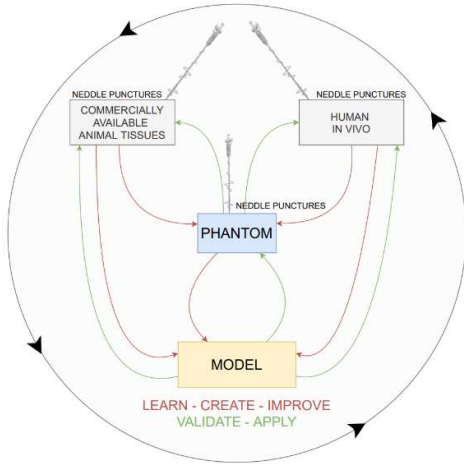
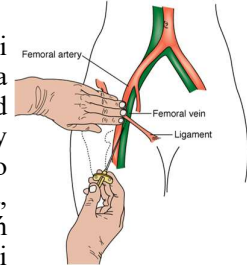


## Nawigacja urządzeń medycznych w oparciu o sygnały wibroakustyczne

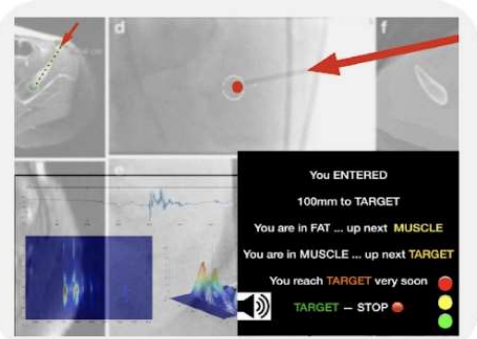
Minimalnie inwazyjne procedury medyczne dla pacjenta wiążą się z mniejszymi urazami, małymi nacięciami i szybszym powrotem do zdrowia. Ich trudność polega na precyzyjnym wprowadzeniu urządzenia w pole operacyjne, co wykonywane jest pod kontrolą zewnętrznego systemu obrazowania, lub za pomocą małej kamery zintegrowanej z urządzeniem. Ograniczone pole widzenia (można zobaczyć tylko to, co znajduje się przed kamerą) i artefakty obrazowania (niedokładna lokalizacja) sprawiają, że czasami zabiegi te są trudne do wykonania dla chirurga. Przykładowo wiele powikłań jest związanych z pierwszym nacięciem, np. utworzenie dostępu do tętnicy i cewnikowanie, lub przecięcie powłok brzusznych – w zabiegu endoskopowym jamy brzusznej.



Podczas interakcji urządzenia z tkanką generowane są sygnały wibroakustyczne. W zależności od właściwości tkanki (sztywność, szorstkość, gęstość, zawartość wody, itd.) na końcu urządzenia znajdującej się w ciele pacjenta generowany jest określony sygnał (charakteryzowany za pomocą jego energii, entropii, wartości maksymalnej, widma częstotliwości, itd.), który następnie jest propagowany przez trzon i może zostać zarejestrowany za pomocą odpowiedniego czujnika audio, znajdującego się już na drugim końcu urządzenia, poza ciałem pacjenta. Niewątpliwą zaletą tego rozwiązania jest możliwość bezpośredniego zaadaptowania go do obecnie dostępnych dedykowanych narzędzi klinicznych. Co więcej, nie jest wymagane zastosowanie żadnych dodatkowych elementów mających kontakt z ciałem pacjenta (w tym kabli), dzięki czemu sterylizacja urządzenia jest stosunkowo łatwa, a przebieg pracy klinicznej nie ulega znaczącym zmianom. Tak pozyskane

sygnały dźwiękowe mogą posłużyć do zidentyfikowania istotnych klinicznie zdarzeń (np. przechodzenie przez różne warstwy tkanek lub wchodzenie i wychodzenie z naczynia krwionośnego) i zostać wykorzystane do nawigacji samego narzędzia (precyzyjne doprowadzenia go do pożądanej lokalizacji). Dotychczas, dla wybranych procedur w warunkach laboratoryjnych, udało nam się wykazać skuteczność tej metody.

W ramach projektu, zamierzamy zoptymalizować czujniki dźwięku, przetwarzanie sygnału i uczenie maszynowe, konstruując specjalnie w tym celu dedykowany fantom. Będzie on symulować właściwości akustyczne tkanek ludzkich i będzie wzorowany na wymaganiach pracy klinicznej. Pozwoli to nam zaprojektować model interwencji (dostęp do naczyń udowych tętniczych, oraz klinicznie szczególnie istotnych – żylnych, które nie mogą być rozpoznane palpacyjnie) dla późniejszego zabiegu cewnikowego i umożliwi jego weryfikację przy użyciu rzeczywistych danych pochodzących z zabiegów klinicznych. Kolejne etapy prac będą obejmować optymalizację fantomu, czujnika, przetwarzania i algorytmów. Będzie to iteracyjny proces badawczy, którego celem jest stworzenie laboratorium, które pozwoli nam zbudować akustyczny model przetwarzania dla tego konkretnego zastosowania klinicznego i będzie w przyszłości stanowić podstawę dla innych zastosowań. Sądymy, że usprawni to proces kliniczny, zwiększając pewność działania chirurgów oraz poprawiając jakość i szybkość zabiegu. Nasz międzynarodowy zespół badawczy składa się z ekspertów w dziedzinie technologii czujników, przetwarzania sygnałów i inżynierii biomedycznej z AGH w Krakowie (kierownik: prof. dr Michael Friebe) oraz ekspertów klinicznych ze znanego wydziału radiologii i radiologii interwencyjnej szpitala uniwersyteckiego Justus-Liebig-University Hospital w Giessen w Niemczech (kierownik: prof. dr Gabriele Krombach) z imponującą historią powiązanych wspólnych prac w przeszłości.



Proponowane badania mają ogromny potencjał w innych dziedzinach i powiązanych obszarach badawczych. Uzyskane profile wibroakustyczne mogłyby być wykorzystane - w połączeniu z uczeniem maszynowym i big data - do określenia i sklasyfikowania poszczególnych tkanek podczas prowadzenia igły – to tzw. histologia oparta na dźwięku (potwierdzenie czy pobrano odpowiednią tkankę, np. węzeł chłonny lub czy prawidłowo wyizolowano guza), a także potencjalnie wskazywać, czy dana tkanka powinna zostać usunięta/leczona, czy nie. Klasyfikacja akustyczna byłaby dodatkową i uzupełniającą daną w stosunku do informacji obrazowych uzyskanych przedoperacyjnie lub śródoperacyjnie. Pozwoli to na skrócenie czasu zabiegu, poprawi pewność kliniczną i jakość zabiegu, oraz ostatecznie zapewni lepszy wynik kliniczny. Sygnały akustyczne będzie można również wykorzystać (poprzez klasyfikację zdarzeń i analizę powierzchni tkanek) do symulacji haptycznego sprzężenia zwrotnego i tym samym przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa robotyki chirurgicznej.