

Recenzja rozprawy doktorskiej

Jakub Bednarek

zatytułowanej:

*Composite neurosymbolic architectures for learning
and reasoning from real and abstract data*

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Rozprawa dotyczy problemu naukowego o wysokim stopniu aktualności: integracji metod neuronowych i symbolicznych w jednolitej architekturze zdolnej do uczenia się oraz rozumowania na danych fizycznych i abstrakcyjnych. Problem ma charakter naukowy, ponieważ dotyczy nie tylko budowy pojedynczego algorytmu, lecz sformułowania i empirycznej oceny ogólniejszej hipotezy architektonicznej. Ma on również znaczenie praktyczne, zwłaszcza w robotyce mobilnej pracującej w środowiskach vision-denied oraz w zadaniach, w których dane rzeczywiste są kosztowne lub ryzykowne do pozyskania.

Problem badawczy jest zdefiniowany ambitnie i oryginalnie. Autor nie ogranicza się do jednego zadania technicznego, lecz proponuje metaramę pojęciową: tę samą architekturę „neural heuristic + symbolic evaluator” chce zastosować zarówno do fizycznego kontaktu robota z terenem, jak i do abstrakcyjnej syntezy programu. Taka teza ma charakter naukowy, ponieważ daje się falsyfikować przez porównanie wyników w wielu domenach, a nie tylko przez demonstrację pojedynczego prototypu. Jednocześnie ma znaczenie praktyczne, przynajmniej w części robotycznej.

Wkład autora

Najważniejszy wkład autora widzę w dwóch obszarach. Po pierwsze, w pracach z zakresu haptycznej klasyfikacji terenu, lokalizacji proprioceptywnej i selekcji punktów podparcia dla robotów koczujących, gdzie wkład jest konkretny, eksperymentalnie potwierdzony i dobrze osadzony w praktyce. Po drugie, w konsekwentnym rozwijaniu architektury neuro-symbolicznej, w której komponent symboliczny pełni realną funkcję weryfikacyjną, a nie jedynie ozdobną. Za słabszą część wkładu uważam jednak próbę przeniesienia tej narracji na obszar abstrakcyjnego rozumowania: tam interesująca idea nie przekłada się jeszcze na równie mocne wyniki empiryczne.

Konkretnie rzecz biorąc, najważniejszy wkład autora widzę nie w samej ogólnej hipotezie „strukturalnego izomorfizmu”, lecz w dwóch bardziej ograniczonych i lepiej broniących osiągnięciach. Po pierwsze, w pokazaniu, że sygnały haptyczne i proprioceptywne mogą być wykorzystane do sensownej klasyfikacji terenu i lokalizacji bez wizji. Po drugie, w rozwinięciu podejścia typu „Oracle–Apprentice”, gdzie kosztowny model analityczny lub symulator dostarcza danych do uczenia szybkiej aproksymacji sieciowej dla sterowania ruchem. To są wkłady konkretne, inżyniersko wartościowe i dobrze ugruntowane eksperymentalnie.

Znacznie mniej przekonujący jest deklarowany wkład w obszarze abstrakcyjnego rozumowania. Rozdział o SAPS pokazuje przede wszystkim solidną, ale historycznie wczesną architekturę neuro-syntaktyczną dla mapowania języka naturalnego na AST; sam preprint deklaruje wynik „over 92%” na badanym zbiorze, ale jest to praca z 2018 r., osadzona w realiach sprzed opracowania nowoczesnych modeli kodujących i bez weryfikacji przeprowadzonej w ramach procesu recenzyjnego. Rozdział o TransCoder jest ciekawszy koncepcyjnie, ale słaby wynikowo: autor sam raportuje ARCRate 3%, co nie uzasadnia mocnych roszczeń o przełomie w „reasoning”.

2. Poprawność

W zakresie poprawności rozprawa jest nierówna. Rozdziały robotyczne oceniam wysoko: problem jest tam dobrze skonkretyzowany, metodologia spójna, a wyniki mają zarówno znaczenie naukowe, jak i inżynierskie. Szczególnie wysoko oceniam część dotyczącą lokalizacji haptycznej, gdzie testy prowadzone były na rzeczywistym robocie ANYmal przez ponad 1,2 km, przy błędach lokalizacji średnio poniżej 20 cm. Znacznie słabiej oceniam część dotyczącą ARC i neuro-symbolicznej syntezy programów: mimo atrakcyjnej koncepcji, zaprezentowany poziom skuteczności pozostaje niski, a zatem siła dowodu dla centralnych tez dotyczących „reasoning” jest ograniczona.

Dodatkowo sam autor uczciwie wskazuje ograniczenia rozprawy: zależność od dobrze zaprojektowanych interfejsów symbolicznych, utrzymywanie się sim-to-real gap oraz wysoki koszt inżynierski budowy środowisk generatywnych. To dobrze świadczy o świadomości problemu, ale zarazem osłabia siłę centralnej tezy. Jeśli skuteczność architektury zależy od jakości ręcznie zaprojektowanej fizyki albo DSL-a, to trudniej bronić tezy o ogólności i uniwersalności rozwiązania.

Wiedza kandydata

Rozdziały przeglądowe potwierdzają, że kandydat posiada szeroką wiedzę w obszarze informatyki technicznej i telekomunikacji, zwłaszcza na styku robotyki, uczenia maszynowego i metod symbolicznych. Bibliografia jest obszerna i obejmuje zarówno klasyczne pozycje teoretyczne, jak i prace współczesne. Jednocześnie należy zauważyć, że przegląd ten ma w dużej mierze charakter narracyjny, a nie systematyczny, przez co trudniej ocenić jego kompletność w sensie formalnym. Uważam zatem, że rozprawa potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną kandydata, ale mogłaby robić to w sposób bardziej rygorystyczny metodologicznie.

3. Inne uwagi¹

Ważną kwestią jest jakość publikacyjnego fundamentu rozprawy. Jest on mieszany. Z jednej strony część robotyczna opiera się na mocnych venue, takich jak ICRA, IROS oraz Autonomous Robots. Z drugiej strony część podstaw dla rozdziałów poświęconych problem solving oparta jest na preprincie CoRR/arXiv, który nie przechodzi klasycznego peer review, oraz na bardzo nowym czasopiśmie, dla którego w użytych oficjalnie dostępnych źródłach nie potwierdzono ustabilizowanych wskaźników prestiżu. Z tego względu uważam, że publikacyjna podstawa rozprawy jest nierówna: w robotyce mocna, w części abstrakcyjnej wyraźnie słabsza.

Do najważniejszych słabości rozprawy zaliczam: zbyt szeroki zakres roszczeń teoretycznych w stosunku do siły empirycznej dowodu; ograniczoną reprodukowalność części rozwiązań opartych na

¹ Opcjonalnie

symulacji i DSL; brak dostatecznie jednoznacznego oddzielenia wkładu własnego autora od wkładu współautorów; oraz słabość wyniku w części poświęconej ARC. Za istotną zaletę uznaję natomiast samodzielność badawczą, zdolność do pracy na rzeczywistym systemie robotycznym oraz ambitną próbę połączenia kilku tradycji badawczych w jedną spójną koncepcję.

Biorąc pod uwagę całość rozprawy, oceniam ją jako pracę wartościową, lecz nierówną. Zawiera ona elementy oryginalności i pokazuje kompetencję kandydata do prowadzenia badań naukowych, ale nie wszystkie centralne tezy zostały udowodnione z jednakową siłą.

4. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami)² moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak X)

☐	☒	☐	☐	☐
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja?

☒	☐	☐	☐	☐
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

C. Czy kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

☒	☐	☐	☐	☐
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

Podpis

² <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20190000276>