



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

Zpráva z účasti na stáži

Datum konání stáže:	15.6.2011 – 14.9.2011
Navštívené pracoviště:	IQIS, University of Calgary, Kanada
Zahraniční garant:	prof. Barry C. Sanders
Účastník stáže:	Mgr. Miroslav Gavenda

Stručný popis navštíveného pracoviště

IQIS, institut kvantové informatiky při univerzitě v Calgary (IQIS = Institute for Quantum Information Science, <http://www.iqis.org>), je multidisciplinární pracoviště spojující vědce z oblastí informatiky, matematiky a fyziky. Cílem Institutu je vést špičkový vědecký výzkum v klíčových teoretických a experimentálních problémech kvantové informatiky, zajišťovat výuku a trénink v oblastech kvantové informatiky a příbuzných oborech, rozvíjet mezinárodní vědeckou spolupráci a spolupráci s průmyslem. Vědecká práce na institutu se zaměřuje jednak na aplikaci zákonů kvantové fyziky pro nalezení lepších protokolů pro přenos a zpracování informace a dále na zkoumání fundamentálních otázek kvantové fyziky a vývoj nových teoretických a experimentálních metod. Institut čítající kolem 60 pracovníků (profesorů, postdoktorandů, doktorandů a studentů) je rozdělen do 8 vědeckých skupin jejichž vedoucí jsou uvedeni v závorce: nanooptika (Dr. Barclay), ultrachladné atomy a fyzika kondenzovaných látek (Dr. Feder), matematické a statistické aspekty kvantové informatiky (Dr. Gour), kvantové počítání (Dr. Hoyer), kvantově informatické technologie a experimentální kvantová optika (Dr. Lvovsky), kvantová informatika ve fyzice (prof. Sanders), kvantová optika (Dr. Simon), kvantová kryptografie a komunikace (Dr. Tittel).

Skupina profesora Barryho Sanderse se věnuje teoretické kvantové informatice a skládá se z 15 osob: postdoktorandů, doktorandů a studentů. Skupina se v posledních letech zabývá především tomografií kvantových stavů a procesů, kvantovou dekoherencí a provázaností, kvantovou náhodnou procházkou, zpracováním kvantové informace na povrchových křemíkových vazbách, algoritmy pro kvantové simulátory, kvantovými algoritmy pro strojové učení. Skupina dále spolupracuje s ostatními skupinami z Institutu, především s experimentálními skupinami Dr. Tittela a Dr. Lvovského, které patří v experimentální kvantové informatice k nejlepším na světě. Vzájemná provázanost všech skupin vytváří z celého pracoviště špičkový vědecký tým.

Průběh stáže

Během mojí stáže jsem se zaměřil především na navázání osobních kontaktů s vědci a získávání informací o jejich konkrétních vědeckých projektech. Především se jednalo o pracovníky z teoretických skupin prof. Sanderse, Dr. Federa, Dr. Simona a experimentální skupiny Dr. Tittela. Informace jsem získával formou neformálních vědeckých diskuzí s pracovníky Institutu. Postupně jsem se seznámil s většinou témat, která jsou řešena v těchto skupinách.

V průběhu mojí stáže jsem pracoval na problému diskrétního modelu dekoherenčního kanálu. Jde o zvláštní druh kanálu, který vzniká pokud je signálová částice smíchána s jinou částicí, která je s ní principiálně rozlišitelná. Smíchání spolu s technickou nerozlišitelností při měření interference způsobí její pokles – dekoherenci. Dekoherece klesá po diskrétních krocích v závislosti na počtu šumových částic a rozlišitelnosti mezi signálovou a šumovými částicemi. V Calgary jsem studoval rozšíření tohoto modelu na případ, kdy vstupem do takového dekoherenčního kanálu je kvantový stav porušující Bellovy nerovnosti. Dekoherenční kanál způsobí, že na výstupu z kanálu kvantový stav již neporušuje Bellovy nerovnosti. Stav je možné opětovně převést na stav porušující Bellovy nerovnosti vhodným kvantovým měřením.

S experimentátory ze skupiny Dr. Tittela jsem diskutoval možnosti experimentálního ověření modelu výše uvedeného dekoherenčního kanálu s porušením Bellovy nerovnosti.

Dále jsem se v průběhu stáže částečně zapojil do řešení některých vědeckých úkolů řešených na IQIS. Jde především o metodu kvantové náhodné procházky, kterou využívají vědci z IQIS již řadu let pro řešení různých fyzikálních problémů, například pro optimální estimaci fáze. S doktorandem M. Underwoodem jsem diskutoval především fyzikální použití této metody. Cenné diskuze jsem vedl se studentem M. P. Llobetem [University of Amsterdam], který řešil v době mojí stáže na institutu svůj letní vědecký projekt pod supervizí Dr. Neila Loveta [IQIS] na téma kvantové náhodné procházky. V průběhu těchto diskuzí jsem získal mnoho nových vědomostí o kvantové náhodné procházce.

Experimentátor J. Slater mně provedl laboratořemi skupiny Dr. Tittela. Hlavním cílem skupiny je především sestrojení kvantové paměti. Po předchozí práci na kvantové paměti založené na principu fotonového echa v kolektivním spinovém stavu shluku atomů, se skupina soustředí na kvantovou paměť využívající kolektivní atomové excitace v pevné látce. Experimentálně i technologicky je skupina Dr. Tittela jedna z nejlepších na světě v oblasti experimentální kvantové informatiky.

V průběhu mojí stáže probíhaly na Institutu vědecké semináře, na kterých prezentovali svoje výsledky zahraniční i tamější vědečtí pracovníci. Těchto seminářů jsem se pravidelně účastnil. Postupně jsem navštívil následující semináře:

- „High transmission-loss and classical-quantum multiplexing QKD enabled with short wavelength photons“
Dr. Thomas Jennewein [University of Waterloo]
- „A Combinatorial Perspective of Error Analysis in Molecular Dynamics“
Dr. Reginald Paul [University of Calgary]
- „Is it entangled? A quasi-polynomial time algorithm for the quantum separability problem“
Dr. Fernando Brandão [Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil]
- „Spectral Manipulation of Optical Pulses Using the Gradient Echo Memory Scheme“
Dr. Ben Sparkes [Australian National University]

- „The princess and the EPR pair“
Dr. Aram Harrow [University of Washington]

Prezentace na navštíveném pracovišti

M. Gavenda: *Visibility bound caused by a distinguishable noise particle*

Dne 6.6.2011 se konal ve městě Red Deer pracovní vědecký seminář s názvem Alberta Quantum-Nano Workshop. Na semináři prezentovali své vědecké výsledky zástupci dvou pořádajících institucí IQIS University of Calgary a NINT („National Institute of Nanotechnology“) University of Alberta, Edmonton.

Měl jsem tu čest být pozván prof. Sandersem na tuto akci. Na workshopu jsem formou posteru (plakátového sdělení) prezentoval náš nejnovější teoretický a experimentální výsledek dosažený společně s kolegy v Olomouci. Výsledek ukazuje, že rozlišitelná částice může způsobovat úbytek koherence jiné částice v důsledku tzv technické nerozlišitelnosti. Způsobená dekoherence vykazuje diskrétní charakter a velikost diskrétního kroku závisí na počtu šumových částic a jejich rozlišitelnosti vzhledem k signálové částici.

V průběhu semináře jsem vedl vědecké diskuze s účastníky semináře.

Navázání kontaktů

Stáž dala vzniknout novým kontaktům mezi pracovištěm IQIS a katedrou optiky.

Konkrétní vazby vznikly v souvislosti s metodou kvantové náhodné procházky, kterou hojně používají teoretici na IQIS. Kvantovou náhodnou procházku bychom chtěli aplikovat v Olomouci na problém kvantové dekoherence.

Prof. Barry Sanders navštívil dne 22.7.2011 Olomouc a přednesl na katedře optiky přednášku s názvem „Swarm learning for precise quantum measurements“.

Shrnutí stáže

Stáž splnila svůj účel. Došlo k navázání vědecké spolupráce se špičkovým vědeckým pracovištěm v oblasti kvantového zpracování informace. V rámci stáže jsem získal řadu nových poznatků a doplnil si znalosti o aktuálních trendech v dané oblasti výzkumu. Tyto poznatky budou dále předány cílové skupině formou odborných seminářů.

Fotografická dokumentace



Fotografie nahoře zachycuje prof. Sanderse (vlevo) a Mgr. Gavendu (vpravo) při vědecké diskuzi uskutečněné v průběhu stáže. Na fotografii dole je snímek skupiny prof. Sanderse včetně Mgr. Gavendy zachyceného v pravo nahoře.

