Abstrakt:

Cieľom projektu je významne prispieť k výskumu matematických/štatistických základov kvantovej teórie informácie vo viacerých smeroch, vrátane problémov súvisiacich s rozlišovaním stavov a kanálov, konvertibilitou stavov, štúdiom kvantových korelácií v štatistickej fyzike a komunikácii a s matematickým štúdiom rôznych mier informácie a ich aplikácií. Problémy, ktoré sme si stanovili študovať, sa delia do troch hlavných skupín, ktoré buď otvárajú úplne nové smery výskumu, alebo sa zaoberajú niektorými hlavnými otvorenými otázkami v kvantovej teórii informácie:

1. Preskúmať fenomén diskriminácie korelovaných stavov so super-exponenciálne klesajúcimi pravdepodobnosťami chýb, ktorý objavil hlavný riešiteľ tohto návrhu a spoluautori; určiť najvyššiu možnú rýchlosť poklesu, stanoviť trade-off vzťahy medzi chybami na super-exponenciálnej škále a identifikovať relevantné miery informácie, nájsť kvantitatívne vzťahy k asymptotike korelácií/entanglementu a prepojiť tento jav s kritickosťou stavov.

2. Iniciovať systematické matematické štúdium viachodnotových kvantových Rényiho divergencií a skúmať ich aplikácie v kvantovej teórii informácie, najmä pre stanovenie nevyhnutných a postačujúcich podmienok pre problémy konvertibility stavov a pri stanovovaní trade-off vzťahov v úlohách s viac ako dvoma konkurenčnými operačnými veličinami, ako je diskriminácia stavov s viac ako dvoma hypotézami alebo kvantová redistribúcia stavov.

3. Nájsť explicitné trade-off vzťahy v úlohách, v ktorých kvantové efekty nepripúšťajú single-letter výrazy, ako je zložená diskriminácia stavov alebo kanálov a doplniť teórie kódovania v týchto úlohách stanovením ich strong-converse vlastnosti.

Navrhovaný projekt je skutočne interdisciplinárny, na rozhraní maticovej analýzy, funkcionálnej analýzy, teórie informácie a matematickej fyziky, pričom rieši problémy, využíva nástroje a sľubuje priniesť výsledky relevantné pre každú z týchto oblastí.

Abstract:

Our goal is to make profound contributions in a number of directions related to the mathematical/statistical foundations of quantum information science, including problems related to state and channel discrimination, state convertibility, the study of quantum correlations in statistical physics and communication, and the mathematical study of various information measures and their applications. The problems we set out to study fall into three main groups that either open up completely new research directions, or address some major open questions in quantum information theory.

1. Explore the phenomenon of correlated state discrimination with super-exponentially vanishing error probabilities, discovered by the PI of this proposal and coauthors; determine the fastest possible speed of decrease, establish trade-off relations on a super-exponential scale and identify the relevant information measures, find quantitative relations to correlation/entanglement asymptotics, and link the effect to criticality of states.

2. Initiate the systematic mathematical study of multi-variate quantum Renyi divergences, and explore their applications in quantum information theory, in particular, in giving necessary and sufficient conditions for state convertibility problems, and establishing trade-off relations in tasks with more than two competing operational quantities, like state discrimination with more than two hypotheses, or quantum state redistribution.

3. Find explicit trade-off relations in problems where quantum effects prohibit single-letter expressions, like composite state or channel discrimination, and complete coding theorems in these problems by establishing their strong converse property.

The proposed project is truly interdisciplinary, at the interface of matrix analysis, functional analysis, information theory, and mathematical physics, addressing problems and using tools from, and promising results relevant for, each of these fields.