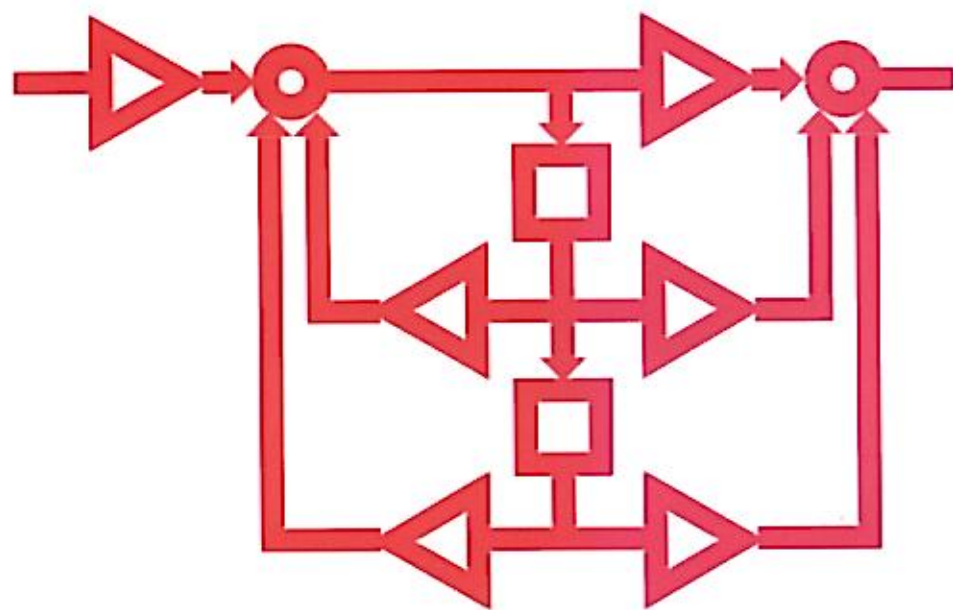


2010년도 제23회 신호처리합동학술대회 논문집

Proceeding of the 2010 Korea Signal Processing Conference

일시 : 2010년 10월 2일 (토)

장소 : 중앙대학교



- 주최 : 사단법인 한국방송공학회 3DTV 연구회
사단법인 대한전자공학회 음향 및 신호처리연구회, 화상처리 및 텔레비전연구회
사단법인 한국통신학회 신호처리연구회, 영상통신연구회
사단법인 한국음향학회 신호처리연구회, 음성처리연구회
- 주관 : 사단법인 한국방송공학회
- 후원 : 중앙대학교 (문화콘텐츠기술연구원, BK21 한국형디지털영상사업단, 서울미래형 콘텐츠컨버전스클러스터, 미래형영상콘텐츠기술연구단, 시각 및 지능시스템연구실), IEEE Korea SP Chapter, IEEE Korea CE Chapter
- 협찬 : (주)네오시드넷, (주)스타넥스, (주)에디텍, 인피니티박스, (주)하이트론시스템즈

다중센서 시스템에 대한 새로운 압축센싱 모델

이준호, 박상준, 이흥노*

광주과학기술원 정보통신공학부

New Compressive Sensing Model for Multiple Sensor System

Junho Lee, Sangjun Park, Heung-No Lee*

School of Information and Communications, Gwangju Institute of Science and Technology
ljh8097@gmail.com, sjpark1@gist.ac.kr, *heungno@gist.ac.kr

Abstract: 본 논문에서는 다중센서 시스템(multiple sensor system)에 대한 효율적인 압축센싱(Compressive Sensing) 모델을 제안한다. 제안하는 모델에서는 각 센서에서 독립적인 압축센싱이 이뤄지고 복구단계에서 각 센서와 원신호 사이의 채널정보를 활용하여 합리 복구를 수행한다. 이에 대한 결과로 압축센싱된 신호로부터 원신호를 정확히 복구하기 위해 필요한 샘플 수는 센서 수에 비례하게 감소함을 시뮬레이션을 통하여 보인다.

Keywords: 다중센서 시스템, sparse 신호, 압축센싱, 센싱 매트릭스(sensing matrix), 채널 매트릭스(channel matrix), joint 복구.

I. Introduction

다중센서 시스템은 다양한 응용분야에서 특정 목적에 부합하는 물리적인 현상(온도, 지진과 등)을 모니터링 하기 위하여 공간상에 분포된 많은 센서들로 이루어져 있다. 서로 인접된 센서들은 공통된 하나의 물리적인 현상(원 신호)으로부터 정보를 얻게 된다. 이로 인해, 센서들에서 측정되는 신호들은 상관성이 큰 특징을 보인다.

대부분의 다중센서 시스템에서 각 센서들은 최소한의 장비들로 이루어져 있다. 이러한 시스템에서의 중요한 임무는 상관성이 큰 신호들 사이에서 제한된 자원(에너지, 대역폭)을 효율적으로 활용하여 원신호를 정확히 복구하는 것이다. 그러기 위해서는 압축 가능한 센싱 신호들에 대한 압축과 신호들간의 큰 상관성을 고려한 압축과정이 필수적으로 수행되어야 한다. 그러나, 에너지와 대역폭이 제한된 저전력 센서 네트워크는 압축 가능한 센싱 신호에 대한 저 복잡도의 압축(intra-sensor-compression) 신호처리와 센서간 통신을 최소로 하는 센서간 압축(inter-sensor-compression) 신호처리를 요구한다.

압축센싱 이론은 압축 가능한 신호에 대하여 센싱과 동시 압축된 신호의 취득이 가능함을 보여주었다[1]. 이러한 압축센싱 이론을 다중센서 시스템에 적용함으로써 다음의 두가지 장점을 취할 수 있게 된다. 1) 각 센서에서는 독립적인 압축센싱을 통하여 신호

취득 후 별도의 압축과정 없이 센싱 되는 신호에 대한 압축(intra-sensor compression)을 이룰 수 있다. 또한, 2) 센서간의 통신을 요구하지 않고도 복구과정에서 압축센싱 신호들에 대한 합리복구를 수행함으로써 센서간 압축(inter-sensor compression)을 이룰 수 있게 된다. 결국 저전력 센서에서의 신호처리 복잡도를 줄여줌으로써 한정된 자원을 효율적으로 활용하여 원 신호를 정확하게 복구할 수 있게 된다.

[2]에서는 상관성이 있는 신호들의 모델을 제시하고 각 모델에 대한 합리 압축센싱 복구방법을 소개하였다. 기존 연구에서는 신호들간의 공통성분을 활용하여 각 신호들에 대한 합리 복구방법에 집중되어 왔다.

본 논문에서는 다중센서 시스템에 대한 효율적인 압축센싱 적용 모델로서, 압축센싱 신호들의 복구과정에서 각 센서와 원 신호간의 사전정보를 활용하여 합리 복구하는 새로운 방법을 제안하고 원 신호를 완벽하게 복구하기 위해 각 센서에서 필수적으로 보내야 되는 샘플의 수를 시뮬레이션을 통하여 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 압축센싱의 기본 개념소개, III장에서 다중센서 시스템에 대한 새로운 압축센싱 모델을 소개한다. IV장에서는 압축센싱 매트릭스에 대한 성능치도에 대한 설명과, V장에서는 시뮬레이션을 통한 제안하는 모델의 분석을 보인다. 끝으로, VI장에서 결론과 이후의 연구방향을 소개하며 본 논문을 마치고도록 한다.

Notation: 원 신호 $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^N$, j -th 센서에서의 센싱신호 $\mathbf{x}_j \in \mathbb{R}^M$, 압축센싱 신호 $\mathbf{y}_j \in \mathbb{R}^K$, 센싱 매트릭스 $\mathbf{F}_j \in \mathbb{R}^{M \times K}$, 신호와 센서간 채널매트릭스 $\mathbf{C}_j \in \mathbb{R}^{M \times N}$, 매트릭스 \mathbf{A} 의 최대값 원소 $[\mathbf{A}]_{\max}$, 전치행렬 \mathbf{A}^T , 단위행렬 \mathbf{I} 를 각각 정의한다.

II. The Basics of Compressive Sensing

압축센싱의 목적은 센싱되는 신호의 sparse한 사전정보를 활용하여 적은 수의 신호 측정 결과로부터 원 신호를 다시 복구하는 것이다[1]. 일반적인 압축센싱은 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$\mathbf{y} = \mathbf{F}\mathbf{x} \quad (1)$$

원 신호 \mathbf{x} 의 대부분의 인덱스들에서 0의 값을 지니고 K 개의 인덱스에서 0이 아닌 값을 지닌 신호라고 가정하고 K -sparse 신호로 정의된다, $K \ll N$. 집합

* 교신저자

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2010-00179444)