

歩道橋設計を例にとった制約に基づくオブジェクト指向設計支援システムの開発

名古屋大学工学部 学生員 ○馬淵 誠司

名古屋大学工学部 正 員 伊藤 義人

1. はじめに

近年、自動設計・製図等の CAD/CAM システムが普及し、土木構造物の設計、製図段階においても、ますますコンピュータ化が進められている。スパン長の比較的短い一般的な橋梁形式の一次選定の段階では、現在、自動設計プログラムを用いるのが普通であり、設計者が、一般的な CAD の図形エディタを用いるのはまれである。これは、一般的な CAD の図形エディタは描画されている図形に関する知識、例えば、寸法の相互的な関係や要素の位置的な関係に関する知識などを一切所有しておらず、どんな図形でも自由に描けてしまうことが、逆に、全ての責任が利用者に委ねられてしまい非現実的なデザインを生み出すことにもなりかねないからである。そこで、エディタに構造に関する知識を持たせ、描き出す図形の寸法、位置を自動的に管理し、ユーザーが最小限の知識と操作でユーザーのイメージに近く、かつ矛盾のないデザインを得られるようなインテリジェント型の図形エディタの開発を試みる。特に今回の対象は歩道橋設計に限定し、オブジェクト指向専用図形エディタの開発によって、その可能性を検討することを目的とする。また、図形を描画するのみでなく、作画された図形に関する解析用データの出力と、解析プログラムとのインターフェイス及び景観評価のためのフォトモンタージュを可能とする統合型システムの作成を試みた。

2. システムの概要

システムの全体構成を示すと図-1 のようになる。システムの処理手順は、あくまでもユーザーの設計作業支援というコンセプトに基づいて、メニュー形式による、対話的操作を中心としている。また、メニュー項目には、文字のみでなくグラフィカルなイメージを同時に表示させることによって操作の曖昧性を解消している。

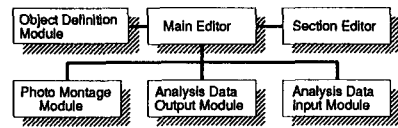


図-1 システムの全体構成

開発は SUN Sparc Station 2 上で C++ 言語を用いて行った。また、グラフィックライブラリーには InterViews¹⁾を使用している。図形の構築方法の大まかな手順は、システムに周辺環境などの外部的制約条件を入力することから始まり、任意の側面を作図し、その後断面を作成していく。使用する部材などはシステムに登録されているもの(図-2 参照)を編集して用いる。システムが提供している部材オブジェクトは知識として、寸法関係、位置関係などが記述されており、

それらは市場性(鋼板厚など)、施工性などを考慮して、ある程度のレンジを持っているが、ユーザーはそのようなオブジェクトに対して、拡大、移動などの編集操作が可能であるものの、レンジを越えてしまうような編集操作はシステムによって禁止される。



図-2 登録部材の例

3. 制約処理手法

主要部材、2次部材などに関する寸法関係、位置関係はクラス化されたオブジェクト内にチェック用関数として実装されている。また同時に、それぞれのクラス内で編集操作に関する関数も定義してある。つまり、オブジェクトの種類によって同名の編集操作でも異なる動作が可能となる。ユーザーが編集操作の対象となるオブジェクトを指定し、何らかの編集操作を決定すると、システムはそのオブジェクト内で定義された、対応する編集操作関数を実行する。編集操作関数内で寸法関係、位置関係を記述したチェック用関数を逐次呼び出

し、ユーザーの指定した編集操作の範囲が制約条件を満たすかどうか照査する。照査した結果が正常であれば操作が認められ、実行される。もし、指定したオブジェクトがサブオブジェクトを含んでいる場合には、再帰的にサブオブジェクト内の編集操作関数を呼び出し、制約条件を満たすかどうか照査した後、その結果をスーパーオブジェクトに返す。こうすることによって複合オブジェクトを対象とした編集操作も可能となる。照査した結果が正常でない場合には、編集操作は認められないが、正常でない値を返した関数から理由となるメッセージをユーザーに提示し修正の参考となるようにした。

4. 設計支援のための機能

外部構造解析プログラムモジュールに対してデータを出力できることは、幾何学的制約に基づいた図形エディタが力学的な制約に対して十分に対応できない点を補うことができるので非常に有利である。

そこで、システムで描いた図から自動的に外部の解析プログラムモジュールに対する入力データを生成する機能を付け加えた。外部の解析プログラムが出力した解析結果を取り込み、システムで描いたデザインを自動的に修正する機能も考えられるが、現段階では、解析結果をシステムが受け取り、変更すべきと考えられる点を表示するのみである。また、景観性を評価することが出来るように側面図に対して現場写真を合成するモジュールも作成した。(図-5)

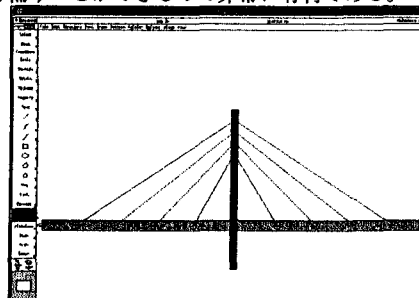


図-3 システムの実行画面の例

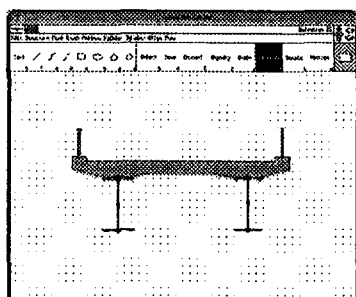


図-4 断面の作成例

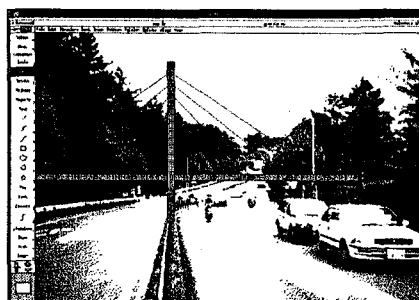


図-5 フォトモンタージュの例

5. おわりに

現時点でシステムは、試作段階でインプリメンテーションが行われていない部分が幾つかあり、総合的なシステムの有用性を検討するには十分であるとは言えないが、予備設計の段階において、様々な形状を持つ自由度の高い橋梁を、景観にいたるまで統合的に検討できる可能性を明らかにした。

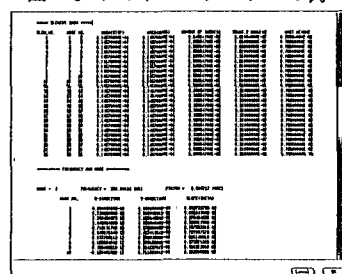


図-6 解析結果のフィードバック

参考文献

- 1) Mark A.Linton, Paul R.Calder, and Vlissdes John M: InterViews, A C++ Graphical Interface Toolkit. Technical Report CSL-TR-88-358, Stanford University, July 1988.
- 2) Kirk Martini: *Geometric Modeling for Structural Design*, PhD Thesis, University of California at Berkeley, 1990.