



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:	1.9.2011 – 30.9.2011
Navštívené pracoviště:	ICFO, Barcelona, Španělsko
Zahraniční garant:	prof. Juan P. Torres
Účastník stáže:	Mgr. Michal Mičuda

Stručný popis navštíveného pracoviště

Institut ICFO - Institut de Ciencies Fotoniques byl založen v březnu 2002 jako nezávislé neziskové výzkumné centrum jehož cílem je vést základní a aplikovaný výzkum v různých oborech jejichž společným jmenovatelem je světlo. V současnosti zde pracuje na 20 vědeckých skupin, jejichž vedoucí pracovníci patří mezi světově uznávané odborníky. Hlavním těžištěm výzkumných pracovníků je provádět výzkum na světové úrovni oblastech sahajících od telekomunikačních a informačních technologií, přes dálkové snímáče, kvantovou informaci a industriální fotoniku, až k biotechnologiím. Po dokončení výstavby druhé budovy bude ICFO zaměstnávat přes 300 lidí.

Skupina profesora Juana P. Torrese působící na ICFO se dlouhodobě věnuje problematice kvantového inženýrství světla. Pozornost týmu se zaměřuje na přípravu nových zdrojů kvantových stavů světla využívající nelineárních optických procesů. V této problematice patří mezi světovou špičku. Jeho skupina demonstrovala jako první zdroj pro generaci stavů světla s různými frekvenčními korelacemi bez nutnosti měnit nelineární krystal. Dále zde existuje úzká spolupráce s dalšími vědeckými skupinami s cílem integrovat zdroj kvantově provázaných párů fotonů na chip. V neposlední řadě se skupina také zabývá generací a využitím orbitálního úhlového momentu světla. Kromě profesora Torrese ve skupině dále působí Martin Hendrych (post-doc), Graciana Puentes (post-doc), Roberto León (Ph.D. student), Vito Giovanni Lucivero (Ph.D. student), Carmelo Rosales Guzmán (Ph.D. student), Luís José Salazar Serrano (Ph.D. student), Jiří Svozilík (Ph.D. student), Adam Vallés Marí (Ph.D. student).

Průběh stáže

Na počátku stáže mě profesor Torres a Dr. Hendrych seznámili s projektem do kterého jsem se zapojil. Jednalo se o projekt experimentálního odhadu dimenzí klasických a kvantových systémů. Experimentální pozorování je obvykle popsáno teoretickým modelem systému, u kterého se předpokládá nějaká dimenze pozorovaného systému. Tady nám vyvstává otázka, zda je tento předpoklad počtu dimenzí nezbytný. Jinými slovy řečeno, je možné popsat dimenze neznámého systému jen pouze z měření systému samotného? Koncept dimenzionálního svědka odpovídá na tyto otázky, protože nám umožňuje odhadnout dimenze neznámého klasického či kvantového systému nezávisle na měřícím zařízení a to pouze ze znalosti statistiky měření. Na projektu se také podíleli členové skupiny profesora Antonio Acína z institutu ICFO, jmenovitě to byl Antonio Acín, Rodrigo Gallego, a Nicolas Brunner z university v Bristolu.

Experimentální demonstrace konceptu dimenzionálního svědka vyžadovala navrhnout a experimentálně realizovat přípravu vhodných stavů a jejich následnou detekci. Jádrem experimentální demonstrace je zdroj párů kvantově provázaných fotonů založený na nelineárním optickém procesu sestupné frekvenční parametrické konverze v krystalu BBO. Čerpací svazek je realizován generací druhé harmonické o vlnové délce 405nm z titan safírového laseru pracující v pikosekundovém režimu. Optický svazek byl dále prostorově filtrován a fokusován do 1.5mm tlustého nelineárního krystalu. Nelineární krystal je navržen tak, aby generované páry fotonů (signálový a jalový foton) měli ortogonální polarizační stav a šířili se v jednom prostorovém optickém módu. Abychom dosáhly spojitého přechodu mezi klasickým a kvantovým stavem, procházely generované fotonové páry přes polarizačně závislé časové zpoždění. Zařízení vytvářející nám výše zmiňované časové zpoždění bylo vytvořeno pomocí dvou křemenných hranolů. Generované fotonové páry byly následně rozděleny na děliči svazku.

Měření probíhalo v takzvané koincidenční bázi, což znamená současnou detekci signálového a jalového fotonu jednofotonovým detektorem. Příprava stavů zahrnovala změnu polarizačního stavu jalového fotonu pomocí fázové vlnové destičky s následnou polarizační projekcí pomocí polarizátoru a s požadovaným stavem orbitálního úhlového momentu. Stav orbitálního úhlového momentu byl vybrán hologramem generovaným prostorovým modulátorem světla ovládaným počítačem. Generované hologramy transformují stav s orbitálním úhlovým momentem $+1$ nebo -1 do základního stavu s orbitálním úhlovým momentem 0 , který je dále navázán do jednomódového optického vlákna a detekován jednofotonovým detektorem.

Analýza takto připraveného stavu probíhala opět za pomoci projekce do námi vybraného polarizačního stavu s příslušným orbitálním úhlovým momentem. Tímto způsobem jsem byly schopni experimentálně připravit a proměřit klasický dvou, tří a čtyř dimenzionální systém a dvou a tří dimenzionální kvantový systém.

Přednášky na navštíveném pracovišti

Během mé návštěvy na pracovišti jsem navštívil přednášku Nathaniela P. Hermosy z univerzity v Laidenu s názvem „Revisiting Reflection: Orbital Angular Momentum induced Beam Shifts“. Přednáška, která se konala 9. září, pojednávala o změnách polohy a úhlu šíření finitního optického svazku při odrazu od různých prostředí. Dále jsem byl jako člen týmu

profesora Torrese pozván na výroční setkání projektu PHORBITECH financovaného sedmým rámcovým programem, který se konal 16. a 17. září na institutu ICFO.

Publikace rozpracované během stáže

V návaznosti na uskutečňovanou experimentální realizaci odhadu dimenzí klasických a kvantových systémů byl dohodnut způsob publikování získaných experimentálních výsledků.

Navázání kontaktů

Stáž významně přispěla k posílení a prohloubení vědecké spolupráce se skupinou profesora Juana P. Torrese. Profesor Torres předběžně přislíbil návštěvu na Univerzitě Palackého v Olomouci.

Shrnutí stáže

Stáž plně splnila svůj účel. Došlo k posílení vědecké spolupráce se špičkovým vědeckým pracovištěm v oblasti experimentální kvantové optiky a optického kvantového zpracování informace. V rámci stáže jsem získal řadu nových poznatků, které budou dále předány cílové skupině formou odborných seminářů.