

Propozycje tematów prac lic/inż./mgr do realizacji we współpracy z Laboratorium Elektroniki Profesjonalnej IPPT PAN – wersja 2017

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
ul. Adolfa Pawińskiego 5b
02-106 Warszawa

Dr Marcin Lewandowski
email: mlew@ippt.pan.pl
tel. 22 826 12 81 wew. 407, pok. 539

Informacje wstępne

- Proponowane tematy wynikają bezpośrednio z naszych zainteresowań i prowadzonych prac badawczo-rozwojowych oraz są aktualne w kontekście kierunków rozwijanych obecnie na świecie.
- Wszystkie tematy są zorientowane praktycznie i mają na celu rozwój nauki i technologii w kierunku konkretnych aplikacji.
- Tematy należy traktować jako punkt wyjścia do określenia szczegółowego tematu i zakresu pracy – do indywidualnego ustalenia w zależności od preferencji i umiejętności studenta.
- Oferujemy realne wsparcie w zakresie realizacji tematu – m.in. konsultacje, pomoc techniczną, dostęp do laboratorium i know-how.
- Realizacja projektów w naszym Laboratorium pozwoli na zapoznanie się ze współczesną i ciekawą tematyką oraz umożliwi zdobycie nowej praktycznej wiedzy i umiejętności. Takie doświadczenie dobrze wygląda w CV!

METODY USG/DOPPLER

ID	TEMAT	OPIS	TECHNOLOGIA
U1	Implementacja metody pomiaru elastyczności tętnic na platformie Dopplera digiTDS	Implementacja metod przetwarzania cyfrowego sygnałów ultradźwiękowych do określania elastyczności tętnic. Źródłem sygnału będzie system Dopplera digiTDS – surowy sygnał ech w.cz. i sygnał dopplerowski oraz sygnał EKG. Synchroniczna akwizycji tych sygnałów umożliwi wyliczenie parametrów do oceny układu naczyniowo-sercowego – m.in. fali tętna oraz parametrów elastyczności tętnic.	Matlab, Python
U2	Detekcja czynności serca oraz pomiaru ciśnienia krwi na podstawie sygnału dopplerowskiego CW	Opracowanie i implementacja algorytmu detekcji tętna oraz ciśnienia skurczowego i rozkurczowego na podstawie sygnału dopplerowskiego CW (fali ciągłej) z tętnicy promieniowej. Algorytm ten będzie częścią systemu do pomiaru ciśnienia u pacjentów z wczesną pompą wirową wspomaganą serca. Detekcja tętna będzie oparta na algorytmie autokorelacyjnym. Do detekcji ciśnienia będzie wykorzystany system ze sterowanym mankietem uciskowym oraz układ Dopplera CW. Możliwe będzie uzyskanie sygnału przepływu krwi oraz ruchu ścian tętnicy.	Matlab, Python

U3	Pomiary biometryczne w aparatach USG: pomiary rozmiarów, objętości, powierzchni - techniki, algorytmy, dokładność, interfejs użytkownika	Przegląd zagadnień i rozwiązań dot. ręcznych i automatycznych pomiarów biometrycznych w aparatach ultrasonograficznych (np. rozmiary liniowe, objętość, powierzchnia). Wybór i ewaluacja konkretnych technik pomiarowych, analiza dokładności, zagadnienia interfejsu użytkownika.	Matlab, Python, C/C++
U4	Autooptymalizacja nastaw i parametrów pracy aparatów USG dla konkretnych zastosowań oraz treści obrazowej	Przegląd, analiza i ewaluacja algorytmów do automatycznej optymalizacji nastaw i parametrów pracy aparatów ultrasonograficznych dla konkretnych zastosowań oraz treści obrazowej.	Matlab, Python, C/C++
U5	Aplikacja do generacji danych wejściowych dla solvera pola ultradźwiękowego FIELD II	Stworzenie programu do łatwego generowania danych wejściowych do programu symulacyjnego FIELD II (http://server.oersted.dtu.dk/personal/jaj/field/). Dane te opisywałyby ośrodek w którym przeprowadzana jest symulacja (wirtualny fantom ultradźwiękowy). Program umożliwiałby w łatwy sposób (najlepiej graficzny) generowanie takich fantomów o zadanych parametrach.	Matlab, Python
U6	Materiał i technologia do budowy wzorców (fantomów) tkankowych do badań ultradźwiękowych	Opracowanie „przepisu” na fantom ultradźwiękowy wielokrotnego użytku - znalezienie i opracowanie sposobu wytwarzania odpowiedniego materiału o parametrach zbliżonych do tkanki miękkiej (tłumienie, współczynnik rozproszenia). Materiał powinien być bezpieczny (nietoksyczny) i nie powinny zmieniać się jego parametry pod wpływem zanurzenia w wodzie.	
U7	Model ultradźwiękowej modulacji aktywności sieci neuronowej	Doniesienia kilku niezależnych grup sugerują, że fala ultradźwiękowa o niskiej mocy skierowana odpowiednio na korę mózgową może modulować aktywność neuronów w korze – co jest obserwowalne zarówno w testach behawioralnych, jak i w sygnale EEG. Wiadomo, że modulacja ta ma charakter wyłączenie mechaniczny (stosuje się falę niskiej mocy, przez co efekty cieplne są pomijalne). Istnieją próby wyjaśnienia tego zjawiska na poziomie komórkowym; jednak dokładny mechanizm nie jest dobrze zbadany. Celem pracy będzie opracowanie prostego, wstępnego modelu wpływu fali ultradźwiękowej na dynamikę i aktywność sygnałów w biologicznej sieci neuronowej oraz przeprowadzenie symulacji numerycznych.	
U8	Opracowanie, wykonanie i badanie wirującego wzorca przepływu do testowania ultradźwiękowych systemów dopplerowskich	Testowanie systemów dopplerowskich wymaga posiadania odpowiednich wzorców (fantomów) przepływu. Klasycznie stosowane wzorce składają się z pompy i płynu krwiopodobnego lub są oparte na poruszającej się nici/żyłce w wodzie. Ciekawą alternatywą może być wzorec składający się z wirującego dysku z materiału tkankopodobnego (zawierającego rozpraszacze), który jest w stanie zapewnić całe spektrum prędkości ze względu na różną prędkość liniową w zależności od odległości od osi dysku. Praca polega na opracowaniu, wykonaniu i przetestowaniu takiego wzorca oraz układu jego sterowania, który zapewni stabilność i niezależny pomiar prędkości obrotowej.	
U9	Alternatywne metody oceny prędkości ruchu tkanek oraz przepływu krwi	Tradycyjnie stosowaną metodą ultradźwiękowej estymacji przepływu krwi jest metoda dopplerowska. Nowe metody szybkiego obrazowania (tzw. ultrafast) pozwalają na akwizycję i rekonstrukcję obrazu z prędkością kilku tysięcy razy na sekundę. Otwiera to nowe możliwości śledzenia ruchu tkanki i oceny prędkości tego ruchu bazujące na śledzeniu ruchu ziarna (speckle). Celem pracy będzie przegląd metod śledzenia ziarna oraz estymacji przepływu oraz ich implementacja modelowa. Rozwinięciem pracy będzie zbadanie zależności pomiędzy zastosowanymi metodami rekonstrukcji obrazów a jakością estymacji prędkości.	Matlab, Python, GPU
U10	Nowe metody obrazowania wad w ultradźwiękowych badaniach nieniszczących	Badania nieniszczące obiektów i materiałów są powszechnie stosowane w wielu gałęziach przemysłu. Ultradźwiękowe metody obrazowania wad w materiałach są podobne do metod stosowanych w ultrasonografii medycznej. Zadanie polega na implementacji i testowaniu algorytmów rekonstrukcji obrazu w tym zastosowaniu na Uniwersalnej Platformie Ultradźwiękowej.	Matlab, Python, GPU

TELEMEDYCZYNA / INFORMATYKA MEDYCZNA

ID	TEMAT	OPIS	TECHNOLOGIA
T1	Implementacja narzędzi WEB do oceny zwężenia zastawki aortalnej	Zadanie polega na opracowaniu wygodnego narzędzia dla lekarzy, dostępnego przez przeglądarkę WEB, do oceny zwężenia zastawki aortalnej. Aplikacja po stronie serwera ma obsługiwać obliczenia wg. znanych z literatury algorytmów (m.in. wzór Gorlina, formuła Teichholza). Lekarz przez interfejs przeglądarki będzie wprowadzał dane pomiarowe, które po przeliczeniu po stronie serwerowej mają być zwrótnie prezentowane w postaci liczbowej oraz wykresów w przeglądarce.	Python, Matlab, Ajax
T2	Standard DICOM do zapamiętywania badań US - opracowanie standardu, implementacja bibliotek obsługi danych ultrasonograficznych (Doppler, obrazowanie)	Opracowanie standardu DICOM oraz biblioteki funkcji zapisu i odczytu danych ultrasonograficznych (obrazy, przebiegi czasowe, sygnały dopplerowskie) w tym standardzie.	C/C++, Python
T3	Deep-Learning w diagnostyce medycznej	Deep-Learning jest nową techniką uczenia maszynowego (machine learning), która zdobywa polega na zastosowaniu wielowarstwowych sieci neuronowych do automatycznego rozpoznawania wzorców (obrazów, sygnałów, etc.). Deep-Learning w aplikacjach biomedycznych ma szansę znacznie poszerzyć zakres i jakość wsparcia diagnostyki. Tematem pracy będzie zastosowanie tych metod do wybranego problemu analizy danych biomedycznych i określenie ich przydatności.	Python, R, GPU
T4	Detekcja i klasyfikacja ruchu na podstawie analizy danych z 3-osiowych czujników MEMS (akcelerometr, żyroskop, magnetometr)	Czujniki ruchu typu MEMS są powszechnie stosowane w smartfonach, tabletach i kontrolerach do gier. Fuzja danych z 3-osiowych sensorów mierzących: przyspieszenie, ruchu obrotowy oraz ziemskie pole magnetyczne pozwala na dość precyzyjne śledzenie ruchu i położenia. W zastosowaniach telemedycznych takie czujniki mogą służyć do określania pozycji ciała oraz aktywności ruchowej. Zadanie polega na opracowaniu konkretnych algorytmów fuzji i analizy danych z czujników MEMS do zastosowań w detekcji i klasyfikacji ruchu.	Python, Matlab, C/C++
T5	Ewaluacja i testowanie układów do pomiarów i akwizycji biopotencjałów	Pomiary biopotencjałów w medycynie mają wiele aplikacji – np. EKG, EEG, EMG. Temat dotyczy ewaluacji i testowania konkretnych rozwiązań układowych/sprzętowych do zbierania i digitalizacji tych sygnałów.	Python, Matlab, C/C++
T6	Ewaluacja i testowanie czujników dla elektroniki noszonej (wearables)	Elektronik noszona jest gorącym tematem i rozwija się dzięki miniaturyzacji elektroniki oraz coraz to nowych czujnikom. Zadanie dot. testowania układów czujników do konkretnych aplikacji oraz zbierania i analizie danych z tych czujników. Posiadamy gotowe zestawy uruchomieniowe dla różnych rodzajów czujników (temperatury, wilgotności, akcelerometry, żyroskop, oksymetry).	Python, Matlab, C/C++

PROGRAMOWANIE GPU

#	TEMAT	OPIS	TECHNOLOGIA
G1	Implementacja algorytmów obrazowania na edukacyjnym systemie ultrasonografu – mUSG	System mUSG jest małym przenośnym modułem ultrasonografu do zastosowań badawczych i edukacyjnych. Umożliwia on akwizycję surowych sygnałów ech ultradźwiękowych i ich dowolną obróbkę po stronie komputera PC. Zadanie polega na opracowaniu referencyjnych implementacji wybranych metod obrazowania ultradźwiękowego – zarówno metodami klasycznymi, jak i nowymi metodami syntetycznej apertury. Algorytmy mają zostać zaimplementowane w środowisku PyOpenCL/PyCUDA i umożliwić demonstrację obrazowania przy użyciu platformy mUSG.	OpenCL, Python
G2	Opracowanie i optymalizacja strumieniowania danych z modułu akwizycji do pamięci GPU w systemie Linux	Zadanie polega na opracowaniu niskopoziomowego oprogramowania realizującego transfer danych przez interfejs PCIe z modułów akwizycji do pamięci CPU, a następnie GPU. Posiadamy sterowniki PCIe (firmy Jungo), które zapewniają funkcji obsługi interfejsu PCIe w jądrze systemu. Należy zaimplementować warstwę (bibliotekę) funkcji w przestrzeni użytkownika i przeprowadzić testy wydajności transferu danych. Biblioteka powinna zapewniać integrację z oprogramowaniem GPU - CUDA/OpenCL.	Nvidia CUDA, LINUX
G3	Ewaluacja wydajności procesora <i>Nvidia Tegra K1/X1</i> w zastosowaniach do algorytmów obrazowania USG.	Adaptacja posiadanych algorytmów obrazowania ultradźwiękowego (CUDA) na platformę procesora <i>Nvidia Tegra K1/X1</i> oraz przeprowadzenie testów wydajności.	Nvidia CUDA, LINUX
G4	Implementacja uzupełniających algorytmów ultrasonograficznych na procesorach GPU - elastografia, speckle tracking, tissue Doppler, etc.	Implementacja i ewaluacja algorytmów przetwarzania ultrasonograficznego (elastografia, speckle tracking, tissue Doppler, segmentacja, etc.) na procesorach GPU. Testy wydajności oraz optymalizacja.	Nvidia CUDA / OpenCL
G5	Kontekstowa filtracja obrazu ultrasonograficznego (redukcja ziarna/speckle) na procesorach GPU	Kontekstowa filtracja obrazu ultrasonograficznego na procesorach GPU - redukcja ziarna/speckle w celu poprawy rozdzielności szczegółów. Badanie i optymalizacja metod filtracji adaptatywnej obrazów ultrasonograficznych.	Nvidia CUDA / OpenCL
G6	Zagadnienia transferu danych do/z procesora GPU - przepustowość PCIe, prędkość readback, wpływ architektury sprzętowej (chipset, procesor, etc.) oraz sterowników na przepustowość	Analiza zagadnień transferu danych do/z procesorów GPU na platformie PC. Ewaluacja oprogramowania oraz możliwej do uzyskania przepustowości, wpływ oprogramowania i architektury sprzętowej (chipset, procesor, etc.).	Nvidia CUDA / OpenCL
G7	Implementacja wybranych algorytmów przetwarzania i wizualizacji danych USG 2D/3D z użyciem OpenCL/Vulcan/CUDA na platformach mobilnych	Jednym z nowych trendów w technologii aparatów USG są urządzenia mobilne lub systemy podłączane bezpośrednio do konsumenckich urządzeń przenośnych (tablety, smartfony). Projekt implementacji metod przetwarzania i wizualizacji danych USG na platformach przenośnych ma na celu określenie ich przydatności oraz możliwości. Interesuje nas implementacja zarówno algorytmów obrazowania (beamforming, syntetyczna apertura), algorytmów oceny przepływu krwi (metody dopplerowskie), jak i algorytmów samej wizualizacji i post-processingu (filtracja obrazowa). Zakres zadania dotyczy obrazowania 2D i/lub 3D oraz optymalizacji algorytmów przy wykorzystaniu dostępnych narzędzi programistycznych (np. CUDA, OpenCL, Vulcan) dla platformy iOS/Android/Windows.	CUDA / OpenCL / Vulkan iOS / Android / Windows (zakres do ustalenia)

ELEKTRONIKA

#	TEMAT	OPIS	TECHNOLOGIA
E1	Implementacja w FPGA algorytmów pre-processingu surowych sygnałów ech w.cz. USG	<p>W wielokanałowych systemach akwizycji sygnałów ultradźwiękowych (takich jak w aparatach USG) stosuje się funkcje pre-processingu surowych zdigitalizowanych sygnałów ech wysokiej częstotliwości (tzw. sygnałów w.cz.). Sygnały ech są próbkowane z prędkością 40–80MHz i rozdzielczością 12–14-bitów. Taki strumień danych dla wszystkich 32–64 kanałów trafia do pojedynczego układu FPGA, który zanim prześle je do pamięci podręcznej lub komputera PC musi dokonać ich wstępnej obróbki.</p> <p>Zadanie polega na opracowaniu i implementacji w FPGA optymalnych algorytmów pre-processingu obejmującego filtrację tych sygnałów w celu eliminacji poziomu stałego ("DC removal" lub "Offset cancellation"). Ze względu na ograniczenia zasobów układu FPGA należy wybrać filtry o prostej budowie.</p>	VHDL/Verilog; narzędzia Altera Quartus lub Xilinx ISE; ModelSim; MATLAB
E2	Wyświetlacze graficzne dla urządzeń medycznych LED, OLED - układy kontrolerów, podświetlenie, biblioteki funkcji GUI	Przegląd, wybór, ewaluacja układów i systemów wyświetlaczy graficznych dla aparatów medycznych. Opracowanie kompletnego modułu wyświetlacza graficznego oraz oprogramowania sterującego. Zagadnienia minimalizacji poboru prądu, interfejsu zewn. do systemu medycznego, akceleracji wyświetlania, biblioteki graficzne i interfejsu użytkownika.	Język C/C++; uC ARM-Cortex
E3	System uniwersalnego panelu kontrolnego (pokrętła, przyciski, przełączniki) z interfejsem USB HID	Projekt i wykonanie uniwersalnego panelu z kontrolkami typu: pokrętła, przyciski, przełączniki. Panel komunikuje się z komputerem PC przez interfejs USB klasa HID.	Język C/C++; uC ARM-Cortex
E4	System uniwersalnego panelu kontrolnego (pokrętła, przyciski, przełączniki) z interfejsem Bluetooth HID	Projekt i wykonanie uniwersalnego panelu z kontrolkami typu: pokrętła, przyciski, przełączniki. Panel komunikuje się z komputerem PC przez interfejs Bluetooth.	Język C/C++; Bluetooth BLE; uC ARM-Cortex