

量子アニーラを利用した電波伝搬解析法

Radio Propagation Analysis Method Using Quantum Annealers

今井 哲朗[†] 猪又 稔[‡] 山田 渉[‡]

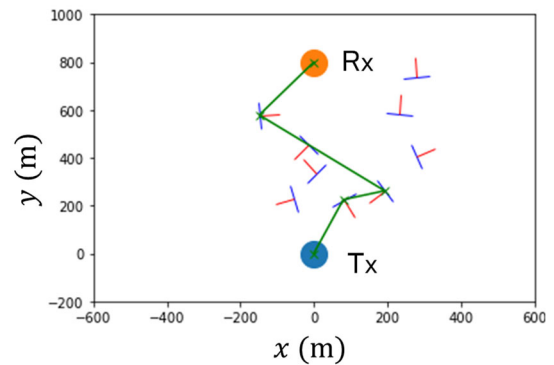
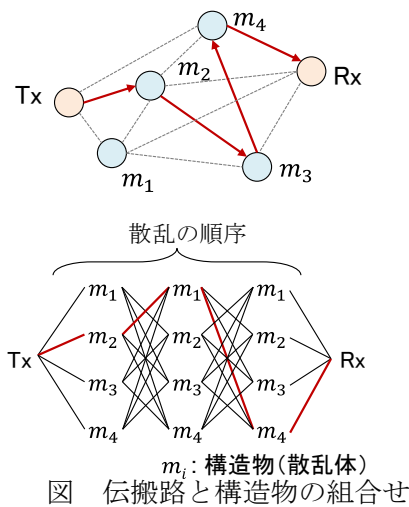
Tetsuro IMAI[†] Minoru Inomata[‡] and Wataru Yamada[‡]

[†]東京電機大学 [‡]日本電信電話株式会社

概要

現在、電波伝搬解析にはレイトレーシング法が一般に利用されており、その解析の基本となるのが送受信間における電波の伝搬路探索（レイのトレース）である。ここで、解析精度を向上させるためには伝搬特性に寄与する複数の伝搬路を探索する必要があるが、これは組合せ最適化問題に分類されるものである。したがって、伝搬路探索に要する演算量は考慮する構造物の数と相互作用（反射、回折、透過）の回数を増やすと指数関数的に増加する。一方、現在、超高速演算を可能とする量子コンピュータに注目が集まっており、特に組合せ最適化問題に特化した量子アニーラは既に実用化されている。ただし、量子アニーラを利用するためには扱う問題が QUBO（Quadratic Unconstrained Binary Optimization：制約なし二次形式二値変数最適化）形式で記述されている必要がある。したがって、伝搬路を QUBO 形式でモデル化できれば、量子アニーラによる伝搬路の高速探索が可能となる。

本稿では、まず量子アニーラを利用した電波伝搬解析法のコンセプトについて説明し、次に伝搬路を QUBO 形式でモデル化した伝搬 QUBO モデルについて説明する。また、筆者らは提案法に基づく電波伝搬解析ツール QPIT（Quantum annealing radio Propagation Integrated Tool）を開発している。本稿では QPIT のパフォーマンスを市街地において評価した結果についても示す。



Abstract

Recently, ray-tracing has become a popular tool for radio propagation analysis, where the analysis is based on finding radio wave propagation paths (/ tracing rays) between transmission and reception points. To improve the analysis accuracy, it is necessary to find multiple propagation paths that contribute to the propagation characteristics, which is classified as a combinatorial optimization problem. Therefore, the amount of calculation increases exponentially as the number of structures to be considered and the number of interactions with structures increase. On the other hand, at present, attention is focused on quantum computers that enable ultra-high-speed operations, and quantum annealers (QA) that specialize in combinatorial optimization problems have already been put into practical use. This paper introduced concept of a radio propagation analysis method using QA. In addition, the performance of radio propagation analysis tool developed based on this method is also presented.