

審査の結果の要旨

論文提出者 山本 裕紹

本論文は「空間符号化による可変構造ディスプレイの研究」と題し、8章より構成されている。情報通信技術の発展に伴い、情報機器と人とのインタフェースとしてのディスプレイに対して多様な機能が求められるようになってきた。このことから、3次元の動画表示に代表される豊かな映像表示機能、複数の利用者に対する共生の場の提供、表示される情報のセキュリティ確保等は、ディスプレイの新しい機能として、注目を集めている。表示素子および装置技術の進展により、特定のハードウェア上では、3次元表示や視野制御等の新しい表示が可能となったが、種々の機能ごとに異なる構造を必要とするという問題が残っていた。本論文は、空間符号化という手法を導入し、共通のハードウェアを用いて、複数の表示機能を実現することを可能にするディスプレイの構成方法を提案するとともに、具体的な表示機能を実装することによって、様々な機能が実現できることを実証したものである。

第1章は「序論」であり、情報ディスプレイの今後の方向性と要求される機能および多機能の融合技術の必要性を論じるとともに、情報ディスプレイの課題を整理した上で、本論文の目的と構成を述べている。

第2章は「空間符号化パターンの積層によるディスプレイ機能の再構成」と題し、種々の情報ディスプレイの基本原則について概説するとともに、空間符号化を利用した可変構造ディスプレイを提案している。ここで提案された可変構造ディスプレイは、画像表示素子と空間光変調素子で構成され、両素子の間に隙間を設けることで、視点位置に応じて映像を変えることができる点に特徴がある。ここでは、画像表示デバイスと空間光変調素子の構成を示し期待される情報表示機能を整理している。

第3章は「格子パターンと大画面LEDパネルの積層による広視域立体表示」と題し、LED(発光ダイオード)パネルと特殊な遮光マスクの積層により、公衆向けの大画面立体ディスプレイの設計を示している。LEDの周りの黒領域により観察領域が拡大される効果があること、並びに黒領域の拡大により、瞳孔間隔が異なる観察者でも立体視が可能であることを解析的に示し、公衆向けの大画面LED立体ディスプレイの実現に適したパララックスバリアの構成方法を論じている。これらの設計に基づき、140インチのLEDパネルを用いた立体ディスプレイを製作することにより、その効果を実証している。

第4章は「復号用マスクにより観察領域を限定するセキュアディスプレイの設計」と題して、表示情報の暗号化と観察領域の限定により表示情報のセキュリティを確保するディスプレイの設計を示している。このディスプレイは、暗号化された表示画像の前に復号用マスクを設置することにより、ある限定された位置から光演算により復号結果を視認できるものである。光暗号のための空間符号を示し、復号用マスクを用いて観察領域を限定する設計を明らかにするとともに、実際のディスプレイでその効果を実証している。

第5章は「複数の限定された観察領域を有するディスプレイの設計」と題して、2人のユーザーのためのセキュアディスプレイの構成を示している。2人のユーザーがそれぞれの復号用マスクを持ち寄り、重ねたものを画像表示デバイスの前に置くことで、各々が独立した秘密情報を観察できることを示し、その機能を実際の実験システムで実現している。

第6章は「セキュアディスプレイにおける復号用マスクのセキュリティ強化」と題して、復号用マスクのセキュリティ確保策を提案している。復号用マスクのセキュリティを強化するために、復号用マスクの重ね合わせ枚数に閾値特性を有する暗号化を行う方法、並びに復号用マスクと暗号化された表示画像に識別用の画像を複合化する方法を提案している。ここで用いられる識別用画像を複合化する空間符号には、復号用マスクの識別用画像、暗号化画像の識別用画像、ならびに復号される秘密画像を独立して複合化できる利点がある。

第7章は「偏光演算によるセキュアディスプレイの解像度向上」と題して、空間符号の利用に伴う画質低下の課題を克服するために、偏光変調型の空間光変調器を用いた可変構造ディスプレイの構成を示している。偏光面の回転を利用して1画素ごとの暗号化を可能にする原理とアルゴリズムを示すとともに、偏光演算型ディスプレイを用いた多視点表示手法を示し、液晶による可変構造ディスプレイを試作している。この可変構造ディスプレイにより、空間符号の変更だけで、セキュア表示、複数視点表示、3次元表示ならびに広視野2次元表示の可変構造が可能であることが示されている。

第8章は、以上の結果がまとめられている。

以上要するに、本論文は、空間符号化による可変構造という新しい情報ディスプレイ方式を提案し、実際に大画面立体表示、並びに観察領域の限定と表示画像の暗号化を行うシステムを用いた実験結果を示すことにより、その有効性を実証したものである。特に、明るい照明下で複数人が同時に眼鏡なしで鑑賞できる世界最大の大画面立体ディスプレイや表示情報のセキュリティ確保という新しい課題を解決するセキュアディスプレイの実現は、今後のディスプレイ技術に重要な方向性を示すものである。これらの成果は、可変構造ディスプレイという新しい分野を開拓するものであり、関連する分野の発展に貢献するとともに、システム情報学の発展への寄与が大であると認められる。よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。