อัลกอริทึมสำหรับการจัดเก็บเงินกู้ด้วยควอนตัมคอมพิวเตอร์ภายใต้สัญญาณรบกวนจริง

หัวหน้าโครงการวิจัย: ดร. จิรวัฒน์ ตั้งปณิธานนท์[1,2]

นักวิจัยร่วมโครงการวิจัย: ดร. ณัฐวุฒิ กองสุวรรณ[1,2], ดร. อารียา จันทศรี[1,3], ปรเมษฐ์ ปทุมสูติ[3]

[1] ควอนตัมเทคโนโลยีฟาวเดชั่น (ประเทศไทย)

[2] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์

[3] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ความร่วมมือ: กสิกร บิซิเนส เทคโนโลยี กรุ๊ป

Contact: nuttawut@qtft.org

เป้าหมายของโครงการ

- พัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจัดเก็บเงินกู้ด้วยควอนตัมคอมพิวเตอร์
- ศึกษาประสิทธิภาพของอัลกอริทึมด้วยเครื่องขนาด 6-16 qubits
- ปรับปรุงอัลกอริทึมให้เหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับควอนตัมคอมพิวเตอร์จริง รวมทั้งมีความเหมาะสมกับการใช้งานระดับอุตสาหกรรมในอนาคต

งบประมาณร่วมและช่วงเวลาดำเนินโครงการ

- งบประมาณ: โครงการวิจัยได้รับงบประมาณจากการลงทุนโดยเอกชน
- ช่วงเวลาโครงการ: มกราคม 2565 – ธันวาคม 2565

ผลกระทบ

- ได้เทคนิคและอัลกอริทึมสำหรับการจัดเก็บเงินกู้โดยควอนตัมคอมพิวเตอร์
- สามารถต่อยอดงานวิจัยเพื่อการใช้ในระดับอุตสาหกรรมเมื่อควอนตัมคอมพิวเตอร์มีศักยภาพสูงขึ้นในอนาคต

ประสิทธิผล

องค์ความรู้:

- อัลกอริทึมสำหรับการจัดเก็บเงินกู้ โดยใช้อัลกอริทึมผสมระหว่างแบบควอนตัมและแบบคลาสสิก (hybrid quantum-classical algorithm)
- การใช้งานอัลกอริทึมประเภท community detection เพื่อลดขนาดของปัญหาจนสามารถใช้ควอนตัมคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กในการประมวลผลได้
- แนวทางการพัฒนาอัลกอริทึมให้เหมาะสมกับควอนตัมคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กภายใต้สัญญาณรบกวนจริง (Noisy Intermediate-Scale Quantum: NISQ)

ความก้าวหน้าโครงการ: โครงการได้ทำการวิจัยถึงขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมด้วยควอนตัมคอมพิวเตอร์ขนาด 6 qubits และเตรียมขยายการทดสอบด้วยเครื่อง 16 qubits ต่อไป

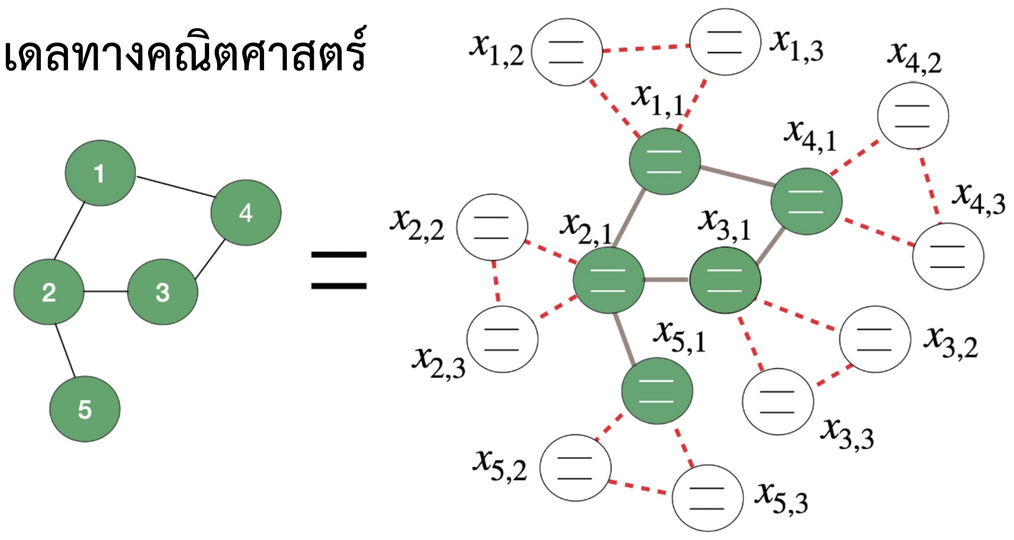
ความยั่งยืน

งานวิจัยในโครงการมุ่งหวังที่จะพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการใช้งานเชิงพาณิชย์ รวมถึงได้รับงานประมาณสนับสนุนงานวิจัยจากภาคเอกชนต่อไป

ความสอดคล้อง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยในสาขาเทคโนโลยีควอนตัม ซึ่งเกี่ยวข้องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีควอนตัมเพื่อการพัฒนาประเทศ ในด้านการพัฒนาควอนตัมอัลกอริทึมสำหรับธุรกิจการเงินการธนาคาร

โมเดลทางคณิตศาสตร์



รูปตัวอย่างการโมเดลลูกหนี้ 5 คน ซึ่งมีการจัดเก็บเงิน 3 วิธี ด้วย 15 qubits

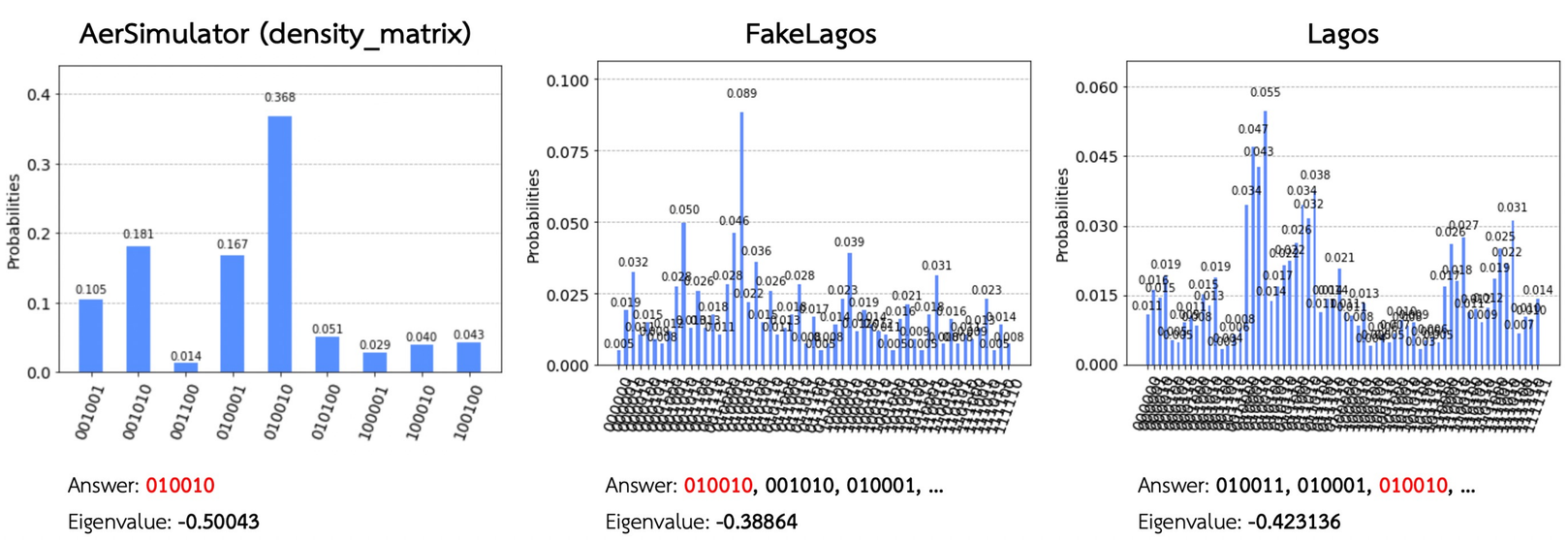
- ใช้ qubit ในการโมเดลวิธีจัดเก็บเงิน (action) กับลูกหนี้ (loanee)
- ใช้เทคนิค Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA) ในการการหาค่าเหมาะที่สุด (optimization) โดยประกอบไปด้วย Problem Hamiltonian H_A และ Mixing Hamiltonian H_B

$$\hat{H}_A = -(1-\epsilon)\sum_{i=1}^{N'}\sum_{j=1}^{M} h_{i,j}\hat{n}_{i,j} - \epsilon \sum_{\langle i,i' \rangle}^{N'} A_{i,i'}(1-\hat{n}_{i,1})(1-\hat{n}_{i',1})$$

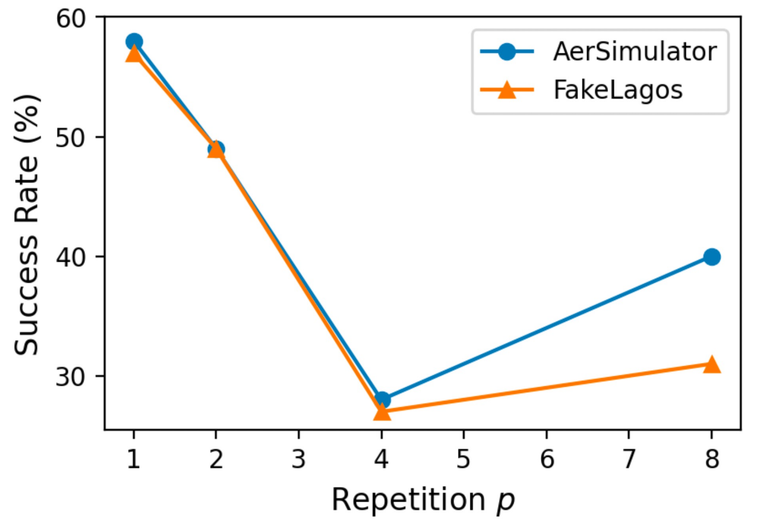
$$\hat{H}_B = -\frac{J}{2}\sum_{i=1}^{N'}\left[\sum_{j=1}^{M}\left(\hat{X}_{i,j}\hat{X}_{i,j+1} + \hat{Y}_{i,j+1}\hat{Y}_{i,j}\right)\right]$$

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาผลกระทบของสัญญาณรบกวนต่อการทำงานของอัลกอริทึม สำหรับลูกหนี้ 2 คน ซึ่งมีการจัดเก็บเงิน 3 วิธี ด้วย 6 qubits จากเครื่อง Lagos ของ IBM Quantum



ผลการทดสอบอัลกอริทึมสำหรับการจัดเก็บเงินกู้ด้วย 6 qubits ในเครื่องควอนตัมคอมพิวเตอร์ Lagos ของ IBM Quantum โดยเปรียบเทียบผลการคำนวณกับเครื่องจำลองแบบ AerSimulator และ FakeLagos



อัตราการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องด้วย QAOA ตามจำนวน repetition p ด้วยควอมตัมคอมพิวเตอร์ซึ่งมีและไม่มีสัญญาณรบกวน

อ้างอิง

- Tangpanitanon, *et. al.*, arXiv:2110.15870v2, 2022
- Farhi, *et. al.*, arXiv:1411.4028, 2014
- Lancichinetti, *et. al.*, Phys. Rev. E, 80:056117, 2009.

โครงการความร่วมมือระหว่างศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์และควอนตัมเทคโนโลยีฟาวเดชั่น (ประเทศไทย)

การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ประจำปี 2565

ณ Khao Yai Convention จังหวัดนครราชสีมา วันที่ 22 - 23 มิถุนายน พ.ศ. 2565

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์

http://thep-center.org/