



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: Central European Workshop on Quantum Optics 2012
Datum konání: 2.7. - 6. 7. 2012
Místo: Sinaia, Rumunsko
Účastník konference: doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.

Stručný popis konference:

Central European Workshop on Quantum Optics (CEWQO) je jednou z nejvýznamnějších mezinárodních vědeckých konferencí zaměřených na kvantovou optiku a optické kvantové zpracování informace. V posledních letech došlo k rozšíření tematického zaměření této konference a posílení jejího multidisciplinárního charakteru, což v plné míře platí i pro konferenci v Sinai. Prezentované konferenční příspěvky se věnovaly řadě aktuálních vědeckých témat jako je teoretická kvantová optika a kvantový popis interakce záření s látkou a mechanickými oscilátory, teoretická kvantová informatika, experimentální kvantová optika, optická kvantová komunikace a optické kvantové zpracování informace a experimenty využívající kvantovou interakci záření s látkou. Vzhledem ke značnému počtu příspěvků poskytla konference ucelený přehled o aktuálních trendech výzkumu v těchto oblastech a poskytla mi příležitost k diskusím se zahraničními kolegy z Evropy i zámorí.

Základní údaje:

Počet účastníků: 209
Zvané přednášky: 74
Ostatní přednášky: 54
Počet posterů: 80

Vybrané zajímavé přednášky

G. Adesso *et al.*: *Theory of Gaussian quantum informatik and correlations using the Renyi entropy of order 2*

V této přednášce bylo demonstrováno, že Rényi-2 entropie definovaná pomocí čistoty kvantového stavu představuje přirozenou míru informace obsažené v Gaussovských kvantových stavech. Ukazuje se, že kvantová Rényi-2 entropie v tomto případě úzce souvisí s klasickou Shanonovou entropií spočtenou z gaussovské Wignerovy funkce, pokud ji chápeme

jako pravděpodobnostní distribuci. Bylo ukázáno, že Rényi-2 entropie gaussovských stavů splňuje tzv. *strong subadditivity inequality*, což je jedna z nejdůležitějších entropických nerovností v kvantové teorii informace. Díky této vlastnosti je možné definovat míry gaussovské kvantové provázanosti a obecných gaussovských kvantových korelací na základě Rényi-2 entropie.

Literatura:

- [1] G. Adesso, D. Girolami, and A. Serafini, *Theory of Gaussian quantum information and correlations using Renyi-2 entropy*, arXiv:1203.5116.

T.G. Philbin, *Quantum damped fields and oscillators*

Doktor Philbin se ve své přednášce věnoval problematice exaktního kvantového popisu tlumeného harmonického oscilátoru. Tato problematika je vysoce aktuální vzhledem k nedávným průlomovým experimentům s optomechanickými oscilátory, které se podařilo uchladiť do základního kvantového stavu. Přestože harmonický oscilátor představuje jednoduchý matematický model, konstrukce přesného kvantového popisu tlumeného oscilátoru s tlumením úměrným rychlosti představuje netriviální problém. Dr. Philbin ve své přednášce ukázal, že takový popis je možné podat, pokud se uvažuje interakce oscilátoru se spojitým rezervoárem pomocných oscilátorů. Dr. Philbin prezentoval analytickou závislost vazebního parametru mezi oscilátorem a rezervoárem, který vede na tlumící člen přímo úměrný rychlosti. Na základě znalosti Lagrangiánu potažmo Hamiltoniánu studovaného systému je možné provést kanonické kvantování a exaktně spočítat korelační funkce pro termální stav celého uvažovaného systému. Tyto výsledky mohou najít uplatnění při analýze kvantové interakce světla s mechanickými oscilátory.

Literatura:

- [1] T. G. Philbin, Quantum dynamics of the damped harmonic oscillator, arXiv:1205.2545.

M. Genovese et al., *Two examples of the tomography of the POVM of photon number resolving detectors*

V přednášce byly prezentovány dva nedávné experimenty, v nichž byly kompletně charakterizované optické kvantové detektory pomocí tomografie kvantových měření. V prvním experimentu byl charakterizován supravodivý jednofotonový detektor umožňující částečně rozlišit počet fotonů. Tento detektor funguje na principu kalorimetru. Absorbované fotony lokálně ohřívají supravodič, což vede ke zvýšení elektrického odporu detektoru. Pro charakterizaci tohoto detektoru byly použity koherentní stavy s různou amplitudou. Ve druhém experimentu bylo k charakterizaci neznámého detektoru použito páru kvantově korelovaných optických svazků generovaných pomocí parametrické frekvenční sestupné konverze. Jeden svazek byl tomograficky charakterizován známým detektorem, zatímco druhý svazek sloužil k testování neznámého detektoru. Použití kvantově korelovaných optických svazků vede k vyšší robustnosti tomografického měření a nižší citlivosti na šum a statistické fluktuace oproti experimentu s koherentními stavy.

Literatura:

- [1] G. Brida, L. Ciavarella, I. Degiovanni, M. Genovese, L. Lolli, M. Mingolla, F. Piacentini, M. Rajteri, E. Taralli, . arXiv:1103.2991.

- [2] G. Brida, L. Ciavarella, I. P. Degiovanni, M. Genovese, A. Migdall, M. G. Mingolla, M. G. A. Paris, F. Piacentini, S. V. Polyakov, *Phys. Rev. Lett* **108**, 253601 (2012).

J.-M. Raimond et al., *Quantum measurement and quantum feedback with atoms and cavities*

Profesor Raimond prezentoval přehledovou přednášku o experimentech s Rydbergovými atomy interagujícími s polem mikrovlnného záření v supravodivém rezonátoru. Bylo experimentálně demonstrováno, že nerezonanční interakce atomů s mikrovlnným polem umožňuje provést nedemoliční měření počtu fotonů v rezonátoru. Využívá se přitom měření fázového posuvu mezi dvěma energetickými hladinami Rydbergova atomu, který je úměrný počtu fotonů v kavitě. Informace získané z nedemoličního měření počtu fotonů lze využít k aplikaci zpětné vazby v reálném čase, což umožňuje kontrolovanou deterministickou přípravu a stabilizaci Fockových stavů pole v kavitě. Byly experimentálně demonstrovány dvě metody zpětné vazby. První metoda je založená na injekci koherentního mikrovlnného záření do rezonátoru a druhá metoda spočívá v použití rezonanční interakce atomů s polem v rezonátoru.

Literatura:

- [1] C. Sayrin et al., *Nature (London)* **477**, 73 (2011).
[2] X. Zhou, I. Dotsenko, B. Peaudecerf, T. Rybarczyk, C. Sayrin, S. Gleyzes, J.M. Raimond, M. Brune, S. Haroche, *Field locked to Fock state by quantum feedback with single photon corrections*, arXiv:1203.1920.

Vlastní prezentace

J. Fiurášek et al., *Experimental test of Quantum non-Gaussian character of conditionally generated quantum states of light*

Na konferenci jsem přednesl zvanou přednášku o celkové délce 30 minut včetně dotazů. V přednášce jsem hovořil o dvou experimentech, v nichž byl ověřený kvantově negaussovský charakter podmíněně generovaných neklasických stavů světla. Takovéto silně neklasické kvantové stavy, které nelze připravit pomocí Gaussovských operací a klasického náhodného směšování, jsou potřebné pro řadu aplikací v oblasti kvantové komunikace a kvantového zpracování informace. Věrohodná experimentální detekce těchto stavů proto představuje důležitý a aktuální problém. V prvním experimentu byl charakterizován podmíněně generovaný jednofotonový stav, který byl generován pomocí detekce jalového fotonu z páru časově korelovaných fotonů generovaných v procesu sestupné frekvenční parametrické konverze čerpané kontinuální laserovou diodou. K charakterizaci podmíněně generovaného jednofotonového stavu bylo použito koincidenční měření se dvěma jednofotonovými detektory v Handbury-Brown Twissově konfiguraci. V druhém experimentu byl studován stav optického módu získaný subtrakcí jednoho fotonu ze stlačeného vakuového stavu. V tomto případě byl generovaný stav charakterizovaný homodynní detekcí. V přednášce jsem prezentoval metodu ověření kvantově negaussovského charakteru těchto stavů na základě stanovení pravděpodobnosti vakua a jednofotonového stavu. Objasnil jsem, jak byly potřebné parametry určené z naměřených experimentálních dat a jaká je statistická neurčitost dosažených hodnot. Po přednášce jsem zodpověděl několik dotazů posluchačů.

- [1] M. Ježek, I. Straka, M. Mičuda, M. Dušek, J. Fiurášek, and R. Filip, *Experimental Test of the Quantum Non-Gaussian Character of a Heralded Single-Photon State*, *Phys. Rev. Lett.* **107**, 213602 (2011).

- [2] M. Ježek, A. Tipsmark, R. Dong, J. Fiurášek, L. Mišta Jr, R. Filip, and U. L. Andersen, *Experimental test of strongly non-classical character of a noisy squeezed single-photon state*, arXiv:1206.7057, submitted to Phys. Rev. A.

Mezinárodní vědecká spolupráce

Konferenci jsem efektivně využil k vědeckým diskusím s několika zahraničními partnery. S profesorem Cerfem z Université Libre de Bruxelles jsem diskutoval o úpravách našeho společného vědeckého článku o zlepšení dosahu kvantové kryptografie se spjitými kvantovými proměnnými pomocí bezšumového kvantového zesilovače, na který jsme obdrželi recenzní posudek z časopisu Physical Review Letters. S profesorem Alexem Lvovským z univerzity v Calgary jsem hovořil o možném společném vědeckém projektu. Profesor S. Pascazio z univerzity v Bari mě oslovil s nabídkou spolupráce na přehledovém článku, pro který bych zpracoval pasáž týkající se popisu Gaussovských kvantových stavů a operací. S několika dalšími účastníky konference jsem hovořil o možnostech aplikace kritéria kvantově negaussovského charakteru na různé kvantové systémy a zdroje neklasických stavů světla.

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 CEWQO'12.

Přílohy

Program konference