



# 부호이론(符號理論)적 다중 압축 센싱 기법을 이용한 차세대 핵심 기술 실현

새로운 수학적 패러다임으로  
빠르고 쉬운 고해상도 정보 획득 기술 실현

정보 · 전자



이 흥 노

광주과학기술원  
정보통신공학부 교수  
Tel. (062) 715-2237  
E-mail. heungno@gjst.ac.kr  
지원처. 미래창조과학부

연구진



Oliver

Pavel



박상준

백형호



성진택

신영학



우수길

이용비

## 연구개발의 핵심은 바로 이것

### 차세대 핵심 기술 실현의 어려움

기존의 정보/통신/신호처리 시스템에서는 Shannon의 샘플링 이론에 입각한 신호/데이터 획득, 복구 방법을 사용하고 있는데, 이 방법은 목표로 정해진 해상도로 신호를 복구하기 위해서 그 해상도에 비례하는 양의 데이터를 얻는 것을 기본 조건으로 한다. 하지만 자원이 부족한 현실에서 이와 같이 단순히 자원 점유를 늘리는 방식의 고해상도 데이터 획득 및 처리 방법은 곧 자원 한계치에 도달하게 되고, 차세대 핵심 기술들에서 요구하는 해상도를 얻어 내기 힘들다.

### 패러다임에서의 변화를, 그리고 그 패러다임을 실제로

2006년 국제전기전자기술자협회 (IEEE) 정보이론 논문지에서는 매우 적은 수의 샘플로도 원본 신호를 표현하고 그 샘플로부터 원본 신호를 깨끗하게 복구할 수 있는 압축센싱이라는 흥미로운 이론이 발표되었다. 이는 신호처리 기술의 틀 자체를 바꿔 놓는 패러다임 쉬프트를 가져올 것으로 평가되어 2007년 MIT 선정 떠오르는 10대 기술, 2012년 한국산업기술평가관리원 100대 IT 미래기술로 선정되는 등 전 세계적으로 큰 주목을 받고 있다.

본 연구팀은 이 이론을 부호이론이라는 정보 이론적 관점에서 재해석하고, 완벽한 신호 복구를 위한 샘플수의 한계치를 구하고, 보다 빠르고 정확하게 샘플링 하고 복구할 수 있는 방법을 개발하는 것으로 목표로 하였다.

연구팀은 기 개발된 이론을 고해상도 광학 시스템과 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 시스템에 적용하고, 실제 어플리케이션에 맞도록 디자인하였고 실현화 하였다. 고해상도 광학 시스템으로는 나노 해상도의 성능을 가지는 분광기를 새로운 하드웨어 추가 또는 신소재의 개발없이 소프트웨어 추가만으로 실현해냈다. 또한 고품질 뇌파를 측정할 수 있는 고해상도 무선 BCI 시스템을 개발하였다. 즉 분광장치의 해상도를 높이는데 적용하고 실현가능함을 실제로 동작하는 시스템을 구현함으로써 개발된 이론의 실제성을 입증하였다.

## 앞으로 이렇게 달라집니다

### 차세대 데이터 문제를 해결하다

개발된 신호 샘플링 및 복구알고리즘은 차세대 협력통신, 보안통신, 센서네트워크, 플래쉬 메모리, 고해상도 분광기, 뇌-컴퓨터 접속 시스템, 초음파 이미지, fMRI, 셀 이미징 등 여러 차세대 신호 및 데이터 처리 문제를 해결하여 기술 실현화에 도움을 줄 것으로 보인다.

### 생활 편의와 공공안전에 크게 기여

압축센싱을 이용한 다중 센서 시스템 및 샘플링 시스템은 스마트폰, 스마트 냉장고, 산발 감지 시스템 등 생활 편의 제공을 위한 기기 간편화, 소형화, 저비용 생산, 그리고 재해 방지 시스템의 보편화 등을 가능하게 하여 생활 편의 향상에 기여할 것으로 기대된다. 고해상도 휴대용 분광기의 소형화는 여러 장소에서 또 시시각각으로 위험물질을 감지할 수 있어, 공공 생활 안전에 커다란 기여를 할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 연구팀이 개발한 무선 BCI 시스템은 뇌 신호 획득 과정을 쉽게 하여 기기의 저가화와 소형화를 꾀할 수 있게 되므로, 뇌질환 및 재활 치료자들에게는 물론이고, 일반인들에게도 기술 혜택이 전파될 수 있을 것으로 예상된다.



### 용어 해설

- 압축센싱 (compressive sensing) : 신호를 아주 적은 양으로 압축하여 얻어 낸 후, 정보 손실 없이 복구할 수 있는 새로운 신호 처리 방법
- 분광기 (spectrometer) : 광학 기기로서 광원 혹은 광원을 투과시킨 물체로부터 얻은 빛을 파장에 대한 스펙트럼 형태로 나타내는 기구
- 뇌-컴퓨터 접속(BCI) : 뇌-컴퓨터 접속 시스템은 손이나 발의 움직임을 상상했을 때 뇌에서 발생하는 뇌파(EEG) 신호를 획득 및 분류하여 외부 장치를 조정하는 연구



### Real Story

#### 발상의 전환이 문제를 해결하는 열쇠

2008년 연구진은 통신시스템에 쓰는 등화기 신호 처리 이론을 광학시스템인 분광기에 적용하여 센서의 간섭을 제거하여 성능저하를 막는 연구를 진행하였다. 그러나 그때 풀지 못한 숙제를 하나 남겨 놓았다. 즉, 직관적으로 신호처리 이론으로 분광기의 해상도를 높이는 방법도 만들 수 있을 것 같다는 감은 있었지만, 그 목표를 이룬만한 구체적인 알고리즘은 없었다.

2011년에 우리 연구팀은 신호를 빠르고 간결하게 얻는 방법을 연구하고 있었다. 그때 우리는 현재 연구한 알고리즘을 역방향으로 응용하여 2008년 문제에 적용하면 아주 적합하겠다는 생각이 들었고, 우리는 놀라운 결과를 얻을 수 있었다. 즉 신호를 빠르고 간결하게 얻는 방법은 역방향으로 적용하면, 이미 적은 수의 센서로부터 간결하게 얻어진(저 해상도 결과) 샘플을 신호 복원 알고리즘을 적용하여, 고해상도 결과를 알아내는 데에도 쓸 수 있다는 것이다. 이처럼 알고 나면 매우 간단한 발상의 전환으로부터 이전 연구의 숙제를 해결하는 열쇠를 찾을 수 있었고, 그를 통해 기존 시스템에서 얻을 수 있는 해상도 한계를 훌쩍 뛰어넘는 연구 결과를 낼 수 있는 계기를 만들어 낼 수 있었다.

### 주요연구 개발성과

#### [논문]

Improving resolution of miniature spectrometers by exploiting sparse nature of signals. J. Oliver and Heung-No Lee, OPTICS EXPRESS, 20(3) 2613-2625

#### [특허]

Signal Acquisition and Method for Distributed Compressive Sensing and Joint Signal Recovery/8391800/ 2013.03.05