

蛍光表示管を用いたポリウムディスプレイ

山本 欧†

A Volumetric Display using a VFD

O YAMAMOTO†

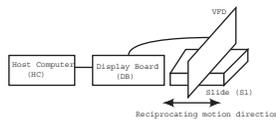


図 1 本ディスプレイの構成

Fig. 1 Architecture of the display

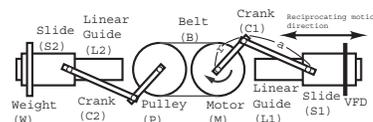


図 2 往復運動機構

Fig. 2 Reciprocating motion mechanism

1. はじめに

ポリウムディスプレイは、立体を 3 次元空間内に直接描画し表示するディスプレイである¹⁾。描画方式には種々あるが、現在までに、プロジェクタ用素子を用い、立体の断面や輪郭を、回転スクリーン上に回転角に応じて投影、あるいは平行に並べた液晶シャッタ上に位置に応じて投影し、残像によって立体描画を行う方式が開発・製品化されている²⁾³⁾。しかしこれらの方式は、光源やレンズ等の光学系を必要とするため、装置が複雑・高価格となる。ポリウムディスプレイは実体感のある立体表示が可能であるので、安価に実現できればアートやアミューズメント分野での利用が期待できる。そこで筆者らは、光学系のない単純な構造を持ち、市販部品で安価に構成可能なポリウムディスプレイを提案する。本ディスプレイは、往復運動する蛍光表示管 (VFD) 上に立体の断面を位置に応じて表示し、残像効果により立体表示を行う。これにより、単色で表示画像は小さいものの、鮮明な立体静止画像および動画が表示できる。また、本方式は液晶シャッタ方式³⁾ に比べ信頼性が劣るが、シャッタ透明度の影響がないため、往復運動方向の解像度は優れる。

図 1 に本ディスプレイの構成を示す。VFD は、そ

の表示面に垂直に直線往復運動を行うスライド S1 に固定されている。往復運動 (12Hz) はモータとスライダ・クランク機構により実現している。VFD には市販の単色グラフィック表示型 (128×64dot) を用い、往路と復路で各 128 枚の断面を表示する。これにより、4cm×2cm×4cm の空間内に、128×64×128dot の解像度で単色立体表示が可能である。立体表示リフレッシュレートは静止画、動画共に 24Hz である。表示立体の断面データは Host コンピュータ HC 上で作成し、USB インターフェース経由で表示ボード DB に転送する。DB はこれをメモリに蓄え、往復運動に同期して VFD へ表示する。以下、本ディスプレイの構成要素と実装、表示結果、将来の改善点を述べる。

2. 本ディスプレイの構成要素と実装

2.1 VFD

使用した VFD (ノリタケ伊勢電子 MW12864J) は、128×64bit の半導体メモリ上に蛍光体を形成した構造を持ち、記憶内容を直接ピクセルとしてスタティック表示する⁴⁾。メモリは 32×32bit のブロック 8 個に分かれ、表示データはブロック毎にシリアル形式で書き込む。全ブロック並列データ書き込みにより、最大約 8000Hz のリフレッシュレートが可能である。

2.2 往復運動機構

往復運動機構を図 2 に示す。モータ M (20WDC サーボモータ) の回転が、クランク C1 を介しリニア

† 東京電機大学工学部電子工学科
Dept. of Electronic Engineering, TDU

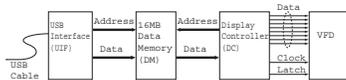


図 3 表示ボードの構成

Fig. 3 Display board architecture

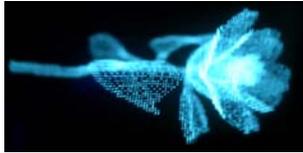


図 4 本ディスプレイによる表示例

Fig. 4 Example image

ガイド L1 のスライド S1 に往復運動として伝達される。C1 の寸法は $r = 3cm$, $a = 20cm$ であり, S1 は $2r = 6cm$ の区間を往復運動する。VFD は紙面に対し表示面が垂直となるように S1 に固定される。プーリ P, クランク C2 (C1 と同寸), リニアガイド L2, スライド S2, ウェイト W は, 振動を相殺するための機構である。M の回転は, ベルト B を介し P に伝達され, C2 を介して S2 に伝達される。S2 の運動は S1 と逆向きであり, 振動を相殺する。W は VFD と同質量 (100g) の金属ブロックである。VFD による断面表示は, 速度変化の少ない往復運動の中心 4cm 区間で行う。区間検出はフォトセンサにより行う。

2.3 表示ボード

表示ボードの構成を図 3 に示す。表示ボードは USB インターフェイス (UIF), 表示データメモリ (DM), 表示コントローラ (DC) からなる。表示立体の全断面データは, UIF を通じ DM に書き込まれる。その後, DC は往復運動に同期して DM からデータを読み出し VFD にシリアル転送する。転送は VFD 内 8 個のメモリブロックに対し並列に行う。転送クロック (10MHz), ラッチ信号も DC から供給される。DM の容量は 16Mbyte で, $128 \times 64 \times 128bit$ の立体画像データを 128 個保持できる。よって, リフレッシュレート 24Hz の立体動画を約 5 秒間表示できる。前述のように, VFD は振幅 6cm の往復運動 (12Hz) の中心 4cm 区間を通過中に 128 枚の断面表示を行う。この区間の通過時間は $19.2ms$ であるので, 1 断面の表示時間は $150\mu s$ である。従って, VFD へのデータ転送レートは $128 \times 64bit / 150\mu s = 54.6Mbit/s$ となる。

3. 表示結果および将来の改善点

市販の 3D データ素材集 (Wavefront OBJ 形式) より表示データを作成し, 本ディスプレイによりワイヤフレーム形式の立体静止画を表示した例を図 4 に

示す。視野角は上下左右約 170 度で, 視野角内のどの方向から見ても矛盾のない立体画像が得られた。また, 用いた VFD の輝度が約 $3500cd/m^2$ と高輝度であるため, 室内照明下でも明瞭な画像が得られた。次に, 立体が回転する動画データを作成し表示させたところ, 毎秒 24 コマの滑らかな立体動画表示が得られた。装置の振動に関しては, 図 2 に示した機構により往復運動方向の振動はほぼ打ち消され, クランクの運動による振動も小さく抑えられていることが確認できた。将来の改善点としては (1) 表示の解像度と大きさ (2) 動作音 (3) 動画表示時間の短かさ, が挙げられる (1) に関しては, 現状においても図 4 のようにある程度複雑な立体を表示可能であるので, アート, アミューズメント分野で利用可能性があると思われる。表示の解像度と大きさを改善するには, より高解像度の VFD や有機 EL, FED パネルの製品化を待つ必要があるが, 大サイズのパネルを用いる場合は往復よりも回転運動による表示の方が動作音や耐久性の点で優れる。ただし, 回転体への電力・信号の供給方法の検討が必要である (2) に関しては, 動作音の大半がリニアスライドのベアリング音であるので, 低騒音型スライドの使用により改善できる (3) に関しては, 表示ボードに全動画データを蓄積後に表示していることが原因であり, ホストコンピュータ (HC) との通信を高速化し, HC からの表示データをリアルタイム表示する表示ボードを構成することにより改善できる。

4. ま と め

VFD を用い, 単純な構造で安価に実現可能なポリウムディスプレイを提案・実装し, 明瞭な立体静止画像, および滑らかな立体動画の表示を得た。

参 考 文 献

- 1) Blundell, B. and Schwarz, A.: Volumetric Three-Dimensional Display Systems, Wiley-IEEE Press, New York (2000).
- 2) Favalora, G., Napoli, J., Hall, D., Dorval, R., Giovinco, M., Richmond, M. and Chun, W., Actuality Systems, Inc.: 100 Million-voxel volumetric display, Proc. of SPIE Vol. 4712, pp. 300-312 (2002).
- 3) Sullivan, A., LightSpace Technologies, Inc.: DepthCube solid state 3D volumetric display, Stereoscopic Display and Virtual Reality Systems XI, SPIE Vol. 5291, pp. 279-284 (2004).
- 4) ノリタケ伊勢電子 (株): Noritake itron CL シリーズアプリケーションノート APF130R1.4, ノリタケ伊勢電子 (株) (1998).