

Czasowo częstotliwościowa modulacja fazy światła w obrazowaniu

Maciej Wojtkowski¹

¹ Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
ul. Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa

Dominującym źródłem degradacji frontu falowego, uniemożliwiającym wysokorozdzielcze obrazowanie w niejednorodnych optycznie obiektach, są głównie dystorsje frontu falowego wyższych rzędów spowodowane przez makroskopową modulację fazy światła padającego na próbkę. Lokalne zniekształcenia frontu falowego powodują błędy odwzorowania obiektu związane z delokalizacją punktów w obrazie względem ich oryginalnych współrzędnych w obiekcie. Taka delokalizacja może być opisana jako przenikanie się składowych częstości przestrzennych pochodzących od różnych punktów oryginalnego obiektu. W przypadku hipotetycznego odwzorowania idealnego, każdy punkt obiektu rozkładany jest na ściśle przypisany mu zbiór częstości przestrzennych, które po przetransferowaniu przez układ optyczny składają się w odwzorowanie tego punktu w obrazie. W rezultacie otrzymuje się punkty obrazowe, które są doskonale skorelowane ze swoimi obiektowymi odpowiednikami.

W naszych pracach wprowadziliśmy nowy sposób opisu formowania obrazu za pomocą macierzy zespolonego widmowego stopnia spójności. Człony macierzy spójności opisują wzajemne korelacje czasowe przebiegów elektrycznych mierzonych dla każdego punktu obrazu z pozostałymi punktami obrazowymi. W celu uzyskania czasowej zmienności tych sygnałów modulowana jest faza światła oświetlającego próbkę w taki sposób, że każdemu z punktów obrazowych odpowiada inny charakterystyczny przebieg natężeniowy. W przypadku punktów zdelokalizowanych (zaburzony obiekt) następuje wzajemne mieszanie się (ang. cross-correlation) sygnałów odpowiadających różnym punktom obiektu, co z kolei prowadzi do pojawienia się członów pozadiagonalnych macierzy spójności. W naszej metodzie proponujemy usuwanie niepożądanych sygnałów - co jest tożsame z diagonalizacją macierzy spójności - poprzez oświetlenie obiektu maskami fazowymi o przypadkowym rozkładzie przestrzennym fazy i uśrednieniem dużej ilości tak powstałych obrazów.