

摘要

Arikan 于 2009 年提出的极化码 (Polar Code) 不仅可以达到信道容量, 并且具有高效快速的编码译码算法, 是纠错编码理论领域近年来的一大突破, 已广泛应用于 5G 通信、光纤通信、量子通信、深度学习以及信息安全等众多领域。本文主要研究作为二元输入离散无记忆信道 (Binary-Input Discrete Memoryless Channel, BIDMC) W 上的极化码的推广——混合多核极化码 (Hybrid Multi-Kernel Polar Code) 的极化性 (Polarization): 占比接近 W 的对称容量 $I(W)$ 的部分虚拟信道近似于无噪的可靠信道, 同时占比接近 $1-I(W)$ 的部分虚拟信道近似于纯噪声信道。我们首先利用随机切换信道 (Random Switch Channel) 的概念, 研究了子信道中包含非对称的 BIDMC 的并行广播信道 (Parallel Broadcast Channel, PBC) 的信道容量。然后放宽了极化码构造中通用的信道组合与分裂策略 (Combining and Splitting Tactics, CAST) 对基础信道的对称性和等价性的要求, 在基础信道是非对称的 BIDMC 的条件下, 证明了 CAST 生成的各虚拟信道的最大对称容量的一个下界。最后通过对混合多核极化码的编码矩阵与递归构造中使用的各 CAST 的关系的分析, 利用 PBC 首次在基础信道为一般 BIDMC 的条件下对混合多核极化码的极化性给出了严格证明。