



e-Pionier
KARTA PROBLEMU SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO

I. Metryka problemu	
1. Tytuł	<i>Brak narzędzia do tworzenia modeli wirtualnych 3D człowieka na bazie TK/MRI do potrzeb wykorzystania w codziennej praktyce lekarskiej.</i>
2. Zgłaszający	<i>Dr. hab. med. Tomasz Stefaniak, Dyrektor ds Lecznictwa, Lekarz Naczelny Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego. Adres: ul Mariana Smoluchowskiego 17, 80-214, Gdańsk</i>
3. Opis problemu	<i>W historii medycyny wewnątrz ciała człowieka poznawano jedynie pośmiertnie (post mortem). Dopiero zastosowanie promieni rentgenowskich umożliwiło prześwietlenie klatki piersiowej w 1896 roku, pneumoencefalografię w 1919. W 1945 roku wprowadzono metodę ultrasonografii oraz kolejno: obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego w 1971 roku oraz tomografii komputerowej w 1972 roku, co pozwoliło stworzyć podstawę do wprowadzenia nowych technologii obrazowania w medycynie. Obrazowanie w medycynie (medical imaging) polega na przedstawianiu w formie obrazów zachodzących w ciele ludzkim zmian fizjologicznych i patologicznych. Celami obrazowania medycznego są: wizualizacja zmian patologicznych, analiza ilościowa (pomiar wielkości narządów, czy zmian patologicznych), ocena lokalizacji, umożliwiającej wybór optymalnej drogi dostępu w celach diagnostycznych lub terapeutycznych oraz co najważniejsze ocena jakościowa. Do grupy badań radiologicznych podstawowych obecnie zaliczamy: rentgenografię, tomografię, ultrasonografię, tomografię komputerową, obrazowanie rezonansu magnetycznego, scyntyografię oraz pozytonową tomografię emisyjną. Z uwagi na opisywany problem poniżej zostaną przedstawione te badania, które mogą zostać wykorzystane do wizualizacji 3D wirtualnej. Tomografia komputerowa (TK) jest to modalność obrazowania radiologicznego która generuje obraz trójwymiarowy (3D) z dużej ilości zdjęć rentgenowskich w wymiarze (2D) wykonanych w sekwencji osiowej. Podstawy fizyczne TK polegają na wykonaniu sekwencji zdjęć rentgenowskich w poszczególnych osiach, które zostają połączone w obrazy. <u>Rekonstrukcja 3D w tomografii komputerowej</u> pozwala na rekonstrukcje w trójwymiarze i jest oparta na miarodajności rzeczywistego obiektu (w tym przypadku pacjenta). W praktyce oznacza to, że zdjęcie zrobione przy wykorzystaniu tomografii komputerowej, można z bardzo dużą dokładnością zmierzyć, a więc zdefiniować względem rozmiarów poszczególne struktury.</i>



W tomografii komputerowej, ze względu na trójwymiarowość używa się jednostki „Voxel” lub po polsku, „Woksel”. Jest to poniekąd odpowiednik dwuwymiarowego pixela w świecie trójmiaru. Ciało człowieka składa się z około 3.000 do 5.000 wokseli. Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (MRI) wykorzystuje zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego jąder wodoru zawartych w wodzie obecnej w tkankach żywych. Jest to metoda nieszkodliwa oraz nieinwazyjna, pozwalająca jednocześnie uzyskiwać bardzo dokładny obraz. Metoda ta pozwala na uwidocznienie narządów wewnętrznych niewidocznych na prześwietleniu RTG lub w CT. Głównie MRI służy do badania mózgu oraz tkanek miękkich, w szczególności narządów mięjszowych.

Istnieje potrzeba opracowania narzędzia umożliwiającego stworzenie modelu wirtualnego człowieka zdrowego i chorego na bazie TK/ MRI umożliwiającego prowadzenie działalności edukacyjnej oraz do planowania leczenia chorych z nowotworami.

Stworzenie modelu „wirtualnego człowieka” zdrowego oraz chorego z patologią danego narządu będzie miało wielorakie znaczenie. Na przykładzie chirurgii nowotworów obrazowanie 3D będzie pełniło rolę edukacyjną dla studentów, uczniów szkół oraz lekarzy specjalizujących się w dyscyplinach zabiegowych. Dodatkowo możliwe będzie użycie ww. metody w pogłębianiu wiedzy chorych. Jednak największe znaczenie będzie stworzenie modelu w planowaniu złożonych operacji, które będą wymagały usunięcia kilku przyległych narządów w chirurgii klatki piersiowej, jamy brzusznej oraz miednicy. Dodatkowo moduł pozwoli na wykonanie określonych etapów rekonstrukcyjnych, jak na przykład odtworzenie przewodu pokarmowego, naczyń, układu moczowego lub innych narządów (kości, nerwy). Analogicznie w chirurgii nowotworów o złożonych lokalizacjach, gdzie wykonuje się resekcji wielonarządowych. Chirurg dzięki tej metodzie będzie mógł przeprowadzić symulację zabiegu, który wykonany zostanie w przyszłości. Dodatkowo, możliwe będzie nauczanie anatomii topograficznej, a w dalszej części utworzenie poza obrazami statycznymi symulacji mobilnych, gdzie będzie możliwość obrazowania zjawisk z zakresu fizjologii prawidłowej wszystkich narządów, jak również obrazowanie zaburzeń fizjologicznych po resekcjach narządów. Dzięki opracowaniu narzędzia umożliwiającego stworzenie modelu wirtualnego człowieka zdrowego i chorego na bazie TK/ MRI, możliwe będzie planowanie zabiegów w okolicach trudnych anatomicznie, umożliwiając opracowanie optymalnego dostępu do miejsca z guzem.

Tego typu rozwiązanie ma charakter eksperymentalny. Prowadzone obecnie badania w niedalekiej przyszłości powinny przyczynić się do wprowadzenia nowego narzędzia obrazowania przestrzennego w edukacji oraz w złożonych terapiach. Edukacja może dotyczyć chorych operowanych w okresie okołoperacyjnym oraz personelu biorącego udział w złożonych operacjach. Kolejną zaletą modelowania 3D jest planowanie



złożonych operacji nowotworów o różnych lokalizacjach ciała oraz w wielu specjalnościach zabiegowych.



	<p><i>Pomimo postępu technologicznego, największym problemem do rozwiązania jest opracowanie narzędzia przetwarzania danych z badań obrazowych statycznych lub dynamicznych (jak w USG z użyciem przepływu krwi w naczyniach) do stworzenia obrazu 3D. W przypadku obrazowania dynamicznego trudności stwarzają artefakty spowodowane ruchami oddechowymi lub spowodowane przemieszczaniem się chorego.</i></p>
<p>3. Koordynator</p>	<p><i>Dr. hab. med. Tomasz Stefaniak, Dyrektor ds Lecznictwa, Lekarz Naczelny Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego. E-mail: tstefaniak@uck.gda.pl, tel.: 58 349 20-78. Adres: ul. Smoluchowskiego 17, 80-214, Gdańsk</i></p>
<p>II. Kryteria dopuszczające (zgodność z celami e-Pionier)</p>	
<p>1. Potwierdzenie istotności problemu oraz możliwości spozycjonowania problemu w branży ICT</p>	<p><i>Narzędzie do tworzenia modeli wirtualnych człowieka na bazie TK/MRI z użyciem wizualizacji wirtualnej byłoby pierwszym rozwiązaniem tego typu w Polsce. Możliwość tworzenia modeli wirtualnych 3D człowieka stanowi duże wyzwanie dla współczesnej medycyny oraz branży ICT w zakresie przetwarzania danych, big data, wizualizacji danych, rzeczywistości wirtualnej oraz uczenia maszynowego.</i></p> <p><i>Utworzenie programu do budowy modeli 3D stanowiłoby cenne uzupełnienie narzędzi Katedry i Kliniki Chirurgii Onkologicznej GUM, w postaci narzędzia badawczego oraz stanowiłoby duże wsparcie procesu dydaktycznego. Umożliwiłoby także lepsze przygotowanie chirurgów do zabiegów. Widzimy także duże szanse komercjalizacji rozwiązania w Polsce oraz na całym świecie. Do potencjalnych odbiorców należałyby m.in. uczelnie medyczne (nauka anatomii dla studentów; planowanie operacji), uczelnie poza medyczne (wychowanie fizyczne, ratownictwo medyczne, fizjoterapia) oraz uczelnie zawodowe o profilu medycznym (nauka anatomii). Potencjalni odbiorcy to także szpitale i kliniki w których wykonywane są zabiegi chirurgiczne.</i></p>



2. Potwierdzenie unikalności problemu (braku rozwiązania) oraz konieczności prowadzenia prac rozwojowych

Obecnie na rynku nie istnieją podobne systemy i programy. Nie jest zatem możliwe wykorzystanie gotowych i dostępnych rozwiązań. Aby rozwiązać problem braku narzędzia do tworzenia modeli wirtualnych 3D konieczne jest przeprowadzenie prac badawczo - rozwojowych i stworzenie własnego rozwiązania. Realizacja przedsięwzięcia jest unikalną szansą utworzenia dodatkowego sposobu edukacji studentów i lekarzy, poprzez stworzenie programu umożliwiającego powstanie modelu anatomicznego (anatomii prawidłowej) na bazie badań CT/MRI w odniesieniu do okolic ciała takich jak: klatka piersiowa, jama brzuszna z miednicą itp.

Dzięki realizacji prac rozwojowych stworzony zostanie program umożliwiający powstanie modelu anatomicznego zmian patologicznych (anatomia patologiczna w ujęciu topograficznym) np. nowotworów na bazie badań CT/MRI w odniesieniu do okolic ciała takich jak: klatka piersiowa, jama brzuszna z miednicą itp.

Korzyścią tego typu rozwiązania jest umożliwienie lekarzowi przestrzennego obrazowania, a w wybranych przypadkach wspomaganie wykonywania operacji (ComputerAssistedSurgery). Pomimo znajomości technologii obrazowania, obecnie tego typu metoda ma charakter eksperymentalny. Wyzwaniem technologicznym będzie umożliwienie planowania zabiegów w okolicach trudnych anatomicznie, umożliwiając opracowanie optymalnego dostępu do miejsca z guzem.

Dodatkowym problemem z którym będzie musiał poradzić sobie zespół wykonujący prace będzie rozwiązanie kwestii ruchów oddechowych pacjenta lub ruchów spowodowanych jego przemieszczaniem się.

III. Parametry poszukiwanego rozwiązania problemu



<p>1. Kryteria oceny MVP</p>	<p>1. Zdolność narzędzia do wykonania na bazie danych TK/MRI zadanych modelu jamy brzusznej 3D z uwzględnieniem minimum:</p> <ul style="list-style-type: none">- Wątroby- Nerek- Układu krwionośnego jamy brzusznej
------------------------------	---



2. Wartości progowe kryteriów

Warunkiem koniecznym, aby Instytucja zgłaszająca uznała, że zgłaszany problem został rozwiązany, będzie łączne spełnienie następujących wartości progowych kryteriów dla poszczególnych modeli 3D:

- **Wątroba:** Możliwość uwidocznienia najważniejszych struktur anatomicznych (tętnic, żył, dróg żółciowych),
- **Nerki:** Możliwość uwidocznienia najważniejszych struktur anatomicznych (tętnic, żył),
- **Układ krwionośny jamy brzusznej:** Uwidocznione główne pnie naczyniowe człowieka w tym aorta i żyła główna dolna oraz naczynia odchodzące od nich,

Kryteria radiologiczne:

- Przedstawienie anatomii topograficznej w modelu 3D,
- Możliwość porównania wizualizacji 3D wirtualnej z klasycznym obrazowaniem radiologicznym.

Kryteria techniczne:

- Czas przetwarzania danych radiologicznych do wirtualnych 3D jamy brzusznej poniżej 10 minut,
- Czas przetwarzania danych radiologicznych do wirtualnych 3D klatki piersiowej poniżej 10 minut,
- Odzwierciedlenie modeli 3D wykonanych organów w proporcji 1 do 1. Dane fizyczne przed przetworzeniem do danych wirtualnych muszą być opracowane na podstawie parametrów pomiarowych TK/MRI,
- Możliwość naniesienia zadanych warstw MRI na wygenerowany model wirtualny 3D. Naniesienie m.in. 2 warstw na dany model 3D,
- Parametry obrazu (stopień ostrości - jasność, kontrast). Uzyskanie co najmniej 80% wartości parametrów obrazu w stosunku do badania TK lub MRI
- Możliwość wykonywania przekrojów - zmiany wektorów poziomych, pionowych, pośrednich. Uzyskanie co najmniej 80% wartości parametrów obrazu w stosunku do badania TK lub MRI



3. Procedura i warunki testu akceptacyjnego MVP

Test akceptacyjny sprawdzi prawidłowość przygotowania i wdrożenia do systemu GUMed działającego narzędzia do tworzenia modeli wirtualnych 3D.

Test przeprowadzi Instytucja zgłaszającą (Klinika Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Transplantacyjnej UCK) w ciągu 60 dni po dostarczeniu gotowego do testów rozwiązania.

Miejsce testu: Klinika Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Transplantacyjnej UCK

Test będzie polegał na sprawdzeniu wyników działania zaproponowanego rozwiązania dla 10 wybranych przypadków, dla których dane radiologiczne dostarczy jednostka zgłaszająca problem. Z łącznej liczby 6 przypadków i dotyczyć będzie jamy brzusznej

Jednostka zgłaszająca problem dostarczy dane obrazowe badanych chorych na bazie badania tomografii komputerowej oraz rezonansu magnetycznego. Do obrazowania całego ciała zostaną wykorzystane dwie metody radiologiczne: rezonans magnetyczny (MRI) oraz tomografia komputerowa (TK).

Narzędzie do tworzenia modeli wirtualnych 3D zostanie zaakceptowane, jeżeli stworzone modele 3D będą zgodne z wartościami progowymi kryteriów. Oceniona zostanie prawidłowość wykonania modeli, dokładność pomiarów, ich funkcjonalność (np. możliwość poddawania zmianom).

Wymagania dla zespołu:

Opracowanie metody przetwarzania danych radiologicznych wg schematu:

- a) Wykonanie badań TK/ MRI u ludzi zdrowych o tych samych parametrach z użyciem kontrastu,
- b) Wykonanie obrysów poszczególnych narządów, czyli linii łączących punkty w badaniach TK oraz MRI o tym samym stopniu szarości,
- c) Opracowanie metody przetwarzania danych radiologicznych na dane wirtualne,
- d) Standaryzacja wyników,
- e) Utworzenie wirtualnego trójwymiarowego atlasu anatomicznego,
- a) Wizualizacja trójwymiarowych danych radiologicznych w odniesieniu do patologii poszczególnych narządów.

* Wypełnienie wszystkich pól jest obowiązkowe



Oświadczenia

1. Niżej podpisany/a jest osobą uprawnioną do reprezentowania instytucji zgłaszającej problem w zakresie dotyczącym realizacji projektu e-Pionier.
2. Instytucja zgłaszająca problem zobowiązuje się do wydelegowania przedstawiciela do uczestnictwa w Komitecie Inwestycyjnym, który ocenia koncepcje rozwiązania przygotowane w toku postępowania konkursowego.
3. Złożenie niniejszego zgłoszenia oznacza, że w przypadku znalezienia rozwiązania problemu instytucja zgłaszająca rozważy zakup rozwiązania wytworzonego na bazie MVP.
4. Instytucja zgłaszająca problem posiada infrastrukturę techniczną umożliwiającą przeprowadzenie testu akceptacyjnego MVP zgodnie z procedurą opisaną w punkcie III.3. niniejszego zgłoszenia.
5. Instytucja zgłaszająca problem zobowiązuje się umożliwić zespołom wykonawczym przeprowadzenie testów MVP w jej infrastrukturze, zgodnie z procedurą opisaną w punkcie III.3. niniejszego zgłoszenia.

Data i podpis osoby uprawnionej:


Dyrektor ds. Lecznictwa
Lekarz Główny
Uniwersyteckie Centrum Kliniczne
dr hab. n. med. Tomasz Szaniak MBA