図よりさらに多くのスペースを必要とする。しかし分かりやすさの観点から、問題図と対応する同じ場所に解答図一覧を表示するようにした。したがって7列4行の28個の解答図を一度に表示するようにした。

(4) 特徴的作図手順の一覧

図法幾何学では、作図にある特徴的な方法が含まれている。それは、交点を得る、平行線を引く、垂線を引く、などの作図手順であると考えている。現在これらの特徴的作図を表示し、検索できるようにしている。

以上が開発したデータベースシステムの全体である。ソフトウェアとデータ自体の開発から成っている。

応用としてはデータベースを検索することにより様々な図法幾何学の問題を見ながら検索することができるようになった。また特徴的な作図手順を調べることにより、たとえばコンパスを使う作図だけを検索したりできるようになった。さらに教育面での利用であるが、本学では基礎的な準備ができていないため、図学そのものを教育するまでにはいたっていない。しかしながらコンピュータグラフィックス関連の授業において、図学の一部の問題を取り入れたり、図学の枠を幅広く考え、3次元図形処理の内容を取りいれたりした教育内容を提案することができた。これらについては本学学生とともに授業内容の検討を行い、ソフトウェアの開発を新たに行って新学期に望むところである。

成果の公表については、国内の学会で2回発表し、今後国内の学会で1回、国際会議で1回、本研究の成果を発表する予定である。

研究発表 (研究によって得られた研究経過・成果を発表した①～④について、該当するものを記入してください。該当するものが多い場合は主要なものを抜粋してください。)

- ①雑誌論文 (著者名、論文標題、雑誌名、巻号、発行年、ページ)
- ②図書 (著者名、出版社、書名、発行年、総ページ数)
- ③シンポジウム・公開講演会等の開催 (会名、開催日、開催場所)
- ④その他 (学会発表、研究報告書の印刷等)

④その他(学会発表)

「図法幾何学の問題提示と解法閲覧データベースの試作」

日本図学会 2006 年度大会 (九州) 学術講演論文集、pp. 23-26, 2006

「操作性を重視した図法幾何学データベース」

日本図学会 2006 年度本部例会学術講演論文集、pp. 1-4, 2006

「一般教育における3次元理解教材の開発」

日本図学会 2007 年度大会 投稿中

“Development of the Data-base of a Learning System for the Descriptive Geometry”

8th China-Japan Joint Conference on Graphics Education, 2007

投稿中