

3. FÉLÉVI BESZÁMOLÓ

Udvarnoki Zoltán András (udvzoli@gmail.com)

Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája PhD program

Témavezető: Csabai István

A dolgozat címe: Gépi tanulás a tudományban

2021.01.22.

A félévben a Kooperatív Doktori Program keretében Kvantumszámítógépek és kvantum gépi tanulás alkalmazása a pénzügyi modellezésben című témára nyertem támogatást. Így a munkám egy része már ezen a területen folyt.

Kutatási tevékenység:

A korábban végzett emlődaganatos, melanoma, és újonnan érkezett májdaganatos teljes genom szekvenálási minták elemzését folytattam. A munka az év végével lezáruló NVKP projekt keretében folyt, így ebben a félévben a konklúziók levonását, az eredmények összefoglalását végeztük, és az emlődaganatos minták leíró jellegű cikkét kezdtük megírni.

Az összes elemzett minta szomatikus mutációja a fejlesztett portálra felkerült, célunk pedig hogy minél szélesebb körben használhatóvá váljon az adathalmaz. A portált egy konferenciaelőadás keretében népszerűsítettem.

Emellett az Oxford Nanopore Technologies által kifejlesztett hosszú szekvenciák beolvasására képes genomsekvenciáló berendezés nyers jelének bázispárrá konvertálására új módszer kifejlesztésébe kezdtünk bele, amit új neurális hálózat architektúrák megjelenése ösztönzött, amelyek egyszerre több adat kezelésére képesek, mint például a Reformer (Kitaev, Kaiser, & Levskaya, 2020) hálózat.

A Kooperatív Doktori Programon nyert pályázat kapcsán az első célkitűzésünk a kvantumfőlény – vagyis amikor kvantumszámítógépek hagyományosan lehetetlen feladatokat képesek megoldani – feltételeinek vizsgálata, és elérhetőségének ideje a pénzügyi modellek terén.

Egy hasznos mérték a kvantumszámítógép teljesítményének mérésére a kvantum térfogat (V_Q), melynek egyik definíciója (Cross, Bishop, Sheldon, Nation, & Gambetta, 2019):

$$\log_2 V_Q = \operatorname{argmax}_m \min(m, d(m)),$$

ahol d és m az adott kvantumszámítógépen sikeresen megvalósítható áramkör mélysége és szélessége. Valójában ezt a mértéket is sokan kritizálják, így várhatóak újabb és újabb megközelítések megjelenése a hardverek fejlődésével együtt.

A pénzügyi opcióárazást megvalósító kvantumalgoritmust elemeztem, illetve valósítottam meg az IBM kvantumszámítógépeihez ingyenes hozzáférést biztosító Quantum Experience online platform, illetve Qiskit Python csomag segítségével. Az algoritmus kvadrátikus gyorsulást ígér a hagyományos opcióárazáshoz használt Monte-Carlo módszerekhez képest. Habár a becslések szerint a jelenlegi kvantumhardverek nagyon messze állnak attól, hogy előnyös legyen a hagyományos számítógépeket lecserélni, szinte hetente jelennek meg új algoritmusok, néhány havonta pedig új kvantumszámítógépek, így rendkívül gyors a fejlődés. (Chakrabarti, et al., 2020)

Saját munkám egyelőre a keretrendszer megismerésén túl az opcióárazás implementálása volt. Ennek során megismerkedtem különböző megközelítésekkel, a munkám

során is jelentek meg újabb publikációk, amelyek az algoritmus egyes részeinek hatékonyabb megvalósítását tették lehetővé, igyekeztem ennek megfelelően felépíteni a programot. A továbbiakban tervezem a megjelenő hibát vizsgálni, mind elméleti, mind kísérleti úton, illetve javítási lehetőségeket keresni.

Tanulmányi tevékenység:

A félév során az alábbi kurzusokat végeztem el:

- Kvantuminformáció-elmélet FIZ/3/060E (jeles)
- Új kísérletek a kvantummechanikában FIZ/3/044E (jeles)

A félév során részt vettem a BME Wigner Jenő Szakkollégium és a QHungary által szervezett Kvantumszámítás és Kvantumprogramozás Online Őszi Iskolán.

Konferenciák:

A Magyar Bioinformatikus Társaság (MABIT) Bioinformatika 2020 konferenciáján vettem részt és Onkogenetikai elemzések magyar mintákra címmel tartottam előadást.

Publikációk:

Az emlődaganatos minták elemzéséből egy publikáció megírása folyamatban van, a kéziratot dolgozunk.

Oktatási tevékenység:

A félévben 3 tárgy oktatója voltam.

Számítógépes alapismeretek, Fizika BSc 1. féléves tárgy (szamalapf19la) 1 kurzusánál voltam gyakorlati oktató, heti 2 órában. Az órákhoz kapcsolódó kéthetente feladott házi feladatok javítását is végeztem.

Haladó numerikus módszerek, Fizika BSc 3. féléves tárgy (halnumf19la) 1 kurzusánál voltam gyakorlati oktató, heti 2 órában. A tárgyhöz kapcsolódó kéthetente feladott házi feladatok javítását is végeztem.

Számítógépes szimulációk, Fizikus MSc 1. féléves tárgy (compsimf20em) 1 kurzusánál szerepeltem oktatóként. A tárgyhöz kapcsolódóan csak a beadandó 2 projektmunka értékelését végeztem. Ez összesen megközelítőleg 20 órát vett igénybe a félév során.

Ösztöndíjak:

Az idei évben először meghirdetett Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj (KDP-2020) pályázatán „Kvantumszámítógépek és kvantum gépi tanulás alkalmazása a pénzügyi modellezésben” című pályázatom támogatást nyert.

Hivatkozások

- Chakrabarti, S., Krishnakumar, R., Mazzola, G., Stamatopoulos, N., Woerner, S., & Zeng, W. J. (2020). A Threshold for Quantum Advantage in Derivative Pricing. *arXiv preprint*, arXiv:2012.03819.
- Cross, A. W., Bishop, L. S., Sheldon, S., Nation, P. D., & Gambetta, J. M. (2019). Validating quantum computers using randomized model circuits. *Phys. Rev. A*, *100*, 032328.
- Kitaev, N., Kaiser, Ł., & Levskaya, A. (2020). Reformer: The Efficient Transformer. *arXiv preprint*, arXiv:2001.04451.