

先端研究拠点事業—国際戦略型—
「ソフトマターと情報に関する非平衡ダイナミクス」
研究者交流プログラム 派遣報告書

2014年1月27日

氏名(ふりがな)	許インイン (きょいんいん) (XU YINGYING)
所属機関・部局・専攻内の所属分野	東京工業大学大学院総合理工研究科知能システム科学
身分・学年 (学生の場合は指導教員名)	博士後期課程一年 (樺島祥介)
メールアドレス	yingxu@sp.dis.titech.ac.jp
電話番号、FAX	045-924-5625

派遣先

受け入れ研究者氏名	Lenka Zdeborova
所属機関 (国)	CNRS, France
身分	Researcher
メールアドレス	lenka.zdeborova@gmail.com
研究室 URL	http://artax.karlin.mff.cuni.cz/~zdebl9am/index.htm
電話番号、FAX	+33 1 69 08 81 14

共同研究

研究課題名	和文	1bit 圧縮センシングの統計力学的アプローチ
	英文	Application of statistical physics to 1-bit compressed sensing
場所 (国名・都市)	フランス・パリ	
派遣期間	2013年9月29日 ~ 2013年11月13日	

実際に行った研究活動、成果などを1-2ページ程度で記述してください。スペース不足の場合は、用紙を追加してください。

1bit 圧縮センシングとは、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方法である。既存の 1bit 圧縮センシングの復元アルゴリズムは一般の L₁ 復元法の潜在性能をほぼ達成しているが、しかしながら、L₁ 復元法の潜在性能は実際の応用の要求レベルにはまだまだ達していないため、よりパフォーマンスのよい圧縮センシングの復元法とそれを実践できるアルゴリズムを開発する必要がある。

一般的にベイズ推論は L₁ ノルム最小化の方法より圧縮センシングに対しての潜在性能が良いと知られているが、それを実行する為に、今回はフランスで Zdeborova 氏と一緒にベイズ推論による 1bit 圧縮センシングの信号復元を試した。フランスの Zdeborova 氏の研究チームは、通常圧縮センシングについて、ベイズ推論法による復元方法と観測行列のデザインについて研究成果がある。その手法を私の研究課題 1Bit 圧縮センシングに取り入れるのは共同研究の目標である。Zdeborova 氏チームは EU の主要グラントを獲得し、現在圧縮センシングの研究で存在感を増しているが、1Bit 圧縮センシングは彼らの研究内容を補完する位置づけとなっており、今回の共同研究は向こうに従うだけでなく自分のアイデアを積極的に提案でき、研究上のつながりを作る上での絶好の内容となっている。

ベイズ推論法による復元法というのはベイズの公式

$$P(x | y) = P(y | x)P(x) / P(y)$$

に高次元信号のスパース性という統計的事前知識

$$p(x) = \rho \delta(x) + (1 - \rho)N(0, \sigma^2)$$

を取り入れる。ここでは、 ρ は高次元信号の非ゼロ比率を表し、これも推定できる。まずは、レプリカ法によって性能評価を行い、復元率、圧縮率とスパース度などの要素間の関係を明らかにする。そして、実践できるアルゴリズムを作り、人口データによって数値実験を行う。その実験結果を理論的性能評価と比較し、解析を行う。

フランスでの議論のおかげですでにベイズ推論法による 1bit 圧縮センシングの復元に関して、共同研究の結果が得られた。その結果をまとめ、論文として出版する予定である。今年度の滞在により、大学院生時代に日本国外の研究者と共同研究を通じて密接なつながりを持つことは i) 国内の研究環境の中では生まれにくい問題意識や考え方に気付かされることが多く、研究者として一段成長できる、ii) 国際的な研究者ネットワークに参加する機会が増え学位取得後のキャリアパスに大きなチャンスが生まれる、ことから極めて重要であると痛感した。