大规模随机接入中的稀疏活跃用户检测及算法研究

汪思维

摘要

大规模机器通信 (massive Machine-Type Communication, mMTC) 是第五代蜂窝移动通信技术 (5G) 的一个重要应用领域. 它侧重于人与物之间的信息交互, 主要场景包括车联网, 智能物流, 智能资产管理等. 在 mMTC 中, 有海量的设备接入网络, 但是设备的通信量却是零星分散的. 大规模机器通信中一个极为重要的任务是稀疏活跃用户检测 (sparse activity detection), 即在随机接入阶段, 根据先导阶段传输的导频序列检测出活跃的设备集合. 在不需要估计信道的情况下, 处理稀疏活跃用户检测的一个有效方法是基于接收信号协方差的极大似然估计法. 此方法可通过坐标下降算法 (coordinate descent, CD) 或期望最大化算法 (expectation maximization, EM) 来求解. 本文分别在单蜂窝小区和多蜂窝小区这两种系统下, 讨论 CD 算法和 EM 算法的具体实现以及效果比较.

第二章针对单蜂窝小区检测情形, 讨论了在大尺度衰落系数已知与否的两种情况下, 稀疏活跃用户检测问题的模型构建与相应的 CD 算法和 EM 算法求解. 其中, 就已知大尺度衰落系数的情况, 本文给出了利用 EM 算法求解稀疏活跃用户检测的一种方法, 并与已知的 CD 算法进行了数值实验对比, 结果显示 EM 算法在此情形下检测的误差概率接近于 CD 算法.

第三章针对多蜂窝小区检测情形, 介绍了 CD 算法采取协作检测策略, 对大尺度衰落系数已知与否两种情况下的模型构建与求解. 另外, 本文给出 EM 算法在多蜂窝小区情形下且大尺度衰落系数未知时无法采取协作检测策略的一种解释. 最后, 本文还讨论了 EM 算法在已知大尺度衰落系数时的一种求解思路.

第四章对论文的工作做了总结和展望.

关键词: 稀疏活跃用户检测, 协方差, 极大似然估计, 0-1 变量, 坐标下降算法, 期望最大化算法