

홀로그래피 기술을 이용한 보안시스템

The Security System using the Holography Technology

김 남, 정민옥

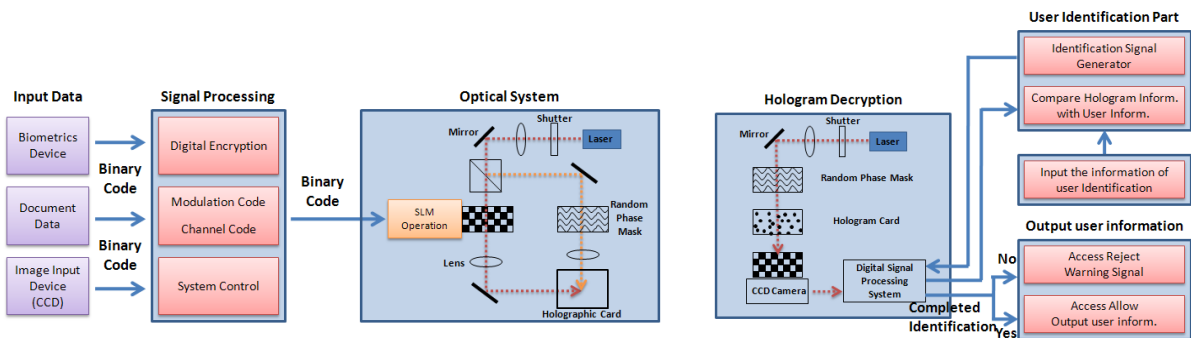
충북대학교 정보통신공학과

namkim@chungbuk.ac.kr

정보화 사회로의 발전은 현대 사회를 살아가는 사람들에게 다양한 정보 획득의 기회와 새로운 정보 획득 방법을 제시하였다. 이러한 발전으로 시간, 장소, 상황 등에 구애받지 않는 정보획득의 새로운 패러다임이 생겨났지만, 한편으로는 개인정보유출 등의 문제로 인하여 정보관리에 대한 관심도 함께 증가하고 있다. 따라서 중요한 정보를 취급하는 다양한 분야에서 개인 및 단체의 정보를 보호하고, 보안 인증을 가능하게는 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 광 정보처리 시스템을 사용하여 완벽한 보안 인증을 가능하게 하는 홀로그래피 기술을 이용한 보안시스템에 대해 설명할 것이다. 일반적으로 광 정보처리 시스템은 고속 처리 및 병렬 처리가 가능하므로 광 메모리 암호화와 보안인증 응용에 특히 유용하다. 또한 전 세계적으로 보안 카드에 가장 광범위하게 사용되고 있으며, 최초의 상용화된 광 보안 인증방식은 아날로그 홀로그램이다. 아날로그 홀로그램은 이론적으로 복제가 힘들고 인간의 시각을 통해 인증을 수행하기 때문에 별도의 판독기가 필요 없다는 장점을 갖고 있지만, 정확한 인증이 힘들고 신용카드 등에서 사용중인 엠보싱 홀로그램은 복제가 가능하다는 단점이 있다. 따라서 위·변조가 불가능하도록 광 정보처리 시스템을 이용한 새로운 기술들이 제안되고 있으며, 최근 활발히 연구되고 있는 가장 대표적인 광학적인 암호화 방식은 홀로그래픽 위상 마스크 키를 이용하는 이중 랜덤 위상 인코딩 방식과 XOR 연산을 이용하는 비트 평면 인코딩 방식, 고속으로 키 재생성이 가능한 CGH 방식 등이 있다. 본 연구에서는 특히 랜덤 위상 인코딩 방식을 이용한 디지털 홀로그래픽 보안 시스템에 대하여 중점적으로 언급할 것이다.

다음의 그림 1은 광 보안 시스템의 암호화 과정과 복호화 과정에 대한 블록도를 보여주고 있다. 정밀화 및 고도화가 됨에 따라 신용카드 등의 정보유출 및 위·변조가 가능하기 때문에 이를 방지하기 위해 기존의 어떠한 세기 검출기로도 복제가 불가능한 랜덤 인코딩 기법과 대용량 정보 저장 특성을 갖는 디지털 홀로그래픽 광 보안 시스템을 제안한 것이다.



(a) 암호화 과정

(b) 복호화 과정

그림 1. 광 보안 시스템의 블록도

시스템의 가장 큰 장점은 사용자의 생체 정보를 홀로그램 방식으로 저장하고 이를 인증 과정에 적용함으로써 타인에 의해 불법 도용 및 복제가 불가능하도록 한 것이다. 기록 매질로는 포토 폴리머를 사용하였고, 시스템 구성에 필요한 회절 효율특성 실험을 수행하였다. 기록 매질의 회절 효율 특성을 바탕으로 포토폴리머에 다중 홀로그램을 저장함으로써 대용량 정보 저장이 가능함을 보여주었다. 또한 광 보안 시스템 구성에 필요한 입출력 프로그램 및 자동 제어 시스템이 제작되었고, 재생된 디지털 홀로그램의 회전, 이동, 배율 변화 등의 기하학적 변화에 대응하기 위해 새로운 데이터 매트릭스 형태와 그 복원 알고리즘을 제안하였다. 입력 정보는 인증에 필요한 생체 정보가 디지털 암호화된 후 랜덤 위상 인코딩된 빔과 간섭을 통해 기록되었으며, 이를 위해 0.2π 의 랜덤 위상 분포를 갖고 $200\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$ 의 크기와 64×64 해상도를 갖는 이진 위상 마스크가 제작되었다. 평면파를 위상 변조하기 위하여 $4f$ 렌즈계에 의해 입력 평면에 결상하도록 하였으며, 저장된 홀로그램은 기록에 사용된 위상 마스크가 없으면 절대 재생이 불가능하고 기존의 어떠한 세기 검출기로도 복제가 불가능하다. 인증 과정에서는 재생된 데이터로부터 추출된 지문 정보와 사용자 지문을 직접 비교 인증하는 bit-error-detection을 수행함으로써 타인에 의한 불법 도용을 원천적으로 차단하였다.

그림 2는 본 연구를 실험하기 위해서 구성한 시스템을 보여주고 있다. 시제품을 제작할 때 레이저 소스를 고려하는 차원에서, 고가의 기록용 레이저를 대체할 저가의 레이저 다이오드를 이용하기 위해서 가우시안 빔을 이용한 실험을 수행 하였다. 평행광을 이용한 실험 및 비음절감을 위한 가우시안 빔과 주기형 격자 위상 패턴을 이용한 실험을 수행 하였다.

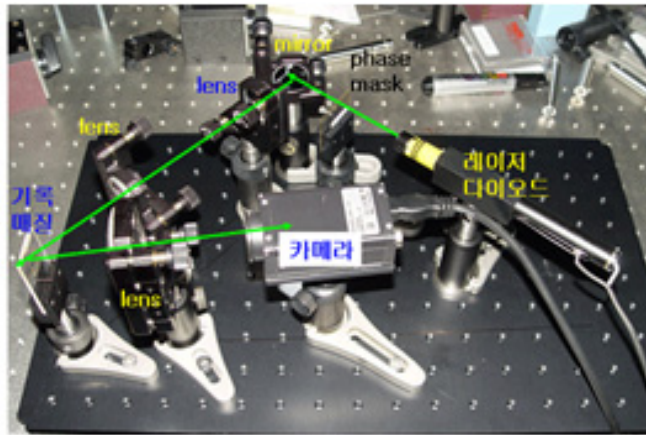


그림 2. 광 보안 시스템 구성도

레이저 다이오드를 재생 빔으로 사용 할 때는 픽셀의 경계가 조금 흐려지는데, 랜덤 위상 마스크를 보안키로 사용해서 재생하기는 쉽지 않으므로 주기형 위상 마스크를 사용하면서 레이저 다이오드를 이용한 광 보안 시스템을 개발하게 되었다. 주기패턴의 위상 마스크가 일치할 때 재생된 이미지는 원본 데이터와 비교 결과 성공으로 판정된다. 즉, 원본 데이터를 비교 프로그램으로 불러와서 카메라에 의해 획득된 데이터와 비교하여 성공이나 실패를 표시하도록 프로그램을 설계 하였다. 또한 전기적 회로를 최대한 배제하여 시스템을 구성하여, 광 보안시스템을 단순화 하였다. 이렇게 제안된 시스템은 현재의 스마트카드가 요구하는 대용량 정보 저장과 우수한 광보안도를 제공함으로써 안정된 기록 매질과 홀로그램 카드가 제작된다면, 개인 신용카드, 여권 및 비자, 출입 제어 시스템, 가정용 보안 시스템 등의 다양한 분야에서 차세대 보안 및 인증 시스템으로 응용될 것이다.