

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

کد پروژه: #qproject101\_1

**عنوان:** طراحی پروتکل دوطرفه کنترل شده هیبریدی تلپورتیشن کوانتومی و آماده سازی حالت کوانتومی از راه

دور

**Title:** Bidirectional Controlled Hybrid Protocol of Quantum Teleportation and Remote State Preparation (RSP)

سطح پروژه: متوسط

تعداد اعضای مورد نیاز گروه: (۲ تا ۳ نفر)

مربی دوره: پیمان کاظمی خواه / Payman Kazemikhah

پیش نیازها: محاسبات کوانتومی / آشنایی با تلپورتیشن کوانتومی / آشنایی با کیسکیت

**چکیده فارسی:** تلپورتیشن کوانتومی (QT: Quantum Teleportation) در اصل یک پروتکل ارتباطی برای انتقال اطلاعات نامعلوم میان دو نقطه در یک شبکه اینترنتی می باشد. در این پروتکل طرفین اطلاعات را به کمک کانال کوانتومی (کیویت های درهم تنیده شده) و منابع مخابراتی معمولی (بیت های کلاسیک) انتقال می دهند. اگر انتقال اطلاعات دوطرفه باشد پروتکل ما از نوع دوطرفه (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) خواهد بود. از طرفی پروتکل آماده سازی حالت از راه دور (RSP: Remote State Preparation) نوع خاصی از تلپورتیشن کوانتومی است که در آن فرستنده از ماهیت اطلاعات خبر دارد و ناشناخته نیست.

هدف این پروژه طراحی یک پروتکل ترکیبی کنترل شده از تلپورت کوانتومی (QT) و آماده سازی حالت از راه دور (RSP) است. در این پروتکل یک فرستنده (آلیس) قصد دارد تا یک حالت کوانتومی ناشناخته دلخواه را برای یک گیرنده (باب) ارسال کند. در همین حال، باب نیز سعی دارد یک حالت کوانتومی از پیش تعیین شده را از راه دور برای آلیس آماده سازی کند. این فرایند باید تحت کنترل نظارت یک شخص سوم به نام چارلی انجام گیرد. یعنی فرایند انتقال اطلاعات تنها با موافقت چارلی صورت می پذیرد.

اعضای گروه باید پس از مطالعه منابع اولیه و درک کامل از نحوه عملکرد پروتکل ها به بازتولید نتایج برخی مراجع بپردازد و در نهایت با ترکیب ساختار پروتکل های قبلی و انتخاب یک کانال کوانتومی مناسب، پروتکل هیبریدی مجزایی برای انتقال عمومی اطلاعات کوانتومی طراحی نماید و درستی کارکرد آنرا با کیسکیت بسنجد.

معرفی منابع اصلی:

○ مطالعه و بررسی ویدیو های 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>

○ برای مطالعه پروتکل هیبریدی از تلپورتیشن کوانتومی و آماده سازی حالت از راه دور:

[3] Wu, H., Zha, XW. & Yang, YQ. Controlled Bidirectional Hybrid of Remote State Preparation and Quantum Teleportation via Seven-Qubit Entangled State. Int J Theor Phys 57, 28–35 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10773-017-3537-x>

[4] Fang, Sh., Jiang, M. A Novel Scheme for Bidirectional and Hybrid Quantum Information Transmission via a Seven-Qubit State. Int J Theor Phys 57, 523–532 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10773-017-3584-3>

[5] Huo, GW., Zhang, TY., Zha, XW. et al. Controlled Asymmetric Bidirectional Hybrid of Remote State Preparation and Quantum Teleportation. Int J Theor Phys 59, 331–337 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10773-019-04326-x>

**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 طراحی پروتکل (۴ هفته) (۵۰ نمره): گروه باید یک پروتکل هیبرید کنترل شده برای انتقال اطلاعات طراحی کند. از نحوه طراحی پروتکل در مراجع [3-5] ایده بگیرید و همان تکنیک ها را با مطالبی که از مراجع [1-2] آموختید ترکیب کنید. طراحی نهایی یک پروتکل جدید و بهینه هیبریدی برای انتقال اطلاعات کوانتومی خواهد بود.

۴. فاز پیاده سازی پروتکل با کیسکیت (۲ هفته) (۱۵ نمره): گروه باید پروتکل طراحی شده خود را توسط کیسکیت اعتبارسنجی نماید و درستی کارکرد آنرا امتحان نمایند.

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 می شود دو نفر با پیش زمینه ریاضی بهتر به طراحی پروتکل پرداخته و شخص سوم با پیش زمینه کدنویسی قوی تر به پیاده سازی و اعتبار سنجی بپردازد.

تعیین ساعت قراردادی هفتگی برای مراجعه دانشجو ها: (چهارشنبه ها ساعت ۲ تا ۴ عصر)

نحوه محاسبه نمره و موفقیت آمیز بودن پروژه: نمره نهایی از ۱۰۰ برای هریک از اعضای گروه در نظر گرفته می شود 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 می گردد. در انتها به دانشجویانی که حداقل نمره را کسب نمایند گواهی معتبر بین المللی از طرف QIRAN و QWORLD اعطا خواهد شد.