



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: 19.5.2013 – 9.6.2013
Navštívené pracoviště: Departamento de Optica, Facultad de Fisica, Universidad Complutense, Madrid, Španělsko
Zahraniční garant: prof. Luis L. Sanchez-Soto
Účastník stáže: prof. RNDr. Zdeněk Hradil, CSc.

Stručný popis navštíveného pracoviště a probíhající spolupráce

Universita Complutense v Madridu patří k prestižním světovým pracovištím s dlouholetou tradicí výzkumu v oblasti přírodních věd. Pracoviště katedry optiky je řádově větší než olomoucké pracoviště, má však podobné spektrum problémů. Úzce spolupracuje například s katedrou optometrie a vědy o vidění (Visual Science), které svou velikostí odpovídá naší katedře. Již od devadesátých let, kdy na UP v Olomouci pobýval jako hostující profesor úzce spolupracujeme s prof. Luisem Sanchez-Sotem v oblasti kvantové optiky a kvantové informatiky. Náš společný výzkum se týkal interferometrie a kvantové fáze, později se jako velice slibné téma ukázal výzkum stavů s orbitálním momentem, formalismus kvantování, popis s využitím Wignerovy reprezentace a s tím spojené tomografické rekonstrukce. V roce 2010 jsme publikovali v prestižním časopise PRL motivační práci týkající se optického zobrazování jako metody pro rekonstrukci funkce vzájemné koherence. Jedná se o aplikaci protokolů kvantové informatiky na optické problémy a hlavní snahou je zcela využít zaznamenanou informaci. Toto téma je velice slibné a máme několik námětů směřujících ať už do oblasti kosmického výzkumu nebo biologie hmyzu a mikroskopie, kde by se zmíněná metoda mohla uplatnit. Prostřednictvím této spolupráce jsme zapojeni do spolupráce s kolegy s Jižní Ameriky, Švédska a Německa.

Průběh stáže a výsledky rozpracované během vědeckého pobytu

V průběhu stáže jsem se zapojil do běžného univerzitního života. Pravidelně jsem se setkával se PhD studenty na katedře optiky, zvláště pak studentem Pablem de la Hoz, jehož školitelem je prof. L. Sanchez-Soto. Během svého pobytu jsme se zaměřili na několik témat. V první řadě jsme dokončili a zaslali k publikaci do PRA společnou práci AF11019, Orbital angular momentum from marginals of quadrature distributions, by L. L. Sanchez-Soto, A. B. Klimov, P. de la Hoz, et al. Její hlavní myšlenkou je rozšíření

reprezentace stavů úhlového momentu a unitárního operátoru úhlového posunutí o radiální souřadnici. Taková rozdělní vzniknou jako marginální rozdělení při kanonickém popisu dvoumodových transverzálních stavů světla, pokud se provede integrace přes nevyužité proměnné.

Druhý problém, na jehož dokončení jsme intenzivně pracovali, je metodika, jak vyhodnotit a porovnat různá schémata tomografické rekonstrukce s využitím Fisherovy informační matice. Práci jsme zaslali k publikaci do PRL těsně po ukončení stáže v Madridu LF1468 Sizing up entanglement in mutually unbiased bases, by J. Řeháček, Z. Hradil, A. B. Klimov, et al. Je zde ukázáno, jak se liší výsledky rekonstrukce pro měření typu MUB (Mutually Unbiased Bases) pro systémy q-bitů, pokud měření budeme porovnávat mezi různými basemi, které se navzájem liší stupněm provázanosti. Ukazujeme, že rozdíly jsou měřitelné. Výsledky práce ukazují cestu jak optimalizovat realističtější měření.

Třetí problém, jemu jsme se během své stáže věnoval, byla příprava přednášky na konferenci ICSSSUR 2013 v Norimberku, červen 2013. Byl jsem požádán o zvanou přednášku na téma nových metod v oblasti tomografie. V přednášce s názvem „Quantum tomography, uncertainties and information“ jsem se dotkl všech klíčových otázek, jímž se věnuje náš projekt. Vrátil jsem se k problému, který jsem formuloval před dvaceti lety ve své doktorské práci. Zabýval jsem se relacemi neurčitosti mezi počtem částic a kvadraturními operátory, popisující kvantový šum. Ukázal jsem, že nerovnosti jsou saturovány stavy, které se dají v dobrém přiblížení aproximovat superpozicí koherentních stavů a stavů s přidaným fotonem. Nerovnosti tak poskytují míru, kterou lze využít jako měřítko pro experimentální vyhodnocení kvality přípravy takových stavů.

Při svém pobytu jsem se zaměřil na dokončení rozpracovaných prací, nebyl proto plánován žádný oficiální seminář. Jednání probíhalo v úzkém kruhu doktorandů a studentů na katedře optiky v Madridu.

Navázání kontaktů

Stáž významně přispěla k posílení kontaktů s kolegy ze španělsky mluvících zemí včetně země Jižní Ameriky. Během mého pobytu byla předběžně plánovaná i schůzka s vědeckým ředitelem projektů ESA, ta se ale vzhledem k jeho časové zaneprázdněnosti uskutečnila až týden po ukončení mého pobytu. Jejím výsledkem ale bylo to, že vědecké komisi při ESA předložíme návrh alternativního vyhodnocení dat, který je inspirován protokoly kvantového zpracování informace. Cílem návrhu je zabývat se otázkou, zda v datech ukazujících nehomogenitu v kosmickém záření lze studovat i případnou částečnou koherenci takového záření.

Shrnutí stáže

Stáž plně splnila svůj účel. Došlo k posílení vědecké spolupráce se špičkovým vědeckým pracovištěm v oblasti kvantové optiky a optického 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



Mradel