

Specseminārs ir paredzēts latviešu un angļu valodā, mēs daudz darbosimies praktiski.

Specseminar is planned in Latvian and English, we will work practically a lot.
Description in English is on the next page.

NISQ Kvantu datori

Mūsdienu laiks kvantu skaitlošanā tiek saukts par trokšņainu vidējā mēroga kvantu laikmetu (Noisy intermediate-scale quantum era – NISQ). Tas nozīmē, ka kvantu datorus ietekmē troksnis, un vispārīgā skaitlošanas kapacitāte ir ierobežota. Ir izaicinājums apiet ierobežojumus un pielāgot kvantu programmas lai stabili risinātu noderīgus uzdevumus.

Specseminārs paredzēts kā loģisks turpinājums specsemināram "Programmēšanas prakse kvantu skaitlošanā". Specseminārā var piedalīties arī bez iepriekšējas pieredzes kvantu skaitlošanas jomā, jo nepieciešamības gadījumā īsi skaidrošu ar tēmām saistītus pamatus, piemēram, pirmajā nodarbībā varu izstāstīt pamatlietas par kvantu ķēžu sagatavošanu. Specsemināra laikā mēs apskatīsim pieejamus kvantu datorus, to kapacitāti un veikspēju ietekmējošus faktorus. Mēs rakstīsim kvantu programmas un laidīsim tās uz īstiem kvantu datoriem, analizēsim rezultātus. Provizorisks nodarbību tēmu saraksts:

1. Troksnis īstajos kvantu datoros. Piemēri ar sagaidāmo un reālo rezultātu.
2. T1 un T2 laiki vienam kubitam. Piemēri. T1 un T2 laiku noteikšanas eksperimenti.
3. Kubitu savienojamība. Plašāk par kvantu datoru arhitektūrām. Piemēri ar SWAP operācijām.
4. Kvantu operāciju un izvada klūdas, to ietekme uz gala rezultātiem.
5. Kvantu datora natīvas (bāzes) operācijas. Kvantu operāciju transpilēšana bāzes operācijās.
6. Trokšņa simulācija Qiskitā. Eksperimenti, salīdzināšana ar sagaidāmiem rezultātiem.
7. IBM pieejami kvantu datori. Pāris eksperimentu palaišana lai salīdzinātu trokšņa simulāciju un reālā datora rezultātu.
8. Kvantu tilpums (Quantum volume). Kvantu datora spēju noteikšanas kritēriji.
9. SpinQ mākonī pieejamie kvantu datori. Eksperimentu palaišana un veikspējas noteikšana.
10. Eksperimentēšana ar Grovera meklēšanu ar kvantu datora trokšņa simulāciju.
11. Grovera meklēšana uz IBM un SpinQ kvantu datoriem, mēģinājums sasniegt lielākā mēroga eksperimentus.
12. Adiabātiskā kvantu skaitlošana. Ideja un pielietojumi.
13. Kvantu atkvēlināšana un kvantu atkvēlinātāji.
14. QUBO un Ising modelis. Uzdevuma formulēšana priekš kvantu atkvēlinātāja.

15. Uzdevumu piemēri kvantu atkvēlinātājiem, grafu mapošana.
16. Uzdevuma palaišana uz kvantu atkvēlinātāja – parametri un nianses.

Prognozējami specsemināra norises laiki un telpas:

Ceturtdienas 16:30-19:10, 20. auditorija (426. telpa, 4. stāvs). Plānotas divas nodarbības pēc kārtas, līdz ar to visas tēmas varam apgūt 8 nedēļu laikā. Pirmā nodarbība ir paredzēta 28. septembrī, pēdējā nodarbība var notikt novembra beigās.

Prasības kredītpunktu iegūšanai:

- Apmeklēt vismaz 50% no nodarbībām un aktīvi piedalīties tajās.
- Sagatavot vismaz pa vienam eksperimentam un sagatavot nelielu rezultātu analīzi sekojošām programmām un vidēm:
 - Kvantu ķēde uz trokšņa simulatora;
 - Kvantu ķēde uz kvantu datora;
 - Kvantu programma uz kvantu atkvēlinātāja.
- Izstrādāt vienu nelielu projektu par kvantu datora (datoru) veikspēju.

Lai pieteiktos uz specsemināru, lūdzu rakstiet man uz e-pastu: maksims.dimitrijevs@lu.lv.

NISQ Quantum computers

Current time in quantum computation is called Noisy intermediate-scale quantum (NISQ) era. This means that quantum computers are affected by noise, and overall computational capacity is limited. Challenge is to overcome limitations to adapt quantum programs to perform useful tasks reliably.

Scepseminar is designed as a logical continuation of specseminar “Programming practice in quantum computation”. It is possible to participate in specseminar without prior experience in quantum computation area; I can shortly explain foundations of related topics when needed, for example, during the first lecture I can explain main things related to the preparation of quantum circuits. During specseminar we will consider available quantum computers, their capacity and factors that affect performance. We will write quantum programs and launch them on real quantum computers, and analyze the results. Possible list of topics:

1. Noise in real quantum computers. Examples with expected and real results.
2. T1 and T2 times for single qubit. Examples. Experiments to determine T1 and T2 times.

3. Connectivity of qubits. More about architectures of quantum computers. Examples with SWAP operations.
4. Quantum gate and readout errors, their effect on final results.
5. Native (base) operations of a quantum computer. Transpilation of quantum operations into base operations.
6. Simulation of noise in Qiskit. Experiments, comparison with expected results.
7. IBM available quantum computers. Few experiments to compare noise simulation and real computer results.
8. Quantum volume. Criteria to determine performance of a quantum computer.
9. Quantum computers available in SpinQ cloud. Launching experiments and determination of performance.
10. Experiments with Grover's Search with quantum computer noise simulation.
11. Grover's Search on IBM and SpinQ quantum computers, trying to obtain experiments of larger scale.
12. Adiabatic quantum computing. Idea and usage.
13. Quantum annealing and quantum annealers.
14. QUBO and Ising model. Task formulation for quantum annealer.
15. Examples of tasks for quantum annealers, graph mapping.
16. Task launch on quantum annealer – parameters and nuances.

Possible time and place of specseminar:

Thursdays 16:30-19:10, auditorium 20 (room 426, 4th floor). Two lectures one after another are planned, so we can complete specseminar in 8 weeks. First lecture is planned for September 28, last lecture can be in the end of November.

Requirements to get credit points:

- Attend at least 50% of lectures and actively participate in those.
- Prepare at least one experiment and make a small review of results for following quantum programs and environments:
 - Quantum circuit on noise simulator;
 - Quantum circuit on quantum computer;
 - Quantum program on quantum annealer.
- Develop one small project about performance of a quantum computer (computers).

To sign up for specseminar, please write me an e-mail: maksims.dimitrijevs@lu.lv.