30a-PA1-1

3 層の液晶パネルによる偏光変調を用いた 2 視点暗号表示

Secure display with dual views by use of three-layered LCD panels

徳島大学工学部光応用光学科　○内田 景太朗，山本 裕紹，陶山 史朗

University of Tokushima ○Keitaro Uchida, Hirotsugu Yamamoto, Shiro Suyama

E-mail: keitaro.uchida@opt.tokushima-u.ac.jp

1. はじめに

液晶ディスプレイ(LCD)パネルを積層することで偏光演算が可能である．2 層の LCD パネルを用いた 3D 表示 [1]，視野限定を行う暗号表示 [2]，2 方向に異なる映像を表示する 2 視点表示 [3]，ならびにこれらの機能の再構築が可能な多機能表示 [4,5]が可能である．さらに液晶パネルの積層枚数を増やすことで多方向からの映像を表示する方法が提案されている [6]．我々は，3 枚の LCD パネルを積層する構造による偏光演算型ディスプレイを用いた多機能表示に取り組んでいる．この 3 層 LCD 積層ディスプレイは 2 枚の偏光板の間に一定の間隔を設けて 3 枚の LCD パネルを配置している．この間隔により，観察位置によって表示画像の重なりが変化する．2 枚の LCD を積層した先行研究では，LCD の積層間隔を利用し，解像度を劣化させること無く 2 視点で異なる画像の観察を可能にした．今回は，さらに LCD の積層枚数を 1 枚増やすことで，表示画像を暗号化した暗号表示と 2 視点表示を複合した 2 視点暗号表示を可能にするための偏光演算コードを設計し，プロトタイプディスプレイを用いた実験結果を報告する．

2. 偏光演算型ディスプレイの視点位置の複数化

偏光演算を用いて 2 視点の暗号表示を実現するための構造を Fig. 1 に示す．表示する画像を 2 値画像とし，表示画像の画素値を 0,1 で表すとき 3 枚の LCD パネルの偏光演算により XOR 演算が行われる．背面，中面および前面 LCD 上に表示する画像の左から k 番目の画素値をそれぞれ r_k, m_k, $f_k \in \{0,1\}$で表す．右側の観察位置からは前面 LCD の k+1 番目，中面 LCD の k 番目，後面 LCD の k-1 番目の画素を観察し，画素値 $R_k \in \{0,1\}$ が再現ざれる．このとき，各視点位置方向の液晶パネルによる偏光演算により

$$L_k = f_{k-1} \oplus m_k \oplus r_{k+1} \quad (2)$$

$$C_k = f_k \oplus m_k \oplus r_k \quad (3)$$

$$R_k = f_{k+1} \oplus m_k \oplus r_{k-1} \quad (4)$$

で表される明暗が再現される．ここで⊕は XOR 演算を表す．再現したい視点位置での明暗に基づいて，上の式を満たす r_k，m_k および f_k は 3 式の連立により

$$f_{k-1} \oplus f_k \oplus f_{k+1} \oplus f_{k+2} = L_k \oplus C_k \oplus C_{k+1} \oplus R_{k+1} \quad (5)$$

$$m_k \oplus m_{k+2} = L_{k+1} \oplus C_k \oplus C_{k+2} \oplus R_{k+1} \quad (6)$$

$$r_{k-1} \oplus r_k \oplus r_{k+1} \oplus r_{k+2} = L_{k+1} \oplus C_k \oplus C_{k+1} \oplus R_k \quad (7)$$

で得られる．

3. 実験

2 視点暗号表示を行うための表示画像を Fig. 2 に示す．中央の観察位置からはランダムドットが観察されるよう復号結果の画素値 C_k を設定する．これにより 2 層の液晶パネルによる 2 視点表示 [3]と比較して，3 層の LCD パネルを用いることで 1 枚の表示画像からは再生結果を判読できない効果が得られている．

表示画像の画素に基づき観察距離 50cm で正面と左右に 15cm 離れた位置で観察した復号結果を Fig. 3 に示す．左右では異なる画像が観察された．また別の角度からはスクランブルされた画像が観察される．

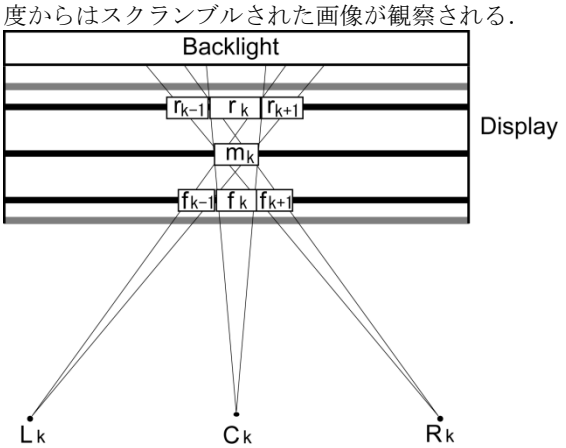

Fig. 1 観察位置によって異なる復号結果.

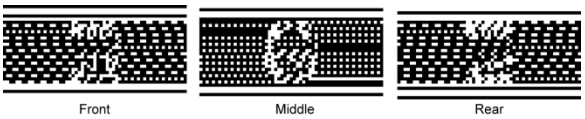

Fig. 2 暗号化された 3 枚の表示画像

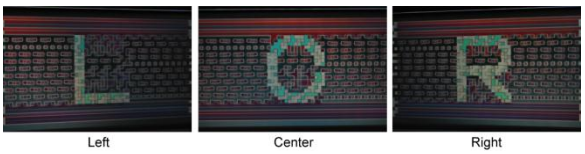

Fig. 3 異なる観察位置からの復号結果

4. おわりに

3 枚の液晶パネルを積層した偏光演算型ディスプレイを作製し，3 枚の LCD パネルによる偏光変調と積層間隔を利用した 2 視点暗号表示の原理を構築した．また，鍵となるランダムドットパターンを用いた 2 視点画像の暗号化に成功した．

文献

1) M. Date, T. Hisaki, H. Takada, S. Suyama, and K. Nakazawa, "Luminance addition of a stack of multidomain liquid-crystal displays and capability for depth-fused three-dimensional display application," Applied Optics, **44** (2005) 898-905.
2) H. Yamamoto and Y. Hayasaki: "Secure Display by use of visual cryptography based on polarization processing," Proc. IDW '07 (The 14th International Display Workshops), **3** (2007) 1757-1760.
3) H. Yamamoto: "Multi-functional display by use of polarization processing," Technical Digest of Information Photonics 2008 (2008) 254-255.
4) H. Yamamoto and S. Suyama: "Spatial-coding-based 2-D / 3-D / P-P display," Proc. SPIE, **7237** (2009) 72371Y.
5) 山本裕紹: "液晶パネルを用いたセキュアディスプレイ", 液晶, **14** (2010) 255-262.
6) H. Gotoda, "A multilayer liquid crystal display for autostereoscopic 3D viewing," Proc. SPIE, **7524** (2010) 75240P.

© 2013 年　応用物理学会