

Recenzja rozprawy doktorskiej

Wojciecha Masarczyka

zatytułowanej:

Data representations in non-stationary optimization

1. Problem badawczy i jego znaczenie

W pracy rozważane są problemy reprezentacji danych w uczeniu modeli głębokich dedykowanych uczeniu ciągłemu. Praca ma charakter naukowy - doktorant proponuje w pracy autorskie algorytmy rozwiązujące powyższy problem oraz dokonuje ich ewaluacji na drodze eksperymentu komputerowego. Opracowane metody mogą znaleźć szerokie zastosowanie praktyczne.

2. Wkład autora

Na początku rozprawy autor sprecyzował cel pracy związany z rolą reprezentacji danych w optymalizacji niestacjonarnej, a następnie sformułował trzy główne pytania badawcze:

- (i) Jak reprezentacje danych wpływają na *catastrophic forgetting* i czy można nauczyć się reprezentacji danych odpornych na to zjawisko?
- (ii) Czy wszystkie reprezentacje danych są w równym stopniu podatne na wspomniane zjawisko?
- (iii) Jak dynamika uczenia wpływa na reprezentacje i ich zdolność do uogólniania poza rozkładem danych treningowych?

Postawione cele i pytania uważam za ciekawe, dobrze sformułowane i ważne dla dziedziny ciągłego uczenia maszynowego.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy zaliczam:

- (i) Zaproponowanie meta-uczenia się do generowania syntetycznych próbek danych wykorzystywanych w scenariuszach ciągłego uczenia się, a co za tym idzie wykazanie, że reprezentacje wyuczone przez modele generatywne są mniej podatne na *catastrophic forgetting* niż te wyuczone przez modele dyskryminacyjne.
- (ii) Zaproponowanie zastępczej straty rekonstrukcji (*surrogate reconstruction loss*) w celu mitygacji zjawiska *catastrophic forgetting*.
- (iii) Zaproponowanie i częściowe zbadanie hipotezy efektu tunelowego (*Tunnel Effect Hypothesis*).
- (iv) Wykazanie, że funkcja *softmax*, odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu reprezentacji danych, w szczególności opisanie zjawiska *rank deficit bias*, gdzie modele głębokie oparte o *softmax* znajdują rozwiązania o randze znacznie niższej niż liczba klas.

Wyniki rozprawy są de facto zbiorem pięciu wieloautorskich artykułów opublikowanych na topowej konferencji NeurIPS (dwie prace) oraz na *workshopach* NeurIPS oraz CVPR, a jedna praca jest dostępna jako preprint (zgłoszona na konferencję NeurIPS). Dodatkowo, doktorant jest współautorem siedmiu

publikacji, w tym dwóch opublikowanych w materiałach konferencji o rankingu CORE A* (NeurIPS), dwóch w materiałach IJCNN (CORE rank A) oraz dwóch artykułach czasopismach indeksowanych w JCR (*Journal of Cultural Heritage, IEEE Access, Remote Sensing*). Na tym etapie kariery naukowej należy uznać dorobek doktoranta za wybitny. Warto także wspomnieć, że prace doktoranta są dostrzegane przez środowisko uczenia maszynowego, na co wskazuje liczba cytowań jego prac (268 wg Scopus i 440 wg Google Scholar¹).

3. Poprawność

Jak wspomniano praca jest zbiorem artykułów, które poprzedza krótkie wprowadzenie oraz omówienie najważniejszych wyników rozprawy. Praca jest zredagowana dobrze. Autor dużą wagę przykładą do dogłębnego wyjaśnienia zagadnień, którymi się zajmuje, a także określa precyzyjnie swój wkład w powstanie konkretnych publikacji.

Z punktu widzenia warsztatu badawczego, autor formułuje propozycje swoich metod na podstawie wnikliwej analizy literatury, dostrzegając możliwości poprawy zawartych tam metod. Jako narzędzi ewaluacji zaproponowanych metod przyjęto podejściu oparte głównie na eksperymencie komputerowym, jednakże część własności została także oceniona na drodze analitycznej.

Lektura rozprawy prowadzi do sformułowania kilku uwag.

1. Doktorant przyznaje, że opisany w pracy efekt tunelu nie jest dobrze poznany, szczególnie dlaczego i kiedy się pojawia oraz w jaki sposób można go wywołać. O ile opisanie tego zjawiska jest bardzo cenne i zostało dostrzeżone w środowisku związanym z uczeniem ciągłym, to należy zauważyć, że efekt ten (nie pod zaproponowaną przez doktoranta nazwą) był opisany we wcześniejszych pracach. Znane jest zjawisko, że reprezentacje wykorzystują wybrane warstwy. Stąd, intuicyjnie, długość tunelu jest związana z konkretną architekturą, a także trudnością zadania, która wpływa na długość „tunelu”, tj. im trudniejsze zadanie, tym tunel powinien być krótszy. Potwierdzają to także prace związane z pruningiem głębokich sieci neuronowych, tj. redukcji architektury (np. warstw sieci) bez wpływu na jej jakość.
2. W części opisowej pracy brakuje mi odniesienia się do dyskusji, którą wywołała praca o efekcie tunelowym. Co prawda, w pracy wspomniano pracę *What Variables Affect Out-of-Distribution Generalization in Pretrained Models?* (<https://arxiv.org/abs/2405.15018> - nr 215 wg spisu literatury), ale doktorant nie pokusił się o polemikę z zawartymi w tej pracy rezultatami. Stąd, jestem ciekawy, czy i doktorant zgadza się, czy odrzuca zredefiniowaną przez autorów hipotezę o efekcie tunelowym.
3. Jak wspomniano, praca jest de facto zbiorem artykułów opatrzonego krótkim wstępem. W mojej opinii, dla większej czytelności pracy, lepiej byłoby zamieścić artykuły w oryginalnej formie, zamiast sztucznie tworzyć na ich podstawie rozdziały.
4. Konsekwencją przyjętej formy pracy, jest także brak zebrania w jednym miejscu ew. planów badawczych doktoranta, które są częściowo umieszczone w rozdziałach 2 i 5.
5. O ile doktorant bardzo precyzyjnie określił swój wkład w powstanie publikacji składających się na rozprawę, to brakuje mi oświadczeń autorów tudzież określenie ich zaangażowania w powstanie wspomnianych prac, np. z wykorzystaniem taksonomii CRediT.

¹ Dane na 19 września 2025 r.

4. Wiedza kandydata

Doktorant posługuje się sprawnie zaawansowanym aparatem matematycznym, a także potrafi zaplanować eksperyment komputerowy w celu oceny jakości zaproponowanych metod. Przegląd literaturowy dotyczący zagadnień przedstawionych w rozprawie, zawarty głównie w rozdziale pierwszym i drugim pozwala stwierdzić, że doktorant posiada aktualną wiedzę z zakresu tematyki rozprawy, a także potrafi dokonać krytycznego przeglądu źródeł w celu wskazania ciekawych kierunków badań. Zawarty w dysertacji spis źródeł literaturowych, zawierających 225 pozycji, jest aktualny i kompletny. Należy zatem stwierdzić, że doktorant posiada wiedzę z zakresu informatyki technicznej i telekomunikacji, w szczególności w zakresie metod uczenia maszynowego.

5. Podsumowanie

Doktorant wykazał się w recenzowanej rozprawie właściwie stosowanym podejściem eksperymentalnym oraz dobrą znajomością aktualnej problematyki związanej z uczeniem modeli głębokich, szczególnie w scenariuszu uczenia ciągłego. Zostało to poparte dobrymi studiami literaturowymi, obejmującymi aktualne piśmiennictwo związane z problematyką rozprawy, co świadczy o bardzo dobrej wiedzy doktoranta z tego zakresu. Dla poruszanych problemów doktorant sformułował kilka ciekawych i użytecznych metod i obserwacji oraz wskazał możliwości dalszego rozwoju metod w obszarze związanym z rozprawą.

Recenzowana dysertacja przedstawia rozwiązanie ważnego i oryginalnego problemu, wzbogacając naszą wiedzę dotyczącą wykorzystania metod uczenia ciągłego. Zawarte w niej wyniki badań eksperymentalnych wskazują również na możliwość wykorzystania otrzymanych metod w praktyce.

Przedstawione w punkcie 3 recenzji uwagi nie wpływają na jednoznacznie pozytywne wrażenie o przedłożonej rozprawie. Jestem przekonany, że doktorant zdaje sobie sprawę z możliwości kontynuowania rozpoczętej w pracy tematyki.

Reasumując, biorąc pod uwagę powyższe opinie i wymagania zawarte w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami) stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Wojciecha Masarczyka pt. „*Data representations in non-stationary optimization*” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim, w szczególności:

- Rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.
- Kandydat posiada ugruntowaną, głęboką wiedzę w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja
- Doktorant posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Stąd, wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie mgr inż. Wojciecha Masarczyka do publicznej obrony.

Ponadto, biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom rozprawy, a także ponadprzeciętny dorobek publikacyjny doktoranta, w skład którego wchodzi publikacje w materiałach konferencji o rankingu A* i publikacje w czasopiśmie indeksowanym w JCR, **wnioskuje o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Masarczyka.**



Podpis

