

QProjects : a Step Into Primary Research with Quantum Computing and Qiskit

کد پروژه: #qproject101_07

عنوان: بررسی عملکرد پروتکل‌های تلپورتیشن کوانتومی در پهنای باند اطلاعات مختلف و محیط نویزی

Title: Investigating for the Performance of Quantum Teleportation Protocols for Different Information Bandwidths in a Noisy Environment

سطح پروژه: متوسط

تعداد اعضای موردنیاز گروه: (۲ تا ۳ نفر)

مربی دوره: یوسف مافی / Yousef Mafi

پیش نیازها: محاسبات کوانتومی / آشنایی با تلپورتیشن کوانتومی / آشنایی با کیسکیت / مبحث یادگیری ماشین (پایه)

چکیده فارسی: تلپورتیشن کوانتومی (QT: Quantum Teleportation) در اصل یک پروتکل ارتباطی برای انتقال اطلاعات نامعلوم میان دو نقطه در یک شبکه اینترنتی می‌باشد. در این پروتکل طرفین اطلاعات را به کمک کانال کوانتومی (کیوبیت‌های درهم‌تنیده‌شده) و منابع مخابراتی معمولی (بیت‌های کلاسیک) انتقال می‌دهند. اگر انتقال اطلاعات دوطرفه باشد پروتکل ما از دو نوع یک و دو طرفه (BQT: Bidirectional Quantum Teleportation) خواهد بود و اگر این انتقال تحت کنترل یک شخص ثالث انجام گیرد پروتکل از نوع کنترل شده (CQT: Controlled Quantum Teleportation) است. اطلاعات کوانتومی توسط حالات اولیه کیوبیت‌های ورودی به سمت کاربر دیگر تلپورت می‌شوند. از این رو همانند تمامی پروتکل‌های ارتباطی کلاسیک، یک پهنای باند اطلاعات بر اساس مشخصات ذاتی و محیطی سیستم بر روی پروتکل‌های کوانتومی قابل تحقیق خواهد بود.

هدف این پروژه ابتدا تحقیق و شبیه‌سازی ظرفیت انتقال داده با استفاده الگوریتم‌های مختلف تلپورتیشن خواهد بود. لذا می‌بایست ابتدا محققان به مطالعه و شبیه‌سازی چندین پروتکل مختلف تلپورت کوانتومی بپردازند. سپس با استفاده از مباحث یادگیری ماشین و پهنای باند اطلاعات به مدل‌سازی ظرفیت انتقال اطلاعات بر پایه پروتکل‌های مختلف پرداخته شود.

معرفی منابع اصلی:

○ مطالعه و بررسی ویدیو یوتیوب زیر برای درک بهتر مفهوم تلپورتیشن کوانتومی:

<https://youtu.be/yorVpxWmsfg>

○ مطالعه و بررسی پاورپوینت طراحی شده برای معرفی پروتکل های تلپورتیشن کوانتومی:

[https://www.mediafire.com/file/a7lstw2p6vbouqe/QT\(kazemi\).pdf/file](https://www.mediafire.com/file/a7lstw2p6vbouqe/QT(kazemi).pdf/file)

○ برای مطالعه تلپورتیشن دوطرفه کوانتومی، تلپورتیشن کنترل شده و حالت عمومی تلپورتیشن به ترتیب:

[1] Sadeghi Zadeh, M.S., Houshmand, M. & Aghababa, H. Bidirectional Teleportation of a Two-Qubit State by Using Eight-Qubit Entangled State as a Quantum Channel. Int J Theor Phys 56, 2101–2112 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10773-017-3353-3>

[2] Kazemikhah, P., Tabalvandani, M.B., Mafi, Y. et al. Asymmetric Bidirectional Controlled Quantum Teleportation Using Eight Qubit Cluster State. Int J Theor Phys 61, 17 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10773-022-04995-1>

فازبندی و وظایف پروژه: این پروژه دارای پنج فاز کلی بوده و در بازه زمانی ۱۲ هفته ای انجام می گردد.

۱. **فاز مطالعاتی** (۳ هفته): گروه باید به مطالعه منابع و مراجع بپردازند تا به درک خوبی از پروتکل ها برسند.

۲. **فاز پیاده سازی اولیه** (۲ هفته) (۱۵ نمره): گروه باید حداقل نتایج یکی از مراجع را توسط کیسکیت بازتولید کند و نحوه عملکرد تلپورتیشن را اعتبارسنجی کند. (توجه: منبع ۲ دارای کد آماده کیسکیت در گیت هاب بوده و می تواند نقطه شروع خوبی باشد).

۳. **فاز آزمایش پهنای باند انتقال اطلاعات کوانتومی بر روی پروتکل** (۴ هفته) (۵۰ نمره): در این فاز می بایست نتایج مختلف تلپورت شده بر روی پروتکل های شبیه سازی شده با توجه به اطلاعات ورودی مختلف دسته بندی شود. سپس به بررسی شرایط مختلف شبیه سازی (همانند مدار نویزی) با استفاده از مفاهیم یادگیری ماشین و محاسبات کوانتومی تحلیلی پرداخته شود.

۴. **فاز پیاده سازی مدل بهینه سازی انتقال اطلاعات** (۲ هفته) (۱۵ نمره): گروه باید یک مدل یادگیری جهت دسته بندی داده های خروجی بدست آمده به ازای شرایط مختلف شبیه سازی ارائه دهد. این مدل قادر خواهد بود که مجموعه داده های خروجی درست را بر اساس پارامترهای مختلف مدار کوانتومی استخراج کند.

۵. **فاز جمع بندی و ارائه گزارش نهایی** (۱ هفته) (۲۰ نمره): گروه باید نتایج یافته های خود را در قالب یک گزارش مکتوب انگلیسی یا فارسی در فایل Word یا LaTeX ارائه دهد و مشارکت ها و وظایف انجام شده هریک از اعضای گروه را نیز شرح دهند. (قالب Word فارسی و انگلیسی در دسترس قرار می گیرد).

○ پیشنهاد می‌شود دو نفر با پیش زمینه ریاضی بهتر به بررسی و تحلیل مفاهیم تحلیل پروتکل‌ها و اثر نويز کوانتومی بر آن‌ها بپردازد و نفرات دیگر که دارای پایه شبیه‌سازی و یادگیری ماشین قوی می‌باشند به اجرا ایده‌ها بر روی بستر کیسکیت بپردازند.

تعیین ساعت قراردادی هفتگی برای مراجعه دانشجو ها: (چهارشنبه‌ها)

نحوه محاسبه نمره و موفقیت آمیز بودن پروژه: نمره نهایی از ۱۰۰ برای هریک از اعضای گروه در نظر گرفته می‌شود و **اخذ نمره ۷۰ و بالاتر** معادل گذراندن دوره با موفقیت است. نمرات با توجه به کیفیت نتایج بازتولید، نتایج طراحی پروتکل، نتایج اعتبارسنجی پروتکل با کیسکیت و گزارش نهایی اعطا می‌گردد. در انتها به دانشجویانی که حداقل نمره را کسب نمایند گواهی معتبر بین المللی از طرف QIRAN و QWORLD اعطا خواهد شد.

