アクティブマトリクス駆動 LCD を用いた 入力パッド付き電子 OHP

正会員 高橋 幸男[†], 野村 知義[†]
正会員 幸田 成人[†], 川田 忠通[†]
有川 知彦[†]

あらまし 各種会議、学会、講演等のプレゼンテーションの支援機器として透過型のアクティブマトリクス駆動 LCD パネル、および LCD パネルと透明ディジタイザからなる表示・入力一体化パネルを用いた電子 OHP を開発した。アクティブマトリクス駆動 LCD の採用により、白背景に黒画像でコントラスト比 12:1 の高品質な表示が得られ、動画も鮮明に表示できた。また TFT の耐光性の強化により、10 万 lx の光照射時でも表示品質に変化がないことを確認した。また透明ディジタイザを LCD パネル上に設けた表示・入力一体化パネルにより、手書き入力、原稿検索、画面の拡大等のプレゼンテーションに有効な画面制御を操作性良く行える構成とすることができた。電子 OHP の新規な応用として、パソコンに通信機能を付加することにより、遠隔地間にある電子 OHP を通信回線で結合し、スクリーン画面を多人数で共用する簡易な通信会議を実現した。

1. ま え が き

各種会議、学会、講演等では効果的なプレゼンテーションを行うため、パソコンで作成した文書、図表、グラフ、イメージ、アニメーション等の多様なメディア情報を用いてビジュアルに行うことが重要となってきた。このため、パソコンの CRT 画面を大型スクリーンに拡大表示する簡易な投写型ディスプレイの必要性が高まっている。この種の装置として CRT 投写型ディスプレイあるいはレーザー光書込の液晶ライトバルブを用いた投写型ディスプレイがあるが、装置が大規模となり、高価である。

著者らは、今回パソコンの CRT 画面と同一画面を表示する透過型 LCD パネルを通常のオーバヘッドプロジェクタ (OHP) 上に載せて、LCD の表示像を大型スクリーンへ拡大表示する電子 OHP を開発した¹⁾。電子 OHP を用いれば従来の透明 OHP 用紙が不要と

なり、原稿はフロッピーディスクにすべて記憶される。

プレゼンテーションに有効な電子 OHP の実現には、高精細、高表示品質の透過型 LCD パネルと、操作性に優れ、説明事項の理解の促進をはかれる画面制御方式の開発が重要である。前者に関しては、従来の SBE-LCD ではコントラスト比、応答速度等の表示品質の点で不充分であるため、大面積、高精細で経済的な反射型アクティブマトリクス駆動 LCD²⁾ の主要技術を用いて 640×400 ドットの透過型 LCD パネルを開発した。また後者の画面制御方式については、LCD パネルと透明ディジタイザとを一体化したパネルを用いて画面を制御する方式を開発した。

以上述べた 2 つの技術を組合せた電子 OHP を試作した結果、高い操作性、高いコントラストの白黒表示、鮮明な動画表示を確認できた。本論文は、アクティブマトリクス駆動 LCD の主要技術、電子 OHP の構成および、新規な適用領域である通信会議への応用について述べる。

2. アクティブマトリクス駆動 LCD

透過型のアクティブマトリクス駆動 LCD は製造歩留りを向上させる欠陥救済技術と²⁾³⁾、フリッカを低

[†] 日本電信電話株式会社 電気通信研究所

"A New Overhead Projection System Using a 640×400 Pixel Active-Matrix LCD Together with an Input PAD" by Yukio Takahashi, Tomoyoshi Nomura, Shigeto Kohda, Tadamichi Kawada and Tomohiko Arikawa (NTT Electrical Communications Laboratories, Tokyo)

図 1 2 ルート入力方式のアクティブマトリクス回路
Active matrix pixel circuit with duplicated data input routes.

減させる交流駆動技術により⁴⁾、高表示品質で大面積、高精細な LCD を実現した。図 1 は冗長構成を有する 2 ルート入力方式のアクティブマトリクス回路を示す。LCD の主要製造欠陥が走査線、データ線の配線断線であることから、アクティブマトリクス回路の画素選択用薄膜トランジスタ (TFT) および走査線を二重化し、画素へのデータ書き込みを 2 個設けた冗長構成としている。画素へのデータ書き込みは、偶数フレームで A ルートより、奇数フレームでは B ルートより行う。すなわち、両ルートをフレーム周期毎に交互に使用する。したがって、一方のルートのデータ書き込みが不能であっても、他方のルートが正常であれば正常な表示が可能である。例えば、図 1 のゲート線 GA 1 が断線している場合、B ルートから正常なデータが書込まれる。このデータは次の B ルート書き込みのフレームまで保持される。本欠陥救済技術は欠陥検査、レーザによる修正等の付加処理を必要としない自動欠陥救済が可能である。欠陥救済能力はゲート線およびソース線の断線のみを欠陥としたボルツマン統計による計算では、欠陥救済を行わない場合と比較して欠陥密度を等価的に 1 桁下げることが期待される。

従来のフレーム間交流駆動方式はフレーム周期の 2 倍の周期で明暗が変化し、フリッカが知覚されやすい。これは駆動電圧の極性に依存して TFT の OFF 電流が異なることに起因している。図 2 はフリッカを低減する交流駆動方式を示す。隣接画素間の駆動電圧の極性を逆極性とし、かつフレーム間で交流駆動させる。この方式では各画素のコントラスト差が空間的に平均化されるため、フリッカが知覚されにくくなる。

OHP のガラスプレート上に LCD パネルを載せると、OHP の光源から 5 万 lx 以上の強い光が LCD パネルに入射される。このため TFT の光シールド対策

図 2 低フリッカ交流駆動方式
Flickerless AC driving technique.

表 1 LCD パネルの諸元
Specifications of the LCD panel.

項 目	性 能
画 素 数	640×400ドット
精 細 度	3.3ドット/mm
表示面積	120×192mm ²
表示モード	モノクロ、無階調、透過型
応 答 速 度	50 ms 以下
消費電力	0.5W 以下

が必須である。本 LCD では TFT の下に Cr による光シールド層を設けている。このシールドにより、光照射時の TFT の OFF 電流の増加を約 1 桁に抑えている。本 LCD パネルの主な諸元を表 1 に示す。

3. 電子 OHP の構成

電子 OHP に以下の画面制御機能を設けることは、説明事項の理解の促進のうえで必要である。

- (1) メモ記入による補助説明のための手書き文字、図形入力
- (2) 原稿の再表示を速やかに行う原稿検索
- (3) 説明箇所を指摘するポインティング表示
- (4) 画面の拡大、スクロール等

さらに、OHP とスクリーンを複数台設けて関連した原稿を同時表示させることは、説明事項の理解を一層促進させ、より効果的なプレゼンテーションを行うことができる。以上の画面制御を説明の中断をすることなく行うには、操作性に優れた電子 OHP とすることが重要である。本章では、表示・入力一体化パネルを用いた電子 OHP の構成、原稿検索、画面制御機能および試作結果について述べる。

3.1 表示・入力一体化パネル

平面ディスプレイの上に透明ディジタイザをオーバ

図3 表示・入力一体化パネルの構成
Block diagram of LCD panel with a transparent digitizer.

レイした表示・入力一体化パネルは、①ペン直下に手書き入力が表示される、②絶対座標入力である、③表示点を直接ポインティングできる、④入力位置と表示位置の視差が少ない、ことから手書き入力および座標入力の操作性がキーボード、マウス等の入力デバイスより優れている⁵⁾。このことから、画面制御の操作手段として表示・入力一体化パネルを用いることとした。図3は、透過型のアクティブマトリクス型LCDの上に透明ディジタイザをオーバーレイしたパネルの構成図である。プロトタイプ機の透明ディジタイザとして高分解能で光透過率の良い電磁誘導型を用いた⁶⁾。分解能は10 dots/mm、サンプルレート180点/sec、光透過率は85%以上である。この性能は、雑音のない手書きデータを実時間で表示するのに充分である。図3の透明ディジタイザの座標入力領域は2つの領域に分割している。LCDの表示領域に相当する領域は、手書き入力およびポインティング、画面拡大等の座標入力に使用し、LCDの表示領域周辺に設けたメニュー選択領域は画面制御のコマンド選択に使用する。これによりLCDの全画面が原稿表示に利用できる。透明ディジタイザ上のペン先とLCDの表示面とのギャップは約5mmであり、視差が問題となるが、座標入力点下にカーソル表示させることにより、スムーズに手書き入力できる。

3.2 システム構成

表示・入力一体化パネルを用いた電子OHPの基本構成、操作性を重視した構成、さらに複数台のOHPを用いた高機能電子OHPの構成について述べる。

(1) 基本型

図4(a)に基本型の構成図を示す。表示・入力一体化パネルを通常のOHPのガラスプレート上に載せた構成である。透明ディジタイザの光透過率は85%以上であるので、LCDの表示品質を損なうことなく高品質なスクリーン画面が得られる。この構成はシンプ

(a) 基本型

(b) 分離型

図4 電子OHPのシステム構成
Overhead projection system using the TFT-LCD panel and the transparent digitizer.
(a) Fundamental type, (b) Separate type.

図5 高機能電子OHPの構成
Advanced overhead projection system.

ルである半面、従来のOHPと同一環境で操作するので、強い光源を見ながら操作しなければならない、あるいは聴衆がスクリーンを見る時に発表者が妨げになるという問題を残す。

(2) 分離型

基本型の操作性を向上させたのが図4(b)に示す分離型である。この構成は表示・入力一体化パネルを画面制御端末として用い、透過型のアクティブマトリク

ス型 LCD パネルを通常の OHP 上に載せた構成である。画面制御端末と OHP とは分離しており、スクリーン画面の制御は画面制御端末で行うため、基本型の問題が解決され、操作性が向上する。また、発表者は落ち着いて発表を行えるという利点がある。特に、発表する場所と OHP の設置場所とが離れている環境において威力を発揮する。なお、2 つの LCD はいずれも 2 章で述べたものである。

(3) 高機能型

OHP とスクリーンを複数台使用して関連した原稿を同時表示させると、説明事項の理解をいっそう促進させ、より効果的なプレゼンテーションを行うことができる。図 5 は 2 台の OHP を使用した時の構成図を示しており、OHP 上に載せた 2 枚の LCD パネルと、表示・入力一体化パネルを用いた画面制御端末および互いに異なるアドレス空間に配置された 2 面のグラフィック制御回路 (GCa, GCb) から構成される。画面制御端末には画面制御を行うスクリーン画面を選択するビデオ信号選択回路が付加される。2 つの原稿ファイル (A, B) はあらかじめファイル記憶上に格納され、それぞれ OHP-a, OHP-b に表示される。表示・入力一体化パネルのメニュー選択領域の画面切替コマンドをペンで指定すると、画面制御端末に表示される画面が原稿ファイル A から B に切り替わる。これと同時にグラフィック制御回路 (GCa) は CPU-BUS から切り離され、グラフィックコマンドは GCb で処理される。したがって、原稿ファイル B が画面制御端末で制御されている間、OHP-a 上では原稿ファイル

A の同一原稿の表示が保持される。市販のパソコンにグラフィック制御回路を追加して試験した結果、表示・入力一体化パネルを用いることにより、1 台の画面制御端末で 2 面のスクリーン画面を独立に、かつ操作性を損なうことなく制御することができた。

3.3 原稿検索

討議時においては多数の原稿の中から必要な原稿を検索して再表示させることがたびたびある。これらの処理を速やかに行うことはプレゼンテーションをスムーズに進めるうえで重要である。ここでは、原稿の内容は図表が多いことに着目して、画像の内容検索的なアプローチをとった。すなわち、画面を縦横 1/4 に縮小した縮小画面を最大 15 画面同時にスクリーン表示させる。写真 1 はそのスクリーン画面の写真である。この画面から必要な原稿をペンで指定することにより、同一スクリーンにフルサイズで表示される。検索・表示に要する処理時間は原稿内容で異なるが数秒以下である。なお、右下端の 1 画面は縮小画面のページめくりを使用される。

3.4 支援ソフトウェア

プレゼンテーションに必要な支援ソフトウェアとして、原稿作成ソフトおよび画面制御ソフトを開発した。原稿作成ソフトは流通ソフトで作成した文書、図、表等のファイルからプレゼンテーションに必要な原稿を選択して編集するプログラムである。編集単位は CRT 画面に表示される 1 画面であり、A 5 判の原稿サイズに相当する。画面の拡大機能を用いれば A 3 判相当の原稿を扱える。原稿編集は写真 1 に示した

写真 1 原稿検索に用いる縮小画像例
Reduction images for use in image search.

ような縮小画面を用いて、原稿の内容を見ながら行える方法とした。図6は原稿編集を行う時の画面の構成例を示す。グラフィックメモリーを2面用い、A面には15枚の原稿を縮小して描画する。マウスを用いて縮小画面を選択すると、選択された順序に原稿が編集されると同時にB面へコピーされる。このB面はCRT画面に瞬時に表示でき、したがって、いつでも編集過程を表示できる。また原稿の複写、削除、移動、追加等の編集も同様の縮小画面を用いた。以上の方法により、原稿のファイル名で編集するのではなく内容で行えるので、操作性の向上をはかることができた。扱えるデータ形式はテキストデータ、ベクトルデータ、イメージデータである。またイメージスキャナで読取ったデータも編集できる(図6)。

画面制御ソフトでは、プレゼンテーションの説明事項の理解を促進するため、以下に示す画面制御機能を設けた。

- (1) ページめくり (前後)
- (2) ポインティング表示
- (3) 手書き入力 (細線, 太線)
- (4) 手書きデータの消しゴム
- (5) 手書きデータとの合成画面のファイリング
- (6) 画面全消去
- (7) 画面スクロール
- (8) 画面の拡大 (縦横2倍, イメージデータを除く)
- (9) 原稿検索
- (10) 画面切替 (2台 OHP 使用時)

また画面を全消去した後、手書き入力が可能であり、電子黒板の代替として電子OHPを使用できる。通信回線で電子OHPどうしを接続すれば描画通信も

図6 縮小画面を用いた原稿編集
Editor for a presentation using reduction images.

可能である。

3.5 試作結果

写真2はプロトタイプ機によるスクリーン画面の写真である。アクティブマトリクス駆動のTNモード

写真2 スクリーン画面例
Photograph of image on the screen.

(a)

(b)

写真3 電子OHPのプロトタイプ機
Prototype of overhead projection system using the LCD panel.
(a) LCD panel, (b) LCD panel with a transparent digitizer.

LCDにより、コントラスト比(スクリーン画面上)として12:1が得られ、白背景に黒画像の高品質な表示特性を得た。640×400ドットの高精細LCDとしてすでに実用化されている単純マトリクス駆動のSBE-LCDと比較して、約4倍のコントラスト比である。また、TFTに光シールド層を設けたことにより、LCDパネルへの入射照度が10万lxでも12:1のコントラスト比を維持している。さらに、光入射によるTFTのリーク電流増加に伴うフリッカ、クロストークの増加はない。ハロゲン光源を用いたOHPのステージ上の照度は5万~8万lxであるので、通常のOHPならば問題ない。スクリーン輝度は、24V、300Wのハロゲン光源のOHP(ステージ上の中心照度が約10万lx)およびゲイン12のスクリーン(70インチ)を使用して150fL(白画面)が得られた。この明るさは通常のオフィス内で充分使用できる明るさである。またLCDパネルはOHPの強い光源により加熱されるが、通常のOHPでは光源付近に防熱ガラスがあり、ファンにより強制空冷しているのでガラスプレート上で15°C程度の温度上昇である。SBE-LCDでは温度上昇に伴い背景色に変化するが、TNモードLCDでは変化が生じない。またアクティブマトリクス駆動の応答速度は50ms以下であり、動きの速い動画も鮮明に表示できた。なお、写真3に電子OHP上のLCDパネルおよび画面制御端末のプロトタイプ機を示す。ただし、ここでは製造の都合上、画面制御端末のLCDには前述した透過型とは異なり反射型を用いている。LCDパネルは364mm(W)×294mm(H)×36mm(D)とコンパクトに実装できた。

4. 通信会議への応用

パソコンに通信機能を付加することにより、遠隔地間にある電子OHPを通信回線で結合し、スクリーンに拡大されたパソコンの画面を多人数で共用する通信

会議が実現できた⁷⁾。

4.1 通信会議の構成

通信会議においては、音声情報と、画面制御、描画情報といった制御情報(非音声情報)との同時伝送が不可欠である。さらに、説明している側の表示画面と、会議に参加している相手側の表示画面を常に同一に保つ必要があるため(共通空間の確保)、非音声情報については情報転送時の透過性(エラーフリー)を確保することが不可欠である。

4.2 会議装置間の情報伝送

遠隔地間の通信会議を行う場合、会議に使用する文書等の画像情報の伝送が必要である。これには、①前もって全画像情報を転送する事前転送、②必要になった時点で転送を行うオンデマンド転送、等の形式がある。これらは、通信会議装置間で用いる伝送路の性質(例えば伝送速度)等によりそれぞれに適した転送法が選択される。例えば、アナログ電話回線でモデムを使用する場合、情報伝送速度は9.6kb/s程度であり、転送に長時間を要する。したがって、オンデマンド転送を用いると、新しい文書を使用する毎に会議の中断が予想されるため、事前転送が適している。事前転送形式を用いた場合、通信会議中には画面制御情報等の種々の制御情報や描画情報等の限られた情報のみが伝送されるので、会議の中断はない。

4.3 トークン制御

通信会議においては非音声情報の送信制御権(トークン)を規定する必要がある。これは会議に参加している複数の会議装置間で、表示に関する制御指示を同時に行うことによる表示の食い違いを回避するためである。トークンは1会議中にただ1つ定義し、トークンを有する装置(説明を行う装置)が表示画面の制御を行う。またトークンは他装置からの要求で装置間を移動できる。

4.4 システム構成

図7 電子OHP通信会議システムの構成

Tele-conference system using the overhead projection system.

図8 通信系ソフトとのインタフェース
Interface to communication software.

図7に試作した電子OHP通信会議装置の構成を示す。ネットワーク制御部では呼制御を行い、通信制御部ではHDLC伝送制御手順による非音声情報のエラーフリー伝送およびトークン制御を行う。ディジタル回線は64 kb/sを用い、56 kb/sに音声情報、残り8 kb/sに非音声情報を割り当てた。

画面の遠隔操作は非音声情報に透明ディジタル化の座標値(5 Byte)を転送することにより、手書き描画、画面制御等、遠隔地間で同等操作を行うことができた。この時の非音声情報量は手書きデータ転送時で約1.2 kb/sであり、8 kb/sの回線で問題ない。図8は通信系ソフトと画面制御ソフトとのインタフェースを示す。座標値転送による遠隔操作の採用により、両ソフトのインタフェースが座標入力ルーチンだけとなり、インタフェースの簡略化と両ソフトの独立性の確保を実現できた。

5. む す び

各種会議、学会、講演等のプレゼンテーションの支援機器として、透過型のアクティブマトリクス駆動LCDパネル、およびLCDパネルと透明ディジタル化からなる表示・入力一体化パネルを用いた電子OHPを開発した。本LCDパネルにより、白背景に黒画像の高品質な表示が得られ、動画も鮮明に表示できることを確認した。また表示・入力一体化パネルにより、手書き入力、原稿検索、画面の拡大等のプレゼンテーションに有効な画面制御を操作性良く行えることを示した。さらに複数台のOHPの使用に対しても容易にシステムを拡張できることを示した。電子OHPの応用として、パソコン通信を用いた簡易な多人数による通信会議を提案した。本報告ではプレゼンテーションに限定して述べてきたが、電子OHPはCRT投写型ディスプレイと比較して、ポータブルで低価格であるので、教育機器、セールス活動等、応用範囲は広い。さらに動画を巧みに利用すればそのインパクトはいっ

そう大きくなる。また電子OHPは、手軽に使用できることから、従来のOHPでは考えられない応用、例えば多人数によるソフト開発、CAD/CAMによる図面設計等、その用途は限らない。

(昭和62年8月31日受付、昭和62年11月19日最終受付)

【参 考 文 献】

- 1) Y. Takahashi, T. Nomura, S. Kohda and T. Kawada: "A New Overhead Projection System Using a Defectless 640×400 Pixel Active Matrix LCD together with an Input PAD", SID 87 Digest, pp. 79-81(1987)
- 2) S. Sakai, S. Kohda, C. Minagawa and K. Masuda: "Defect-tolerant Active Matrix Circuit with Duplicated Data Input Routes for Large Liquid Crystal Display", Electronics Letters, 21, pp. 1051-1052(1985)
- 3) 増田, 酒井, 幸田, 皆川: "表示データ入力ルーチンを2重化したアクティブマトリクス形液晶ディスプレイ", 信学技報, ED 85-84, pp. 55-60(1985)
- 4) 野村ほか: 昭和61年信学全大, 5-116(1986)
- 5) 長山, 高橋: "最近の入出力機構技術より優れたマン・マシンインタフェースを目指して", 昭和59年四学会連大, pp. 5-65~68(1984)
- 6) T. Nagayama, J. Shibuya and T. Kawakita: "Pen-Touch Type Electro-Magnetic Transparent Touch Panel", SID 85 Digest, pp. 32-35(1985)
- 7) 有川, 小寺, 高橋, 野村: "パソコンを用いた電子OHP通信会議装置", 信学技報, OS 87-19, pp. 31-36(1987)

たかはし ゆきお
高橋 幸男 昭和47年、慶応大学工学部電気工科大学院修士課程修了。同年、NTTに入社。同社電気通信研究所に勤務し、現在に至る。大規模論理LSI、液晶表示装置の研究に従事。

のむら ともよし
野村 知義 昭和42年、NTT武蔵野電気通信研究所に入所。47年、日本大学理工学部電気工学科卒業。ワイヤメモリー、バブルメモリー、フルウエハメモリーの研究開発に従事。現在、同社電子応用研究所電子装置研究部において、入出力デバイスの研究開発に従事。

こうだ せいと
幸田 成人 昭和49年、電気通信大学大学院電子工学専攻修士課程修了。同年、NTTに入社。同社電気通信研究所に勤務し、現在に至る。半導体デバイス、液晶表示装置の研究に従事。正会員。

ありかわ ともひこ
有川 知彦 昭和56年、東京電機大学工学部電気工学科卒業。同年、NTTに入社。以来、広帯域回線予約接続方式の研究、64 kb/s系画像通信会議の研究実用化に従事。現在、同社ヒューマンインタフェース研究所画像メディア研究部研究主任。

かわだ ただみち
川田 忠通 昭和42年、東京工業大学電気工学科卒業。同年、NTT電気通信研究所に入所。以来、磁気ドラム装置、超大容量記憶装置、認識プロセッサ、平面ディスプレイの研究実用化に従事。機能設計研究室長を経て、現在、同社電子応用研究所入出力デバイス研究のグループリーダー。

Howling Prevention Conditions in Multi-Point Teleconferencing Systems

by Yutaka Yamamoto and Tadashi Wakana

Audio systems in teleconferencing systems are generally composed of loudspeakers and microphones.

In these systems, acoustic coupling paths are formed due to the direct and reverberant sound waves among loudspeakers and microphones. Howling occurs in certain conditions, and this degrades speech transmission quality.

This paper deals theoretically with howling prevention in multi-point teleconferencing systems.

It presents conditions to prevent systems from howling and the relation of howling to reproduced sound pressure level.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 3 (1988) 247~253

A New Overhead Projection System Using a 640×400 Pixel Active-Matrix LCD Together with an Input PAD

*by Yukio Takahashi, Tomoyoshi Nomura, Shigeto Kohda,
Tadamichi Kawada and Tomohiko Arikawa*

An overhead projection system consisting of a 640×400 pixel active-matrix LCD has been developed. It uses an automatic defect tolerance and a transparent digitizer. The LCD's high contrast ratio and fast response time enables the system to project moving pictures vividly. The combination of LCD and digitizer makes manipulation of on-screen images easy and speeds up image search.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 3 (1988) 254~260

会誌編集委員会企画委員会の構成

編集長 大越 孝敬 (東 大)
副委員長 三橋 哲雄 (N H K)
原島 博 (東 大)

編集幹事 江藤 良純 (日 立)
川崎 健生 (日 電)
古角 尚之 (東 芝)
吉田 豊彦 (東京放送)
倉重 光宏 (N H K)

岸野 文郎 (N T T)
小林 希一 (N H K)
羽鳥 好律 (K D D)
富田 良二 (日本テレビ)
斉藤 勝也 (N H K)