- 13) R. H. Selzer: The Use of Computers to Improve Biomedical Image Quality, Proc. FJCC (1968) 817-834
- 14) E. L. Hall, R. P. Kruger, S. J. Dwyer, III, D. L. Hall, R. W. McLaren and G. S. Lodwick: A Survey of Preprocessing And Feature Extraction Techniques for Radiographic Images, IEEE, Trans., C-20, 9 (1971) 1032
- 15) H. C. Becker, W. J. Nettleton, P. H. Meyers, J. W. Sweeney and C. M. Nice: Digital Computer Determination of a Medical Diagnostic Index Directly from Chest X-ray Images, IEEE Trans., BME-11, 3 (1964) 67
- 16) D. L. Hall, G. S. Lodwick, R. P. Kruger, S. J. Dwyer and J. R. Townes: Direct Computer Diagnosis of Rheumatic Heart Disease, Radiology, 101, 3 (1971) 497
D. L. Hall, et al.: Automated Radiographic Diagnosis via Feature Extraction and Classification of Cardiac Size and Shape Descriptors, IEEE, Trans., BME-19, 3 (1972) 174
- 17) 鳥脇, 福村, 小池, 高木: 電子計算機による胸部X線写真の病巣陰影識別に関する基礎的実験, ME誌, 6, 3 (1968) 207
- 18) 鳥脇, 福村: 加法的ガウス雑音をともなう不規則な塊状パターンの識別方法について, ME誌, 6, 6 (1968) 449
- 19) 鳥脇, 福村, 小池, 高木: 胸部X線写真自動診断システムのシミュレーション, ME誌, 8, 3 (1970) 220
- 20) 大野, 鳥脇, 福村: 間接撮影胸部X線写真における心臓陰影の識別, 信学会医用電子・生体工学研資料, MBE 71-24 (1971)
- 21) 大野, 鳥脇, 福村: 間接撮影胸部X線写真における肺野境界線の識別と心臓陰影の特徴抽出法について, 昭47年信学全大予(1972) 105
- 22) 鳥脇, 鹿野, 福村: 曲線抽出のための Wave Propagation Method—Parallel Algorithm と胸部X線写真処理への応用, 昭 47 年信学全大予 (1972) 103
- 23) 末永, 鳥脇, 福村, 小池, 高木: 間接撮影胸部X線写真における異常陰影の識別について, 第11回日本ME学会大会予稿集(1972) 59-60
- 24) E. S. Beckenbach and D. T. Desilets: The Computerization of High Speed Cineangiographic Left Ventricular Volume Determination, Pattern Recognition Studies Seminar Proceedings (1969) 173
- 25) C. K. Chow and T. Kaneko: Computer Calculation of Left Ventricular Volumes from a Cineangiogram, Society of Photo-optical Instrumentation Engineers Quantitative Imagery in the Bio-Medical Sciences Seminar (1971)
- 26) J. Macy, F. Winsky and W. H. Weymouth: Automatic Processing of Mammograms, in Image Processing in Biological Sciences, D. M. Ramsey, Ed., University of California Press, Berkeley (1968) 75-96
- 27) T. S. Huang, W. F. Schreiber and O. J. Tretiak: Image Processing, Proc. IEEE, 59, 11 (1971) 1586
- 28) 高橋: 計量診断学, 東京大学出版会(1969)
- 29) 山崎, 飯島: 文字認識装置の評価—その 1, 電試彙, 32, 3(1968) 45

2-3 教育用画像システム

株式会社日立製作所 中央研究所 平 野 睦 房

1. ま え が き

画像は情報伝達のための有力な媒体である。教育の場で画像の利用が必要とされることは言をまたないところである。ところで、教育の場における画像機器の利用形態には、2つの原点があったように思われる。ひとつはテレビ放送であり、画一的な同時サービスであるが、経済的に多数の視聴者にサービスが可能な方式である。他のひとつは書物やスライドプロジェクターに代表される利用形態であり、管理運用上ユーザーに負担をかけるが個別に自由なペースで利用可能な方式である。

現在の状況は、この2つの利用形態がそれぞれ欠点を克服し、他の方式の利点をとり入れようとして開発を進めている過程であるように思われる。つまり、テレビ放送は、そのまま教育放送として利用されているばかりでなく、さらに校内または地域内特有のサービスを目的

として有線放送化され、CCTV や CATV による自主的な教育番組の放送が行なわれたり、さらにこれに付属の設備を設けて、生徒の質問を受けたり、生徒の理解状況を押ボタンの集計から監視するシステムへと進んでいる。一方、自立形の機器についても、各種のティーチングマシンや VTR など、機器の機能強化の開発が行なわれるばかりでなく、質の高い教材で高い密度の教育を行なおうとする目的から、計算機を導入した CAI (Computer Assisted Instruction—計算機の助けによる授業) へと進んでいる。最近計画が進行している開発プロジェクトでは、上記の2つの流れが合流する傾向にあり、放送の形態でありながら擬似的に CAI と同様なサービスを提供する方式や、CATV の画像伝送線を利用して CAI を実施する方式などが試みられようとしている。

上に述べた全局面について紹介することは困難であるので、比較的最近の動向という観点から、教育用 CATV と CAI および今後の動向について簡単に述べたい。

“2-3 Visual Display for Education” by Chikafusa Hirano (Central Research Laboratory, Hitachi Ltd., Tokyo)

同一学校内でスタジオ設備と CCTV 網を設置している例も数多くある。この場合は、上記の例とは少し異なり他の教育関連機器とのコオペレーションはなく、校内の連帯感を強めるためのコミュニケーションとしての役割、優秀な教材の協同利用手段としての役割が中心になる。写真 1 は教室内にテレビ受像機を配置した様子を示すもので、国立社会研修所のモデル教室の例である。

一般にいわれているように、テープレコーダー、オートスライド、VTR などは、それ自身単独で学習用機器としての性格を持つものであるが、これを自習システムとして組織化した試みもある。つまり、学校のセンターに VTR を多数並置し、生徒は各自の自習時間内に、自由に自習ブースからダイアルアクセスで VTR 教材を呼び出して、復習講義を受けられるシステムである。オクラホマ州タルサのオーラル・ロバーツ大学、コネチカット州ウエストハートフォード市学校群では、この種のシステムが試用されているということである。

2.2 地域教育用 CATV システム

上記の校内 CCTV が従来の教室授業に対する視聴覚機器としての性格を比較的強く持っているのに対して、地域教育用 CATV システムは、より強く教育放送としての性格を持っている。地域の教育委員会などで運営され、地域内の学校の間に張りめぐらされた同軸ケーブルを用いて教育用自主放送を行なう形態が、地域教育用の CATV 運用形態である。

このシステムのニーズは、いくつかの場合が考えられる。ひとつは義務教育レベルで、地域社会の生活に密着した教材を盛りこんだ形で教育用自主放送を行なうというニーズである。この種の教材として優秀なものを重点的に作成し、そのようにして得られる教育ソフトウェアを地域内の学校で共同で利用することは、教師の努力をより多数の生徒に効率よく伝達することになるので、地域内の教育の質を向上することとなるし、また同時に学校や学級による格差を縮小することにもなる。他のひとつのニーズは大学教育や企業内教育のレベルで、得がたい専門家や少数の優秀な教師から、多数の生徒が講義を受けたいというマスメディケーションのニーズである。マスメディケーションといっても、オンエアで放送するほど視聴者数は多くないわけで、大学の分校の間であるとか、企業の事業所の間をケーブルで接続して上記の用に供する場合である。

国内における教育用 CATV システムとしては、本年春からテスト中の館山市のシステムが代表的な例であると思われる。以下に、館山市教育有線テレビ放送システム¹⁾について簡単に紹介することで、この節の内容としたい。

館山市教育委員会は、学校格差の是正と全体の質の向上ならびに社会教育をねらいとして CATV を導入している。教育委員会の吉田氏、吉見氏らの解説によれば、CATV の導入によって次のような問題点に対処しようとする意図を持っている。

(i) 各学級、学校単位での努力をより効率的に統合するために、全市的協力態勢を作り、各学校の努力の重複を避けるように努力の方向を再編成する。この結果、各教師の長所を全市の教育に広く活用し、教師の優秀な能力を十分に活用できるようにする。

(ii) 予算の有効活用をはかるために、教材と機器の集中管理を達成する。教育資料のセンター管理と CATV による統一的な伝達とでこれを実現する。

学校向けの放送内容は上記のようなねらいで構成され下記のような内容が放送されている。

(i) 概念形成のためのキーになるようなキー教材の提供が 5 分間程度の周期で繰り返し放送され、教室授業の任意の phase で利用できる。

(ii) 漢字の筆順、英語のイントネーションのように繰り返し提示して定着をはかるべき内容の教材も繰り返し放送されている。

(iii) 交通安全に関する解説、指導のように、習慣形成のために有効な情報の提示。

(iv) 中学生向けの基礎講座など、定着を確実化するうえで必要な放送も、放課後や休日に放送する。

(v) その他、教員の研修用に、最近の放育思潮の解説、教材研究の内容、他校の教育活動の状況紹介などの放送番組がある。

図 2 は、館山市教育用 CATV システムの全体図である。放送センターと市内小学校 12 校、中学校 7 校、幼稚園 9 園、および公民館とが回線で結ばれている。回線は 1 本の同軸ケーブルであり、電々公社の布設した回線である。この回線で送り出し 3ch、送り返し 1ch の放送を行なっている。またこれとは別に、端末とセンター間に音声の連絡回線を持っている。送り出しの 3ch は現在では、VHF 帯の空チャンネル 5, 9, 11 の ch を使用している。送り返しのチャンネルを持っていることは、このシステムのひとつの特徴となっており、移動カメラによって、行事、授業、講話などの映像中継を行なう。このチャンネルは 60MHz 以下の帯域を用いている。

図の中央に描かれた放送センターには、スタジオ、調整室(ダビングルーム、アナウンスブースを含む)、教材作成室がある。スタジオでは生放送とビデオ撮りを行なう。講演、座談会、実験などの自主番組の制作は主にここで行なう。調整室では、VHF、UHF、FM、AM の受信設備、電子編集装置、VTR、VTR ダビングシステム、

千葉県館山市人口 60,000人

- 目的
1. 地域の総合的な教育体制の樹立
 2. 各種教育施設、研究機関を組織し教育のシステム化をはかる
 3. 教育格差の解消、地域格差の是正
 4. 生涯教育の促進
 5. 社会教育における学習多様化
 6. 市民意識の昂揚
- 対象 端末
幼稚園.....9	中学校.....7
小学校.....12	公民館.....10

主要設備

- スタジオ：イメージコンカメラ×2
リモコンカメラ×1
調整室：映像音声調整卓(カラー)
音声調整卓
映像編集装置×1
小型カラーVTR×3
ポータブルVTR
中型カラーVTR×2
テレシネ装置
スライド撮影装置×3
音声連絡装置
教材提示カメラ装置
端末：線子テレビ.....319台
カラーテレビ.....10台
オールチャネル親テレビ.....11台
VTR.....20台
語学練習装置.....5台
集団反応装置.....2台
3元受信装置.....17台

図2 館山市教育有線テレビ放送全系統図

音声テープ編集装置などを備え、テレビ・ラジオ放送、自主番組、スライド、テレシネ、テロップなどの教材を使って教材の編集が行なわれる。

放送センター以外の場所からの中継のための移動用カメラを備え、送り返しチャンネルを通じてセンターへ送って、ここから中継放送できる他、ポータブル VTR をも備えている。また、音声連絡だけであれば、別に音声回線を利用することもできる。

小中学校等、各端末では3チャンネルの有線放送を任意に選択して受信できる他、VHF 放送を単独で受信できるブースターを持ち、また各校の VTR やカメラの画像を単独で直接視聴できるようになっている。

3. CAI

CAI は Computer Assisted Instruction (計算機の助けによる授業) の略称である。教授法のひとつの形態としてプログラム学習と呼ばれる手法があり、この手法による授業を計算機の助けによって行なうものである。CAI の教育ソフトウェア(これを学習プログラムという)は、教授すべき概念やチェックすべき質問課題が多数の小ステップに分解されていて、これらの教材ステップを、学習者の理解状況に応じて適宜組合せて与えてゆく。計算機を利用する理由は、第一に、学習の進行ペースが各学習者によって異なることに対処するために、また、必要とする上記教材ステップが各学習者ごとに異なるために計算機を利用する。要するに、CAI は学習者各自に対して、完全な個人別教授を行なうことを目的としており、従来の実験データによると、学習時間は約1/2 に短縮され、学習定着度も通常授業に比べてきわめて高いことが報告されている。

CAI のハードウェアの標準的な構成は図3に示すようなものである²⁾。学習端末は図に示したような種類の端末機器を組合せて構成する。ランダムアクセススライド、ランダムアクセスオーディオ、キーボード、プリンターおよび CRT ディスプレイなどがその構成端末機器である。これらの機器は端末制御用計算機を介して学習制御用計算機に接続される。学習制御用計算機の役割はディスクに収納された学習プログラムにしたがい、学習者に対して教材の提示内容を決定し、学習者の応答を分析して所定の処理を行なうこと、および各学習者の学習経過を記録することである。

CAI システムは、主としてディスプレイ媒体を通じて使用される典型的なマンマシンシステムであって、マンマシン系で必要とされるディスプレイの例として興味ある課題を含んでいる。

CAI で使われるディスプレイは、原則としていずれも

図3 CAI システムの構成

計算機で制御されるディスプレイである。ディスプレイの役割は大きくは2つに大別され、ひとつはスライドのように教材情報を提示するもの、他のひとつはシステムとの対話をするうえで必要な、いわばマンマシン用提示である。以下に、図3に示した学習端末のディスプレイ機器について述べる。

3.1 ランダムアクセススライド

スライドは非常に情報量の多い図や文章を計算機に負担をかけずに提示できる点で、現状の CIA 端末として有効なものである。とくにわが国の教育では、欧米と異なり、欧米で使われる英数字の他にひらがな、かたかな、漢字を必要とする。このような多種類の文字をプリンターで印字したり、CRT で表示したりすると、相当なコスト高になる。この観点から、わが国では欧米よりもスライドプロジェクターの必要性が高いと考えられる。

ランダムアクセスを行なわせるには、端末制御装置からスライドのコマ番号を指定する。スライド装置は指定されたコマを選択して表示するための付属制御装置を持っている。このようなランダムアクセス機能を持ったスライド装置は、市販品としてはまだきわめて少数しかないようである。

スライドフィルムの形態にもいくつかあるが、概して100 コマ以下の容量のスライドでは、35mm フィルム、50 コマ以上 5,000 コマ程度の容量に対してはロールフィルム、また100 コマ以上数万コマのものに対してはマイクロフィッシュフィルムが用いられているようである。その理由は、フィルムの収容体積を小さくすること、アクセス時間を実用的な数秒の程度に保つためにこれらの形態が工夫されているものである。

写真2は学習端末ブースに置かれたスライドの例である。学習者はスライドに提示された説明を読んで、キー

写真2 スライドとキーボード付プリンターからなる学習端末

ボードから了解の旨返答を入力したり、スライドの質問に対してキーボードを用いて回答したりする。そのキーボード入力は図3の端末制御計算機を経由して学習制御計算機に伝送され、ここでデータ処理されて、次に提示されるべきスライドのコマ番号が決定される。その決定結果によって、端末制御計算機は端末のスライド装置に次に提示すべきコマ番号を指示し、端末では自動的に次の教材がスライドに提示される。つまり、学習者はキーボードに向かって回答を繰り返すだけで、必要なスライド提示が次々と自動的に行なわれる。

このようなわけで、学習者が回答を入力し終わってから次のスライドが提示されるまでの時間はなるべく短いことが教育効果上要求される。NHK 技研の調査によるとこの待時間が3~5secを越えると、学習者がいらいらするということである³⁾。この待時間には計算機の処理時間も含まれており、多数端末を並列に制御していることに起因する計算機処理の待ちも無視できず、0.1~2sec程度の処理待ち時間がかかる場合も予想されるので、スライドのアクセス時間の仕様は技術的に必ずしも容易なものではない。

3.2 プリンター

写真2でスライド装置の右側に配置されたように、プリンターはCAIの提示装置としてよく使われる。とくに欧米では英数字だけあれば通常の文章提示に不自在ないので、CAI端末をタイプライターだけで構成する例も少なくない。わが国のタイプライターでもかな文字の使えるものはかなり普及しており、欧米と同様の考え方で、プリンターを提示媒体として使用することも原理的には可能である。

しかし、教育用のディスプレイ媒体としては、あまり

に機能本位に過ぎ、不自然であり、ごく特殊な教科以外では、プリンターだけでCAI端末を構成することはわが国では考えられない。

にもかかわらず、プリンターはCAI端末として、ほとんど不可欠に近い必要な端末機器と考えられる。その理由は、計算機のデータ処理結果で自由に印字内容を構成することのできる提示媒体がマン・マシン交信用に不可欠であるためである（プリンターのこの機能はもちろんCRTディスプレイで代替することが可能である）。

マン・マシン交信におけるプリンターの役割を具体的にみると下記のとおりである⁴⁾。

① キーイン内容の確認

キーインした回答は、確かに学習者が自分で思ったとおりキーインされているか、プリンターを見て確認する。キーをミスタッチしたり、長い数式をキーインするときに1字抜かししたりする恐れをプリンターの表示で確認することができる。学習者の緊張度を軽減するうえで有効である。この機能を確実に実行するには、いわゆる全二重式の表示が行なわれる。つまり、キーインした内容はまず中央の計算機に伝送され、計算機は受信した文字をプリンターに送り返して印字させる。こうすればプリンターに印字された文字は計算機がすでに読取った文字を念のために表示していることになる。学習者は、プリンターを確認したうえで、これが回答であることを告げるキーを最後に押して、回答を計算機に送ることになる。

② キーの意味の変換

数学のCAI教材で、たとえば“*”の記号を“点”という意味に対応させたいとする。このときは、上記の対応関係をあらかじめ端末制御用計算機に記憶させておくと、“*”の記号を受けとった計算機により、その端末のプリンターに“テン”と印字させることができる。機能的には、上記のキーイン内容の確認の一変形にすぎないが、マン・マシン性を改善する機能のひとつとして効果的である。

③ システムメッセージの提示

学習者の操作ミスに対する注意、学習の開始時や終了時の交信など、学習者と対話しながら学習者の操作を導いてゆくためにプリンターを活用する。

④ 簡単な内容の提示

学習プログラムの教材内容のなかで、簡単なほめ言葉や簡単なヒントなど、いちいちスライドフィルムを作るほどもでもない程度の内容のものは、プリンターへ出力する。

3.3 CRT ディスプレイ

写真3にCRTディスプレイによるCAI学習の状況

写真 3 CAI 用 CRT ディスプレイ端末⁴⁾

を示した。CRT ディスプレイには、商用テレビと同様にビームをラスタ走査する形式のものと、計算機グラフィックに用いられるリサーチ描画形式のものとがある。しかし、端末価格の観点から、従来 CAI で利用されているディスプレイは、いずれも前者つまりラスタ走査形式のものである。

ラスタ走査 CRT ディスプレイは、原理的には、文字、画線、一般映像の別を問わず、どれでも表示できるわけであるが、計算機で駆動される端末であるので、表示用ビデオ信号を造出する手段を用意しなければならない。文字ディスプレイとして計算機用端末に用いられている CRT ディスプレイは、ラスタ走査方式が一般的であるので、ここでは省略する。計算機ディスプレイとして、図形を表示するラスタ走査方式のものはあまり例がないが、CAI では比較よく使われている。図形描画用ビデオ信号を造出する手順は、指定した線画を形成するラスタ上の点座標を逐一計算機で計算してビデオ信号を造する方法、リサーチ形式で描画したものを走査変換してビデオ信号化する方法、パンチカード何枚かを並べて、これを CRT 画面に対応させ、光らせるべき場所をカード上でパンチして、このカードを計算機に読込ませてビデオ信号を造する方法、などが工夫されている。

CRT ディスプレイは融通性の高い使用法ができ、最もマン・マシン性の良い端末機器であるといわれる。その理由は、表示が高速であること、修正、消去が容易にできること、画面上の任意の場所に表示できること、図形も表示できること、ライトペンを用いれば画面上の“これ”だとか、“あれ”だとかとペンで指示して回答を入力することができること、などをあげることができる。

CRT の機能は 3.2 節に述べたプリンターの機能を代

替することができる。さらにライトペンで画面上の文字や図形を指示して、指示した位置（座標）を計算機に読取らせることができる。ライトペンのこの機能は、文字を知らない幼児に回答させるとき、キーボードに代る唯一の入力手段になる。

ライトペンの動作原理は、よく知られているように、ペンの位置の画面が光るタイミングを知って、その位置や情報内容を照合するものである。ラスタ走査ディスプレイの場合は、面上のラスタを受光し、受光したタイミングから、垂直方向ラスタの何本目であって、かつ水平走査開始後何 μs 後であるかを計時し、面上の y 座標および x 座標を知る方式になっている。

3.4 プラズマディスプレイ

米国イリノイ大学では CAI の経済性を実用レベルにする研究を進めており、PLATO と呼ぶ CAI システムを開発しているが⁵⁾、ここではプラズマ放電形ディスプレイを開発し、使用している。イリノイ大学のプラズマディスプレイは、上記の CRT ディスプレイとスライド装置とを重ね合わせた形態になっている。図 4 にその構成図を示す。前面の表示パネルは、512ドット×512ドット

図 4 PLATO システムのディスプレイ端末⁵⁾

図 5 プラズマディスプレイ板

(D. Bitzen: Principles and Applications of the Plasma Display Panel, Proc. of 1968 Micro Electronic Symposium より)

トのプラズマ表示ディスプレイであり、計算機出力によって点弧させるべき点の座標を制御して、文字または簡単なグラフを表示する。プラズマディスプレイは図5のように、一対の透明電極に密封された小孔の中の気体に放電を起させて発光させるものであるから、このディスプレイパネルの裏面から図4に示したようにスライドを投影し、プラズマ表示と重畳して見る事ができる。スライドフィルムはマイクロフィッシュの形態のものを空気圧式で駆動している。

4. 広域静止画像システム

上に述べた諸例はいずれも教育専用に閉じた比較的小規模のシステムであったが、今後計画されるシステムでは、もっと広い地域を対象とした汎用的な（教育以外の情報サービスも包含する）映像システムが予想されている。都市開発のひとつの方向と考えられる有線都市の構想は、従来特別なシステムでしか行なわれていなかった映像情報サービスを生活系の中へ持ちこもうとするものである。現在、この種の映像情報サービスを実現するアプローチがいくつか計画されている。

第一は、電電公社の総合電気通信網の構想であり、汎用の画像通信網を全国的規模で建設し、テレビ電話サービス等と並行して、情報サービスを行なおうとする計画である。第二は、NHK が開発を進めている静止画放送方式である。この技術の適用形態はまだ明らかにされていないが、可能性としては、チャンネル数を現在の 50～100 倍にするために利用することも、また各受信機が擬似的にそれぞれ個別に会話的に静止画サービスを受ける方式として利用することもできる。第三は CATV の将来イメージとしての構想であり、CATV のケーブルを利用して双方向の通信を行ない、端末と中央の計算機との会話的交信によって、端末に対して個別の情報サービスを行なおうとする方式である。

上記のような構想との関連において、次の時代の教育システムに、新しい方式を導入しようとする計画が提案されるにいたっている。とくに、第二と第三の方式、つまり静止画放送とリクエスト形の CATV 方式を用いた教育システムについては、かなり具体的な研究が進められている。以下に、これらを紹介する。

4.1 静止画放送によるプログラム学習⁶⁾

動画を放映する現在のテレビ放送では、毎秒 30 枚の画像信号を送出している。しかし、静止画を放映するのであれば、端末（受信機）にフレームメモリーを備えるものとして、静止画 1 コマごとに 1 枚の画像信号を送出すればよい。つまり、図 6 の (a) のような従来放送に対して、同 (b) のような放送をすることが可能になる。

図 6 静止画放送のフレーム⁶⁾

図 7 静止画放送系統図⁶⁾

(b)では隣接するコマがまったく異なった内容の画像である。

(b)の放送形式によれば、毎秒 30 枚の画像を放送するので、5 秒間で 150 枚の異なる画像を放送できる。もし、ある教課の CAI 教材をこの 150 枚の画像で構成したとすると、1 教課の教材を 5 秒間で送信することになる。そこで、5 秒周期で上記 150 枚の画像を繰り返し放送すれば、この教課の中の任意の教材を最大 5 秒の待時間以内で受信することができる。

図 7 はこのような目的の静止画放送システムの系統図である。送信側では、1 教課分の画像を一定の論理コードとともにビデオディスクに蓄わえ、これを順次放送する。画像に付属させられる論理コードは、画像の番号およびその画像を見た学習者の応答（キーボード）に対応する飛び先番号（次に提示されるべき教材画像の番号）などからなるものである。受信側では特定の番号の画像フレームをゲートして小形ビデオディスクに記録し、これを再生してセットで表示する。キーボードで回答を入力す

図 8 プログラム学習のフレーム例⁶⁾

図 9 MITRE 社の実験システム⁷⁾

写真 4 MITRE 社実験の家庭端末⁸⁾

ると、デコーダーの論理回路が次の画像番号を決定し、次の画像をゲートしてディスクの内容を更新する。

このような手順によれば、図 8 のように分岐のある学習プログラムを各学習者の回答内容に応じてたどって、個人別の学習が行なえることになる。

4.2 CATV による個別情報サービス

次に、CATV システムを利用した CAI の研究動向を紹介する。図 9 に示した図は、米国バージニア州の MITRE 社が実験中のシステムの概念図⁷⁾であり、写真 4 は家庭端末の使用状況である。バージニア州マクリーンにある MITRE 社には計算機設備とテレビ送信設備とがあり、実験用家庭端末は同州レストンにある。テレビ画像はレストンの中継局を経て、CATV ケーブルによって家庭のテレビ端末に供給される。通常のテレビ放送と異なる点は、送信画像は 1 フレームだけであり、また信号の先頭部に端末アドレスコードが付いている点である。家庭端末に到達した信号はビデオ信号に復調された後、端末アドレスコードが自分の端末の番号に一致していれば、この画像信号をフレームメモリー（現在の実験では VTR を利用）に記録し、VTR をリフレッシュメモリーとして、テレビモニターに静止画をディスプレイする。このテレビモニターはチャンネルを切替え

ば通常の商用テレビ放送も受信できる。

学習者は写真 4 のように押ボタンで回答するが、この信号は電話ケーブルを経てマクリーンの計算機設備へ入力される。学習者の回答にもとづいて次に提示すべき教材を決定するプロセスは、CAI システムについて述べたところと同一である。マン・マシンディスプレイとしての要件についても、CAI に関して述べたのと同じ事項が要求される。

ここに紹介した MITRE 社の実験は、家庭に置かれているテレビセットを端末としているが、本年の 3 月に NSF (National Science Foundation) から 400 万ドルの補助金を得て、今後 4 年計画で端末数 128 台の CAI システムとして具体化することを、テキサス大学その他と協同開発することになった。計画の目標は、通常授業より低いコストで、通常授業と同等以上の学習効果を得るシステムと教材プログラムを開発すること、とされている。この計画では、画像は計算機出力の文字および線画に限られているが、今後の問題として、一般的な画像を蓄わえる画像ファイルの開発には技術的な問題が残されている。

これと同種の計画や構想は国内にもいくつかある。ただし、教育だけをシステムの目的としているのではなく、各種の情報サービス、たとえば、買物、就職、家事、交通教育、法律、医療、福祉、警察などに関する情報サービスを各戸別に受けられるようなシステムとして開発しようとする気運になっている。

このような有線都市の概念は 1967～1968 年にワシントン大学のグリーンバーク、バーネット両氏によって提案されたものといわれ、米国で議論が盛んであるが、国内でも、通産省の映像情報ネットワークプロジェクトの発足、郵政省の CCIS (Coaxial Cable Information System) の構想、ならびに民間デベロッパー、地方自治体、日本住宅公団などの構想が発表されている。このようなシステムの中では、教育という単独のサービス目的が、より汎用的な目的を持ったシステムの中に吸収されてゆ

くことになるが、CAIで実施されているディスプレイの利用形態は、このような汎用的なシステムの中でもひとつのひな形として継承されてゆくことになると考えられる。

(昭和47年8月4日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 館山市教育有線テレビ放送システム, 芝電気資料 (1972.4)
- 2) 平野ほか: 小形計算機による CAI の開発, 日立評論, 53, 3 (1971) 68-73
- 3) 谷, 山根ほか: テレビジョン形式個人用 CAI 装置の番組試作と

実験, 電子通信学会教育技術研究会 (1970.11)

- 4) 中村ほか: CAIシステムの機能仕様について, 電気通信学会教育技術研究会資料 (1972.6)
- 5) D. Alpert: Advances in Computer-based Education: A Progress Report on the PLATO Program, CERL Report X-10, (July, 1969) Univ. of Illinois.
- 6) 安東: 画像データ伝送による新しい放送, 昭46年電気四学会連大予, No. 146
- 7) J. Volk: The Reston, Virginia, Test of the MITRE Corporation's Interactive Television Systems (May, 1971) MITRE Co., MTP-352
- 8) K. Stetten: TICCIT—A Delivery System Design for Mass Utilization (Oct. 1971) MITRE Co., M71-56

【特 集】画像エレクトロニクス

2-4 画像情報伝送システム

日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所

南

敏

1. ま え が き

われわれが外界から受ける情報のうち、情報量の最も多いものは視覚情報で、これにつぐものが聴覚情報であるといわれている¹⁾。それにもかかわらず、通信サービスとして広く普及したのは聴覚通信であり、視覚通信としてはテレビ放送以外には、わずかに専用線を用いるファクシミリ位しか実用に供せられていない。視覚通信の発展が遅れたのは、視覚通信に対する必要がなかったためというよりは、技術的、経済的な制約にもとづく実現困難性に、その主な原因があるものと思われる。

広帯域情報を取扱う視覚通信の経済性に対し、最も大きな関係をもつのは伝送路価格であり、これが視覚通信の発展をはばんでいたのであるが、最近における伝送技術の進歩によって視覚通信を経済的に提供しうる見通しがたつようになってきた。また、国内あるいは国際間における経済社会活動の活発化にともなう、いわゆる情報革新が進み、画像通信に対する要望が熾烈になってきている。その結果、近い将来に放送テレビ、専用線によるファクシミリ以外に、各種の画像通信サービスが実施される可能性が高まってきた。これらの新画像通信サービス項目はきわめて複雑多岐になるものと考えられるが、各サービス項目別にそれぞれ独立した通信システムを作成することは非効率であり、また不経済でもあるので、統合できるものはできるだけ統合して、すっきりとした

形の画像通信システムあるいは画像通信網を構成することが望まれる。

特に伝送方式としては、通信サービスの種類が異なっているとしても、伝送される情報信号の性質が似ていれば、同一の伝送路を通してこれらの情報を伝送できるわけで、この立場から伝送網を設計することが重要となる。ここではまず、将来の画像通信サービスについて簡単な考察を行ない、ついでそれらのサービスを提供するために用いられる各種伝送方式について述べることにする。

2. 将来の画像通信サービス

画像通信で取扱う画像情報をその動きによって分類すると、静止画像と動画像に分けることができる。また静止画像であっても、ただ1枚の画像情報が得られれば良い場合と、一連の静止画像をある時間間隔をおいて、つぎつぎに見る場合とがある。

動画像通信を代表するものは、テレビ、テレビ電話、テレビ会議方式等で、被写体は3次元動画像、再現像は3次元ないし2次元の動画像である。一方、静止画像通信を代表するファクシミリの場合、情報は1枚のシート状の紙に印刷または手書きされた原稿であり、階調を有する場合もあるが、白黒2値だけの場合も多い。最近では、ブックファクスに見られるように、厚い本や雑誌の一部を電送できるような装置もできている。さらに進んで、実物見本のような3次元静止画像を、レンズ系によって2次元画像に変換し、2次元静止画像として電送しようという要望も当然でてくるものと思われる。またス

"2-4 Transmission System for Picture" by Toshi Minami (Mushino Electrical Communication Laboratory, Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation, Tokyo)