文 献 紹 介

72-14 DATRAN のデータ伝送網

C. R. Fisher (Chairman): DATRAN-Data Transmission Network 〔Int Conference on Communications '71, Session 23, (June. 1971)〕 Key: data communications, data network

1969年に FCC (Federal Communications Commission) に新しいデータ網の建設の認可を申請し，それに対する FCC の態度が注目を集めたことで知られる Data Transmission 会社 (DATRAN) のデータ伝送網に関する技術的な紹介が，1971年の International Conference on Communications でなされた．DATRAN の C. R. Fisher が議長のこの Session では次の6編の論文が発表されている．

C. R. Fisher: Introduction to the DATRAN Switched Digital Data Network

W. A. Sullivan: High-Capacity Microwave System for Digital Data Transmission

W. L. Eddy: Time Division Multiplyer Design for DATRAN Digital Network

R. A Bina: Design Aspects of a Circuit Switching System for a National Digital Network

W. H. Smith: Design Consideration for a Combined Radio-Wire Line Local Distribution Network

R. A. Bondurant: An Evaluation of Synchronization Methods for the DATRAN System

DATRAN 網の特徴を列挙すると，

(1) 全米の 35 の大都会エリアをサンフランシスコからヒューストンまで下がり，ミネアポリスまで上り，ついでアトランタに下り，最後にボストンまで上るW字形の回線で結ぶ．

(2) 伝送形式は時分割ディジタル伝送で初期には 4800 ボーの全二重回線が 4000 回線分の容量をもつ．

(3) 交換局としては加入者を収容する district office と網を制御する regional office からなり，すべての district office は全 regional office につながる．

(4) 接続に要する時間は3秒以下でスイッチにはリードリレーを使用している．

(5) 交換機はデュアルシステムで，プロセッサおよび周辺機はスタンバイを有する．制御はソフトウエア制御を使用する．

(6) 主記憶は磁気コアで，バックアップには固定ヘッドの磁気ディスクを使用する．課金情報と統計データは磁気テープに記憶する．

(7) 回線の誤り率は 10^{-7} を目標とする．

(8) 課金の単位は6秒周期とし，地域的なレートと全国的なレートの2種類のみとする．料金請求は基本料金と使用料金を加えたものとする．

(9) 番号計画は7桁の均一番号とする．最初の3桁で所属する市を示し，後の4桁を加入者番号とする．短縮ダイヤルは4種類あり，0桁から3桁までである．0桁は特定の相手を呼び出す場合でクレディトのチェックのための端末機などに使用する．

(釜江尚彦)

72-15 バイナリー・サーチを用いるファイルの効率よい構成

C. V. Ramamoorthy & Yeh-hao Chin: An Efficient Organization of Large Frequency-Dependent Files for Binary Searching 〔IEEE Trans., Vol. C-20, No. 10, pp. 1178～1187 (Oct. 1971)〕 key: access time, binary search, cost of memory type, frequency of usage, frequency partition file, mean frequency, memory hierarchy, saturated file

大きなファイルから特定の情報を検索するのはいまだにおそい．解決策は並列にアクセスできるメモリを使用することのみにあるのではなく，効率のよい検索技術の開発にもある．

サブファイルでの使用頻度がわかっている大きなファイルを考え，バイナリー・サーチによって個々の item を捜すための検索数が最小になるようなファイルの構成を検討する．手順は次のとおりである．

使用頻度で分けられたサブファイル (F_1, F_2, …, F_M) が与えられると，飽和サブファイル (S_1, S_2, …, S_m) を決定できる．ここで，$m \leq M$ であり，整数 j

を $2^j-1 \geq n_i$ から求めると，S_i は F_i の item 数を n_i から $s_i=2^j-1$ に増すことによって得られる．

一つの item をみつけ出すために，最初に飽和サブファイル S_1 をバイナリー・サーチする．S_1 にあれば終了し，なければ S_2 にいきバイナリー・サーチする．….

この論文では，最初にファイルが使用頻度で分けられた二つのサブファイルからなりたっているときの飽和ファイルを決定する問題を解き，M 個のサブファイルの場合にはこれをくり返して飽和ファイルを決定する．その結果，一つの item を捜すための検索数がこれ以上改善できなくなるまで減らされる．

計算機システム中にファイルを保持するために，最適な記憶階層を設計するという実際的な問題を解く手法を展開する．いろいろな種類のメモリの大きさと使用頻度によって分けられたファイルの配置が，記憶システムのコストに対して，item 全体のなかから一つの item をみつけ出す平均時間が最小になるように決定される． (国分明男)

72-16 常微分方程式の自動積分法

C. W. Gear: The Automatic Integration of Ordinary Differential Equations〔Comm. ACM, Vol. 14, No. 3, pp. 176-179 (March. 1971)〕Key: differential equations, stiff equations, integration, step control, order control

CR Categories: 5.17

この論文は，常微分方程式の差分近似による積分に対して，局所打切誤差の限界を与えたときの，最大のきざみと最適の次数を捜すアルゴリズムを述べている．特に，Adams-Bashforth 法 (AB 法) と stiff equation に適する法 (Gear 法) について述べている．

p 次の AB 法の予測子修正子公式は，

$$y_{n(0)}=y_{n-1}+\sum_{i=1}^{p}\beta_i hy'_{n-i}$$

$$y_{n(m+1)}=y_{n-1}+\beta_0{}^*f(y_{n(m)},\ t_n)+\sum_{i=1}^{p-1}\beta_i{}^*hy'_{n-i}$$

によって与えられる．

$$\boldsymbol{y}_n=[y_n,\ hy'_n,\qquad,\ hy_{n-p+1}]^T$$

$$\boldsymbol{y}_{n(m)}=[y_n,\ hy'_{n(m)},\ hy'_{n-1},\cdots,\ hy'_{n-p+1}]^T$$

ただし，$y'_{n(m)}=f(y_{n(m-1)},\ t_n)$

とおけば，(n によらない) 適当な行列 B により，上の公式は，

$$\boldsymbol{y}_n=B\boldsymbol{y}_{n-1}$$

$$\boldsymbol{y}_{n(m+1)}=\boldsymbol{y}_{n(m)}+\boldsymbol{C}F(\boldsymbol{y}_{n(m)})$$

ただし，$\boldsymbol{C}=[\beta_0{}^*,\ 1,\ 0,\cdots,\ 0]^T$

$$F(\boldsymbol{y}_{n(m)})=hf(y_{n(m)},\ t_n)-hy'_{n(m)}$$

と書ける．$(y'_{n-p+1},\cdots,\ y'_n)$ に対するたかだか $p-1$ 次の補間多項式の k 階の微係数 $y_n{}^{(k)}$ を使って，

$$\boldsymbol{z}_n=[y_n,\ hy'_n,\cdots,\ h^py_n{}^{(p)}/p!]^T$$

とおくと，$\boldsymbol{z}_n$ は $\boldsymbol{y}_n$ の一次変換になり，n によらない行列 Q によって，

$$z_n=Q\boldsymbol{y}_n$$

と書ける．上の公式から，

$$\boldsymbol{z}_{n(0)}=QBQ^{-1}\boldsymbol{z}_{n-1}$$

$$\boldsymbol{z}_{n(m+1)}=\boldsymbol{z}_{n(m)}+\boldsymbol{l}F(Q^{-1}\boldsymbol{z}_{n(m)})$$

ただし，$\boldsymbol{l}=Q\boldsymbol{C}$

さらに，$F(Q^{-1}\boldsymbol{z}_{n(m)})=F(\boldsymbol{z}_{n(m)})$ に注意すれば，

$$\boldsymbol{z}_{n(M)}=\boldsymbol{z}_{n(0)}+\boldsymbol{l}\left\{\sum_{i=0}^{M}F(\boldsymbol{z}_{n(i)})\right\}$$

が得られる．これを N 元一階連立形に適当する．

$K=p+1$ として，$\boldsymbol{l}$ を $A(1)$ から $A(K)$ に入れる．第 I 従属変数 $\boldsymbol{z}$ の第 J 成分を $Y(I,\ J)$ に入れる．

$\mathrm{YMAX}(I)=\max_{J}|Y(I),\ J)|$ とおくと思われる

修正過程を M 回で打ち切ったとして，第 I 従属変数に対して，

$$\mathrm{ERROR}(I)=\sum_{i=0}^{M}F(\boldsymbol{z}_{n(i)})$$

とおくと，

$$\boldsymbol{z}^K{}_{n(m)}=\boldsymbol{z}^K{}_{n(0)}+\mathrm{ERROR}(I)*A(K)$$

と書けるから，

$$h^{p+1}y_n{}^{(p+1)}/p!\sim\mathrm{ERROR}(I)*A(K)$$

したがって，局所打切誤差の限界に対して，

$$\varepsilon^2\geq\sum_{I=1}^{N}(C_{p+1}h^{p+1}y_I{}^{(p+1)}(t_n)/\mathrm{YMAX}(I))^2$$

$$\sim\sum_{I=1}^{N}C_{p+1}*\mathrm{ERROR}(I)*p!*A(K)/\mathrm{YMAX}(I))^2$$

となる．そこで，

$$E=(\varepsilon/C_{p+1}*A(K)*p!)^2$$

$$D=\sum_{I=1}^{N}(\mathrm{ERROR}(I)/\mathrm{YMAX}(I))^2$$

とおいて，次の値を計算する．

$$PR2=1.2(D/E)^1/2^{(p+1)}$$

同様の考え方で，

$$\mathrm{EDWN}=(\varepsilon/C_p*p!)^2$$

$$\hat{D}=\sum_{I=1}^{N}(Y(K,\ I)/\mathrm{YMAX}(I))^2$$

とおいて，

$$PR1=1.3(\hat{D}/\mathrm{EDWN})^{1/2p}$$

$$\mathrm{EUP}=(\varepsilon/C_{p+2}*A(K)*p\,!)^2$$

$$\tilde{D}=\sum_{I=1}^{N}(\mathrm{VERROR}(I)/\mathrm{YMAX}(I))^2 .$$

とおいて，

$$PR3=1.4(\tilde{D}/\mathrm{EUP})^{1/2(p+2)}$$

を計算する．ここで 1.2 は $h^{p+1}y_I^{(p+1)}(t_n)$ を ERROR $(I)*A(K)*p\,!$ でおきかえるときの誤差を，安全側をとるための因子で，1.3，1.4 も同様の意味をもつ．そこで，$PR1$，$PR2$，$PR3$ を比較して，最小のものをとる．$PR2$ が最小のときは，次数はそのままで，きざみを $h/PR2$ として次のステップを行なう．$PR1$ ($PR3$) が最小のときは，きざみはそのままで，次数を一つ下げて（上げて）次のステップを行なう．ただし，$PR2$ が 0.9～1 のときは，きざみは変えないほうがよい．

以上と同様のことが Gear 法，

$$y_{n(0)}=\sum_{i=1}^{p}\alpha_i y_{n-i}+\eta_1 hy'_{n-1}$$

$$y_{n(m+1)}=\sum_{i=1}^{p}\alpha_i{}^* y_{n-i}+\eta_0{}^* hf(y_{n(m)},\ t_u)$$

に対しても適用される．しかし，Gear 法では修正過程を3回行なっても収束しない場合，h を $h/4$ に変えてやり直す．

きざみの変更は，$\boldsymbol{z}$ の h の値を変えて行なう．次数を上げるときは，$h^py^{(p)}/p\,!$ に対する後進差分差分をとり，$p+1$ で割って，$\boldsymbol{z}_n$ の第 $k+1$ 成分とすればよい．

この論文は，QBQ^{-1} がパスカルの三角行列になることを使って，$\boldsymbol{z}$ について逐次計算を行なうようになっているが，誤差の解析，特に初期誤差の影響と主要誤差，についての議論がされていない．（田中正継）

72-17 線形特徴抽出機構の信頼性

Tzay. Y. Young: The Reliability of Linear Feature Extractors. 〔IEEE Trans., Vol. C-20, No. 9, pp. 967-971 (September. 1971)〕 Key: pattern recognition, feature extraction, reliability, minimax approach, Karhunen-Loève expansion, information criterion

本論文では，線形特徴抽出機構の効力評価基準として，情報量を用いて定義される capacity および reliability の概念を導入し，最も好ましくないパターン分布に対しても最大の効力を発揮する最適線形特徴抽出を考察し，それがいわゆる Karhunen-Loève expansion に相当することを示している．また，この minimax 的な観点は，2クラス識別問題にも適用され，Bhattacharyya distance を用いた場合の最適解も導いている．

1. 定　義

$\boldsymbol{X}$：パターンの n 次元ベクトル表現空間 ($\boldsymbol{x}\in X$)．

$\boldsymbol{Y}$，$\boldsymbol{Z}$：X の直交補空間（おのおの k，$n-k$ 次元）．

線形特徴抽出機構：X から Y への線形射影 P，

$\boldsymbol{y}=P\boldsymbol{x}$ ($\boldsymbol{z}=Q\boldsymbol{x}$)，$P$：$k\times n$ 行列

（P と Q で一つの直交行列をなす）．

$\mathscr{F}$：パターン $\boldsymbol{x}$ の確率密度関数 $f(\boldsymbol{x})$ の族．

エントロピー：$H(\boldsymbol{x})=-\int f(\boldsymbol{x})\ln f(\boldsymbol{x})d\boldsymbol{x}$，

$$H(\boldsymbol{y})=-\int g(\boldsymbol{y})\ln g(\boldsymbol{y})d\boldsymbol{y}$$

（$f(\boldsymbol{x})$ on $X\to g(\boldsymbol{y})$ on Y by P）．

Capacity：$C(\mathscr{F},\ P)=\max\limits_{f(\boldsymbol{x})\in\mathscr{F}}H(\boldsymbol{y})$，（$P$ は detreministic channel だから，本質的表現として）．

確率密度関数 $f(\boldsymbol{x})$ が確立していれば，Y への情報 $H(\boldsymbol{y})$ を直接最大にすればよいが，パターン認識では一般に $f(\boldsymbol{x})$ は不確定である．そこで，補空間 $\boldsymbol{z}$ への脱落情報 $H(\boldsymbol{z})$ を最大とする最も好ましくない場合の情報抽出量として，$\mathscr{F}$，P に関する信頼度．

Reliability：$R(\mathscr{F},\ P)=K-\max\limits_{f(\boldsymbol{x})\in\mathscr{F}}H(\boldsymbol{z})$，（便宜上，定数 $K=\max\limits_{f(\boldsymbol{x})\in\mathscr{F}}H(\boldsymbol{x})$ とする）を定義する．

最も信頼度の高い**最適特徴抽出機構** $\hat{p}$ を

$$R(\mathscr{F},\ \hat{p})=\max_{p}R(\mathscr{F},\ p)$$
$$=K-\min_{p}\left[\max_{f(x)\in\mathscr{F}}H(z)\right]$$

で定義する．

2. Reliability と Karhunen-Loéve Expansion

$\mathscr{F}=\{f(\boldsymbol{x})$：平均値 $E[\boldsymbol{x}]=0$，共分散 $E[\boldsymbol{x}\boldsymbol{x}^T]=S\}$ とすると，$PSP^T=S_y$，$QSQ^T=S_z$ として，

$$C(\mathscr{F},\ P)=\frac{1}{2}\ln|S_y|+\frac{K}{2}\ln 2\pi e,$$

$$R(\mathscr{F},\ P)=\frac{1}{2}\ln|S|+\frac{n}{2}\ln 2\pi e$$
$$-\left[\frac{1}{2}\ln|S_z|+\frac{n-k}{2}\ln 2\pi e\right]$$

$$=\frac{1}{2}\ln|S|-\frac{1}{2}\ln|S_z|+\frac{K}{2}\ln 2\pi e,$$

となる．したがって $\hat{p}$ は，

$$R(\mathcal{F},\ \hat{p})=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{k}\ln\rho_i+\frac{k}{2}\ln 2\pi e,$$

$$\hat{p}^T=[\boldsymbol{u}_1,\ \boldsymbol{u}_2,\ \cdots,\ \boldsymbol{u}_k].$$

ここに ρ_i は S の固有値で $\rho_1\geq\rho_2\geq\cdots\geq\rho_k\geq\cdots\geq\rho_n$, $\boldsymbol{u}_i$ はおのおのの固有ベクトルである．そしてこの結論は Karhunen-Loéve Expansion に相当する．

3. Reliability と Bhattacharyya Distance

2クラス識別問題に，Bhattacharyya Distance

$$B(\boldsymbol{x})=-\ln\int\sqrt{f_1(\boldsymbol{x})f_2(\boldsymbol{x})}\,dx,$$

$$B(\boldsymbol{y})=-\ln\int\sqrt{g_1(\boldsymbol{y})g_2(\boldsymbol{y})}\,d\boldsymbol{y},$$

を特徴抽出基準として用いると，同様な minimax 的観点から，その場合の線形特徴抽出機構の信頼度は，

$$R_B(\mathcal{F}_1,\ \mathcal{F}_2,\ p)=\min_{\mathcal{F}_1,\mathcal{F}_2} B(\boldsymbol{y})$$ と定義され，

最適特徴抽出機構 $\hat{p}$ は，

$$R_B(\mathcal{F}_1,\ \mathcal{F}_2,\ \hat{p})=\max_{p} R_B(\mathcal{F}_1,\ \mathcal{F}_2,\ p)$$

により求まる．

二つの例で，その具体的解を示している．

確定的な議論と違って，不確定なパターン認識の最適特徴抽出の問題に， minimax 的アプローチを用い従来の結論を導いている．　(大津展之)

72-18 数理言語とオートマトン理論

D. Wood: Formal Language Theory and Automata Theory [Computing Reviews, pp. 417～430 (July. 1970)] key: context-free language, context-sensitive language, finite-state automaton, linear—bounded automaton, phrase-structure language, push-down automaton, sequential machine, turing machine

近年，コンピュータ・サイエンスの顕著な発展に伴って電子計算機のメタ・セオリーの分野も一応定着したといえる．本文献は，数理言語とオートマトン理論に関する従来の代表的な著書および論文の bibliography である．

各論文は， Communication of ACM, Information and Control, Journal of ACM, Journal of Computer and System Science その他に代表される専門誌にいずれも掲載されたものであり，1950年代からの主要な関係文献が一覧に示されている．これ以前の bibliography としては，H. Maurer (1966), D. Wood (1969) そのほかもあるが，本文献は規模のうえからも，1970年代への論文リストとしては興味深い．また，代表的な著書としては，当然のことながら， S. Ginsburg (1966)， M. A. Arbib (1968)，J. E. Hopcroft (1968) その他が Source Material として納められている．

日本におけるこのタイプの文献は極めて数少ない．しいて紹介すれば，成島弘氏（東海大）の日本数学会作工会の「言語理論とオートマタ理論シンポジウム」での bibliography (1970) が該当するものであろう．なおこの分野での和文著訳書も現在のところ数少ないが，その代表的なものをあげれば，野口広著；数理言語入門（ダイヤモンド社 1970)， Hopcroft 著，野崎昭弘訳；言語理論とオートマトン（サイエンス社 1971)，Arbib 著，米口肇訳；オートマトン理論（日本経営出版 1971）などがある．　(山下　元)

ニュース

COMTRAC システム稼動を始める

国鉄では3月15日より新幹線の新大阪—岡山間の営業開始に伴い，コンピュータによる列車運転管理をめざした COMTRAC (computer aided traffic control) システムが稼動を始めた．このシステムは昭和 39 年ごろ国鉄の技術研究所で試作された PRC (programed route control) に端を発するが，その後運転システム全体をコンピュータで管理する OPERUN (Operation Planning & Execution system for Railways Unified Network) システムの構想ができるに至り，列車トラフィックの制御を主眼とした OPERUN のサブシステムとして位置ずけされている．システムの開発は数段階に分けられており，今回使用が開始されたのはその第1段階である．

システムの概要を紹介すると，列車の運転スケジュールはダイヤ改正時に入力された基本スケジュールとその後入力された変更から毎日作成され，列車が動き出すとコンピュータがそれを追跡しスケジュールに基づいて信号機とポイントを制御している．列車ダイヤ

が乱れるとキャラクタディスプレイを使って列車指令員がスケジュールの変更を入力したり，コンピュータから警報が表示される．また大きなダイヤの乱れが発生すると，コンピュータに数時間先までの予測スケジュールを作らせることもできる．コンピュータのもっている予測スケジュール作成の論理は，人間に比べてはるかに単純なものなので，列車指令員は予測スケジュールをグラフィックディスプレイに表示させてチェックし，必要ならば修正を加えてから予測スケジュールを実行に移すことになっている．

システムを構成しているコンピュータは HITAC-7250 (32 kW) 2台と HITAC-8811 (16 kW) グラフィックシステムで，両者は DXC（データ交換制御装置）を介して結合されている．なお HITAC-7250 はデュアル運転されており，それらを監視する二重系監視装置が使われている．

テレビ電話現場試験進む

電電公社武蔵野電気通信研究所では技術局の協力を得て，昨年の 12 月からテレビ電話の現場試験を，DEX-21 電子交換機，SKA 交換機（クロスバ），SLA (C-60M 方式伝送路)，SLB (PCM-100M 方式伝送路)，SLC (2 GHz PCM 方式) 等からなる総合実験網を使用し，主として日比谷本社および武蔵野電気通信研究所の加入者を対象に行なっている．現場試験のシステム構成を図に示す．

この試験のおもな目的は

（1） 各種のテレビ電話サービスの効用把握

（2） テレビ電話方式構成上の基本要因と問題点の把握

（3） 人間工学面からの検討

（4） 商用化のための資料の収集

（5） 新規需要の創造に対する寄与

等である．

この現場試験システムでは，テレビ電話機として 1MHz 用のものと 1MHz/4MHz 自動切替形のものとの2種が使用されており，1MHz 用テレビ電話機加入者との通話は 1MHz 方式で，また 1MHz/4MHz 自動切替形テレビ電話機加入者相互間の通話は 4 MHz 方式で行なわれるようになっている．また，この試験システムで提供されるサービス項目としては，

（i） 対面通話（書画伝送も含む）

（ii） 可変短縮ダイヤル

（iii） アドオン（同一テナント内のみ）

（iv） 通話中着信

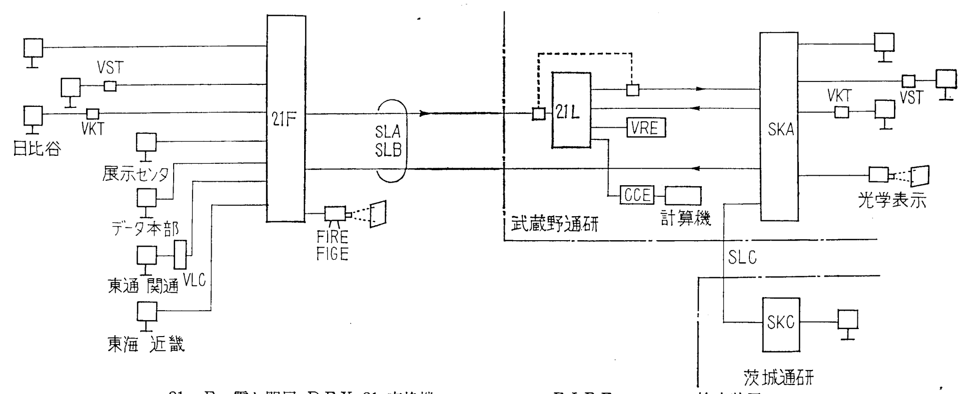
（v） 光学的画像表示（フィルム検索，フィルム案内）

（vi） 電子的画像表示（電話計算，MIFS）

（vii） 拡声電話

等がある．

なお，この現場試験は月末まで継続して行なわれるが，長期安定度試験のほかに定期試験による経年変化特性の把握，アンケート調査によるテレビ電話の効用把握などを行ない，それらの結果を集約してテレビ電話方式の実用化に役だてることにしている．



21　F：霞ケ関局 DEX-21 交換機
21　L：武蔵野通研 DEX-21 交換機
SKA：SKA交換機（クロスバ）
SKC：交換機（クロスバ）
VLC：局設置形テレビ電話集録装置
VKT：テレビ電話宅内集線装置
VST：テレビ受付電話装置

FIRE：フィルム検索装置
FIGE：フィルム案内装置
VRE　：ビデオ応答装置
CCE　：通信制御装置
SLA　：C-60M 方式伝送路
SLB　：PCM-100M 方式伝送路
SLC　：PCM-2GHz 方式電送路

図　テレビ電話システム構成図

本　会　記　事

関　西　支　部

支部講演会

去る3月14日(火)午後3時から，関西情報センター会議室で，「人工知能とロボット」と題し，B. Raphael 博士(SRI)の講演会を，日本産業技術振興協会と共催した．出席者約80名．

昭和47年度関西支部大会の予定

きたる7月7日(金)に，関西支部の昭和47年度大会を開催いたします．会場その他詳細については，決定しだい本欄にてお知らせいたします．なお，現在計画中のプログラムは下記のとおりです．

(A)　システム・ソルビング研究会(研究発表)

(B)　国内外のデータ・ベースについて(講演者　北川敏男九大教授)

(C)　情報処理における言語(世話役　坂井利之京大教授)

昭和46年度役員

会　長	清野　武
副会長	大泉充郎，高田昇平
常務理事	浦　昭二，尾関雅則，高橋　茂，高柳　晃
理　事	池野信一，猪瀬　博，後藤英一，坂井利之，竹下　亨，中原啓一，美間敬之
監　事	藤井　純
支部長	米花　稔(関西)，大泉充郎(東北)

編集委員会*

担当常務理事	浦　昭二
担当理事	池野　信一
委　員	飯田善久，石田晴久，伊藤　朗，遠藤　誠，釜江尚彦，亀田壽夫，草鹿庸二郎，樽松　明，今野衛司，近谷英昭，渋谷多喜夫，末包良太，鈴木誠道，高橋義造，高山龍雄，花田収悦，林　達也，淵　一博，穂鷹良介，真子ユリ子，三浦大亮

* 昭和47年度より編集幹事会を標記のとおり改称．