

MS-Windows 版 TIMSAC72 の UNIX への移植

徳島文理大学* 山 本 由 和
一橋大学** 中 野 純 司
統計数理研究所*** 田 村 義 保

(1995 年 6 月 受付)

1. はじめに

TIMSAC72 (Time Series Analysis and Control) パッケージは、赤池・中川 (1972) にソースコードが掲載されている定常時系列解析のための Fortran 言語によるプログラム集である。

統計数理研究所で 1993 年に開発され、ソースコードを含めて配布されている MS-Windows 版 TIMSAC72 は、広く普及しているパーソナルコンピュータの操作環境である Microsoft Windows 上で TIMSAC72 の一部のプログラムを使用できるようにしたものである。Microsoft Windows の機能を利用して、操作法は GUI (Graphical User Interface) で統一されており、グラフ表示も行える。この機能を容易に実現するために、Fortran プログラムは C++ 言語で書き直されている。

われわれはこの MS-Windows 版 TIMSAC72 を、研究者に広く使われている計算機であるワークステーションの標準オペレーティングシステムである UNIX 上でも利用できるように移植を行った。同時に、さらに使いやすくなるように GUI を改良した。

効率よく移植を行うために、また、このシステムを誰もが自由に (無料で) 使えるようにするために、UNIX 上のフリーソフトウェアを積極的に利用した。すなわち、コンパイラとしては GNU CC を、ウィンドウシステムとしては X Window System を、ユーザーインターフェースの作成には Tcl/Tk を、グラフ表示には GNUPLOT を用いた。これらの汎用ツールを利用したために、本プログラムは移植性が高く、UNIX が稼働する多くのコンピュータ上で使用できる。

2. MS-Windows 版 TIMSAC72 の機能

MS-Windows 版 TIMSAC72 には、TIMSAC72 に含まれるプログラムの中で単変量時系列解析のための 4 本のプログラムと多変量時系列解析のための 5 本のプログラムが組み込まれている。すなわち

● 単変量時系列解析

1. 標本自己共分散の計算を行う (Autcor)

* 工学部: 〒769-21 香川県大川郡志度町堂林 1314-1. email: yamamoto@is.bunri-u.ac.jp

** 経済学部: 〒186 東京都国立市中 2-1. email: nakanoj@stat.hit-u.ac.jp

*** email: tamura@ism.ac.jp

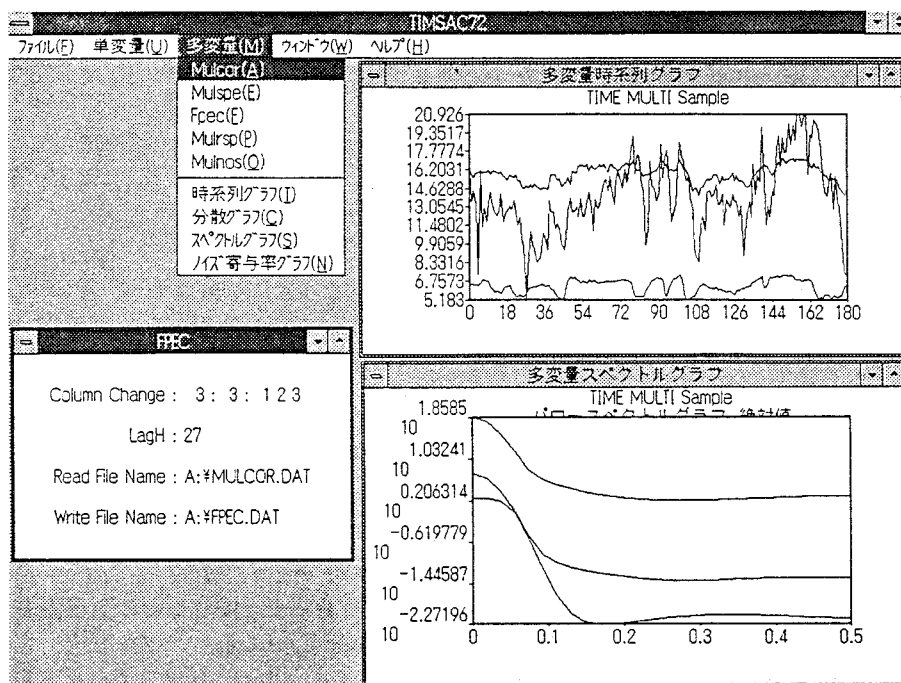


図1. MS-Windows版 TIMSAC72 の使用例.

2. 標本自己共分散から Tukey window を用いてパワースペクトル密度の推定を行う (**Auspec**)
 3. FPE 規準による AR モデルのあてはめを行う (**Fpeaut**)
 4. あてはめられた AR モデルの有理型スペクトル密度の計算を行う (**Raspec**)
- グラフ表示機能としては
1. 時系列グラフの表示を行う (時系列グラフ)
 2. 標本自己共分散のグラフ表示を行う (分散グラフ)
 3. スペクトル密度のグラフ表示を行う (スペクトルグラフ)
- 多変量時系列解析
 1. 標本自己共分散の計算を行う (**Mulcor**)
 2. 標本自己共分散から Tukey window を用いてパワースペクトル密度の推定を行う (**Mulspe**)
 3. FPE 規準による AR モデルのあてはめを行う (**Fpec**)
 4. あてはめられた AR モデルの有理型スペクトル密度の計算を行う (**Mulrsp**)
 5. あてはめられた AR モデルのノイズ寄与率の計算を行う (**Mulnos**)
- グラフ表示機能としては
1. 時系列グラフの表示を行う (時系列グラフ)
 2. 標本自己共分散のグラフ表示を行う (分散グラフ)
 3. スペクトル密度のグラフ表示を行う (スペクトルグラフ)
 4. ノイズ寄与率のグラフ表示を行う (ノイズ寄与率グラフ)

というような機能が実現されている。なお、括弧の中に書かれた名前は MS-Windows 版 TIMSAC72 のメニュー表示である。これらのメニューをマウスで選択することによりプログラムが起動する。そこで入力ファイル名、出力ファイル名など必要な情報を、自動的に出現する入力用ウィンドウから入力した後、実行を命令する。

例えば、単変量時系列の Tukey Window によるパワースペクトル密度推定およびそのグラフ表示のためには

Autcor → **Auspec** → スペクトルグラフ

の順に処理を行えばよい。また、多変量時系列に対して FPE 規準によって適当な AR モデルを選択し、そのモデルのパワースペクトル密度をグラフ表示するには

Mulcor → **Fpec** → **Mulrsp** → スペクトルグラフ

のような手順で解析を進める必要がある。この解析例を図 1 に示す。

3. UNIX 版 TIMSAC72 の使用法と特徴

MS-Windows 版 TIMSAC72 を UNIX へ移植したもの (UNIX 版 TIMSAC72 と呼ぶことにする) を起動するには UNIX のプロンプトに対して **timsac72** と入力する。すると図 2 のメインメニューが現れる。このメニューには、ファイル内容の表示およびプログラム終了のための **File**、単変量時系列解析のための **Univariate**、多変量時系列解析のための **Multivariate** の 3 個のボタンがある。**Univariate**、**Multivariate** のボタンをマウスで選択すると、図 3 のような手法選択のためのサブメニューが現れる。このサブメニューをマウスで選択することによって計算、グラフ表示などを実行することができる。

UNIX 版 TIMSAC72 では、いくつかの点で GUI が改良されているが、そのうちのひとつは、この手法選択のサブメニューで階層的な表示がなされ、プログラムの依存関係がはっきりするようにしたことである。ここで字下がりしているメニューを実行するには、それより左上にあるメニューを必ず先に実行しなければならないということを示している。例えば、

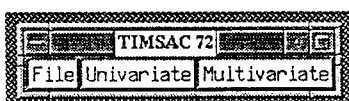


図2. メインメニュー。

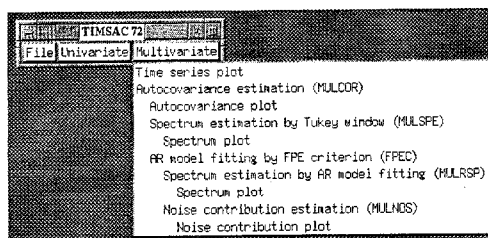
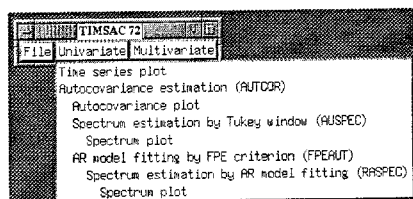


図3. Univariate, Multivariateサブメニュー。

表1. ファイル名の拡張子.

拡張子	意味
udt	単変量時系列 (Univariate DaTa) Time series plot, AUTCOR の入力
ucr	単変量時系列の標本自己共分散 (Univariate autoCoRrelation) AUTCOR の出力, Autocovariance plot, AUSPEC, FPEAUT の入力
ups	パワースペクトル密度 (Univariate Power Spectrum) AUSPEC の出力, Spectrum plot の入力
ufp	FPE 規準による AR モデルのあてはめ結果 (Univariate FPe) FPEAUT の出力, RASPEC の入力
urs	有理型スペクトル密度 (Univariate Rational Spectrum) RASPEC の出力, Spectrum plot の入力
mdt	多変量時系列 (Multivariate DaTa) Time series plot, MULCOR の入力
mcr	多変量時系列の標本自己共分散 (Multivariate autoCoRrelation) MULCOR の出力, Autocovariance plot, MULSPE, FPEC の入力
mps	パワースペクトル密度 (Multivariate Power Spectrum) MULSPE の出力, Spectrum plot の入力
mfp	FPE 規準による AR モデルのあてはめ結果 (Multivariate FPe) FPEC の出力, MULRSP, MULNOS の入力
mrs	有理型スペクトル密度 (Multivariate Rational Spectrum) MULRSP の出力, Spectrum plot の入力
mnc	ノイズ寄与率 (Multivariate Noise Contribution) MULNOS の出力, Noise contribution plot の入力

Univariateメニューでは、Time series plotはいつでも実行できるが、Autocovariance plotによって標本自己共分散のグラフを描くには、その前に Autocovariance estimation (AUTCOR) を選択して標本自己共分散の値を計算しておかなければならないことを表している。また、Multivariateメニューにおいてノイズ寄与率のグラフを描くための Noise contribution plot を実行する前には

MULCOR → FPEC → MULNOS

の順序で解析が進んでいなければならないことがわかる。

ところで、すべてのプログラムにはデータを入力するためのファイル名、計算結果を出力するためのファイル名を指定しなければならない。これをメニューの階層構造と整合させるためにファイル名の最後のピリオドより後の部分（拡張子）に表1のような意味を与えることにした。こうすると、入力、出力ファイル名の選択が容易になる。例えば、AUTCORでは、入力ファイルは拡張子 udt を持つものだけを考えればよい。そこで UNIX 版 TIMSAC72 では AUTCOR を起動すると入力ファイルとしてはこの拡張子を持つファイルを選択できるように自動的に選択ウィンドウが開くようになっている。ここで例えば work.udt を選んだとすると、出力ファイル名としては自動的に work.ucr が与えられる。また、続いて Autocovariance plot を実行すると入力ファイル名は、直前に出力された work.ucr、出力ファイル名としては work-ucr.ps が既定値となる。この出力ファイル名はデータ名を示す work、計算結果の種類をあらわす ucr、グラフをファイルに格納するときに PostScript 形式を用いたことを示す拡張子 ps から作られている。

このように UNIX 版 TIMSAC72 では、ユーザーが指定しなければならないものについては、できるだけ妥当なものを既定値として与えるようにしてある。ファイル名の他には、例えば、標本自己共分散の計算のためには最大ラグを指定しなければならないが、その値の既定値

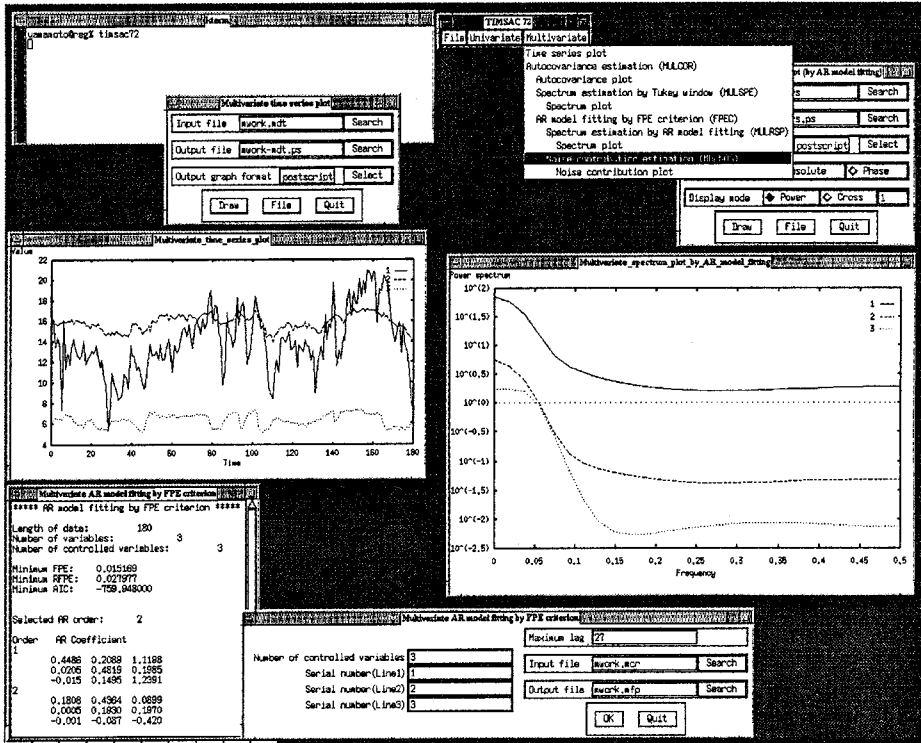


図4. UNIX 版 TIMSAC72 の使用例.

としては、 $2 \times \sqrt{\text{データ長}}$ に近い整数が入っている。

解析の最初に用いるデータを格納するファイルは MS-Windows 版 TIMSAC72 と同じ形式のテキストファイルである。例えば、単変量時系列解析のためには 1 行目にはファイルの識別のための記号 (**TIME UNI**) を、2 行目には任意のコメントを、3 行目にはデータの長さを、4 行目以下にはデータを時間の順にスペース、タブ、改行のどれかで区切りながら並べたものを、拡張子 **udt** を最後につけたファイル名で用意すればよい。前章と同じ例を UNIX 版 TIMSAC72 で解析している様子を図 4 に示す。

4. UNIX 版 TIMSAC72 の実装

UNIX 版 TIMSAC 72 ではメニューやファイル選択などの GUI を MS-Windows 版 TIMSAC72 を参考にして Tcl/Tk を用いて作成した。数値計算を行う部分は MS-Windows 版 TIMSAC72 の C++ プログラムをわずかに変更して一つの実行ファイルにまとめるようにした。この実行ファイルに引数 (入力ファイル名など) を与えることによって結果を得ることができるが、実際の操作は Tcl/Tk によるメニュープログラムが行う。また、グラフを描くときには、計算結果を GNUPLOT のプログラムの形になるように整形し、それを GNUPLOT プロセスの入力として与える。

Tcl/Tk は、Ousterhout (1994) によって開発されたフリーソフトウェアであり、われわれ

が使用したバージョンは、Tcl7.3 および Tk3.6 である。西中 他 (1994) により日本語化も行われているが、UNIX 版 TIMSAC72 では日本語を使っていないので必ずしもこれを用いる必要はない。

Tcl (Tool Command Language) は、アプリケーションを拡張、制御するために作成されたインタプリタ言語であるが、構文が簡単で習得しやすいことが特徴である。すなわちプログラムは複数のコマンドから構成され、各コマンドは

コマンド名 引数₁ 引数₂ 引数₃ ...

の形式をとる。もちろん手続きを定義することも簡単にできる。またサブプロセスの起動ができ、それとの通信のためにパイプを利用することもできる。Tk (Tool Kit) は、X Window System の機能を容易に利用できるようにするための環境であり、Tcl の拡張として使うことが多い。GUI を簡単に作成できるようなウィジェットと呼ばれる部品が提供され、例えば押しボタンを提供する button, グラフィックスを描くための場所を与える canvas, 他のウィジェットを配置するパネルを与える frame など 14 種類のものがある。これらを組み合わせることにより、比較的簡単に見栄えのよい GUI が作成できる。

X Window System は現在では UNIX 上の標準ウィンドウシステムであり、どのシステムでも稼働すると言ってよい。もともとのソースコードは公開されており、開発者の非営利企業である X Consortium, Inc. から入手できる。

グラフ描画のために用いた GNUPLOT は、Williams and Kelley (1993) により 1986 年から配布され始めたフリーソフトウェアであり、その後多くの人々により改良されてきた。コマンドを対話的に与えることも、ファイルにプログラムとしてまとめたものを与えることもできる関数描画プログラムであり、グラフの表示、印刷のためのツールとして強力である。標準で利用できる出力形式も X Window 出力用、PostScript 言語、LaTeX の picture 形式をはじめとして非常に豊富である。

現在のバージョンの GNUPLOT3.5 では、X Window で同時に扱える出力ターミナルウィンドウが 1 つだけである。2 種類以上のグラフを同時に描いて比較するようなことが面倒であるので、われわれは複数の出力ターミナルウィンドウが同時に扱えるようにするための簡単な変更を加えた。

すべてのプログラムのコンパイルには GNU CC を用いた。GNU CC は Free Software Foundation によって開発された C, C++, Objective C 言語のコンパイラである (Stallman (1994))。無料で使用できるうえ性能が優秀で多くのシステムに移植されているので利用者が多い。

われわれが開発に利用し、動作を確認している UNIX システムは SUN OS 4.1.x または Solaris 2.4, BSD/386 1.1, Linux (slackware 2.2), FreeBSD 1.0.2 であるが、その他のシステムでも (そのまま、またはごくわずかの変更で) コンパイルできるだろう。

UNIX 版 TIMSAC72 は統計数理研究所の anonymous FTP サイトから入手できるようにする予定である。

5. おわりに

TIMSAC パッケージシリーズは、TIMSAC72 の後も統計数理研究所から TIMSAC74, TIMSAC78, TIMSAC84 と発表されており、すでに多くの研究者によって利用されている実績のある Fortran 時系列解析プログラム集であるといえる。しかし、ユーザーインターフェー

スについてはほとんど考慮されておらず、専門家以外には“敷居の高い”パッケージであろう。

MS-Windows 版 TIMSAC72 は TIMSAC シリーズの中ではじめて GUI を採り入れ、パッケージとしての操作性を改良したものである。統計学の普及啓蒙活動のひとつとして TIMSAC のような解析プログラムのよい意味での“大衆化”をはかることは重要なことであろう。その場合、使いやすいことに加えて“誤用を招きにくい”ものを開発することが必要である。UNIX 版 TIMSAC72 の GUI はそのためのひとつの試みである。

しばらく前まで GUI のプログラミングは面倒なものであり計算機の専門家だけに可能なものであった。したがって計算機を専門としない研究者が GUI を自分自身で希望どおりに作成することは困難であった。しかし、現在では利用できる適当なツールを使えば比較的容易に美しい GUI を誰もが開発することができる。本研究においても頻繁に GUI の変更と改良を行ったが、それらは（以前のわれわれの経験と比較して）非常に簡単であった。統計パッケージの作成とユーザーインターフェースの研究において Tcl/Tk, GNUPLOT などのような優れたツールを利用することの有用性を示すことができたと思う。

謝 辞

本研究で利用させていただいたソフトウェア（TIMSAC72, MS-Windows 版 TIMSAC72, GNU CC, X Window System, Tcl/Tk, GNUPLOT など）の開発者の方々に深く感謝したい。本研究は統計数理研究所共同研究（6-共研 A-25）として行われた。

参 考 文 献

- 赤池弘次, 中川東一郎 (1972). 『ダイナミックシステムの統計的解析と制御』, サイエンス社, 東京.
- 西中芳幸, 石曾根信, 酒匂 寛 (1994). Tcl/Tk の日本語化, *Japan UNIX Society News Letter*, Winter, 41-50.
- Ousterhout, J. K. (1994). *Tcl and the Tk Toolkit*, Addison-Wesley, Reading.
- Stallman, R. M. (1994). *Using and Porting GNU CC (for Version 2.6)*, GNU CC パッケージに含まれるマニュアル, 多くの anonymous FTP サイト (例えば prep.ai.mit.edu) からダウンロード可能.
- Williams, T. and Kelley, C. (1993). *GNUPLOT: An Interactive Plotting Program*, GNUPLOT3.5 パッケージに含まれるマニュアル, 多くの anonymous FTP サイト (例えば prep.ai.mit.edu) からダウンロード可能.

Porting TIMSAC72 for MS-Windows to UNIX

Yoshikazu Yamamoto

(Tokushima Bunri University)

Junji Nakano

(Hitotsubashi University)

Yoshiyasu Tamura

(The Institute of Statistical Mathematics)

TIMSAC72 package is a group of Fortran programs for analyzing stationary time series. In 1993, some of these programs were rewritten and assembled as TIMSAC72 for MS-Windows. It has unified GUI (Graphical User Interface) based on widely used Microsoft Windows for personal computers.

We port TIMSAC72 for MS-Windows to UNIX, which is a standard operating system for workstations. We also improve the GUI of this version (TIMSAC72 for UNIX). Menus for selecting statistical methods are arranged in hierarchical forms to show their dependencies clearly. Specific extensions are used for input and output file names to identify statistical methods which use them. We give adequate default values for required user inputs according to the process of analysis.

In developing TIMSAC72 for UNIX, we use some freely available software tools. Tcl/Tk is used for building GUI. Tcl is a simple but powerful script language and Tk is used as its extensions to utilize the functions of the X Window System. We also use GNUPLOT, an excellent command-driven plotting program, for drawing graphs. These tools reduce our programming work considerably, and make the system highly portable for many UNIX machines.