

## 1-Bit 圧縮センシングの統計力学的解析

許 インイン

東京工業大学 知能システム科学専攻

圧縮センシングとは、原信号がスパースである（ゼロ成分が多い）という仮定の下で、データを採取する段階において、圧縮した形で計測する方法である。こうした圧縮されたデータから元の情報を復元できるような計測方法と復元方法が現在広く研究されている。

圧縮センシングの研究では、圧縮されたデータは任意の精度の実数値であると仮定することが多い。しかしながら、通信量や記憶量などの制約のある現実的な状況では、圧縮された表現をデータサイズの大きい実数値ではなく、離散的な量子化データに変換したほうが有利になる場面も想定される。1-Bit 圧縮センシング[1]とは、ハードウェアでの実現を念頭に置き、圧縮された表現の量子化まで考慮した圧縮センシングの枠組みである。1-Bit 圧縮センシングでは、元の情報を計測した際の各成分の符号（プラスかマイナスか）の情報のみを用いて、元の情報を復元することを目指す。今回の研究では、レプリカ法により、1-Bit 圧縮センシングによって実現される性能を理論的に分析した。

1-Bit 圧縮センシングの数理モデルを以下のように作る。原信号はスパースであると仮定し、未知の  $N$  次元の実ベクトル  $x$  とする。 $x$  の成分のうちゼロでないものの割合をスパース率と呼び、 $\rho$  で表す。観測過程としては、大きさ  $M \times N$  の行列  $A$  を用いて、 $M$  次元のバイナリデータ  $y$  が、

$$y = \text{sign}(Ax) \quad (1)$$

により得られると仮定する。ただし、(1) は  $x$  を任意の正整数によって定数倍しても不変なため、この条件のみからは  $x$  の大きさを決めることはできない。そこで、信号の規格化条件を  $|x|^2 = N$  とし、以下の方針によって信号を復元する。

$$\min |x|_1 \quad \text{subj to} \quad y = \text{sign}(Ax) \quad \text{and} \quad |x|^2 = N$$

レプリカ法による解析から、文献 [1] に示されている数値実験結果と整合する性能が得られた。このことは [1] で提案されている近似アルゴリズムが厳密解法と近い性能を備えていることを示唆している。

## 参考文献

- [1] Boufounos, P.T. and Baraniuk, R.G. Rice Univ, Houston, *1-Bit compressive sensing* Information Sciences and Systems, 2008. CISS 2008. 42nd Annual Conference on, pp.16-21, 10.1109/CISS.2008.4558487