テレビ映像設備の 自動化

NHK技術研究所

樋 渡 清 二

Cincinnati 局（上は自動化前、下は自動化後）

テレビ番組の切換えや、各種映像設備の操作を自動化することは、人員軽減のみならず、人為事故の軽減、処理の精度の向上、迅速化、さらに画質の安定化、番組内容の向上にもなる。本文は自動化の考え方と、いままで発表された内外の文献を参照しながら一般的な目で自動化について解説を行なったものである。

放送設備の自動化といえばその目的は無人化とまず考えられるし、またある場合には、たとえば無人局といった山間僻地の放送局の場合などは第一の目的は無人化にあるかも知れない。しかし自動化の目的は単にオペレーターの数を減らすとか無くするとかだけではない。アメリカの Cincinnati 局はビデオ装置を自動化することにより、95% の人為事故がまったく 0% となったと報告されている¹²⁾ように、自動化の目的は

(イ) 操作人員を軽減し、時間に制約された単調な日常業務を無くし、その人員を他の高度の技術に向ける、ということのほか、

(ロ) 人為事故の減少または除去

(ハ) 機器の動作の高精度化、迅速化、あるいは画質の向上、さらに番組内容の高度化になる場合もあり得る。

遠隔制御 (Remote Control) は真の意味の自動化では

第1表 1st Character of Operate Codes

S Studio	スタジオを Preview, prelisten とする。
F Film	映写機のランプを点じ、マルチプレクサーをアレンジし、かつ回線を preview (prelisten) の状態とする。
R Run	映写機起動またはスライドやオペークの切換
N Network	屋外中継回線を preview, の状態にする。
A Audio	
T Take	既に preview (prelisten) されていた回線を on air する。
C Cue	スタジオ、テレシネに cue を出す。
G Genlock	ゲンロックを行なう。
M Miscellaneous	

“Automation of Television Video Equipments” by Kenji Hiwatashi

ないが、自動化への第1段階と考え、ここでは広い意味に含めることにする。

演奏設備の自動化は最近諸外国でも大分問題にされつつあって、二、三の商品も出ているが、歴史的には放送番組切換の自動化が 1957 年頃から本格的に考えられ出し、Ampex, Gatesなどが商品化し、テレビに対しては G.E がパンチテープ方式を開発した。テレビ局としての具体例としては KRON-TV のパンチカード式、KD KA-TV の 9 プレセット方式、KETV の Cue Clock と sequential operation による 5 プレセット方式などもあるが、最近では Cincinnati の WKRC が昨年 4 月全自動化を行ない¹²⁾、またマルコニーが自動切換器を発表¹¹⁾している。演奏設備の自動化は上記のようなプログラムの自動切換のみでなく、カメラ操作の自動化、映写機やプリンタの自動化など多くの問題を含んでいる。以下各分野における問題を挙げてみよう。

番組の自動切換¹⁻¹²⁾

時々刻々放送されてゆく番組を、あらかじめプログラムされた情報に基づいて自動化に切換えることで、番組の種類と制作場所（自局か他局か、スタジオかフィルムか、さらにどのスタジオか、どの映写機かといったこと）と、番組の放送時刻とがまず大きな Character である。この場合 (1) 情報の蓄積装置（例えばパンチテープ）(2) 読み出し (Read out) 機構 (3) 切換機構の三つが必要である。切換を行なう方法には、時計を使わ

第2表 2nd Character of Operate Code

S	1, 2, 3…スタジオの番号
F	{A, B, C…映写機の番号 1, 2, 3…スライド、オペクの番号
R	Fに対するものと同様
N	1, 2, 3 他局受入または屋外中継回線の番号
A	{A, B, C…audio source 1, 2, 3…アタウンサーの他の音声レベルの比

ずにあらかじめプリセットをしておき、切換時に手動で押ボタンを押すだけで進行する方式がまず考えられさらに時計により時間規正で自動的に切換える方式が開発された。しかし完全時間規正は将来の理想形態ではあるが現在は困難である。すなわち番組が時間どおりに終了しない場合や、突然挿入される特殊な番組（例えば臨時ニュース）などのために、あらかじめプログラムされたものの一部が急に変更されねばならぬ場合が生ずるからである。したがって装置としては、

(1) 完全な予定されたプログラムによる時間規正（時計による）、(2) 時計によらないプリセット方式、(3) 完全手動、の3モードが必要であろう。

この設計には、一つまたはいくつかの放送企業体として Systematic に行なわれることが望ましい。第1回は例えば NHK のような企業体を考えて作った一例である。まず中央にコントロール・センター（C.C.）をおき全国中継か否かの選択をし各中央局にサブ・コントロール・センター（S.C.）をおいて管内中継とローカルを選択を行なう。中央局の S.C. の下には単位番組の切換を行なうコントロールがあって、スタジオ、フィルム、ビデオテープ、局外中継などの切換を例えばパンチテープを用いて行なう。また末端局に対しては中央局からの切換指令によって自動切換を行なわせる。この指令は例えば垂直帰線期間にその情報を挿入して伝送することによって行なわれる。

自動切換器の機能については具体例を説明することに

第1図 自動番組切換方式の一例

第2図 マルコニー製自動切換器のパンチャー、カードおよびテープ

より理解されると思う。ここに挙げる例は最近 Marconi から発表されたものである¹¹⁾。

このものは、切換えて on the air する前に preview および prelisten する方式を採っており、コードの第1の Character は第1表のようである。

さらに第1の Character の下に第2の Character がある。これを第2表に示す。

このほかに TP (Take preview), TA (Take all), TB (Take both), SC (Station clock), CC (Cue clock), CB (Control back), RT (Run Telecine) などがある。

プログラムの stencil と tape は第2図のようである。

パンチャーはテレプリンタまたはビジネスマシンに使われているもので、5単位または7, 8単位である。5単位では $2^5 (=32)$ の異なる Character を与えることができる。第3図はマルコニーの Programming System であるが、あらかじめ記録されたテープは Scheduled Tape Reader で読み出されデコーダを得て、一

方標準時計からの時間パルスと共に Time Coincidence にて照合され、その出力がテープリーダーを制御する。Scheduled tape から non-Scheduled tape に切換え、あるいは完全な Manual にすることもでき、これはプログラム・コントローラーが1人で切換えることができる。テレシネ番組ではさらに Cue clock (C.C.) に切換えられる。

本装置ではさらに出力側のネットワークへの送出番組の選択も可能である。

アメリカの Cincinnati の WKRC-TV で実施されているオートメ化はすべて RCA の製品であるが、7単位のパンチ

テレビカメラの自動化といっても現在のところ、コンテを自動的に進行させることができぬ限り、リモートコントロール化を意味する。したがって目的の主なものは操作人員の軽減である。これを行なうための前提は電氣的安定度を確保することであり、したがって調整つまみをできるだけ減少させることである。イメージオルシヨンの周囲温度を自動的に一定とし、できれば光電面入射光量を一定とする光量制御を行なえば、ほとんど無調整化が可能となる。レンズはズームレンズに一本化すればリモートコントロールを行なうのは、(1) カメラのパン、テイルト、(2) レンズフォーカスとズーミング

自動監視と故障対策^{13~16)}

グを行なえばよい。光量制御を絞りで行なうことには焦点深度が変わるという問題はあるが、ドイツの Fernseh GmbH で行なっている¹⁸⁾ような可変濃度フィルタを用いれば避けられる。第3表はリモート制御カメラの二、三の具体例を示したものであるが、現在 NHK では、新たにこの種のカメラを試作中であるので、近く試作報告があると思う。カメラの回路は安定化、小型化のため当然トランジスタが全面的に利用される。

さらに将来の自動化の方向としては、自動焦点、自動追尾ということがある。前者はカメラで得られる情報からさらによいピントの方向へ制御することであり、自動追尾は出演者の動きに従ってカメラのアングルが追尾することであるが、いずれにしても比較的簡単な方法は、出演者に超音波発振器でも持たせて、超音波で距離または方向を計測して、サーボ系にその情報を与えるといった方法が考えられる。

照明装置の自動化^{30~31)}

カメラ装置や切換を自動化しても、茫大な照明装置を

第3表 リモートコントロール・カメラペデスタル

	Pye 3349	Fernseh GmbH*	RCA
重量(kg)(ベデスタル)	131	19	31
重量(kg)(カメラ)	40	22.5	50
パン角度(度)と時間(秒)	280	355(15sec)	370
ティルト角度(度)と時間	+30, -40	±45(15sec)	±45
制御方式	速度, 位置	ON, OFF 手動	速度, 位置

* ITV

自動化しなければ人員の軽減にはならない。そのみならず番組の規模が大きく内容が複雑になると、照明機具の数、切換回路数、調光が増加し、手動による制御はほとんど極限に達せんとしている。そのため照明の制御方式や機構にはいろいろと新しい方式が開発されているが、多くは小型化、操作の容易さを目指したものである。例えば水銀リレーとサイラトロン・ディンマーを組合わせたプリセット方式とか、シリコン制御整流器型ディンマーを用いパンチカード方式を用いたものなどが見受けられる。例えば米国の Century Lighting Inc. 製のもの³⁰⁾はサイラトロン・ディンマーの代わりにシリコン制御整流器(Silicon Controlled Rectifier)を用い、小型化かつ熱、可聴雑音がへり、能率も上っている。第4表は二、三の調光器の特長を比較したもの³¹⁾である。この装置はパンチカードを用いた Infinite Preset System と称するもので、カードパンチャー、カードリーダー、手動操作のコンソール、および切換変換マトリックスよりなるもので、あらかじめ決められたプログラムによりパンチカードにデジタルコードを記録する。リーダーには同時に2枚のカードが入り、上段から下段へ読みとると同時に上段のカードを差換えると無限に制御できる。読取りの精度は毎分100、またディンマー回路の切換はカードに90回路入るので、今150必要とすると、2枚のカードを用いればよく、パンチに要する時間は30秒、読取時間は1.5秒でできる。この方式は同時に、スポットライトのパン、チルト、ホークス、上げ下しのリモートコントロールにも利用することができるという。

フィルム送像の自動化^{18~23)}

この問題は大きく分けて二つある。一つは切換の問題であって、さらに(1)フィルム番組として単独の場合、(2)スタジオ番組などのインサート用の場合の二つがある。(1)は主調における自動切換と関係し、この場合は前記マルコニーの装置のように、あらかじめprevi-

第4図 自動監視の系統図

第5図
自動光量制御

ewの指令によってラインと映写機を選択すると同時に、映写機を起動し、安定するまでの時間を与えてからon airすればよい。(2)の場合はプログラムの進行を自動化することが困難である以上、瞬時起動が要求される。

第2の問題は、フィルムへ撮影から、現像、プリント、編集、再生というテレビ番組制作の中で最も複雑をきわめるプロセスを、(1)できるだけ簡易化して人員をへらし、人物事故を無くしかつ迅速化を行なうこと、(2)露出の不適當からくる仕上りフィルムのアンバランスを自動的に調整して、画質を一定に保持すること、である。

まず第1の問題を考察する。すなわち、映写機の自動起動、映写機とテロップ、あるいはドラマ中ヘインサートする場合などはスタジオと映写機の数多い切換えの自動化である。

この場合の問題は、(1)起動時間が十分短く、例えば0.5sec.程度が望まれる。(2)映写機と他の装置例えばテロップと切換えるか、あるいは別の切換を行なうかといういくつかの情報を必要とする場合、それをフィルム自身にプログラムする方法においては、例えばフィルムのスプロケット側の端ノッチを入れるとか、磁性体または光学的にcueを入れる方法を考えなければならない。

瞬時起動についても問題がある。いままでの例ではモーターをあらかじめ回転させ、起動の指令と共にメカニズムをマグネティック・クラッチで結合する方法がある。この場合、フライホイールもあらかじめ駆動しておき、一定時間後フリーにすることによって速度を安定するま

第4表 調光器の比較

	オートトランス(モーター駆動)	磁気増幅器	サイラトロン	SCR(シリコン制御整流器)
負荷容量kWあたりの調光器の重さ(lb)	10~15	15~25	8~10	2
同上大きさ(ft ³)	1/4~1/2	1/6~1/2	1/4~1/2	1/20
効率(%)	95~97	90~95	90	98.5
入切の時定数(秒)	6~45	0.4~1.25	殆んど同時	殆んど同時
loading	∞	30:1~100:1	∞	∞
補助機材	なし	ブースタートランス	ブースタートランスその他	なし
雑音	60c/sハム	60c/s, 120c/sハム	導電の雑音	なし

第6図 Burbank における NBC の VTR 自動操作

での時間が短縮される。つぎは第2の問題であるがまず撮影カメラは、自動光量制御を行なうことによってカメラマンの負担を軽くし、露光のミスを防止できる。しかし既成のカメラにこれを付すことには問題が多くて困難である。新しく開発するにはカメラ自身、国産化はまだ十分といえぬ状態である。光量制御するには受光器によって外光のたとえば平均値を得て、レンズ絞りを制御する方法があるが、受光器には従来セレン光電池が用いられている。この特徴は電源が不要であることと、比較的直線的でかつ分光感度が肉眼に近いことであるが、感度が十分ではない。硫化カドミウム・セルのような光導電性のものは感度、出力電流が多くとれるが直線性がよくない欠点がある。制御の方法の代表的な例を第5図に示すが、これはメーターリレーを動作させてモーターを駆動して絞りを開閉させるものであるが、メーターリレーの不感帯、受光器の直線性が誤差となる。また受光器の出力が少ない（セレンの場合）場合メーターリレーの感度が要求され、外的震動に弱くなる。

絞制御では例えば $F=1.4 \sim 22$ に変化してもただかたかた 250:1 しか制御できないのに反し、外光の光域は 10^5 といわれている。これにはいちいちフィルタを挿入しなければならないが、さらに自動的にフィルタの入る方式の開発が望まれるが、前記可変濃度フィルタなどはその一例と考えられる。

カメラの光量制御がない場合、カメラマンの未熟またはミスによる露光過不足は邪道ながらネガ現像時間のコントロールである程度のカバーはできる。例えば赤外線などで現像の途中で露光量を判定し、現像の後半時間を調整するわけである。

つぎにプリントの問題²⁵⁻²⁷⁾であるが、これはまず焼度検定を自動的に行なわせ、プリンタの光量を同時に制御することである。自動プリンタについては従来からかなり研究されているが、第1の問題は、ネガから得るべき適正焼度を与える情報は何かということである。

プリンタの自動化は一般映画機材として研究が重ねられており、殊にカラーネガのプリント条件を決めることに向けられた。まずネガ中の最高濃度、最低濃度または平均濃度が対称とされたが、いずれも不満足で、
焼度 E_p は $\log E_p = b + a \bar{D}_n$ と

し a, b を決定する研究が行なわれた。さらに多くのサンプルについて、画面を細かく分割していちいちその濃度を調べることによって、 D_{max} , D_{min} , D_{mean} などの値から作られる実験式を求めている人²⁸⁾もいる。

Bell and Howell の加色法式カラープリンタ²⁶⁾では、焼度とフィルタの情報をパンチテープに記憶せしめて自動的にプリントする装置を製作した。これは8単位のテープを用い、20ビット/秒読み取る。8単位の内五つはカラーの光強度を与えるものであり、他の3単位はスタート、ストップ、フェーダーを決めている。

最近迅速化のためにネガフィルムのままで送像するいわゆる“ネガ出し”がある。この場合殊にフィルムの露光の過不足の調整が行なわれないから、再生系で行なわなければならない。一般にフィルムの上のアンバランスは再生系で補償しなければならない。これはプリントにおける焼度調整と同様であり、まず第1に映写光量を一定に保ち、ビデコンなどの撮像管での動作点を常に一定に保持し、撮像管をなんら調整しないようにする必要がある（ビジコンにおいてはターゲット電圧、ビーム電流は一定）。これにはすでに円形の濃度楔を用いるものがある。まずフィルムの平均濃度を検出し、それを一定になるようにサーボモーターで制御する方式がある。平均値制御は実際のフィルムの70~80%については一応良好であるが、白部と黒部のアンバランスな被写体のものについては不十分である。また制御系の時定数を目につかぬだけ小さくすることは困難であり、これは回路的に高速度（例えば1/60秒）のAGCによって補わなければならない。高速度のAGCは既に研究があり²²⁾、実用されつつあるが、この場合は白ピーク、黒ピークの両

方のレベルを一定に保持することが必要である。

次にフィルムの編集もかなり手数のかかるものであり、主として迅速化を目的とする自動化が必要である。フィルム編集機の自動化の例²⁹⁾としては、米国の Inspect-O-Film 編集機なるものがある。この中には不良箇所検査機なるものがあり、例えば大きくなったスプロケット穴、不完全接着部分のようなものを検出して機械は自動的に停止し、ランプがついて注意させるものである。

VTR の自動化

VTR の運転を自動化するには、予定された時間にスタートし、停止するほか巻戻しや、トラッキング調整などを自動化せねばならぬ。NBC は Burbank (California) にビデオテープレコーダのセンターがあって、自動運転ができる³⁰⁾。あらかじめプリセットされた VTR は時間がくるとスタートし、ラインを選択する。録画、再生が終了すると自動的にスタートの位置に戻る。これはまず時間が終ると巻戻しにうつり、制御トラックを検出していったそれがなくなると早送りの状態に戻る。そして4秒たつと停止し、さらに2秒後こんどは再生(play)の状態になるが、あらかじめスタートの位置に1kcの Cue Signal を入れておくので、これが再生検出されたところで停止し、本番の再生の命令を待つ状態となる。このセンターは各方面への中継に際し、時差を調整するためのもので各局の送り出しはそれぞれのラインに従って遅延時間を異にしており、その選択は時計とスイッチによって行なわれている。第6図はそのブロック・ダイヤグラムである。

む す び

以上はきわめて雑ばくに各方面の自動化の問題を取り上げたが、さらに番組制作者が自分の番組に対して多くの機械やスタジオを選択する場合に、重要度や緊急度に応じ、電子計算機によって決めるとか、スタジオなどの番組の進行についてもある程度あらかじめプログラミングが行なえて自動化することも考えなければならぬ。

また自動化については放送局全体の立場に立って、まずシステム・エンジニアリング的な計画を立てた上で、一つ一つ実行していかないと危険である。一方前にも述べたように、自動化の前提となるものは信頼度、安定度の向上であるから、これを忘れて、いたずらに自動化の機構のみに専念することはさらに危険をとまう。

最後に本文を草するにあたり、資料を提供された藤村、三井の両君に謝意を表する。(昭和36年1月27日受付)

〔参考文献〕

- (1) R.A. Isberg; Using new film and tape recording techniques to increase broadcasting and television

- operating efficiency; Trans I.R.E. BTS., (1955. 01)
(2) A.C. Angus; Punched tape handles break switching; Elect. Ind. & Tele Tech., 16, (1957. 04)
(3) A.C. Angus; Automatic Program Control for Television Broadcasting (GE); SMPTE, 66, p.746~749 (1957. 12)
(4) R.A. Isberg; A Survey of Automation and the application of tape recording in broadcasting and telecasting (AMPEX); Trans. IRE PGPTS-9, p.81~89 (1957. 12)
(5) J.L. Lee Berryhill; Automation applied to Television Master Control and film room; IRE Trans.
(6) A.H. Lind; Progressive Steps Automation in Television Programming, Broadcast, No.100, p.14, (1958.04)
(7) J.S. Petrik; Automatic Preset Switcher; Trans. I. R.E. PGPTS-12, p.18, (1958. 12)
(8) R.W. Rodgers; A Preset switching System; Trans. IRE, PGBC-13, p.1~4, (1959. 02)
〔切換(主調、操縦)の自動化〕
(9) R.P. Major; RCA Automation Equipment for TV Station; Broadcast News, No.103, p.4, (1959. 03)
(10) F.C. Grace; Automatic-Sequencing Equipment for Television Operations, TV Equipment & Practice; SMPTE, 86 th Semianual Conv., New York, (1959)
(11) G.E. Partington; Automation of Television Programme Switching; (Marconi) Brit. I.R.E. p.181~196 (1960. 03)
(12) TV Automation at WKRC, (RCA) Broadcast News, 107, (1960. 03)
(13) J.R. Popkin-Clurman, etc.; New TV Signals for Testing and Control during Programming; IRE Conv. Rec., 5, pt.7, p.23~31, (1957)
(14) R.M. Morris; Television Vertical Interval Test Signal; 同上, p.37~39
(15) J.R. Popkin-Clurmon, etc.; An Automatic Level Control using Vertical Interval test Signals; IRE, Nat. Conv. Rec., 61, pt.7, (1958)
〔特性監視〕
(16) H. Springer; The Utilization and future Development of Test Lines in the Vertical Interval; EBU Rev., pt A, 53, p.2~11 (1959. 02)
(17) R.A. Isberg; Increase the efficiency of television station
(18) Dr. R. Möller; Variable Density Filter for Television Cameras; Fernseh-Comm., p.26, (1955. 01)
(19) 橋渡, 三尾, 松崎; ビデオコンカメラ系の自動光量制御, テレビジョン, p.11, (昭34. 12月)
(20) M.W. Larue; A New Automatic Iris Control for Motion Picture Cameras; (B & H) SMPTE, 66, (1957. 07)
(21) B.F. Melchionni; Automatic Cuing of Television Film Projector; SMPTE, 67, 2, p.92 (1958. 02)
film operation; SMPTE, 61, p.447~460 (1953. 10)
(22) 橋渡, 岩村; 高速度自動利得制御について, 電連大予, p.1058, (昭34. 4月)
〔フィルム送像の自動化〕
(23) W.L. Hurford, etc; Automatic light control for Color and monochrome Vidicon Film Cameras; Broadcast News, No.104, p.24 (1959. 06)
(24) E. Sennhenn; Automatische Weiss und Schwarzwertregelung bei Vidikon Filmabtastern; Elektronische Rundschau, 13, 3, p.319 (1959)
〔プリンター自動化〕(非常に多いので最近のもの2, 3をあげるのみとする)
(25) F.P. Hernfeld; A System for Automatic Additive Printing and scene Testing; SMPTE, 64, p.256~259, (1955. 05)
(26) H.C. Wohrab; An Automatic Additive Color Printer; SMPTE, 68, p.479~481 (1959. 07)
(27) M. Calzini; An Automatic Loop Printing System; SMPTE, 68, p.582~585 (1959. 07)
(28) 源田, 久保; Automatic Color Printer に関する研究, 日写誌, 22, 1 (昭34. 3月)
〔フィルム編集〕
(29) R. Grunwald, R. Wallace; Automatic Television Film Editing; SMPTE, p.397~400 (1958. 06)
VTR
(30) R.W. Byloff; Automatic Control of Video Tape Equipment; RCA Rev., 19, 4, p.642~655 (1958. 12)
〔照明装置の自動化〕
(31) R.G. Williams; Significant Developments in TV Studio Lighting Layouts; (Century Lighting Inc.) SMPTE, 68, p.545~547 (1959. 08)
(32) H.R. More, A.W. Malang; The Silicon Controlled Rectifier Dimmer (ABC); SMPTE, 68, p.678~683 (1959. 10)