

Rozpoznawanie wzorców wielo-modalnych w pełno-słajdowych obrazach histopatologicznych z wykorzystaniem wielkich modeli wizyjnych oraz językowych

Rosnący odsetek chorych na nowotwory przy stale malejącej liczbie doświadczonych histopatologów stwarza wyzwania, którym można sprostać jedynie przy zastosowaniu nowych i innowacyjnych metod ML/AI. Właśnie jesteśmy świadkami rewolucji w przetwarzaniu języka naturalnego – stworzenie publicznie dostępnych dużych modeli językowych (LLM), takich jak BERT, Lama, Alpaca, Generative Pre-trained Transformer (Chat)GPT itp., otworzyło możliwość przetwarzania tekstu w wielu dziedzinach. Jeszcze bardziej rewolucyjne jest zastosowanie przetwarzania multimodalnego, czyli zarówno ścieżki obrazu, jak i tekstu. **Proponujemy prowadzenie badań w celu zdobycia nowej wiedzy i opracowania nowych, innowacyjnych metod w zakresie łączenia wydajnych kodowań wizualnych i tekstowych na potrzeby klasyfikacji i diagnostyki obrazów histopatologicznych.** System będzie w stanie udzielić zerowej odpowiedzi tekstowej na podstawie skanów obrazów histopatologicznych i odwrotnie – zaprezentować przykładowe obrazy na podstawie opisów tekstowych. Zbadamy możliwość przetwarzania opisów medycznych w języku angielskim, ale także *polskim*, co ma ogromne znaczenie dla rozwoju diagnostyki w naszym kraju. Dzięki temu proponowany system może znaleźć zastosowanie zarówno jako wsparcie diagnostyczne dla lekarza specjalisty, jak i do nauczania i weryfikacji dla młodych lekarzy chcących zdobywać wiedzę z tego zakresu. Projekt opiera się na innowacyjnych pomysłach, łączących semantyczne kody reprezentujące informację wizyjną oraz kodowanie tekstu, a następnie ich fuzję za pomocą transformera. Ponadto zbadamy metody zapewnienia prywatności danych przy użyciu kodowania homomorficznego, a także możliwość efektywnego przeszukiwania repozytoriów danych, jak również metody poprawy jakości skanów WSI.

Zagrożenie nowotworami stale wzrasta na całym świecie. Nowotwory złośliwe stanowią narastający problem zdrowotny, społeczny i ekonomiczny na całym świecie. Tylko w Polsce o skali tego problemu decyduje liczba nowych zachorowań, która w 2021 roku wynosiła ok. 170 tys. oraz liczba zgonów przekraczająca 100 tys! Obecnie z chorobą nowotworową żyje ponad 1,17 mln Polaków. Szacuje się, że na każde 100 000 osób w polskiej populacji co roku diagnozuje się raka u około 440 osób, a w ciągu ostatnich 10 lat u ponad 3000 osób. Przyczyn tego stanu jest wiele, m.in. zanieczyszczenie środowiska, niezdrowy tryb życia itp. Powyższe fakty generują potrzebę opracowania programów badawczych i diagnostycznych umożliwiających jak najwcześniejszą diagnostykę nowotworów. Powyższe potrzeby mogą być przynajmniej częściowo zaspokojone dzięki nowoczesnym technologiom informatycznym, jednak wciąż istnieje potrzeba wypracowania w tym zakresie nowych, skutecznych i bezpiecznych metod. **Proponowany projekt wychodzi naprzeciw tym potrzebom, stąd jego duże znaczenie naukowe i społeczne, zarówno w Polsce, jak i na świecie.**

Planujemy skoncentrować nasze wysiłki na narządach prostaty i jelita grubego, wykorzystując dane z projektów wcześniej przez nas prowadzonych, a także innych źródeł. Dotychczasowe metody opierały się jednak wyłącznie na miejscowych wycinkach obrazowych i pozwalały na diagnostykę w bardzo ograniczonym zakresie. Planujemy rozwój metod diagnozy opartych na pełnych skanach WSI, które wykorzystują przede wszystkim kompleksową informację w postaci kodowania informacji wizyjnej. Jednak co ważniejsze, proponujemy połączenie ścieżki wizyjnej z niedawno opracowanymi LLM. Stwarzają one wspaniałe możliwości badawcze, a także mogą prowadzić do wielu rewolucyjnych zastosowań. Jednakże niezbędna w histopatologii dokładność i jakość wymagają specjalnego podejścia. Ogólne LLM, takie jak GPT, nie są wystarczająco precyzyjne do postawienia diagnozy medycznej, w tym histopatologicznej. Stąd potrzeba opracowania nowych, bardziej „dedykowanych” rozwiązań. W tym celu, aby uzyskać kodowanie tekstu, będziemy badać różne architektury LLM, odpowiednie do przetwarzania i kodowania opisów tekstów medycznych, pod nadzorem specjalisty patologa. W szczególności przeprowadzimy badania i opracujemy odpowiednie prompty do ekstrakcji informacji. Zakładamy następujące zadania:

1. *Badania nad efektywnymi metodami kodowania obrazu pełnych slajdów histopatologicznych.*
2. *Badania nad fuzją modeli widzenia z dużymi modelami językowymi na potrzeby wizualno-językowego systemu diagnostyki.*
3. *Badania nad opracowaniem nowych metod klasyfikacji danych histopatologicznych z ochroną danych.*
4. *Badania i rozwój nowych metod wyszukiwania obrazu z zachowaniem prywatności danych.*
5. *Badania i rozwój nowych metod ulepszania slajdów barwionych metodą H&E.*

Projekt przyczyni się do opracowania teorii i nowych w skali światowej metod klasyfikacji i diagnostyki skanów histopatologicznych oraz ich opisu tekstowego, które pozwolą na uzyskanie odpowiedzi w trybie zero-shot i spełnią wymogi prywatności danych. Projekt przyniesie nowe odkrycia naukowe i wynalazki w tej dziedzinie. Ze względu na duże potrzeby w zakresie diagnostyki medycznej ma także dużą wartość społeczną.