

コマンド予測型次世代3次元モデリングツールの開発

安田 星季

Development of Command Predict Tool for 3D Modeling

Seiki YASUDA

抄 録

製造業において3次元CADソフトウェアが広く利用されている。現在、3次元CADソフトウェアには構造解析などの様々な機能が追加され、多機能化が進んでいる。そのため、コマンドの数が膨大になってきており、ユーザーが所望のコマンドを見つけにくくなっている。本研究では、人工知能的な学習アルゴリズムによりユーザーの操作履歴を学習し、同ユーザーが次に選択する可能性の高いコマンドを画面上の選択しやすい位置に表示できる3次元モデリング支援ソフトウェアを開発した。本ソフトウェアにより、モデリング作業中のマウスポインタの移動量が減少することが分かった。

キーワード：3次元CAD, コマンド予測, 学習

Abstract

3D CAD software has been widely used in manufacturing industry. Recently, 3D CAD software has become more comprehensive and has been added many functions, such as stresses simulation, fluid simulation and so on. Because of it, the number of commands becomes enormous, therefore, it becomes harder for CAD users to find the command they want to choose. In this study, I developed 3D modeling support software by which CAD users can easily choose commands. The software learns from operation history of the each CAD user and shows few commands, which have high possibility to choose in the context, nearby the mouse pointer. By using this software, the quantity of mouse pointer movement during 3D modeling has decreased.

KEY-WORDS : 3D CAD software, command predict, learning

1. はじめに

製造業において3次元CADソフトウェア（以下、3次元CAD）が広く利用されている。現在、3次元CADには構造解析などの様々な機能が追加され、多機能化が進んでいる。そのため、コマンドの数が膨大になってきており、ユーザーが所望のコマンドを見つけにくくなっている。

本研究では、人工知能的な学習機能によりユーザーの操作履歴を学習し、同ユーザーが次に選択する可能性の高いコマ

ンドを画面上の選択しやすい位置に表示できる3次元モデリング支援ソフトを開発した。

一部の市販3次元CADは、操作の状況に応じて、よく使用される10種程度のコマンドを選択しやすい位置に一覧表示できる。本機能の実行画面例を図1に示す。しかし、ほとんどの3次元CADは一覧表示されるコマンドの内容を変更できないため、所望のコマンドが一覧に無い場合は、常に他の手段でコマンドを選択しなければならない。これに対し、本開発ソフトはほぼ全ての状況において、よく使用されるコマ

事業名：外部資金活用研究

課題名：コマンド予測型次世代3次元モデリングツールの開発

ンドを選択しやすい位置に表示できる。

また、本研究と同じ課題解決を目的とするシステムおよびその方法が特許発明されている¹⁾。本発明では、構想段階、詳細設計段階、図面化段階などの作業段階毎によく使用されるコマンド群を表示する。しかし、一般的に一つの作業段階でよく使用されるコマンドは10種類以上あると考えられるため、常に当該コマンド群の中から所望のコマンドを選択しなければならない。これに対し、本開発ソフトは操作の状況に応じて、よく使われる3種類のコマンドをリアルタイムに表示するので、よりの確なコマンド候補を表示できる。

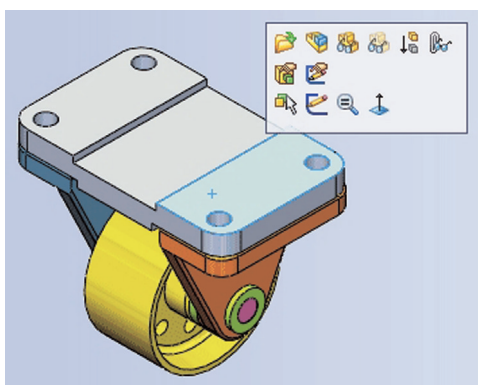


図1 操作状況に応じたコマンドの一覧表示機能 (3次元CADソフト：SolidWorks)

2. コマンド予測アドインソフトの開発

本研究では、市販の3次元CADに上記機能を追加するアドインソフトを開発した。開発対象の3次元CADは、機械設計分野等で幅広く利用されている3次元CAD SolidWorks (ダッソー・システムズ・ソリッドワークス社製) とした。

その理由は、SolidWorksは他の3次元CADよりも多数のAPI (Application Program Interface) がユーザーに公開されているため、他の3次元CADよりも容易にアドインソフトを開発できるからである。

2.1 アドインソフトの構成

現在公開されている約4,000種類のSolidWorksAPIの中から、目的の動作に関係する関数を抽出し、動作確認を行った。その結果、SolidWorks上のほぼ全ての操作状況を外部モニタできることがわかった。また、SolidWorksに外部入力したコマンド列をSolidWorks上に表示し、正常に実行できることが確認できた。

以上の検討結果を基に、開発ソフトの構成を決定した。ソフトの構成を図2に示す。各部の機能は以下の通りである。

コマンド予測部

- SolidWorksから操作情報を取得し、コマンドデータベ

スにコマンド候補を照会する。

- 上位のコマンド候補をSolidWorksに表示する。
- 実行されたコマンドに応じて、コマンドデータベースを逐次更新する。

コマンドデータベース

- 操作状況毎にコマンド候補を記録する。

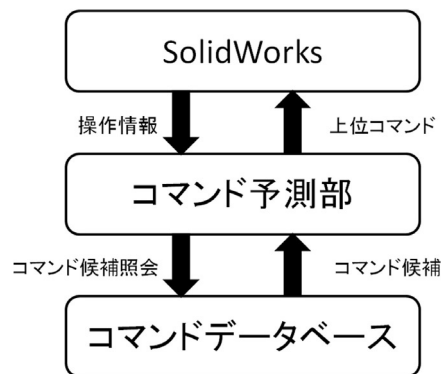


図2 ソフトの構成

2.2 コマンド予測アルゴリズム

選択される可能性の高いコマンドを判断するコマンド予測アルゴリズムは以下の処理手順とした。

- 1) 操作状況毎に実行されたコマンドに点数をつける。点数は、コマンドの実行回数とする。
- 2) 実行されたコマンドがコマンドデータベースの記録に無い場合、当該コマンドの点数は、該当する操作状況の上位コマンドに相当する点数とする。
- 3) 以上の方法で算出した点数が高いコマンドを、選択される可能性が高いコマンドとする。

2.3 コマンドデータベース

コマンドデータベースは、操作状況に応じて実行されたコマンドおよびコマンドの点数を記録する部分である。本データベースのデータベース形式を検討した結果、XMLデータベースを採用した。その主な理由は、(1)他のデータベース形式よりもデータ構造を変更しやすい、(2)疎なデータを表現しやすい、である。コマンドデータベースの例を図3に示す。

```
<seltype type="swSelfFACES">
  <cmd count="46" rebuild="16.5.3">swCommands_ExtrudedBossBase</cmd>
  <cmd count="28" rebuild="16.5.3">swCommands_ExtrudedCut</cmd>
  <cmd count="13" rebuild="16.5.3">swCommands_Rib</cmd>
</seltype>
```

図3 コマンドデータベース

以上の検討結果を基に、アドインソフトを制作した。開発ソフトの実行画面を図4に示す。本開発ソフトは主に以下の機能を有する。

- SolidWorks上のほぼ全ての操作状況に応じて、よく使

用される最多で3種類のコマンド候補を表示する。

- コマンド候補を、比較的选择しやすい右クリックメニューおよびマウスポインタの近傍に表示する。
- 実行されたコマンドに応じてコマンド候補を逐次更新する。



図4 開発ソフトの実行画面

3. 開発ソフトの評価実験

3.1 評価指標の検討

開発ソフトの効果を評価する実験を行うため、評価指標を検討した。GUI (Graphical User Interface) の使いやすさに関する研究に多く引用されているFittsの法則によると、マウスポインタのターゲットへの到達時間は式(1)のように表すことができる²⁾。本関係式から、ターゲットまでの距離(コマンド選択のためのマウスポインタの移動量)が増加すると、ターゲットへの到達時間(コマンド選択までの時間)は対数関数的に増加することがわかる。Fittsの法則の説明図を図5に示す。

$$T = a + b \log_2(A/W + 1) \quad (1)$$

T : 時間(msec)

a, b : 操作効率(定数)

A : ターゲットまでの距離

W : ターゲットの大きさ

また、CAD/CAMの操作性評価に関する研究によると³⁾、コマンドボタンまでの距離は、コマンドボタンの大きさなどの因子よりもCAD/CAMの操作性との関係が大きいことが報告されている。

以上の知見を基に、本研究では「マウスポインタの移動量」を開発ソフトの効果を評価する指標とした。

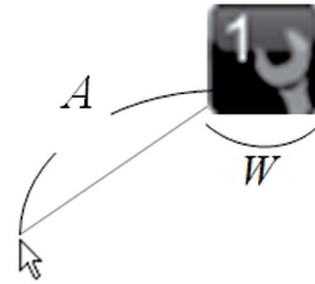


図5 Fittsの法則

3.2 実験方法

開発ソフトの効果を評価する実験を行った。SolidWorksを使用して日常的にモデリング業務を行っているユーザー4名に、開発ソフトのある場合とない場合とで同じ課題部品をモデリングさせ、モデリング作業中のマウスポインタ移動量を測定した。評価実験の様子と課題部品の形状を図6に示す。

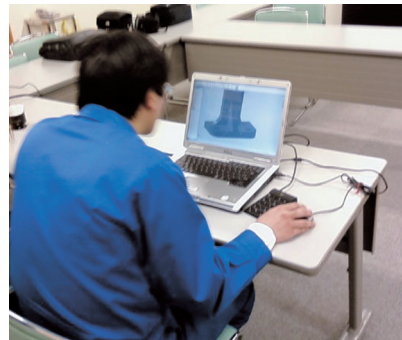


図6 評価実験の様子と課題部品

3.3 実験結果

実験の結果、開発ソフトがある場合はない場合に比べてマウスポインタ移動量が平均約30%減少した。開発ソフトの有無によるマウスポインタ移動量の差を図7に示す。また、実験後に実施したアンケートの結果、全てのユーザーが開発ソフトの印象を「良い」と回答し、「使ってみたい」と回答した。

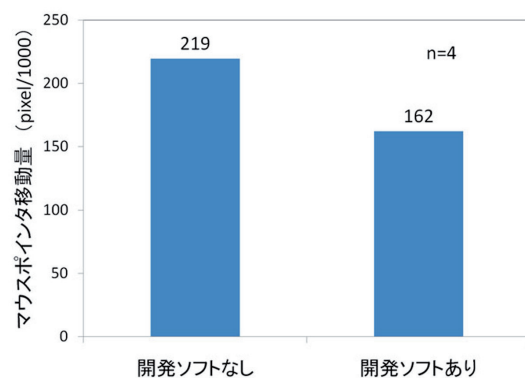


図7 開発ソフトの有無によるマウスポインタ移動量の差

4. 考察

- (1) 本開発ソフトは、日本語入力システムにおける変換結果の学習と同様に、学習が進むほどコマンドを的確に予測できると考える。
- (2) 本開発ソフトのコマンドデータベースは、日本語入力システムにおける変換辞書に相当すると考える。したがって、適切なコマンドデータベースをあらかじめ用意すれば、本開発ソフトを使用し始めてからすぐにコマンドを的確に予測できると考える。
- (3) 本開発ソフトの構成は、図2に示したように、コマンド予測部とコマンドデータベースとが分かれている。したがって、3次元CAD本体のバージョンアップ等でソフトの動作環境が変わっても、学習の進んだコマンドデータベースの内容を容易に継承できると考える。また、本ソフトの構成はSolidWorks以外の3次元CADにも適用できる可能性がある。

5. まとめ

本研究では、学習機能によりユーザーの操作履歴を学習し、3次元モデリング作業を支援するソフトを開発した。本開発ソフトによりモデリング作業中のマウスポインタの移動量が減少することがわかった。

今後は、本開発ソフトの特徴を生かしながら機能の高度化に取り組み、正式リリースを目指す。

謝辞

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構の「平成20年度シーズ発掘試験」により行われたことを付記し、感謝いたします。

引用文献

- 1) 特許第4197328号：データを編集する画面の表示を制御するシステム、およびその方法、(2008)
- 2) Paul M. Fitts : The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement, Journal of Experimental Psychology, Vol.47 No.6, pp.381-391, June (1954)
- 3) 根岸尚広：CAD/CAMの操作性評価及び高操作性インターフェースの開発、慶応大学理工学部修士論文、(2008)