

巨大ネットワークに潜む構造を量子で探索

～量子ウォーク技術による超グラフの高速探索～

どんな研究

巨大な超グラフの中から、与えられた条件に合う構造を高速に見つけ出す手法の研究です。例えば、ウェブアクセスログやセンサーから得た膨大なデータを超グラフとして表現することにより、様々な関係や法則を高速に発見するのに役立ちます。

どこが凄い

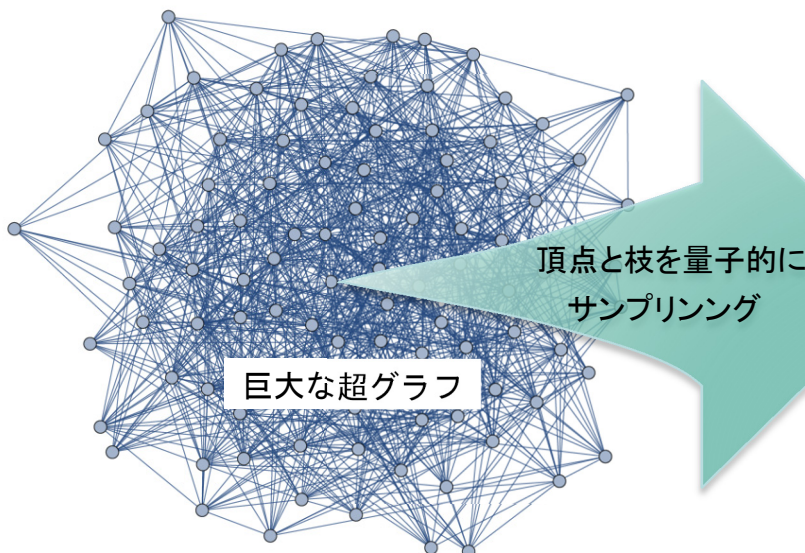
最新の量子ウォーク技術を駆使した新たな量子探索アルゴリズムを開発しました。既存(非量子)のアルゴリズムの限界を大きく超える高速性を実現するばかりでなく、標準的な量子探索アルゴリズムであるGroverのアルゴリズムをも凌ぎます。

目指す未来

巨大な超グラフの中から、特定の構造を見つけ出す作業を既存のアルゴリズムで行うと、膨大な計算時間を必要とします。このため、実質的に実行不可能となります。高速な量子アルゴリズムの発見により、これが可能となり、膨大なデータ中に隠された法則や関係性を新たに発見できることが期待されます。

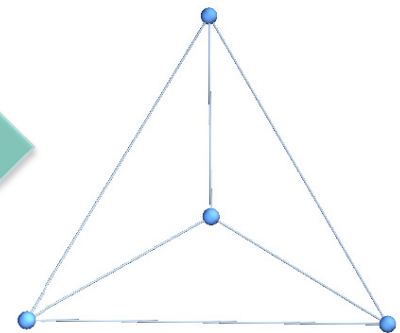
巨大な超グラフ全体を調べることなく、頂点と枝を量子的にサンプリングすることにより高速(*)かつ99%以上の高確率で、条件に合う構造(部分超グラフ)を発見します

(*) 100万ノードの超グラフに対して量子を使わない場合より500万倍程度高速



条件に合う構造を発見！

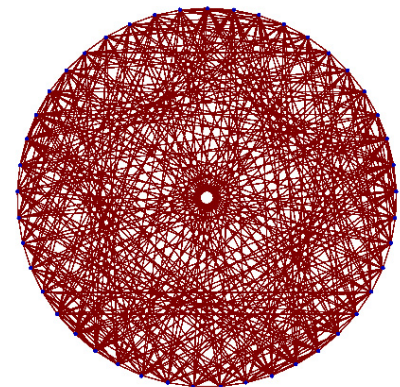
(例：条件＝4頂点クリーク)



技術のポイント：量子サンプリング手法

量子ウォークを用いてサンプリングを行うことにより、高速性と確実性を両立させます

- 超グラフの頂点・枝の部分集合(サンプル)をジョンソン・グラフと呼ばれるグラフの頂点に符号化
- ジョンソン・グラフ J を量子ランダム性を用いてたどる(量子ウォーク)ことにより、ほとんどランダムに J の頂点を抽出
- 抽出した頂点を復号化して得られるサンプルが、条件に合う構造を含むかチェック

ジョンソン・グラフ $J(10, 2)$

【関連文献】

- [1] F. Le Gall, H. Nishimura, S. Tani, "Quantum algorithms for finding constant-sized sub-hypergraphs," *Theoretical Computer Science*, Vol. 609, Part 3, pp. 569 – 582, 2016.
- [2] F. Le Gall, H. Nishimura, S. Tani, "Quantum algorithms for finding constant-sized sub-hypergraphs," in *Proc. 20th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON '14)*, 2014.

【連絡先】

谷 誠一郎 (Seiichiro Tani) メディア情報研究部 情報基礎理論研究グループ
E-mail : tani.seiichiro(at)lab.ntt.co.jp