压缩感知中模型与算法的一些研究

刘文辉

摘要

本文首先简单地概述了压缩感知基本理论，包括信号和图像的稀疏表示、稀疏信号的重构模型与算法、以及观测矩阵的设计。然后，从两个方面介绍我们的研究工作：压缩感知中的 TVp 模型分析和 1-Bit 压缩感知的算法设计。

首先，TVp 模型是对 TV 模型的一个扩展，与 TV 模型相比，它能更好地利用图像离散梯度的稀疏性。也正是因为如此，本文通过离散梯度的稀疏性将压缩感知的理论应用到 TVp 模型的分析中，并给出了 TVp 模型的误差估计。理论结果表明图像的重构误差可以被观测值的误差和原图像的离散梯度在 ℓ_p 范数意义下的最佳 s 项逼近误差所控制。

其次，本文介绍了 1-Bit 压缩感知问题，它是量化压缩感知研究的一个分支。我们主要是对这一问题的求解算法进行研究。在 1-Bit 压缩感知中，所求的解在相差一个正常数倍的意义下是等价的。充分地利用这一特性，我们对原 ℓ_0 求解模型进行了改进。基于改进后的模型，提出了 STrMp 和 STrMP-ℓ_1 贪婪算法。值得一提的是，STrMp 和 STrMP-ℓ_1 算法的子问题是无约束的凸优化问题。

在文中最后，我们通过数值试验将 STrMP 和 STrMP-ℓ_1 算法同现有的算法进行了比较。具体地，我们从多个方面对各算法进行了比较，包括：信噪比（SNR）、重构信号的支集与原稀疏信号的支集间的误差、重构信号的符号观测与原信号的符号观测间的 Hamming 误差、算法的执行时间、以及抗噪音的效果。数值结果表明 STrMP 和 STrMP-ℓ_1 算法是快速有效的。