

# 1. félévi beszámoló

Nagy Dániel

dnagy9605 kukac gmail.com

ELTE TTK Fizika Doktori Iskola  
Statisztikus fizika, biológiai fizika  
és kvantumrendszerek fizikája program

Témavezető: Zimborás Zoltán (Wigner FK)

Dolgozat címe: Kvantumos gépi tanulás

## 1. Bevezetés

A doktori kutatásom célja az elmúlt években hatalmas fejlődésen keresztülment kvantuminformáció-technológia és a szintén nagy népszerűségnek örvendő gépi tanulás tudományterületeinek határmezgyéjén levő kvantumos gépi tanulási algoritmusok és módszerek kutatása. A kutatás egyrészt elméleti jellegű, ugyanakkor számos numerikus számolást, szimulációt magába foglal. A kvantumos gépi tanulás tudományterülete magába foglalja a klasszikus gépi tanulás jelenleg is ismert és alkalmazott módszereinek kvantumos adaptációit, továbbfejlesztéseit, illetve eddig nem ismert, klasszikusan nem létező kvantumos algoritmusok alkalmazását gépi tanulási feladatokra. A kutatásom során különböző kvantumos gépi tanulási algoritmusok fejlesztése és ezek alkalmazásainak tesztelését tűztem ki célul.

## 2. Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

Jelenlegi félévben a mesterképzés utolsó félévében már megkezdett kutatást folytattam témavezetőmmel és kutatótársaimmal. Ennek a munkának a célja a megerősítéses tanulás (RL) kvantumos adaptációinak vizsgálata fotonikus kvantumarchitektúrában. A munka során egy Proximal Policy Optimization (PPO [1]) nevű RL algoritmus kvantumosítása és a kvantumos verzió tesztelése volt a cél. Ehhez egy speciális PPO kódot fejlesztettünk, amely egy fotonikus kvantumszimulátor (Strawberry Fields [2]) és gépi tanulási szoftvercsomagok (TensorFlow [3], OpenAI Gym [4]) összehangolásából jött létre. A módszerünk lényege, hogy a PPO algoritmusban szereplő két neurális háló közül az egyiket egy fotonikus kvantumos neurális hálóra cseréltük. A fotonikus kvantumos neurális hálókat már a mesterképzés során tanulmányoztam és a szakdolgozatomat is ebből a témakörből írtam, így a doktori munkám az eddigi tevékenységeim természetes folytatása. Legfőbb feladatom a félév során a kódok fejlesztése és az eredmények kiértékelése volt. A kutatás legfontosabb eredménye, hogy az általunk tesztelt legegyszerűbb esetben a kvantumos algoritmus kevesebb iterációs lépéssel (gyorsabban) konvergál az optimális megoldáshoz, mint egy hasonló paraméterszámú klasszikus PPO algoritmus [5].

### 3. Publikációk

A félév során résztvettem az IEEE Quantum Week konferencián, ahova első szerzős "technical paper" jellegű konferenciacikket publikáltam [5]. Ezen kívül előadást tartottam a Wigner FK által szervezett Wigner GPU Day illetve az AIME konferenciákon is.

### 4. Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

A félév során elvégeztem a "Biológiai rendszerek statisztikus fizikája" (FIZ/3/003E) tárgyat.

### Hivatkozások

- [1] John Schulman, Filip Wolski, Prafulla Dhariwal, Alec Radford, and Oleg Klimov. Proximal Policy Optimization Algorithms. *arXiv e-prints*, art. arXiv:1707.06347, July 2017.
- [2] Nathan Killoran, Josh Izaac, Nicolás Quesada, Ville Bergholm, Matthew Amy, and Christian Weedbrook. Strawberry Fields: A Software Platform for Photonic Quantum Computing. *Quantum*, 3:129, March 2019. ISSN 2521-327X. doi: 10.22331/q-2019-03-11-129. URL <https://doi.org/10.22331/q-2019-03-11-129>.
- [3] Martín Abadi, Paul Barham, Jianmin Chen, Zhifeng Chen, Andy Davis, Jeffrey Dean, Matthieu Devin, Sanjay Ghemawat, Geoffrey Irving, Michael Isard, et al. Tensorflow: A system for large-scale machine learning. In *12th {USENIX} Symposium on Operating Systems Design and Implementation ({OSDI} 16)*, pages 265–283, 2016.
- [4] Greg Brockman, Vicki Cheung, Ludwig Pettersson, Jonas Schneider, John Schulman, Jie Tang, and Wojciech Zaremba. OpenAI Gym. *arXiv e-prints*, art. arXiv:1606.01540, June 2016.
- [5] **Dániel Nagy**, Zsolt Tabi, Péter Hága, Zsófia Kallus, and Zoltán Zimborás. Photonic quantum policy learning in openai gym. In *2021 IEEE International Conference on Quantum Computing and Engineering (QCE)*, pages 123–129. IEEE, 2021.