



Posudok na habilitačnú prácu RNDr. Martina Plescha, PhD. „Optimalizácia kvantových procesov“

V súčasnej teoretickej informatike existuje veľa „metafor“ ako zostrojiť univerzálne výpočtové zariadenie. Jedno z prvých bola neurónová sieť s logickými (prahovými) neurónmi podľa McCullocha a Pittsa z r. 1943. V súčasnosti už poznáme celú plejádu počítačov, od modelu biliardových gúľ až po „chemické“ počítače typu DNA alebo „kvantové“ počítače (ktoré sú študované v posudzovanej habilitačnej práci). V tejto súvislosti je vhodné pripomenúť dobre známu Churchovu a Turingovu hypotézu, ktorá podľa voľnej filozofickej formulácie hovorí, že každý prírodný proces môže byť použitý ako podklad pre konštrukciu výpočtového zariadenia. Akceptujúc túto hypotézu, môžeme teda očakávať v blízkej budúcnosti, nepreberné množstvo metafor pre konštrukciu rôznych výpočtových zariadení založených na diametrálne odlišných fyzikálnych, chemických alebo biologických princípoch.

Oponovaná habilitačná práca dr. Martina Plescha sa zaoberá nasledujúcou trojicou problémov:

(1) Analýza previazania (angl. entanglement) - korelácie v mnočasticových kvantových systémoch. Jedná sa o zaujímavý kvantovo-mechanický problém, prejavujúci sa napr. tak, že ak sú dva podsystemy previazané, potom už tento komplexný podsystem nemôže byť rozšírený o ďalší (tretí) podsystem. V publikovaných prácach je navrhnutá originálna grafická metóda, pomocou ktorej je možné jednoducho zistiť, či dva stavy môžu byť previazané alebo nie. Tento výsledok je zaujímavý pre konštrukciu kvantových algoritmov a bezpečnostných protokolov.

(2) Skúmanie kvantových algoritmov aplikovaných k obtiažným klasickým úlohám (napr. obchodného cestujúceho). Bolo však ukázané, že tieto možnosti kvantových algoritmov sú aj inverzné, jednoduché klasické úlohy sú pre kvantové algoritmy neobyčajne zložité. V závere tejto časti bol navrhnutý aj program (klasický), ktorý produkuje optimálnu implementáciu ľubovoľného kvantového procesu. Bola tiež navrhnutá efektívna kvantová schéma pre prípravu ľubovoľného kvantového stavu.

(3) Štúdiom aktuálnych problémov kvantových algoritmov s použitím malej náhodnosti. V klasických algoritmoch je tento prístup k formulácii algoritmov často využívaný (ako príklad môže byť uvedené simulované žihanie, kde jedným z tvorcov tohto prístupu je doc. V. Černý z FMFI UK). Žiaľ, v kvantovej mechanike je opačná situácia, kde prítomnosť malých náhodností môže mať katastrofálny vplyv na kvantový algoritmus.

Tieto tri okruhy problémov patria do aktuálnej problematiky kvantového počítania. Habilitačný spis obsahuje 11 publikácií, ktoré vyšli v prominentných fyzikálnych časopisoch, akými sú *Physical Review* a *Quantum Information and Computation*. Jeho publikačné aktivity pomocou Google sú: počet publikácií je 26, počet citácií je 136 a Hirschov index je $h=6.5$. Z týchto „kvantitatívnych ukazovateľov“ vyplýva, že dr. Plesch patrí v teoretickej fyzike medzi odborníkov s dobrou medzinárodnou reputáciou, ktorý dôstojne reprezentuje slovenskú vedu v zahraničí.



Prof. Ing. Vladimír Kvasnička, DrSc.

Ústav aplikovanej informatiky

Fakulta informatiky a informačných technológií

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA

84 216 Bratislava

Telef.: (02) 60291264

Email: kvasnicka@fiit.stuba.sk

K posudzovanému spisu mám túto otázku: ako bolo uvedené v predchádzajúcej časti posudku, dr. Plesch sa zaoberá aj optimálnym ad-hoc návrhom kvantových brán. V modernej informatike je tento problém systematicky riešený pomocou evolučných algoritmov (napr. pomocou genetického programovania). V tejto oblasti sú v súčasnosti veľmi aktívny S. D. Perkowski a M. Lukáč (bol doktorandom na Katedre aplikovanej informatiky FMFI UK), ktorí pomocou evolučných algoritmov navrhujú optimálne (napr. obsahujúce minimálny počet elementárnych brán) kvantových obvodov a počítačov. Aký je názor dr. Plescha na použitie evolučných metód k optimálnemu návrhu kvantových obvodov?

Na základe týchto skutočností navrhujem, aby posudzovaný habilitačný spis dr. Martina Plescha „Optimalizácia kvantových procesov“ bol prijatý ako podklad pre vypracovanie návrhu udelenia mu vedecko-pedagogickej hodnosti docent vo vednom odbore „fyzika“.

V Bratislave 15. 8. 2014

Vladimír Kvasnička