

다중 정보 은폐 및 추출 시스템의 광-디지털적 구현

OptoDigital Implementation of Multiple Information Hiding and Extraction System

김 은 수

국가지정 3차원 영상 미디어 연구실 (NRL of 3D Media)

광운대학교, 전자공학과

eskim@daisy.kwangwoon.ac.kr

요 약

본 논문에서는 최근, 차세대 정보보호 기술로 많은 연구가 이루어지고 있는 디지털 정보은폐(Digital Information hiding) 기술과 광정보처리 기술을 상호 보완적으로 이용한 새로운복합 광-디지털 다중 정보은폐 및 실시간 추출 시스템을 구현하였다. 즉, 디지털 기술을 이용한 다중 정보은폐에서는 확산코드간에 랜덤성과 직교성을 보장할 수 있는 새로운 코드로써 의사랜덤 코드(Pseudo random code)와 하다마드 행렬(Hadamard matrix)을 상호보완적으로 조합하여 만든 스테고 키(stego key)를 사용하였으며 이를 이용하여 임의의 커버영상(cover image)에 다중의 정보를 은폐시킬 수 있는 새로운 기법을 제시하였다.^[1] 이와 같은 방법으로 은폐된 정보는 정보 은폐시 사용된 스테고 키성분이 정확하게 일치될 경우에만 추출될 수 있으므로 불법 사용자가 무한히 발생시킬 수 있는 랜덤시퀀스를 정확하게 재생하는 것은 거의 불가능하므로 강한 비화성을 가지며, 하다마드 행렬의 직교성으로 서로 다른 확산코드간의 상관성이 발생하지 않기 때문에 애러없는 은폐정보의 추출도 가능하다. 그러나, 정보은폐시 사용되는 스테고 키의 개수가 증가할수록 은폐정보를 디지털적으로 추출하기 위한 계산시간도 증가하고 결과적으로 정보인증에 많은 시간이 요구되기 때문에 은폐정보의 실시간적 추출이 가능한 시스템의 개발이 요구되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 새로운 접근방식으로 JTC(joint transform correlator)^{[2][3]}와 같은 고속 및 병렬처리 특성을 갖는 광상관 기법을 이용한 새로운 광-디지털 다중 정보은폐 및 실시간 정보추출 시스템을 구현하였다.

일반적으로, 광 상관 기법에서 사용되는 JTC 광상관은 별도의 정합필터 구성없이 입력영상과 기준영상을 나란히 배치하여 동시에 푸리에 변환함으로써 광 상관이 가능한 특징을 가지고 있다. 즉, 스테고 영상과 스테고 키는 동시에 푸리에 변환되고, 이는 CCD와 같은 광세기 검출기에 의해 JTPS(joint transform power spectrum)의 형태로 검출되고 이는 다시 푸리에 변환되어 최종적으로 상관평면에서 스테고 영상과 스테고 키간의 상관 첨두치 형태로 나타나게 된다. JTC는 푸리에 입출력 함수로 실수 함수를 요구하며 최근 이러한 실수 함수를 고해상도로 고속 처리할 수 있는 공간광변조기가 개발되어 복합 광-디지털 시스템의 구성으로 비디오 프레임의 광 상관 시스템의 구현이 가능하다. 이와 같은 실수형 광상관기인 JTC는 공간정합필터 구성 과정이 없기 때문에 시스템 구성이 간단하고 실시간 구현이 가능하지만 주기적으로 구성되는 다중 정보에 적용할 경우 상관 오류 및 상관 유실로 인해 정확한 상관결과를 얻기 어렵다.^{[1][2]} 즉, 본 논문에서와 같이 스테고 영상에 주기적으로 존재할 수 있는 스테고 키의 상관성분을 기존의 JTC를 이용하여 광학적으로 추출할 경우 상관오류가 발생할 수

있다. 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위해 JTC의 광학실험을 통한 상관성분 추출시 JTPS에 비선형 특성을 부여하여 상관 판별력을 높일 수 있는 NJTC를 사용하였으며 이를 통한 다중 은폐정보의 광학적인 추출 실험을 통해 복합 광-디지털 다중 정보은폐 및 실시간 광 정보추출 시스템의 구현 가능성을 제시하였다.^[2] 그림 1은 다중 은폐정보를 실시간으로 추출할 수 있는 NJTC 광 상관시스템을 나타낸 것이다. 즉, 입력평면 상단부에는 비교영상인 스테고 영상을 위치시키고, 하단부에는 기준영상으로 정보은폐시 사용된 원래의 스테고키를 위치시키게 된다. 이들 입력 평면을 동시에 푸리에 변환하여 광검출기로 검출하게 되면 광간섭세기 분포인 JTPS를 얻게되고 이는 다시 식(1)과 같은 과정을 통해 NJTC 형태로 변형되게 된다.

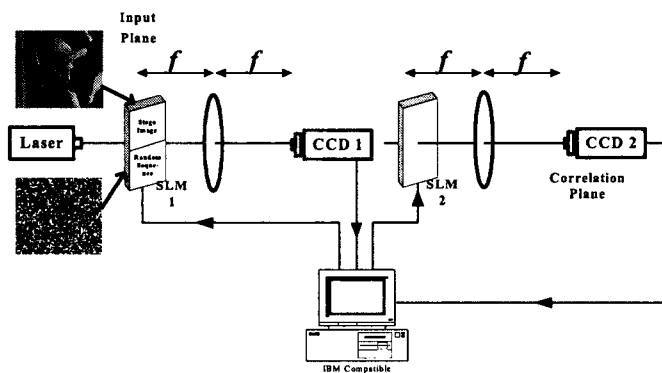


그림 1. 데이터의 추출을 위한 JTC 시스템

식 (1)은 시그모이드 함수에 의해 새로 구성된 JTPS를 나타낸 것이다.

$$JTPS_M(u, v) = |JTPS(u, v)|^k \text{sgn}[JTPS(u, v)] \quad (1)$$

여기서, sgn 은 시그모이드 함수를 나타내며 k 는 비선형 특성을 결정하는 매개변수로 0에서 1의 범위에서 실수값으로 결정된다. k 값이 1에 가까울 경우 선형적인 출력 결과를 산출하며, k 값이 0에 가까워질수록 $JTPS_M(u, v)$ 는 2진 값을 갖게되어 바이어스는 감소하고 회절효율이 높아지게 된다. 이와 같은 NJTC 광상관기의 특성을 적절히 이용함으로써 스테고 영상에 은폐된 다중 정보의 광학적 추출이 가능하다.

참 고 문 헌

[1] K. T. Kim, J. H. Kim, and E. S. Kim, "Multiple Information Hiding Technique using Random Sequence and Hadamard Matrix", *Opt. Eng.*, vol. 40, no. 11, pp. 2489-2494, (2001)
 [2] E. S. Kim, S. Y. Yi, and Y. H. Gee, "A BPEJTC-based Segmentation for a Non-stationary Image", *Opt. Comm.*, vol. 123, pp. 716-724, (1996)
 [3] J. S. Lee, J. H. Ko, and E. S. Kim, "Real-time Stereo Object Tracking System by using Block Matching Algorithm and Optical Binary Phase Extraction", *Opt. Comm.*, Vol. 191, pp. 191-202, (2001)