Resumen

Debido a las grandes limitaciones que presenta la teoría clásica de muestreo para reconstruir señales de altas frecuencias, surge la necesidad de introducir nuevas teorías que sean capaces de resolver estas deficiencias.

Compressive Sensing es una teoría reciente propuesta por Candès y Donoho (2006) con un gran potencial en la reconstrucción de señales poco densas (sparse). Esta teoría establece que una señal sparse puede ser reconstruida con alta probabilidad a partir de un reducido conjunto de muestras, mucho menor que la señal original e incluso menor que el requerido por el Teorema de Shanon. Esto implica una considerable reducción de los datos necesarios para reconstruir la señal; al necesitar menos datos, se reduce la frecuencia de muestreo, evitando el problema que presenta el muestrear señales de altas frecuencias.

En el presente trabajo se mostrará que efectivamente la teoría del Muestreo Compresivo (Compressive Sensing) puede ser aplicada para la reconstrucción de señales, pues así lo indican los resultados obtenidos. Se implementarán distintos algoritmos de reconstrucción: Matching Pursuit y Orthogonal Matching Pursuit, y se realizará un estudio comparativo del rendimiento de cada uno de los métodos usando diferentes criterios como: número de proyecciones, número de iteraciones y robustez al ruido.

A continuación, se emplearán estos algoritmos en el desarrollo de determinadas aplicaciones de la teoría del Compressive Sensing. En primer lugar, se estudiará la estimación de un canal en comunicaciones. Sabiendo que los canales con respuesta impulsiva sparse aparecen en un gran número de aplicaciones en comunicaciones, aprovechamos esta escasez del canal para obtener un estimado del mismo usando los algoritmos estudiados. La segunda aplicación que se presenta es la detección de sinusoides en frecuencia, para ello se emplean los algoritmos estudiados para la reconstrucción de señales sparse en el dominio de la frecuencia. Por último, se trata de aplicar la teoría del Compressive Sensing a la reconstrucción de imágenes, presentando los algoritmos y el soporte hardware para una nueva teoría denominada Compressive Imaging.

Abstract

Because of the great limitations of the classical theory of sampling to reconstruct high-frequency signals, arises the need to introduce new theories that are able to resolve these deficiencies.

Compressive Sensing is a recent theory proposed by Candès and Donoho (2006) with great potential in the reconstruction of sparse signals. This theory states that a sparse signal can be reconstructed with high probability from a small set of samples, much smaller than the original signal and even less than that required by the Shannon Theorem. This implies a considerable reduction of the data needed to reconstruct the signal, by requiring fewer data, it reduces the sampling rate, avoiding the problem with the sampling signals of high frequencies.

In this paper we show that indeed Compressive Sampling theory can be applied to the reconstruction of signals, as well as the results indicate. Be implemented different reconstruction algorithms: Matching Pursuit and Orthogonal Matching Pursuit, and conduct a comparative study of the performance of each of the methods using different criteria: number of screenings, number of iterations and robustness to noise.

Then these algorithms are used in the development of certain applications of the theory of Compressive Sensing. First, we will study the estimation of a communications channel. Knowing that channels with sparse impulse response displayed on a large number of applications in communications, we take this sparsity of the channel to get an estimate using the algorithms studied. The second application presented is the detection of sinusoids in frequency, this will use the algorithms designed for the reconstruction of sparse signals in the frequency domain. Finally, it is to apply the theory of Compressive Sensing image reconstruction, presenting the algorithms and hardware support for a new theory called Compressive Imaging.