



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 konferenci

Název konference: Quantum Information Processing and Communication International Conference 2013 (QIPC'13)
Datum konání: 30.6. - 5. 7. 2013
Místo: Florencie, Itálie
Účastník konference: doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.

Stručný popis konference:

Konference QIPC 2013 představuje nejvýznamnější evropskou konferenci plně zaměřenou na problematiku kvantové komunikace a kvantového zpracování informace. Konference pokrývá širokou škálu témat, jež zahrnují například fundamentální aspekty kvantové teorie informace, kvantová měření, kvantovou interferometrii, kvantové paměti a experimentální realizaci kvantově informatických systémů na různých platformách, jako fotony, atomy, ionty v pasti, molekuly, jaderné a elektronové spiny, supravodivé obvody, mikro- a nano-mechanické systémy a hybridní systémy. Konference tak poskytla ucelený a aktuální přehled o nejdůležitějších teoretických i experimentálních výsledcích v těchto oblastech výzkumu.

Základní údaje:

Počet účastníků: >200
Zvané přednášky: 29
Ostatní přednášky: 55
Počet posterů: 99

Vybrané zajímavé přednášky

P. Kwiat et al., *La morte del realismo locale*

Profesor Kwiat referoval o nedávném experimentu jeho týmu, v němž se podařilo odstranit tzv. „detection loophole“ při testování porušení Bellových nerovností. V experimentu byly použity vysoce účinné supravodivé jednofotonové detektory a byla provedena optimalizace zdroje párů kvantově provázaných fotonů s ohledem na maximalizaci navazovací účinnosti. Dosažená výsledná detekční účinnost 75% byla dostačující pro pozorování porušení Clauser-Horneovy nerovnosti, která zohledňuje všechny výsledky měření. Na rozdíl od předchozích experimentů tedy nebylo třeba provádět postselekcí pouze těch výsledků, kdy byly současně

detekovány dva fotony v koincidenci. Zajímavým aspektem CH nerovnosti je, že pro pozorování jejího porušení s realistickými detektory jsou optimální částečně kvantově provázané stavy, nikoliv maximálně kvantově provázané stavy jako je tomu v případě Bellovy-CHSH nerovnosti. Profesor Kwiat provedl srovnání svého experimentu s obdobným nedávným experimentem skupiny prof. Zeilingerova ve Vídni a poukázal na to, že experiment Zeilingerovy skupiny lze popsat lokálně realistickou teorií v důsledku definice koincidenčních oken použité v tomto experimentu. V závěrečné části své přednášky profesor Kwiat ukázal, že jeho experimentální uspořádání lze použít ke generaci privátních kvantových náhodných čísel.

Literatura:

- [1] B. G. Christensen, K. T. McCusker, J. Altepeter, B. Calkins, T. Gerrits, A. Lita, A. Miller, L. K. Shalm, Y. Zhang, S. W. Nam, N. Brunner, C. C. W. Lim, N. Gisin, and P. G. Kwiat, *Detection-Loophole-Free Test of Quantum Nonlocality, and Applications*, arXiv:1306.5772.

K. Banaszek, *Living with the enemy: Quantum technologies robust against decoherence*

Profesor Banaszek hovořil o metodách optimálního měření fáze v optickém interferometru limitovaném kvantovým šumem. Standardní měřicí procedury dosahují přesnosti, která se škáluje jako odmocnina z počtu fotonů použitých pro měření. Sofistikované detekční metody využívající kvantově provázané stavy N fotonů mohou dosahovat přesnosti úměrné počtu fotonů, což je tzv. Heisenbergova limita. Ve své přednášce profesor Banaszek ukázal, že tato limita není dosažitelná, pokud v interferometru dochází ke ztrátám, což je v praxi nevyhnutelné. Pro případ ztrátového interferometru je možné zlepšit škálování přesnosti estimace fáze maximálně o konstantní faktor a profesor Banaszek prezentoval metody nalezení a generace kvantových stavů, které umožňují provést optimální měření fáze v interferometru se ztrátami.

Ve druhé části své přednášky se profesor Banaszek věnoval problematice citlivosti interferometrického detektoru gravitačních vln GEO600, který využívá kvantově stlačené světlo pro zvýšení své citlivosti. Bylo ukázáno, že senzitivita tohoto detektoru je velmi blízko k maximální dosažitelné senzitivitě. Ukazuje se tedy, že použití kombinace silného koherentního signálu a stlačeného vakuového stavu je z praktického hlediska optimální a použití exotických obtížně připravitelných stavů jako jsou Fockovy stavy nebo NOON stavy by nepřineslo zásadní zlepšení citlivosti tohoto detektoru.

Literatura:

- [1] R. Demkowicz-Dobrzanski, K. Banaszek, and R. Schnabel, *Fundamental quantum interferometry bound for the squeezed-light-enhanced gravitational-wave detector GEO600*, arXiv:1205.2545.

EU Funding Session

Důležitou součástí konference QIPC byla sekce věnovaná financování výzkumu v oblasti kvantové teorie informace a kvantového zpracování informace. Zástupci Evropské komise na konferenci představili plány pro nový evropský rámcový program pro výzkum a vývoj, známý pod názvem Horizon 2020. Kvantová informatika je jedním z témat, které budou explicitně podporované v rámci tohoto programu. Kolaborativní projekty sdružující výzkumné týmy z několika zemí a zaměřené na kvantovou informaci budou financovány zejména v rámci schématu Future and Emerging Technologies (FET) a excelentní projekty jednotlivých vědců a jejich týmů budou stejně jako dosud podporovány Evropskou výzkumnou radou (ERC).

Vlastní prezentace

J. Fiurášek et al., *Efficient experimental characterization of linear optical quantum Toffoli gate*

Na konferenci jsem prezentoval poster věnovaný experimentální generaci a charakterizaci kvantové Toffoliho brány. Jedná se o lineárně optické kvantové logické hradlo, které bylo zkonstruované v laboratořích na katedře optiky PřF UP. V tomto schématu jsou kvantové bity kódované do polarizačních a prostorových stupňů volnosti signálního a jalového fotonu generovaných pomocí procesu setupné parametrické frekvenční konverze v nelineárním krystalu. Úplný popis kvantové Toffoliho brány zahrnuje téměř 4000 parametrů a kompletní experimentální charakterizace tohoto hradla by vyžadovala řadu týdnů trvajících měření. Navrhli jsme proto alternativní přístup, který umožňuje charakterizovat kvalitu tohoto kvantového hradla na základě pouhých 24 měření. Tento postup jsme následně úspěšně ověřili experimentálně. Současně byla demonstrována příprava kvantově provázaných stavů tří kvantových bitů ze vstupních separabilních stavů. Poster jsem během středeční a páteční posterové sekce prezentoval několika účastníkům konference a zodpověděl jsem na řadu jejich dotazů.

Literatura:

- [1] M. Mičuda, M. Sedlák, I. Straka, M. Miková, M. Dušek, M. Ježek, and J. Fiurášek, *Efficient experimental characterization of linear optical quantum Toffoli gate*, arXiv:1306.1141.

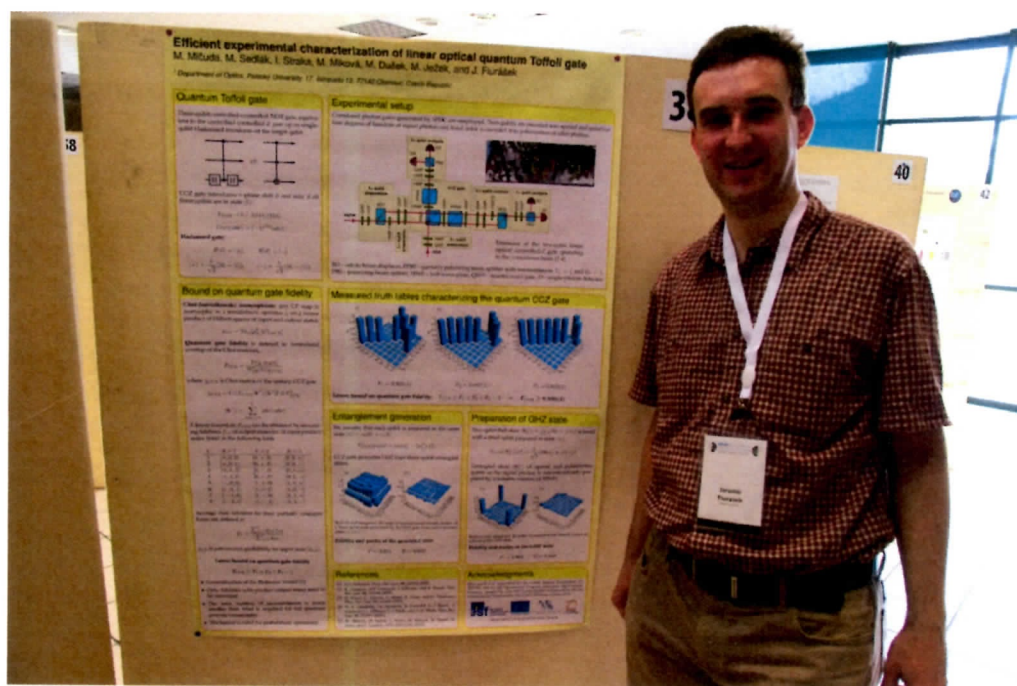
Mezinárodní vědecká spolupráce

V průběhu konference jsem pokračoval v dlouhodobé vědecké spolupráci s profesorem Marcem Bellinim, Dr. Alessandrem Zavattou a profesorem Nicolasem J. Cerfem. Jmenovitě jsme diskutovali o návrhu experimentu na demonstraci zesílení komplexní amplitudy optického pole pomocí bezšumové kvantové atenuace. Hlavním výsledkem našich diskusí a teoretických analýz bylo zjištění, že tento jev je možné pozorovat s použitím negaussovske statistické směsky koherentních stavů.

Během konference jsem také hovořil s profesorem Klemensem Hammererem z Univerzity v Hannoveru. K profesoru Hammererovi by měl od října tohoto roku nastoupit na doktorské studium můj doktorand Ondřej Černotík a hovořili jsme proto o možných vhodných tématech výzkumu v rámci doktorského studia Ondřeje Černotíka v Hannoveru. S profesorem Konradem Banaszkiem z varšavské univerzity jsme si pak vyměnili zkušenosti s realizací a přínosem projektů na podporu výzkumu a mezinárodní vědecké spolupráce, které jsou financované z evropských fondů. V pátek 5.7. jsem se ujal funkce chairmana dopolední plenární sekce.

V průběhu celé konference jsem jejím účastníkům poskytoval informace o projektu Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost a o podpoře, která je na tento projekt v rámci operačního programu OP VK poskytována Evropským sociálním fondem a MŠMT.

Fotografická dokumentace



Poster docenta Fiuráška na konferenci QIPC 2013.



Diskuse docenta Fiuráška s profesorem Marcem Bellinim v průběhu konference QIPC 2013.

Přílohy:
Program konference

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "J. Fiurášek".

Doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.