

要 旨

本研究ではCADにおける構造モデリングを実現するために、モデロンと呼ばれるモデリングのための単位ユニットを用いる方法を採用し、これを応用した対話的自動設計システムの構築を目標としている。具体例として、電動ウインチの設計を行った。更に、システム構築に当たってオブジェクト指向を取り入れることを試みた。

1. はじめに

CADにおける構造モデリング、すなわちコンピュータに入力する事を目的に構造を定義する方法は幾つか考えられている。しかし、その多くは特定のケースにしか適用できないのが現状であり、構造モデリングの一般的方法とするには不十分である。その中において、モデロンと呼ばれるモデリングのための単位ユニットを用いる方法は、多目的に使用できて、コンピュータによる構造モデリングの方法に適していると考えられる。本研究ではこのモデロンを用いての対話的自動設計システムの構築を目的とし、更にオブジェクト指向を取り入れて、より高度な問題解決・情報処理能力をシステムに持たせることを試みた。

2. システム理解の準備

2.1 モデロンの概念

機械は部分構造に分解でき、逆に部分構造を結合させる事により機械を構成する事ができる。この部分構造に注目し、それに対応したモデロンという単位ユニットを定義する。モデロンは結合する事により設計対象を表現できるユニットであり、モデロンを結合させたネットワークが構造モデルとなる。モデロンは複数の設計目的に使用できる汎用的なユニットであり、また単体でも機能できる。これはある意味でモデロンが関数の性質を持つ事を示しており、ある作用(入力)がモデロン関数に対して行なわれると、モデロンはそれに応じて適当な処理を施し、ある結果(出力)を出す。入出力は合わせてモデロンの境界因子と呼ばれる、関数に当たる部分は内部情報部と呼ばれる(図1)。モデロンは境界因子によってのみ外部と通信を持ち、外部からの入力が無い限りモデロンは独立して保たれる。

モデロンAの出力とモデロンBの入力が一致すれば、A・Bのモデロンは結合が可能である。モデロンを結合させると、結果として階層的により上位のモデロンができる。最終的な設計モデルは、各階層のモデロンの結合結果の最上位モデロンの内部情報部におけるモデロンのネットワークであり、設計結果は最上位モデロンに仕様を入力して内

部情報部で計算した結果である(図2)。

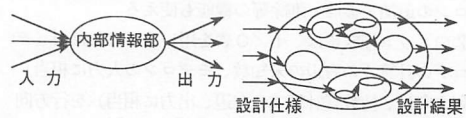


図1 モデロンの構造 図2 モデロンの設計概念

2.2 オブジェクト指向

オブジェクトとは、データとプロセスを一体にして、モジュール化したもので、システムをオブジェクトの集合で構成し、システムの簡略化と開発効率、拡張・再利用可能性等の改善を計るのがオブジェクト指向の概念である。オブジェクトはモデロンと共通する以下の性質を持つ。

- ①オブジェクトは自律的であり、それぞれが独立のプロセスとして動き、内部状態を持ちうる。
- ②オブジェクト間の連絡は、メッセージ通信のみで行なわれ、それ以外の方法では操作できない。
- ③オブジェクトは、階層構造を成すクラスを持つ。

モデロンをオブジェクトで表現すれば、前述のオブジェクト指向の利点を持つモデロンシステム構築が可能である。このシステム実現のためのプログラミング言語には、オブジェクト指向支援言語のC++を採用した。

3. システムの構築

3.1 モデロンの定義

モデロンは以下の4つの部分から構成される。

- 名称部 - モデロンの名前が入る。
- 属性部 - 親モデロンの名前が入る。
- 関数部 - モデロンの計算式が入る。
- 単位部 - 単位が入る。

図3に後の実験で用いるロープモデロンの構成を示す。

| 属性 | 名称部 | 関数部 | 単位部 |
|------|------|---------------|-----|
| rope | 巻上荷重 | $Q=I/s$ | t |
| rope | 切断荷重 | $T=Q*s$ | t |
| rope | ロープ径 | $RD=T/R/ROPE$ | mm |
| rope | ロープ長 | $RL=H*1.1$ | m |
| rope | 揚程 | $H=RL/1.1$ | m |

s:安全率
%:規格との照合

図3 ロープモデロンの構成

これらはモデロン入力時のフォーマットとなる。入力されたモデロンはモデロンベースと呼ばれるデータベースに格納される。

3.2 モデロンシステムの動作

システムの主な処理の流れを、図4に示す。モデロンシステムには最低限以下の機能が要求される。

- ①モデロンベースからモデロンを選択し、読み込む
- ②モデロンを結合させて、結合ネットを作成する
- ③モデロンの計算を行い、結果を出力する

①は設計を始める際に最初に行う操作であり、設計対象の決定にあたる。またモデロンの効率的な管理のため、モデロンの追加・参照・削除等の機能も使える。

②のネット作成には、I/O表を用いる。これは引(モデロンの計算式の右辺の未知数、モデロンの入力に相当)を列方向に、持数(計算式の左辺、出力に相当)を行方向に配置した配列表であり、結合を開始させたい引数を入力するとシステムはこの表に基づきモデロンの結合を行い、実行可能なネットにする。

③は引数に仕様を入力して計算式の持数を算出し、それを結合ネットの順番の次のモデロンに渡していく処理であり、規格のある物は照合し、順次結果を出力していく。必要なら以前の結果の参照も行える。

また設計では、②で全モデロンを結合させるのに必要な引数を入力した後に③に移る標準設計と、②で1つの引数を入力後直ちに③に移り、②で結合した分についてのみ計算を行う段階的設計の2つの方法を選択できる。後者は以前の入力・計算結果を参考に、次の入力を決定できる。

4. 実験結果

モデロンシステムによる設計の実例として、電動ウインチの設計を行った。電動ウインチはロープ、ドラム、クラッチブレーキ、歯車減速機、フランジ継手、モーターの6つのモデロンから構成され、それらは更に幾つかのモデロンで構成される(図3参照)。今回はモデロンが結合する事で複数の階層を形成し、設計対象のモデリングを行っていく様子を示すため、図5の様に4つの階層をもたせた。引数として巻上げ荷重・揚程・ドラムの巻上げ速度・モーターの回転速度を選択し、それぞれ仕様を1t・25m・0.4m/s・3000rpmとした。ロープは3号6×19を用いた。この計算結果を図6に示す。

5. おわりに

モデロン自動設計システムを構築し、実際に電動ウインチの設計に適用して、提案したシステムが構造モデリングに関して有効な方法である事を確認した。また、オブジェクト指向を取り入れた事で、開発の効率化とモデロンシ

ステムの具体的なツールを得た。今後はシステムを知的化させてより複雑な設計を可能にし、設計者の負担を軽減する事が課題となろう。

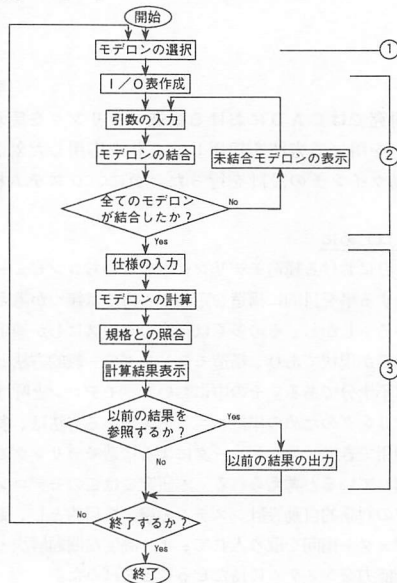


図4 処理の流れ

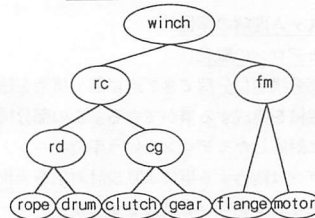


図5 ウインチモデロンの階層構造

| 計算結果 | | | |
|---------|---|------------------|------|
| 巻上げ荷重 | → | Q = 1.000000 | t |
| 揚程 | → | H = 25.000000 | m |
| 回転速度 | → | HV = 0.400000 | m/s |
| 回転速度 | → | MV = 3000.000000 | rpm |
| の場合 | | | |
| 切取荷重 | → | T = 5.000000 | t |
| ロープ径 | → | RD = 10.000000 | mm |
| ロープ長さ | → | RL = 21.500000 | m |
| ドラム径 | → | D = 250.000000 | mm |
| ドラム長さ | → | L = 399.334412 | mm |
| 巻上げ速度 | → | DV = 30.573250 | rpm |
| 巻上げトルク | → | DT = 125.000000 | kgfm |
| ブレーキトルク | → | BT = 150.000000 | kgfm |
| 歯数比 | → | GD = 50.000000 | mm |
| 減速比 | → | GN = 0.010191 | null |
| スピンドル径 | → | GID = 0.050955 | m |
| 定格トルク | → | MT = 1.213085 | kgfm |
| 定格馬力 | → | MH = 3.521569 | kw |

図6 実行結果

参考文献

- 沖野教郎 自動設計の方法論
 R. S. ウイナー/L. J. ピンソン
 C++ : オブジェクト指向プログラミング