

光通信モデルに対する2次オーダー漸近論

工学研究科 電子情報工学専攻

さかい ゆうた
○阪井 祐太 助教

キーワード

情報理論, 通信の数学的理論, 中心極限定理, 有限長解析

研究概要

本研究では、下図のような直接検知法による光通信モデル「Poisson 通信路」を介したデータ通信問題を考える。

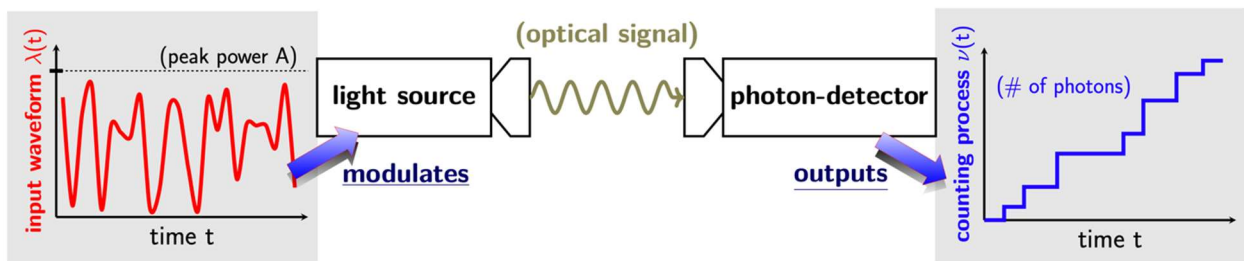


図 1: Poisson 通信路の数理モデル

図1の通信モデルでは、送信メッセージごとの入力波形によって強度を変調して光信号を送信し、受信者は光信号の光子数をカウントすることで送信メッセージを推測する。本研究の目的は、本通信モデルにおける3つの性能指標（信頼性、遅延時間、伝送効率）の間のトレードオフ関係を数学的に定式化する「通信路符号化定理」を示し、数学的に厳密な証明を与えることである。特に、誤り確率を固定した場合における、最適伝送効率の詳細な漸近解析として近年注目されている「2次オーダー漸近論」を導出する。

アピールポイント

本研究は数理工学研究の一つであり、数学的にモデル化されたデータ通信問題に対して不変的な基礎的事実を構成することが目標である。すなわち、時間が過ぎても色褪せることなく、100年後も受け入れられる数学的事実を示すことができる基礎研究の一つである。本研究は、確率論の「中心極限定理」や測度集中不等式の一種である「対数 Sobolev 不等式」といった数学的な事実が、光通信を行う工学的問題においてどのような役割を持つかを明らかにする、応用数学の一例となる。特筆すべき点として、図1の Poisson 通信路は連続時間型の通信モデルであり、従来の「2次オーダー漸近論」を離散時間から連続時間への拡張に成功した世界初の研究成果である。これにより、通信の理論限界を究明する情報理論を深化させる一助となることが期待できる。

本研究は、シンガポール国立大学（シンガポール）の Vincent Y. F. Tan 博士と、ノヴィ・サド大学（セルビア）の Mladen Kovačević 博士との共同研究である。本研究の成果は、情報理論分野において権威ある国際会議「IEEE Information Theory Workshop」にて発表され、さらに情報理論分野において最高峰の査読付き英論文誌「IEEE Transactions on Information Theory」にて掲載された。すなわち本研究では、国際的な共同研究として、世界トップクラスの業績として認められる研究成果を挙げた。