



MGM811-2

قضایا بحثیة 2

Task2

Prepared by

Mohammed Omar Bin Makhashen

242001540@st.midocean.edu.km

محمد عمر بن مخاشن

Ph.D. student in IT

2024-Oct-5

المحتوى

تطوير الإطار النظري

تقييم الرسالة والإطار النظري:

- تعريف عن الرسالة وتقييمها
- استعراض الأدبيات السابقة ذات الصلة
- شمولية الأدبيات المستعرضة
- ترابط الأفكار
- استخدام مصادر موثوقة

أهم المراجع المستخدمة في الإطار النظري

Chapter

نبذة عامة عن الرسالة

The Trainability and Expressivity of Quantum Machine Learning Models
MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT) Ph.D. Research Jun 2023

هذا باحث الدكتوراه كته الدكتور Eric R. Anschuetz، الذي حصل على درجة البكالوريوس والماجستير من جامعة هارفارد في عام 2017. هذه الرسالة كانت لكلية الفيزياء كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراه في الفلسفة في الفيزياء في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) في يونيو 2023.

العنوان:

"قابلية التدريب والتعبير عن نماذج التعلم الآلي الكمي" (The Trainability and Expressivity of Quantum Machine Learning Models)

تشير Expressivity في النماذج الكمومية إلى مدى قدرة هذه النماذج على التقاط العلاقات والأنماط المعقدة في البيانات. إنها مقياس لقدرة النموذج على أداء المهام الحسابية المختلفة بفعالية. **وبحسب قراءتي للرسالة**، الدراسة تسعى لإثبات أن النماذج الكمية يمكنها التعبير عن وظائف معينة أو أداء مهام لا تستطيع النماذج الكلاسيكية القيام بها، مما يسلط الضوء على مزايا الحوسبة الكمية

شرح الرسالة:

يركز على استكشاف الخوارزميات الهجينة بين الكم والكلاسيكية وتطبيقاتها المحتملة في الحوسبة الكمية. يحقق الدراسة في قيود هذه الخوارزميات، خاصة من حيث قابلية التدريب والتعبير، وهي أمور حاسمة لتطبيقها العملي. يبرز البحث التحديات التي يفرضها الضجيج في الأجهزة الكمية الحالية ويقدم رؤى حول أداء الخوارزميات الكمية التباينية (Variational Quantum Algorithms). يهدف إلى وضع ضمانات مثبتة على أداء هذه الخوارزميات ويناقش آثار هذه النتائج على تطبيقات الحوسبة الكمية المستقبلية.

تطور الإطار النظري لدراسة نماذج التعلم الآلي الكمومي من خلال نقاط متسلسلة من التطورات في كل من الحوسبة الكمومية والتعلم الآلي الكلاسيكي.

في البداية، كان يُعتقد أن النماذج الكلاسيكية كافية لفهم الأنظمة الفيزيائية، ولكن مع تقدم البحث، أصبح من الواضح أن الأنظمة الكمية تظهر خصائص فريدة لا يمكن للنماذج الكلاسيكية أن تغطيها بالكامل. أدى ذلك إلى استكشاف الخوارزميات الهجينة بين الكمومية والكلاسيكية، التي تجمع بين نقاط القوة في كلا النموذجين. يركز الإطار الآن على قابلية التدريب والتعبير عن هذه النماذج الكمية، مع معالجة القيود التي يفرضها الضجيج وعدم الكفاءة في الأجهزة الكمية الحالية.

مراجعة الأدبيات السابقة :

يبنى البحث على مجموعة غنية من الأدبيات المتعلقة بالحوسبة الكمية والتعلم الآلي. يشير إلى الأعمال السابقة حول نماذج الاستعلام الإحصائي والقيود التي تواجهها الخوارزميات الكلاسيكية في محاكاة الأنظمة الكمية. هذه المراجعة الأدبية ضرورية لوضع البحث ضمن قاعدة المعرفة الحالية وتبسيط الضوء على الفجوات التي تهدف الدراسة الحالية إلى معالجتها.

شمولية الأدبيات :

تبدو الأدبيات المستخدمة في البحث شاملة، حيث تغطي جوانب مختلفة من التعلم الآلي الكمي، بما في ذلك أداء الخوارزميات الهجينة والتحديات التي يفرضها الضجيج. كما تناقش الدراسة إطار عمل الاستعلام الإحصائي الترابطي، وهو ذو صلة بفهم قيود النهج الحالية.

ترابط الأفكار :

الأفكار المقدمة في الإطار النظري مترابطة بشكل وثيق مع أهداف البحث. يربط الإطار بشكل فعال بين مفاهيم قابلية التدريب والتعبير عن النماذج الكمية والتحديات العملية التي تواجه تنفيذ هذه الخوارزميات. يتضمن هذا التوافق أن الأسس النظرية تدعم الأسئلة والفرضيات البحثية التي يتم التحقيق فيها.

موثوقية المصادر :

المصادر المستخدمة في الإطار النظري موثوقة، حيث تشمل مقالات محكمة ونظريات راسخة في مجال الحوسبة الكمية والتعلم الآلي. تضيف الإشارات إلى الأعمال السابقة حول نماذج الاستعلام الإحصائي وأداء الخوارزميات الكمية مصداقية على نتائج البحث والاستنتاجات المستخلصة في الدراسة.

أهم المراجع المستخدمة في الإطار النظري

أهم المراجع المستخدمة في الرسالة والتي تلعب دورًا محوريًا في تطوير الإطار النظري للدراسة. إليك بعض هذه المراجع:

Ortiz Marrero, C., Kieferová, M., and Wiebe, N. "Entanglement-induced barren plateaus," PRX Quantum 2, 040316 (2021).

هذا المرجع يناقش تأثير التشابك في ظهور الهضاب القاحلة في تدريب الدوائر الكمية التباينية.

Campos, E., Nasrallah, A., and Biamonte, J. "Abrupt transitions in variational quantum circuit training," Phys. Rev. A 103, 032607 (2021).

يركز هذا المرجع على التحولات المفاجئة في تدريب الدوائر الكمية التباينية.

Farhi, E., Goldstone, J., and Gutmann, S. "A quantum approximate optimization algorithm," arXiv:1411.4028 [quant-ph] (2014).

يقدم هذا المرجع خوارزمية تقريبية لتحسين الأداء الكمي.

Kandala, A., Mezzacapo, A., Temme, K., Takita, M., Brink, M., Chow, J. M., and Gambetta, J. M. "Hardware-efficient variational quantum eigensolver for small molecules and quantum magnets," Nature 549, 242 (2017).

يناقش هذا المرجع حلولًا كمية تباينية فعالة من حيث العتاد للجزيئات الصغيرة والمغناطيسات الكمية.

Schuld, M., Bergholm, V., Gogolin, C., Izaac, J., and Killoran, N. "Evaluating analytic gradients on quantum hardware," Phys. Rev. A 99, 032331 (2019).

يركز هذا المرجع على تقييم التدرجات التحليلية على العتاد الكمي.

Mari, A., Bromley, T. R., and Killoran, N. "Estimating the gradient and higher-order derivatives on quantum hardware," Phys. Rev. A 103, 012405 (2021).

يناقش هذا المرجع تقدير التدرجات والمشتقات من الرتب العليا على العتاد الكمي.

Harrow, A., and Mehraban, S. "Approximate unitary t -designs by short random quantum circuits using nearest-neighbor and long-range gates," arXiv:1809.06957 [quant-ph] (2018).

يقدم هذا المرجع تصاميم وحدوية تقريبية باستخدام دوائر كمية عشوائية قصيرة.

هذه المراجع تمثل جزءًا من الأدبيات التي استندت إليها الرسالة في تطوير الإطار النظري وتحليل قابلية التدريب والتعبير عن النماذج الكمية.



Thank You