制御系 CAD の音声入力インターフェースに関する研究

東京工業大学　工学部　○源原 健[1], 古賀 雅伸, 三平 満司

A Study on Sound User Interface for Computer Aided Design of Control Systems

Abstract - This paper presents a user interface of CADCS which integrates GUI (Graphical User Interface) and SUI (Sound User Interface) in order to improve the manipulability of CADCS. The proposed SUI is developed by using the standard audio interface of computers (Workstations, Machintosh, PC, and etc.).

1　はじめに

これまで，制御系 CAD のマン・マシン性を向上させるためにユーザーインタフェースに関する多くの研究 [1] がなされ、マウスなどを用いる **GUI**(Graphical User Interface) が開発され、操作性がかなり向上した。しかし、GUI のみを提供する制御系 CAD では，まだ操作性の面において冗長な操作が多く面倒な点が多い。

本研究では、現在「マルチメディア」と呼ばれているもののうちの一つ「音声」に注目し、音声入力インターフェース (本研究ではこれを **SUI**: Sound User Interface と呼ぶ．) を用いて「制御系 CAD」のマン・マシン性を向上することを提案し、実用化に向けて解決すべき問題点を明らかにする。さらに、GUI と SUI の両方をインターフェースとして持つブロック線図エディタを開発し，提案するマルチ・ユーザーインターフェースにより操作性が向上することを確認する。

また、SUI の開発には，多くのユーザがすぐに利用できるように，計算機に標準で附属している装置のみを使用する．[1]

2　SUI (Sound User Interface)

SUI(Sound User Interface) は音声を計算機が認識、判断してそれをアプリケーションに対してコマンドとして渡すインターフェースである。SUI の入力方法はマイクロフォンなどの入力装置に向かって話すだけである、という点が特徴としてあげられる。つまり、**GUI** ではコマンド選択のたびにマウスカーソルをメニューボタンのところにもっていってメニューを開いてその中から選択する、という手間があった。特に多段階メニューの場合の手間は相当なものである。そのような作業を SUI にまかせることによってそれらの手間をすべて飛び越えて一回の入力で行なうことができ、時間が短縮できる。また、GUI による入力を行なっている間は入力装置に手が束縛されるが、音声入力はマイクロフォンを任意の場所に設定するだけ (当然周囲の雑音を考慮する必要はあるが) であるのでユーザーにとってその類の負担はほとんど増えないといえる。そのため手が不自由な人でもコンピュータを楽に扱うこともできる、という期待が持てる。

本研究では、特別なハードウェアを必要とせず、計算機に標準で附属している装置のみを使った SUI の開発を行なう。つまり、余計なコストがかからず多くのユーザーがすぐに利用できるということである。

3　制御系 CAD の概要

本研究では，tcl/tk [2] を開発言語の中心として用いたので，プログラムのサイズは非常に小さく、GUI は強力な機能を持ち合わせている。Tcl/Tk のプログラム中でパイプ機能を利用して，C 言語で開発された SUI プログラムと数値計算ソフトウェアパッケージ MATX[3] を呼び出すことによって、それぞれのプロセスが互いにコミュニケーションをしながら同時にそれぞれの処理をすることができる。

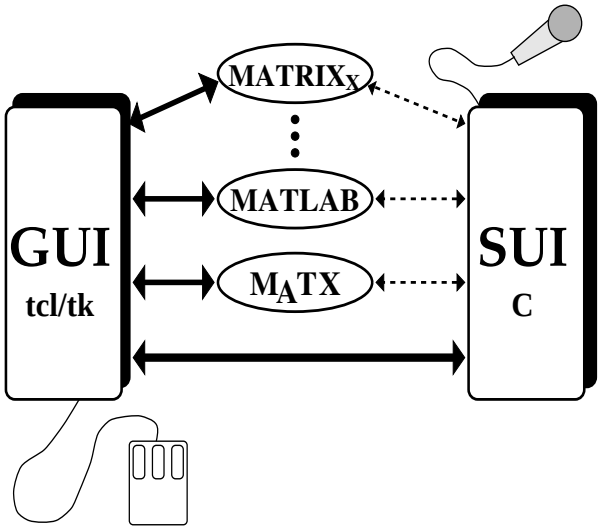

図 1: GUI と SUI を用いた制御系 CAD の構成

[1](株)NTT データ通信

4　システムの構成

本研究で用いた計算機システムを図 2 に示す．また，その具体的な機能を表 1に示す。

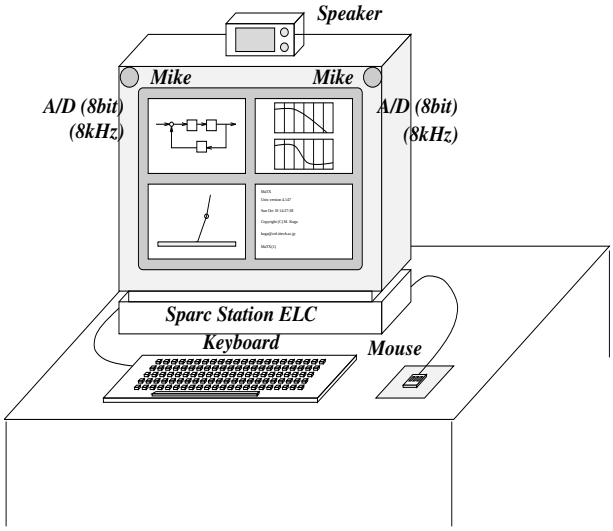

図 2: 開発に用いたシステムの構成

表 1: 使用する計算機とその機能

使用する実験装置	
計算機	Sparc Classic 互換機
A/D 変換装置	500Mbyte HDD 32Mbyte Memory 8bit, 8kHz (計算機標準附属)

5　音声認識

音声認識は特徴量に FFT ケプストラムを、認識手法に DP マッチングを用いて行なった [4]-[5]。まず、 SUI にあたる音声認識プログラムについての実験を行なった。その結果、登録する単語については

- できるだけはっきりとした違いを持つ単語を選ぶ。
- 使用者が使いなれた発音しやすい単語を用いる．

ということを考慮してモデルの登録、発音を行なった場合は認識率を 8 割から 9 割程度にすることが可能であることがわかった。

以上で動作が確認された音声認識プログラムを SUI にあたるものとして、 Tcl/Tk で製作した CAD へ組み込み、動作させてみた。その結果、 CAD に対してコマンドを入力することができた。

また、音声入力の際のレスポンスの速さであるが表 2に音声が入力されてから認識結果が出るまでの時間を、特徴量がケプストラムとスペクトル包絡の場合を比較する形で示す。 DP マッチングを行なう際の 1 フレーム当たりのデータポイント数はそれぞれケプストラムが 24 ポイント、スペクトル包絡が 128 ポイントである。

表 2: 解析とマッチング時間 (単語数 10)

	ケプストラム	スペクトル
解析時間　[秒]	0.133∼0.183	0.183∼0.233
マッチング [秒]	0.01667 以下	0.200∼0.250
計	0.200 程度	0.400∼0.500

表 2からケプストラムとスペクトルの所要時間を比べてみると、特徴量を算出するまでの時間はあまり大きな差はないが、マッチングにかかる時間は 10 倍以上の差が生じている。表を見た限りでは実際の作業時にストレスを感じることはなさそうに見えるが表に書かれている時間はユーザータイムだけであるため、他に、システムタイム、音声認識プログラムと CAD とのデータの通信時間、そして CAD 内で受けとったデータの処理を行なった結果がユーザーにフィードバックされるまでの時間などを考慮すると、さらに多くの時間がかかる。

6　おわりに

本研究では，特殊なハードウェアを必要としない実用的な SUI を開発し，GUI とともに用いることによって，制御系 CAD の操作性を向上できることを提案した．

現在は，登録している単語が 20 個程度なので、ほとんどストレスを感じることはないが、実際は単語の数がもっと多く、またシステムのシミュレーションなどの計算機に負担のかかるプロセスを走らせながら作業をすることが予想されるので、より速い解析、認識方法、アルゴリズムを適用する予定である．

参 考 文 献

[1] 原 辰次. 制御系 cad のための統合計算アルゴリズム: ブロック線図のグラフィック入力と伝達関数の信号処理. システムと制御 *29* 巻 *2* 号, pages 105–114, 1985.

[2] John K. Ousterhout. *Tcl and the Tk Toolkit*. Berkeley, USA, 1993.

[3] Masanobu Koga and Katsuhisa Furuta. Programming language MaTX for scientific and engineering computation. In Derek A. Linkens, editor, *CAD for Control Systems*, chapter 12, pages 287–317. Marcel Dekker, Inc., July 1993.

[4] 中川 聖一. 確立モデルによる音声認識. コロナ社, 1988.

[5] 嵯峨山 茂樹. 最近の音声処理研究. 第４０回システム制御情報講習会「ここまできた高度情報化技術」, pages 93–117, 1991.