

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

کد پروژه: #ir\_qproject101\_4

**عنوان:** مقایسه EQGAN و QGAN دو نمونه از معادل‌های کوانتومی الگوریتم‌های Generative در یادگیری ماشین کلاسیک [1][2][3]

**Title:** Comparison of the EQGAN and QGAN as Quantum Counterparts for Generative Machine Learning Algorithm

سطح پروژه: پیشرفته

تعداد اعضای موردنیاز گروه: (۴ تا ۵ نفر)

مربی دوره: آرمین احمدخانیها / Armin Ahmadvani

پیش نیازها:

۱- یادگیری ماشین تئوری (به صورت مقدماتی در حد شناخت تابع هزینه و نحوه عملکرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین)

۲- یادگیری ماشین به صورت کدنویسی در پایتون (هر چقدر مهارت شما در این امر بیشتر باشد راحت تر کدهای مربوط به مدل‌های کوانتومی را درک خواهید کرد. شایان ذکر است که علاقه‌مندان حتی با داشتن علم مقدماتی در این زمینه نیز میتوانند در این طرح شرکت نمایند).

۳- شناخت مقدماتی نحوه عملکرد GAN (Generative Adversarial Network)

\*۴- یادگیری ماشین کوانتومی (QML) (در صورت تسلط به پیش‌نیاز ۱ و ۲، شناخت مقدماتی کافیست. برای توضیحات بیشتر دوستانی که سایر پیش‌نیازها را دارند، به آرمین احمدخانیها مراجعه کنند).

**چکیده فارسی:** در GANs دو شبکه‌ی عصبی Generator و Discriminator در یک رقابت روبه‌روی یکدیگر قرار می‌گیرند. در این رقابت سود یک شبکه به ضرر شبکه‌ی دیگر است. درواقع هرگاه یک شبکه امتیازی را بدست آورد، شبکه‌ی دیگر امتیازی را از دست می‌دهد، درنتیجه همواره مجموع امتیازات صفر است. در این روش شبکه Generator یاد می‌گیرد داده‌هایی همسان با داده‌های ورودی تولید کند (برای مثال تصویری شبیه به تصویر ورودی تولید کنیم) که نحوه عملکرد این امر توسط شبکه Discriminator داور می‌شود.

EQGAN و QGAN دو مدل کوانتومی هستند که هدف بالا را تحقق می‌بخشند. در این طرح قصد داریم با استفاده از Qiskit به بررسی این دو مدل بپردازیم و تاثیر پارامترهای یادگیری و نویز را در آنها مشاهده کنیم.

1. Dallaire-Demers, P.L., Killoran, N.: Quantum generative adversarial networks, (2018)
2. Zoufal, C., Lucchi, A., Woerner, S.: Quantum Generative Adversarial Networks for learning and loading random distributions. npj Quantum Inf. 2019 51. 5, 1–9 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41534-019-0223-2>
3. Niu, M.Y., Zlokapa, A., Broughton, M., Boixo, S., Mohseni, M., Smelyanskiy, V., Neven, H.: Entangling Quantum Generative Adversarial Networks. Phys. Rev. Lett. 128, 220505 (2022). <https://doi.org/10.1103/PHYSREVLETT.128.220505/FIGURES/5/MEDIUM>

**فازبندی و وظایف پروژه:** این پروژه دارای چهار 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 نحوه عملکرد الگوریتمها برسند.

۲. فاز پیاده سازی اولیه (۴ هفته) (۴۰ نمره): طی ۴ هفته محتویاتی در اختیار علاقه مندان قرار میگیرد که باید نتایج بدست آمده در این مطالب را با استفاده از **Qiskit** بازتولید کنند.

۳. فاز نوآوری و بهبود مسئله (۴ هفته) (۴۰ نمره): علاقه مندان میتوانند مقالات حوزه ی محاسبات کوانتومی را مطالعه کنند و از تحلیل های موجود در آنها از جمله تحلیل نویز در کار خود بهره ببرند. تحلیل نویز میتواند منجر به یک گزارش تحلیلی از اثر انواع آن بر روی الگوریتم و پارامترهای یادگیری شود.

یک نمونه دیگر از تحلیل میتواند به بررسی **Error correction** و **Error mitigation** بپردازد که در صورت علاقه مندی مقالاتی به معرفی میشوند. این نمونه تحلیلها به تازگی طرفداران زیادی پیدا کرده اند که بررسی آنها منجر به نزدیک شدن به همان آینده ی روشنی که کوانتوم و محاسبات کوانتومی از آن دم میزند، میشود.

۴. 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).

تعیین ساعت قراردادی هفتگی برای مراجعه دانشجو ها: (چهارشنبه ها ساعت ۶ تا ۸ 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 مقایسه دو الگوریتم 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.

