**Szkoła Doktorska Technologii Informacyjnych i Biomedycznych   
Polskiej Akademii Nauk (TIB PAN)**

**TEMAT:**

„Obrazowanie z szybkością światła” – kamera CCD pracująca w dziedzinie wielu częstotliwości z pikosekundową rozdzielczością czasową

**PROMOTOR:**

Promotor: Prof. dr hab. inż. Adam Liebert

Promotor pomocniczy: dr inż. Stanislaw Wojtkiewicz ([swojtkiewicz@ibib.waw.pl](mailto:swojtkiewicz@ibib.waw.pl))

Laboratorium Optyki Biomedycznej, IBIB PAN, Ks.Trojdena 4, 02-109 Warszawa

**OPIS:**

Cel: Opracowanie metody „obrazowania z szybkością światła” w czasie rzeczywistym przy użyciu kamery CCD pracującej w dziedzinie wielu częstotliwości (MFD) dającej pikosekundową rozdzielczość czasową. Celem pracy jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie czy kamera CCD rejestrująca ≥ 1000 klatek na sekundę użyta w dziedzinie MFD może śledzić/obrazować rozpraszaną na obiektach wiązkę laserową z pikosekundową rozdzielczością czasową.

Pomiar w MFD polega na nałożeniu na siebie wyników pomiarów na wielu częstotliwościach dającemu rozkład czasu przelotu fotonów, zgodnie z konkluzjami pracy [1], gdzie pokazano podstawy teoretyczne metody. Pomiar w MFD może być stosowanie w aplikacjach gdzie pożądany jest pomiaru czasu przelotu światła, np. naprowadzanie laserowe (wojsko, inżynieria lądowa, widzenie robotów), odwzorowanie powierzchni (LIDAR, kartografia, pojazdy autonomiczne), śledzenie obiektów 3D (rozrywka, gry).

Idea pomiaru w MFD może być przyrównana do mechanizmu dostarczania Internetu szerokopasmowego. Fale nośne na wielu częstotliwościach (zakres VHF-UHF częstotliwości radiowej) są nakładane aby zasilić modulowaną diodę laserową. Fale mieszają się heterodynowo tworząc sygnały na częstotliwościach zdudnienia z zakresu akustycznego (setki Hz), detekowane kamerą CCD o częstotliwości zbierania obrazów równej pojedynczym kHz.

Najnowocześniejszy system laboratoryjny do obrazowania propagacji fali świetlnej ma rozdzielczość czasową rzędu 0.1 ps [2], dwa rzędy wielkości lepszą niż proponowana kamera pracująca w MFD. Ultra-szybki system laboratoryjny używa laserów impulsowych (szerokość impulsu z zakresu pico/femto sekund) oraz kamery CCD ze wzmacniaczem obrazu, bramkowanej sygnałem skorelowanym z impulsami lasera. Dla porównania, technologia pomiaru w MFD może być aplikowana na sprzęcie dostępnym w obecnych flagowych modelach smartfonów.

Opis pracy: Praca obejmuje badania podstawowe nad opracowaniem metody pomiaru w MFD oraz prototypu weryfikującego koncept kamery CCD pracującej w MFD. Wymaga to interdyscyplinarnego wysiłku, w tym badań teoretycznych, rozwoju oprogramowania, pracy przy budowie sprzętu.

Możesz się spodziewać: pozyskania wiedzy i doświadczenia z dziedziny optyki biomedycznej; projektowania i budowy nowych urządzeń optoelektronicznych; opracowywania nowych metod, algorytmów oprogramowania, itd.; pisania publikacji naukowych do recenzowanych czasopism; napisania rozprawy doktorskiej na podstawie przeprowadzonych badań.

**BIBLIOGRAFIA:**

[1] S. Wojtkiewicz, T. Durduran, and H. Dehghani, "Time-resolved near infrared light propagation using frequency domain superposition," Biomedical optics express **9**, 41-54 (2018).

[2] J. Liang, L. Zhu, and L. V. Wang, "Single-shot real-time femtosecond imaging of temporal focusing," Light: Science & Applications **7**, 42 (2018).