



Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Zakład Elektroradiologii

ul. Staszica 11, Lublin 20-081

zaklad.elektroradiologii@umlub.pl

Lublin, 23.08.2020

Recenzja rozprawy doktorskiej

M.D. Chalie Hamm

pt. „Development of an Interpretable Liver Tumor Diagnosis Tool
using Deep Learning”

Rozprawa doktorska autorstwa **Chalie Hamm** bazuje na spójnym cyklu publikacji naukowych w impaktowanym czasopiśmie *European Radiology* (IF-3,963). Tematem pracy jest rozwój komputerowych narzędzi pomocnych w interpretacji obrazów MR u chorych z 6 zmianami patologicznymi w wątrobie. Poruszane zagadnienie jest niezwykle aktualne i budzi wiele emocji. Niezaprzeczalne zalety systemów komputerowych, jak szybkość działania czy większa czułość na niewielkie różnice, niedostrzegalne dla ludzkiego oka to wielka wartość dodana. Sceptycy opisywanych metod podkreślają jednak wiele ograniczeń i uproszczeń potrzebnych dla opracowania funkcjonalnego systemu. Obie strony posiadają wiele racji. Najgorsze jednak byłoby okopanie się na obecnych stanowiskach i brak dążenia do dalszego rozwoju diagnostyki obrazowej. Zwolennicy wprowadzania algorytmów do opracowania diagnozy szeroko opisują ograniczenia metod, które sprowadzają ich prace do małych cząstkowych podzespołów. Jednak te podzespoły jako użytkowe aplikacje wykorzystywane są

już przez wszystkich radiologów. Rzeczywiście trudno sobie wyobrazić aby stworzono kiedyś programy informatyczne samodzielnie diagnozujące patologie w obrazach MR i to lepiej niż wyedukowany radiolog. Z drugiej jednak strony na pewno lekarze wspomagani będą przez coraz potężniejsze systemy głębokiego uczenia. Być może rola radiologa będzie sprowadzała się tylko do nadzoru. Bardzo potrzebne są więc dalsze badania naukowe nad takimi rozwiązaniami. Doktorant od wielu lat zajmuje się poruszaną tematyką, czego wynikiem jest seria spójnych publikacji

Doktorant w pracy przedstawił nieco informacji o systemach głębokiego nauczania i własnym systemie standaryzacji LI-RADS (ang. Liver Imaging Reporting and Data System). Jeśli ambicją autora jest praktyczne zastosowanie w diagnostyce MR swoich dokonań, niezbędne wydaje się szerokie i przystępne zapoznanie bezpośrednich użytkowników a więc radiologów z zasadami działania komputerowych systemów wspomagających diagnozę. Radiolodzy, którzy rozumieją w większym stopniu zasady działania systemów głębokiego uczenia (DL) oraz sieci neuron konwulsyjnych (CNN) będą chętniej z nich korzystać oraz aktywnie uczestniczyli w pracach nad ich rozwojem.

Doktorant przedstawił jasny i precyzyjny cel pracy.

Opis materiału i metod badania jest chyba najsłabszą częścią rozprawy. Doktorant przedstawił wyniki uzyskane na podstawie jednośrodkowego, retrospektywnego badania, choć w okresie 2010-2017 wykorzystał co najmniej osiem aparatów MR w tym 1,5 oraz 3T, na których używano różne protokoły. Dodatkowo aplikowano pacjentom 5 rodzajów środków paramagnetycznych, co pogłębia niejednorodność danych grupy badanej. Ograniczeniem badania było zmniejszenie jedynie 6 z wielu możliwych patologii wątroby, określonych tylko 4 cechami każda; ograniczenie obszaru analizowanego do niewielkiego sześcianu.

Czułość, specyficzność i dokładność oceny badań diagnostycznych została porównana pomiędzy modelem CNN a 2 specjalistami radiologii z 39 oraz 7-letnim doświadczeniem. Porównano 60 w pełni zaślepionych badań (po 10 z każdej grupy chorobowej). Wykonanie zadania określono w 2 kategoriach: zdolność klasyfikacji nowotworu w 6 podanych kategoriach oraz 3 bardziej obszernych kategoriach, podanych przez LI-RADS: LR-1 reprezentującą nowotwory łagodne, LR-5 wskazującą wyłącznie raka wątrobowokomórkowego oraz LR-M rozpoznającą nowotwory inne niż HCC. Największe wątpliwości metodologiczne budzi dla mnie proces ustalania diagnozy, oparty w większości na ocenie radiologicznej. Tylko 2 z 6 patologii posiadały weryfikacje histopatologiczną na podstawie biopsji lub wycinka pobranego podczas operacji chirurgicznej. Tak postawiona „radiologicznie” diagnoza była weryfikowana przez model CNN i dwóch radiologów. Ku mojemu zdziwieniu czułość, specyficzność i dokładność prototypu systemu głębokiego uczenia się przewyższała te same cechy rozpoznania radiologów, choć rozpoznanie było postawione na podstawie radiologicznych rozpoznań. Wynika z tego, że dobór radiologów zaangażowanych w badaniu nie był prawidłowy. Zrozumiałe byłyby dla mnie takie wyniki gdyby 100% diagnoz postawionych było na podstawie badań histopatologicznych.

Głębsza analiza skuteczność CNN uwidacznia wysokie wyniki dla nieskomplikowanych przypadków, jak np. hiperwzmocnienie w fazie tętniczej czy wzmocniona masa w fazie opóźnionej. Natomiast w ocenie kompleksowych przypadków, np. grudkowatość skuteczność CNN była mniejsza.

Pomimo celowego uwydatnienia zalet systemu HCC i zaniżania wartości oceny radiologicznej, co uważam za mankament metodologiczny pracy, Doktorant wykazała wielkie możliwości drzemiące w nowych technologiach. Chyba niepotrzebnie czynniki emocjonalne wzięły górę nad rzetelnością naukową. Nowe technologie oparte na głębokim uczeniu na pewno znajdą swoje szerokie miejsce w

nowoczesnej medycynie a zwłaszcza diagnostyce obrazowej i same obronią się swoimi zaletami.

Doktorant postrzega główne ograniczenia modelu w braku jasnych kryteriów kwalifikacyjnych do określonych grup co utrudnia systemowi precyzyjną ocenę zmian. Jednak realia codziennego świata są bardzo różnorodne i nie możemy ograniczać stawiania diagnozy do 6 najbardziej typowych zmian. Ignorowanie wywiadu czy analiz biochemicznych to kolejne słabe strony opisywanego systemu LI-RADS.

Nie zgadzam się natomiast z Doktorantem, że ograniczeniem przedstawionej pracy jest mała różnorodność danych. Pochodzą one co prawda z jednego ośrodka i są retrospektywne ale liczba aparatów MR i protokołów zapewnia różnorodność. Oczywiście wieloośrodkowe badania będą bardzo przydatne w rozwoju obiecującej technologii.

Brak oznaczenia numerów stron i przypisania stron w spisie treści i rozrzucenie zwartych treści w monografii i dwóch artykułach utrudnia nieco odbiór tej wartościowej pracy.

Podsumowując, praca napisana jest nowatorsko i bardzo starannie. Doktorant wykazał się znajomością zagadnień w co najmniej dwóch dziedzinach: obrazowania patologii wątroby w MR oraz komputerowych technik służących do multiplikacji obrazu i głębokiego uczenia się. Wielodyscyplinarność pracy zawierającej zaawansowane technologie komputerowe wprężane do praktycznego zastosowania w codziennej diagnostyki to szczególna wartość przedstawionej pracy. Układ pracy jest poprawny, logiczny oraz zgodny z tematem. Autor poprawnie zastosował wybrane metody badawcze i wyciągnął wnioski pozwalające odpowiedzieć na postawione pytania.

Według mojej opinii, przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wszystkie formalne wymagania stawiane dysertacjom na stopień doktora nauk medycznych, które znaleźć można w Ustawie o stopniach naukowych i tytułach naukowych.

W związku z powyższym, przedkładam wniosek do Rady Wydziału Lekarskiego Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie o dopuszczenie rozprawy M.D. Charliego Hamma do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. Radosław Pietura

Prof. dr hab. Radosław Pietura
Specjalista Radiolog
tel. 601 804 310
1589678