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: Continuous Variable Quantum Information Processing 2012
Datum konání: 27.4. - 30. 4. 2012
Místo: Lyngby, Dánsko
Účastník konference: doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.

Stručný popis konference:
Continuous Variable Quantum Information Processing (CVQIP) je tradiční mezinárodní vědecká konference zaměřená na problematiku kvantového zpracování informace se spojitými kvantovými proměnnými. Konferenční příspěvky byly převážně zaměřené na studium a využití spojitých kvantových proměnných kódovaných do stavů světla, ale rovněž byly diskutovány další fyzikální systémy jako ensembly atomů (kolektivní atomový spin), optomechanické oscilátory nebo mikrovlnné záření interagující se supravodivými obvody. Konference mi poskytla široký prostor k diskusím a vědecké spolupráci s ostatními účastníky konference.

Základní údaje:
Počet účastníků: 57
Počet přednášek: 23
Počet posterů: cca 20

Zajímavé přednášky

P. van Loock et al.: ***From Gaussian to non-Gaussian entanglement: robustness, distillation and universality***
V první části přednášky byla diskutována distribuce kvantové provázanosti spojitých kvantových proměnných skrze šumové Gaussovské kvantové kanály. Byl uvažován případ, kdy je kanálem poslána jedna část kvantově provázaného stavu. Bylo ukázáno, že v tomto případě představují čisté Gaussovské stavy třídu extrémních stavů v tom smyslu, že pokud kvantový kanál není tzv. entanglement-breaking, pak pro libovolný čistý kvantově provázaný Gaussovský stav na vstupu obdržíme kvantově provázaný stav na výstupu. Numerické simulace ovšem naznačují, že tato vlastnost platí i pro další čisté stavy a otázkou zůstává, zda

existují čisté kvantově provázané stavy, které po distribuci tímto typem kvantového kanálu přestanou být kvantově provázané. Druhá část přednášky byla věnovaná problematice koncentrace kvantové provázanosti Gaussovských dvoumódových stlačených stavů. Jmenovitě bylo ukázáno, že pomocí kombinace lokálních subtrakcí fotonů a lokálních stlačení lze podmíněně vyextrahovat jeden e-bit kvantové provázanosti pro libovolně nízké stlačení vstupního stavu. Tento princip byl následně zobecněn na destilaci a koncentraci kvantové provázanosti multipartitního multimódového Gaussovského stavu.

Literatura:

[1] S.-L. Zhang and P. van Loock, Phys. Rev. A **84**, 062309 (2011).
[2] S. Yang, X.B. Zou, S.L. Zhang, B.-S. Shi, P. van Loock, and G.C. Guo, arXiv:1106.1536.
[3] J. Hoelscher-Obermaier and P. van Loock, arXiv:1001.2225.

T. Ralph et al., ***Quantum Communication on Earth and in Space***
Profesor Ralph se ve své přednášce zabýval aplikacemi kvantového bezšumového zesilovače v optické kvantové komunikaci. Nejprve prezentoval schéma pro věrný přenos kvantově provázaných stavů světla skrze ztrátové kvantové kanály. Toto schéma je založeno na využití velmi slabě stlačeného světla a jeho podmíněném bezšumovém zesílení na výstupu ztrátového kanálu. Následně bylo ukázáno, že s pomocí bezšumového kvantového zesilovače lze zvýšit dosah kvantové kryptografie se spojitými kvantovými proměnnými. V závěrečné části své prezentace se profesor Ralph věnoval problematice matematického popisu kvantové komunikace mezi dvěma pozorovateli, z nichž jeden se vůči druhému pohybuje zrychleným pohybem. Byl prezentován obecný relativistický popis založený na řešení Heisenbergových rovnic pro lokalizované operátory pole.

Literatura:

[1] T. C. Ralph, Phys. Rev. A **84**, 022339 (2011).
[2] T.G.Downes, T.C.Ralph, and N.Walk, arXiv:1203.2716.
.

J. Eisert et al., ***Gaussification Revisited***
V přednášce bylo pojednáno o obecném matematickém popisu procedur pro Gaussifikaci kvantových stavů pomocí interference na sekvenci děličů svazku následované vhodnými Gaussovskými měřeními na pomocných výstupních portech děličů. Bylo ukázáno, že tyto různě ad-hoc navržené postupy lze matematicky popsat a analyzovat v rámci jednotného formalizmu založeného na zobecněné verzi centrálního limitního teorému. V další části své přednášky se pak profesor Eisert dotkl problematiky efektivní charakterizace, estimace a rekonstrukce kvantových stavů komplexních kvantových systémů. Byla prezentovaná technika zvaná compressed sensing, která umožňuje výrazně snížit počet měření potřebných pro úspěšnou rekonstrukci daného stavu. Této metoda je založená na předpokladu, že matice hustoty měřeného kvantového stavu je řídká v určité bázi, tj. většina jejích elementů je v této bázi nulová. Tento předpoklad je přitom v praxi ve většině případů splněn.

Literatura:

[1] E.T. Campbell and J. Eisert, Phys. Rev. Lett. 108, 020501 (2012).
[2] D. Gross, Y.-K. Liu, S.T. Flammia, S. Becker, and J. Eisert, Phys. Rev. Lett. **105**, 150401 (2010).

Vlastní prezentace

J. Fiurášek et al., *Noiseless loss suppression in quantum optical communication*

Na konferenci jsem přednesl zvanou přednášku o celkové délce 45 minut včetně dotazů. V přednášce jsem pojednal o návrhu a experimentální realizaci nového protokolu pro potlačení ztrát v optické kvantové komunikaci. Tento protokol je založený na využití podmíněných kvantových operací, jmenovitě tzv. bezšumového kvantového zesilovače a bezšumového kvantového atenuátoru. V první části přednášky jsem teoreticky ukázal, že kombinací bezšumové atenuace na vstupu ztrátového kanálu a bezšumového kvantového zesílení na výstupu tohoto kanálu je možné podmíněně dosáhnout libovolně vysokého potlačení ztát aniž by došlo k přidání termálního šumu. Následně ve druhé části přednášky jsem prezentoval výsledky pilotního experimentu, který byl proveden ve spolupráci s kolegy na katedře optiky PřF UP. V tomto experimentu jsme využili párů korelovaných fotonů generovaných pomocí sestupné frekvenční parametrické konverze a bezšumové zesílení bylo implementováno pomocí dvoufotonové interference na polarizačním děliči svazku následované projekcí výstupního pomocného fotonu na diagonálně polarizovaný stav. Tento experiment prokazatelně demonstroval potlačení ztrát při přenosu kvantových stavů tvořených superpozicí vakua a jednofotonových stavů. Po přednášce se rozpoutala živá diskuse, do které se zapojili zejména prof. Ralph, prof. Čechová a prof. Leuchs.

Mezinárodní vědecká spolupráce

Konferenci jsem efektivně využil k vědecké spolupráci s několika zahraničními partnery. S profesorem Schnabelem z univerzity v Hannoveru jsem detailně prodiskutoval návrh experimentu na distribuci kvantové provázanosti Gaussovských stavů pomocí přenosu separabilního stavu, na jehož realizaci v současnosti pracují studenti prof. Schanbela. Dále jsme krátce diskutovali o frekvenční up-konverzi stlačeného vakua z oblasti telekomunikačních vlnových délek do viditelné oblasti spektra a předběžně jsme dojadnali moji další pracovní stáž ve skupině profesora Schnabela.

S profesorem Nicolasem Cerfem z Univerzite Libre de Bruxelles jsme se zaměřili na vysoce aktuální problematiku využití bezšumového kvantového zesílení či atenuace na zvýšení efektivity a dosahu kvantové kryptografie se spojitými proměnnými. O této tematice na konferenci referovali Tim Ralph a Rosa Tualle-Brouri. Během konference jsme dokončili některé výpočty započaté během předchozího pobytu prof. Cerfa na UP a začali připravovat draft vědeckého článku na toto téma.

S Dr. Alessandrem Zavattou ze skupiny profesora Marca Belliniho na INOA-LENS v italské Florencii jsem projednal aktuální stav experimentu zaměřeného na demonstraci bezšumového kvantového zesilovače s laditelným ziskem a na emulaci Kerrovské nelinearity pomocí kombinace subtrakce a adice fotonů. Vzhledem ke značné časové vytíženosti Dr. Zavatty a jeho kolegů zatím proběhly pouze první pilotní experimentální testy, které potvrzují funkčnost navrženého schématu, nicméně se v datech objevují určité chyby, jejichž původ zatím nebyl vysvětlen. S Dr. Zavattou jsem se dohodl, že během podzimu uskutečním další stáž na jejich pracovišti a v průběhu této stáže bychom se zaměřili na analýzu možných příčin těchto pozorovaných efektů.

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

Přednáška docenta Fiuráška na konferenci CVQIP’12.

Přílohy

Program konference