

# 視聴覚的情報検索システムについて

統計数理研究所 田 村 義 保  
東京大学物性研究所 山 田 貢 己  
東京工業大学 蓬 萊 尚 幸

(1985年4月 受付)

## 1. 序

昭和55年度から59年度までの5ヶ年間で、統計数理研究所の特別研究「大量時系列データの統計的情報処理に関する研究」の方針に基づき作製されてきた“視聴覚的情報検索システム”がほぼ完成したので、その概要について報告する。使用法についての詳細は、使用手引書（第一版）（田村，山田，蓬萊（1985））を参考にして欲しい。ここでは、いくつかの、本システムの特徴を顕著に顕している応用プログラムについて説明するに止める。

本システムの最大の特徴、利点は、時系列データの時間変化の様子を、オシロスコープに出力することにより、瞬時に知ることができる点にある。（濱田（1982））本システムを用いることにより、磁気テープ等にデジタル記録された時系列データを、D/A変換により、アナログ信号になおし、オシロスコープに表示することができる。また、信号の任意の部分を取り出すために、ウィンドウを設定でき、ウィンドウの範囲に入ったデータのみを、解析に使うことができるようになってきている。ウィンドウもオシロスコープ上に表示される。アナログ信号は同時に、音声出力としてとりだすこともできるので、非定常時系列データの時間変化の様子を調べるときに、音の変化の情報を用いることも可能である。

構成図を図1に示すが、この図でわかるように、入出力機器を豊富に持っており、また各計算機間のファイル転送のためのネットワークシステムもあわせ持っているので、いろいろな状況に対応できるシステムになっている。共同利用できるシステムとして、研究所外の研究者にも利用の道を開く予定である。

## 2. ハードウェアについて

図1に示すような構成になっている。各計算機を中心に、使用目的および機能を説明する。

### (1) 16ビットコンピュータ AICOM-C6

- (a) 本システムの中核となる計算機である。次節で説明するソフトウェアはすべて、この計算機上で走るものである。
- (b) IBMフォーマットの磁気テープ装置を2台有している。他の計算機を使っている研究者とのデータ交換のために用いる。
- (c) データの変化の様子を、オシロスコープに出力するためのモニタ装置が、接続されている。
- (d) 作図用のXY-プロッタ、およびグラフィックディスプレイも接続されている。

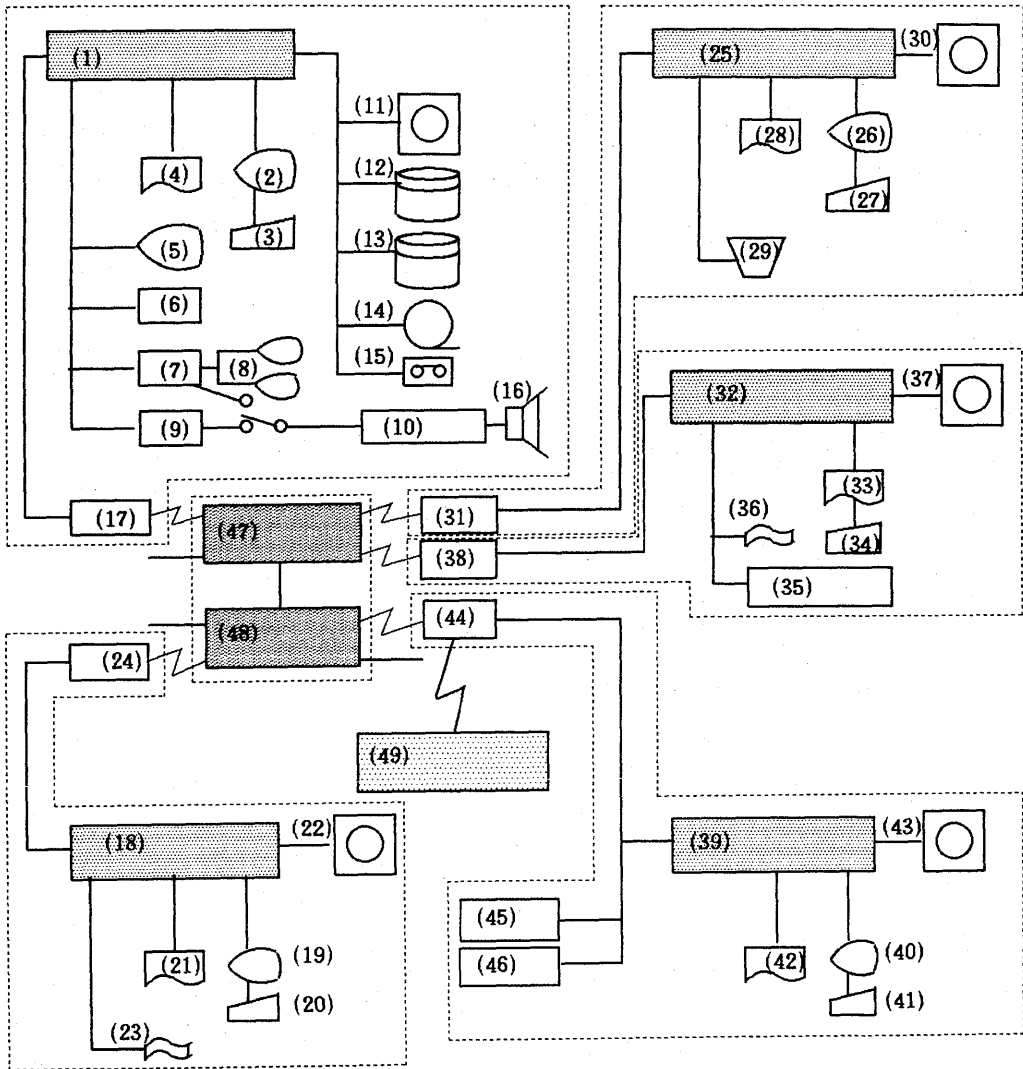


図1. 視聴覚的情報検索システムハードウェア構成の説明

- (1) AICOM-C6 CPU (2) VDT (3) キーボード (4) ラインプリンタ (5) グラフィックディスプレイ (6) XY-プロッタ (7) D/A コンバータ (8) オシロスコープ (9) D/A コンバータ (10) アナログフィルター/アンプ (11) 8" 片面単密フロッピーディスク×2 (12) 5MB 固定ディスク (13) 5MB カートリッジディスク (14) 1600/800BPI 磁気テープ装置×2 (15) デジタルカセット (16) スピーカ (17) RS-232C (18) AIDACS-3000 CPU (19) VDT (20) キーボード (21) ドットプリンタ (22) 8" 片面単密フロッピーディスク×2 (23) 紙テープリーダ/パンチャー (24) RS-232C (25) ソード M223-V CPU (26) グリーングラフィックディスプレイ (27) キーボード (28) ドットプリンタ (29) 手動制御入力装置 (30) 8" 両面倍密フロッピーディスク×2 (31) RS-232C (32) AIDACS-2000 CPU (33) テレタイプ (34) キーボード (35) A/D コンバータ (36) AIDACS-20000 (37) 紙テープリーダ/パンチャー (38) 8" 片面単密フロッピーディスク×2 (39) RS-232C (39) ソード M68 CPU (40) カラーグラフィックディスプレイ (41) キーボード (42) 24×24 漢字プリンタ (43) 5" 両面高密フロッピーディスク (44) RS-232C B チャンネル (45) RS-232C A チャンネル (46) GPIB (47) SN-110 #1 (ネットワークノード) (48) SN-110 #2 (49) HITAC M-280H (ホストコンピュータ)

## (2) 8ビットコンピュータ AIDACS-2000

- (a) A/D変換器 AIDACS-20000の制御をするための計算機である。A/D変換されたデータを、ローカルエリアネットワークを介して、AICOM-C6に送り込むことにより、アナログデータしかないような場合でも、解析のために、本システムを有効に用いる事ができる。

## (3) 8ビットコンピュータ AIDACS-3000

- (a) AICOM-C6の補助入出力用の計算機である。ソースファイルを作成してから、AICOM-C6に転送することが可能なので、AICOM-C6の負荷を減らすのに役に立つ。  
(b) 紙テープリーダー/パンチャーが接続されている。紙テープに入れられたデータを解析するために、視聴覚的情報検索システムを用いることができる。

## (4) 8ビットコンピュータ SORD M-223

- (a) 赤池, 中川 (1972) のプログラムを, 入出力部分を中心に改訂したプログラム (システム総合開発 (1982)) が納められている。短いデータの時系列解析を行うのに便利である。

## (5) 16/8ビットコンピュータ SORD M-68

- (a) 大型計算機との通信, および本システム内のローカルエリアネットワークの制御用の計算機である。ネットワークを用いて計算機間のファイル交換や, 大型計算機とのファイル交換を, 可能にすることは, 本システムの利用率を, 飛躍的に高めているものと思われる。

### 3. ソフトウェアについて

本節では, 主な応用プログラムについて説明する。使用する際の詳しい手続きについては, 使用手引書 (田村, 山田, 蓬萊 (1985)) を参照して欲しい。各プログラムは, スタンドアローンで走るので, 個々に用いる事ができる。本節で説明するプログラム群を用いて, 次々に, 一連の統計処理をしたい時は, 図2を参考にして欲しい。例えば, 一次元時系列データが与えられた時, データの時間変化のしかたを, 知りたい時は, 3.1. の INTMON のみ用いればよい。データの変化の様子を見て, 一階差分をとってから, スペクトルを求めたいと思ったならば, 3.2. の PROCE2 を用いて, データの一階差分をとった後, 結果を 3.3. の PROCED の入力として使い, スペクトルを求めればよい。この例の場合の処理の流れを, 図2に太い実線で表した。

#### 3.1. INTMON

目的: 多次元時系列データの時間変化の様子を, オシロスコープに表示 (音声として出力することも, 画面表示と音声出力を同時に行うことも可, 以下同じ) させるためのプログラムである。

機能: ① 磁気テープ等に記録されている多次元時系列データ (次元数×各変数のデータ長は 100,000 以下) を読み込む。② 4変数分, 各変数 2048 点ずつ同時に, オシロスコープに表示させる。

特徴: データの時間変化のグラフを, ラインプリンタや XY-プロッタに出力させて見ることの煩雑さから解放され, 能率的に時間変化の様子を知ることができる。

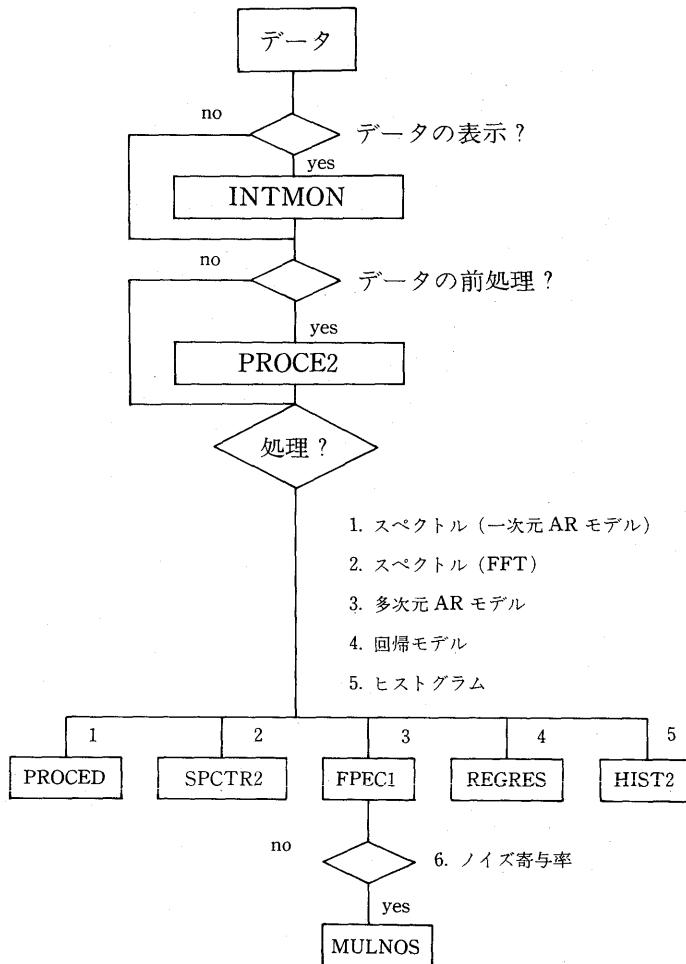


図2. 応用ソフトウェア群の構成

### 3.2. PROCE2

目的: 磁気テープ等に記録されている大量の一次元時系列データ(約40,000個まで)の編集, および統計的処理を, 能率的に行うためのプログラムである。

機能: ① データの表示 (VDT (キャラクター・ディスプレイ端末) への数値表示, またはオシロスコープへのグラフ表示) をする。② データのコピー, または変換 (任意の間隔での標本抽出, 移動平均あるいは階差の計算) を行う。③ データをキーボードより入力する。

特徴: ① データの変換用のバッファとして, 2つの配列を自由に使うことができる。② オシロスコープへの表示は, 部分的にスケールを変えて観察することが可能である。③ 操作の順序は任意でよく, 15のコマンドを駆使して作業が進められる。④ H (ヘルプ) コマンドで各コマンドの使い方を常時, 表示させることができる。

### 3.3. PROCED

目的：磁気テープ等に入った一次元時系列データの、パワースペクトルを求めるためのプログラムである。

機能：① 一度にデータの中の 2048 点を、オンロスコープに表示し、その中から 1024 以下の長さをもつ任意の部分を選びだし、AR モデルを用いて、パワースペクトルを求めることができる。② 求めたパワースペクトルを、XY-プロッタかグラフィック端末のいずれかに表示することができる。

特徴：① 同一のデータで、選び出す場所を変えて、繰り返し解析できるようになっている。この特徴を利用すると、非正常データを扱う時に、解析する部分を少しずつ変えることができ、スペクトルの変化する様子を、大まかにつかむのに役立てることができる。

### 3.4. SPCTR2

目的：磁気テープ等に記録されている多次元時系列データ(各変数のデータ長は 5,000 以下)の統計処理のためのプログラムである。

機能：① スペクトル、クロススペクトル、コヒーレンス、フェーズ、自己相関関数、相互相関関数等を求める。② 本システムに備わっている種々の出力デバイスに、図表を出力する。

特徴：① 入力データは、2 バイト整数、4 バイト整数、4 バイト実数、8 バイト実数のいずれでもよい。② FFT 法を用いている。③ スペクトルウィンドウとしてハミングウィンドウ、赤池ウィンドウ等、5 種類のもので、用意されている。④ 出力として、グラフ出力(グラフィックディスプレイ、XY-プロッタ)、あるいは数値出力(VDT、ラインプリンタ)を選ぶことができる。

なお、本プログラムは日野(1977)のプログラムを参考にして、AICOM-C6 用に機能を拡張したものである。

#### 3.5.1. FPEC1

目的：多次元時系列データを解析するためのプログラムである。赤池、中川(1972)に、記載されている時系列解析用プログラムパッケージ TIMSAC-72 の、MULCOR と FPEC を、AICOM-C6 用に結合し、移植したものである。

機能：① 磁気テープ等に記録された多次元時系列データ(10 変数以下、各変数のデータ長は 2,000 以下)を読み込む。② 制御用モデル、および多次元自己回帰モデルのあてはめを行う。③ 得られた AR 係数を、フロッピーディスクに格納する。

#### 3.5.2. MULNOS

目的：3.5.1. で求めた AR 係数を用いて、ノイズの相対寄与率を求めるためのプログラムである。TIMSAC-72 (赤池、中川(1972)) の MULNOS を、移植したものである。

機能：① FPEC1 の出力データを、フロッピーディスクから読み込む。② 予測誤差のホワイトノイズの成分間に相関がないとして、各変数のパワースペクトルへの、各ノイズ源の相対寄与率を求める。③ 結果をラインプリンタに出力する。

以上の時系列解析関係の応用プログラムの他に、回帰分析プログラム REGRES、ヒストグラム自動描画プログラム HIST2 も用意されている。次に、これらを説明する。

### 3.6. REGRES

目的：回帰分析を行うためのプログラムである。坂元，石黒，北川（1983）に記載されている回帰分析プログラム（REGRES）を，移植したものである。

機能：① 説明変数の個数を $K$ ，説明変数を $x_i$  ( $i=1, 2, \dots, K$ ) とした時，このプログラムは， $K+2$  個のモデル

MODEL (-1)	: $y = \varepsilon$
MODEL (0)	: $y = a_0 + \varepsilon$
MODEL ( $x_1$ )	: $y = a_0 + a_1x_1 + \varepsilon$
MODEL ( $x_1, x_2$ )	: $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \varepsilon$
•	•
•	•
•	•
MODEL ( $x_1, x_2, \dots, x_k$ )	: $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_kx_k + \varepsilon$

の各々のパラメータの推定値，およびモデルに対する AIC の値を計算する。但し， $\varepsilon$  はホワイトノイズである。

### 3.7. HIST2

目的：ヒストグラムの自動描画を行うためのプログラムである。坂元，石黒，北川（1983）に記載のプログラム CATDAP-11 を，AICOM-C6 に移植したものである。移植の際に，多くの機能の強化をはかり，特殊な分布を持つデータを扱っても，異常動作を起こさないような工夫がなされている。

機能：① 任意のデータに対して，最適なヒストグラム，あるいは，あらかじめ決められた書式を満たすヒストグラムを，自動描画する。② 良好なヒストグラムを与えるモデルの一覧表を印刷する（50 個まで）。③ ヒストグラム，良好なヒストグラムモデル一覧表，そして入力データは，すべて，VDT，グラフィック端末，XY-プロッタのいずれかに出力，または描画させることができる。

特徴：① プリンタなどに出力させないで，データの分布の様子を，ヒストグラムにして見るための手軽で便利なソフトウェアである。

## 4. その他の応用プログラム

前節で説明しなかった応用ソフトウェアの一部に，次の様なものがある。

- NONST TIMSAC-74 (Akaike et al. (1975)) の尾崎による非定常時系列データ解析用プログラムを，モニタ装置を有効に使えるように，改良したものである。このプログラムについては，すでに報告したので（濱田（1982））参考にして欲しい。
- BAYSEA 赤池，石黒（1980）による季節調整用プログラムを，AICOM-C6 に移植したものである。
- TWOWAY 坂元，石黒，北川（1983）の最適な 2 次元分割表を探索するためのプログラムを，AICOM-C6 用に移植したものである。
- VARMOD 同じく坂元，石黒，北川（1983）に記載されている分散分析モデルをあてはめるためのプログラムを，AICOM-C6 用に移植したものである。

- TOKEI2 モニタ装置を用いて、大量のデータから任意の部分を抽出し、平均と分散を計算するためのプログラムである。
  - SPCTR1 Blackman-Tukey法を用いて、スペクトルを計算し、図表を出力するためのプログラムである。  
これらの他に、ユーティリティプログラムとして
  - XYPLOT/R グラフィック端末やXY-プロッタを使うためのサブルーチンライブラリ。
  - WRTDT3, EDD3, MERGE3 各種プログラムの為のデータの作成、編集、連結をするためのプログラム。
- 等が用意されている。また、プログラム開発の補助用に、次のようなライブラリが拡充されつつある。
- HENKN 実数を文字コードに変換するためのユーティリティである。XY-プロッタ等に、数値を表示させるのに便利である。
  - MTRDWR 磁気テープにバイナリデータを書いたり、またテープから読んだりするためのパッケージである。
  - REAL8 8バイト実数型配列演算を高速に行うための、アセンブラで書かれたパッケージである。
  - REAL4 REAL8の4バイト実数版である。
  - FILE ディスク上のファイル操作を容易にするためのパッケージである。
- これらの他に、ローカルエリアネットワークを形成するために、計算機間の通信用プログラムもいくつか用意されている。(田村, 蓬萊(1985))

## 5. おわりに

ソフトウェアの面から見るとまだまだ十分ではないが、著者らが使用した限りでは大量のデータの特性を、能率的に、短時間で知りたい時に便利なシステムであると感じる。大型計算機で解析する前に、データの特性を、あらかじめ知っておくことは、計算時間の短縮につながるものと思われる。大量のデータをかかえて困っている人に、利用して頂きたい。利用希望者が続出することを祈って、結びとする。

## 謝 辞

本研究は、「大量時系列データの統計的情報処理に関する研究」の一部としてなされてきた。本研究の提案者であり、また、本システム作製に際し、数々の助言を頂いた赤池弘次教授に感謝する。また、研究開始時に、ソフトウェア開発の協力を受けた矢田誠司氏(現在日本電気勤務)に謝意を表す。有益な助言を下された査読者と編集委員に感謝する。

## 参 考 文 献

- Akaike, H. and Ishiguro, M. (1980). A Bayesian Seasonal Adjustment Program, *Computer Science Monographs*, 13, The Institute of Statistical Mathematics.
- Akaike, H. et al. (1975). A Time Series Analysis and Control Program Package, *Computer Science Monographs*, 5, 6, The Institute of Statistical Mathematics.
- 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.
- 濱田義保(1982). 視聴覚的情報検索システムの時系列情報処理への適用, 統計数理研究所彙報, 29巻2号, 71-

76.

- 日野幹夫 (1977). スペクトル解析, 浅倉書店, 東京.
- 坂元慶行, 石黒真木夫, 北川源四郎 (1983). 情報量統計学, 共立出版, 東京.
- システム総合開発 (1982). SILTAC 使用手引書, システム総合開発, 東京.
- 田村義保, 山田貢巳, 蓬萊尚幸 (1985). 視聴覚的情報検索システム使用手引.
- 田村義保, 蓬萊尚幸 (1985). パーソナルコンピュータの通信 (投稿中).



## On an Audio-visual Information Processing System

Yoshiyasu-Hamada Tamura

(The Institute of Statistical Mathematics)

Miki Yamada

(The Institute of Solid State Physics, The University of Tokyo)

Hisayuki Horai

(Tokyo Institute of Technology)

An audio-visual information processing system of which construction was originally proposed by H. Akaike in 1980 is now ready for general use. The instruments attached to this system, such as oscilloscopes and loudspeakers, enable us to examine the characteristics of large-scale data through the senses of sight and hearing. The main control program named INTMON reads a set of data from a magnetic tape and converts it into streams of analog signal to be seen on the screens of the oscilloscopes and/or heard through the loudspeakers. Variations of characteristics of the data can easily be recognized with the aid of this system.

Some support programs for simple data processing are also included: for example, for calculating moving averages or power spectra, drawing histograms with automatic optimal stratification, and so on. It is noted that the variable window which can be seen on the screen of oscilloscope helps us to select a part of data to be analysed. Some of support programs are conversions of the programs contained in TIMSAC-72 and others are adaptations of the programs due to Sakamoto et al. ("AIC Statistics", 1983, Kyouritu-Shuppan, in Japanese: English version, to appear, 1986, Reidel)