

Streszczenie w języku polskim

Czułość sondy na parametr charakteryzujący układ można opisać w ramach estymacji jednoparametrowej. W najprostszym ujęciu parametr ten jest szacowany w warunkach idealnych, z pominięciem niedoskonałości wynikających z oddziaływań między układem a środowiskiem. Bardziej zaawansowane analizy uwzględniają estymację w obecności znanego szumu środowiskowego. Choć w takich przypadkach traci się czułość ograniczoną przez granicę Heisenberga (ang. Heisenberg-limited sensitivity), odpowiednio zaprojektowane sondy wciąż mogą zapewnić kwantową poprawę dokładności. Gdy jednak sam szum jest nieznany, problem estymacji staje się bardziej złożony i wymaga podejścia wieloparametrowego.

Fundamentalne granice precyzji dla estymacji wieloparametrowej są dobrze znane, lecz ich praktyczne osiągnięcie jest trudne ze względu na problem skonstruowania pomiarów o dobrej czułości wieloparametrowej. Dla danej sondy niezgodność (ang. incompatibility) optymalnych obserwacji dla różnych parametrów stanowi dodatkową przeszkodę w osiągnięciu optymalnej estymacji dla wszystkich parametrów jednocześnie. W praktyce kluczowe znaczenie ma ocena zgodności pomiarów separowalnych, ponieważ często tylko strategie kolektywne, które są niepraktyczne, pozwalają osiągnąć granicę wyznaczoną przez fundamentalną niezgodność.

W związku z tym rozważamy wspólną estymację fazy i dyfuzji fazy, wprowadzając miary ilości informacji możliwej do wydobycia i dostępnej w układzie. Pokazujemy, że pomiar podwójnie homodynowy (ang. double homodyne measurement) dla stanów powstałych w wyniku interferencji N fotonów wprowadzonych do jednego portu z rozdzielaczem wiązki (ang. beamsplitter) zapewnia najwyższą czułość.

Jeśli chodzi o zgodność pomiarów, badamy wspólną estymację fazy i strat fotonów oraz fazy i dyfuzji fazy. Używając tych samych stanów wielofotonowych porównujemy detekcję homodynową i zliczanie fotonów w testach porównawczych (ang. benchmark) wieloparametrowej precyzji dla pomiarów kolektywnych i separowalnych. Spośród analizowanych przypadków zliczanie fotonów zapewnia zazwyczaj lepsze wyniki w jednoczesnej estymacji fazy i strat, natomiast pomiar homodynowy wciąż daje zadowalające rezultaty w niektórych przypadkach obu problemów estymacyjnych.