

Recenzja rozprawy doktorskiej

Michała Zawalskiego

zatytułowanej:

*Solving Complex Decision-Making Problems with Structured
Reasoning and Planning*

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Problem badawczy podjęty w rozprawie dotyczy opracowania mechanizmów wnioskowania w zadaniach uczenia ze wzmocnieniem. Autor formułuje go w postaci następującego pytania badawczego:

How can we develop RL systems that efficiently recognize abstract problem structures and conduct interpretable, structured reasoning?

Pytanie to jest sformułowane w sposób prosty, klarowny i zrozumiały. Pewne wątpliwości może budzić jego dość ogólny charakter, jednak Doktorant skutecznie je doprecyzowuje poprzez wskazanie konkretnych i jasno zdefiniowanych wkładów naukowych, na które składają się:

- Opracowanie podejścia *Embodied Chain-of-Thought (ECoT)*, które wprowadza ustrukturyzowane mechanizmy wnioskowania wykorzystywane podczas trenowania polityk sterowania w zadaniach robotycznych. Podejście to adresuje jeden z fundamentalnych problemów uczenia ze wzmocnieniem, jakim jest ograniczona zdolność generalizacji na nowe, nieobserwowane wcześniej zadania.
- Opracowanie metody *Subgoal Search* oraz jej rozszerzonego, adaptacyjnego wariantu, umożliwiających dekompozycję złożonych problemów planowania na uporządkowane i semantycznie interpretowalne podcele.

W mojej ocenie problem badawczy został sformułowany poprawnie, a zaproponowane rozwiązania pozostają w ścisłej zgodności z tezą wyrażoną w pytaniu badawczym. Obszar badawczy, w którym porusza się Doktorant, jest nie tylko istotny z punktu widzenia badań podstawowych, lecz także charakteryzuje się dużym potencjałem aplikacyjnym i stanowi jeden z kluczowych kierunków rozwoju współczesnej sztucznej inteligencji. Warto zauważyć, że nowoczesne modele językowe wykorzystują złożone, ustrukturyzowane mechanizmy wnioskowania, które następnie są stosowane w procesach post-treningu ze wzmocnieniem.

Autor stosuje formę mnogą przy opisie osiągnięć naukowych, co wynika z zespołowego, wieloautorskiego charakteru prezentowanych prac i jest w pełni zgodne z aktualnymi standardami prowadzenia badań naukowych. Podsumowując, problem badawczy został zdefiniowany w sposób jednoznaczny i spójny, a uzyskane wyniki stanowią istotny wkład w rozwój współczesnych metod sztucznej inteligencji.

2. Wkład autora

Autor w ramach rozprawy doktorskiej przedłożył cykl pięciu powiązanych tematycznie prac naukowych opublikowanych na renomowanych konferencjach (AAMAS, NeurIPS, ICLR, CoRL) i w czasopiśmie Transactions on Machine Learning Research. Szczególnie warte odnotowania są publikacje na najbardziej prestiżowych konferencjach domenowych, takich jak NeurIPS, ICLR czy AAMAS, co daje gwarancję, że zostały one poddane rzetelnemu procesowi recenzowania. Wszystkie prace są wieloautorskie, w przypadku czterech z nich Doktorant jest wiodącym autorem. Wkład autora w artykuły naukowe został przez niego dokładnie opisany i nie budzi zastrzeżeń.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy zaliczam:

1. Opracowanie autorskiej metody Adaptive Subgoal Search (AdaSubS), podejścia do adaptacyjnego przeszukiwania z generowaniem celów pośrednich, które zwiększa efektywność algorytmów uczenia ze wzmocnieniem. Istotnym wkładem w tym obszarze jest zaproponowanie modelu generującego cele pośrednie, który bazuje na współczesnych technikach uczenia głębokiego takich jak transformery. Ze względu na wykorzystanie trenowalnych modeli jako komponentów proponowanego podejścia konieczne było opracowanie technik weryfikacji wygenerowanych celów pośrednich. Problem ten został rozwiązany przez Doktoranta i współautorów poprzez dwa moduły, szybki wykorzystujący weryfikujący klasyfikator binarny, oraz wolniejszy moduł CLLP, który weryfikuje stan poprzez odkrycie sekwencji akcji dopuszczających to tego osiągnięcia stanu pośredniego. Podejście to w moim przekonaniu jest nietrywialne i innowacyjne daje możliwość podniesienia efektywności algorytmów ze wzmocnieniem.
2. Opracowanie rozwiązania umożliwiającego generalizację procesu dowodzenia twierdzeń gdzie model uczony na krótkich twierdzeniach dobrze radzi sobie na dłuższych formułach, w porównaniu do podejść referencyjnych. Problem generalizacji jest jednym z głównych wyzwań uczenia maszynowego, szczególnie w obszarze uczenia ze wzmocnieniem, dlatego tego typu podejścia są bardzo wartościowe dla społeczności zajmującej się zadaniami uczenia maszynowego.
3. Opracowanie koncepcji sterowania robotem wykorzystujących dedykowaną metodę wnioskowania CoT. Doktorant doskonale wpisuje się swoją pracą w tematykę złożonych mechanizmów wnioskowania w dwumodalnych modelach generatywnych wykorzystujących tekst i obraz. Autor w sposób przemyślany i klarowny wykorzystuje tego typu techniki do dekompozycji problemu na podzadania, w sposób umiejętny ograniczając przestrzeń możliwych akcji i adaptując bazowy model VLM do rozwiązania problemu kompleksowego sterowania. Istotną wartością dodaną jest opracowanie procesu syntetycznej konstrukcji zbioru danych na potrzeby adaptacji modelu VLM. Wykorzystanie rzeczywistego zbioru danych, zamiast kosztownych do pozyskania danych rzeczywistych jest istotnym kierunkiem obserwowanym w destylacji i adaptacji współczesnych modeli uczenia maszynowego. Wytworzenie poprawnego procesu i uzyskanie dobrej jakości danych

jest w moim przekonaniu zadaniem niełatwym, a Doktorant poradził sobie z nim bezproblemowo, o czym świadczą wyniki badań eksperymentalnych opisane w pracy.

4. Przeprowadzenie kompleksowej analizy własności podejść hierarchicznych, bazujących na dekompozycji złożonych problemów decyzyjnych na cele pośrednie. Wyniki opisane w pracy P5 stanowią idealne podsumowanie prac prowadzonych przez Doktoranta i kolegów z zespołu. W analizie można wyróżnić zarówno elementy wysokopoziomowej analizy empirycznej, gdzie wnioski poparte są licznymi badaniami, jak również wyniki teoretyczne, potwierdzające hipotezy badawcze z prac zawartych w rozprawie doktorskiej.

Podsumowując, autor w swojej rozprawie zaproponował szereg metod które wzbogacają w znacznym stopniu rodzinę podejść dekompozycji złożonych problemów decyzyjnych. Rozwiązania są dobrze osadzone w literaturze, prawidłowo umotywowane i zweryfikowane empirycznie, do tego potwierdzone licznymi publikacjami na najlepszych konferencjach domenowych, ze znacznym udziałem Doktoranta.

3. Poprawność

Rozprawa zredagowana została poprawnie językowo i logicznie, autor w syntetycznym opisie uwzględnia najważniejszy wkład w dyscyplinę. Cykl prac jest spójny tematycznie, metody są nowatorskie, uzasadnione teoretycznie i rozwiązują konkretne problemy aplikacyjne. Z punktu widzenia warsztatu badawczego, autor formułuje propozycje swoich metod na podstawie wnikliwej analizy literatury obszaru, dostrzegając możliwości poprawy zawartych tam metod i efektywnego wykorzystania istniejących rozwiązań.

Lektura rozprawy prowadzi jednak do kilku pytań i wątpliwości:

1. Syntetyczny opis osiągnięć, mający charakter wstępu do cyklu publikacji uwzględnia najważniejsze elementy pracy, ale w moim przekonaniu powinien być rozbudowany o więcej szczegółów pozwalających szybko zidentyfikować jak technicznie problem był rozwiązany. Ponadto, dużym ułatwieniem, zwłaszcza dla osób nie zajmujących się RL, byłby dokładny opis tekstowy przedstawianych algorytmów i schematów.

2. W pracy z ICLR (P3) pojawia się informacja, że trzech pierwszych autorów ma równy wkład w pracę, natomiast sam Doktorant deklaruje 50% wkład w dostarczonej dokumentacji. Nasuwa się pytanie z czego wynika ta różnica? W moim odczuciu szacowanie procentowe udziału nie jest mocno subiektywne, wystarczyłyby szczegółowe opisy wkładów autora.

3. Bardzo podobają się wyniki generalizacji dla problemu dowodzenia twierdzeń. Pojawia się pytanie, co w praktyce dało możliwość uzyskania tej generalizacji? Czy był to dobór architektury bazującej na transformerze dla zadania generowania celów pośrednich? Czy ten fenomen (zdolność generalizacji) był przebadany dla innych problemów aplikacyjnych?

4. Jaka motywacja stała za wyborem modeli do generowania celów pośrednich? Czy Doktorant rozpatrywał w swoich badaniach przypadek generowania danych z przestrzeni ciągłej, np. obrazów dla

przypadku Sokoban? Czy rozważane w badaniach były takie przypadki gdzie stan modelowany jest w sposób ciągły? W takim przypadku ciekawe byłoby zastosowanie modeli takich jak GAN, czy modele przepływowe.

5. W pracach P2 i P3 pojawiają się trzy przypadki aplikacyjne, kostka Rubika, dowodzenie twierdzeń i Sokoban. Interesuje mnie jakie było kryterium wyboru tych problemów dla opracowanych rozwiązań?

6. Jaka była motywacja stojąca za wyborem modelu bazowego VLM w pracy P4? Czy w ramach wstępnych prac przeanalizowane były kandydatury innych modeli bazowych?

7. Czy moduł Grounding Dino jest komponentem niezbędnym do uzyskania detekcji obiektów? Czy możliwe byłby wykrycie obiektów, poprzez bezpośrednie wykorzystanie tokenów wydobytych z bazowego modelu VLM, np. poprzez wykorzystanie relacji z tokenami opisującymi obiekty w sposób semantyczny?

Podsumowując, wartość merytoryczną opracowanych rozwiązań, jakość warsztatu badacza, poprawność w formułowaniu problemów badawczych, oraz podejść do rozwiązania tych problemów oceniam bardzo wysoko. Poprawność przeprowadzonych eksperymentów, analiza wyników potwierdzających tezy jest zgodna z najwyższymi standardami w obszarze badań nad sztuczną inteligencją.

4. Podsumowanie

Doktorant wykazał się w recenzowanej rozprawie właściwie stosowanym podejściem eksperymentalnym oraz dobrą znajomością aktualnej problematyki związanej z opracowywaniem metod uczenia maszynowego dla zadań dekompozycji złożonych problemów decyzyjnych. Dla poruszanych problemów doktorant sformułował kilka ciekawych i użytecznych metod, które mają szerokie zastosowania praktyczne.

Recenzowana dysertacja przedstawia rozwiązania ważnych i oryginalnych problemów, wzbogacając naszą wiedzę dotyczącą klasycznych rozwiązań uczenia maszynowego w zastosowaniu do rozwiązywania złożonych problemów decyzyjnych. Zawarte w niej wyniki badań eksperymentalnych wskazują również na możliwość wykorzystania otrzymanych metod w praktyce.

Przedstawione w punkcie trzecim recenzji uwagi nie wpływają na bardzo pozytywne wrażenie o przedłożonej rozprawie.

Reasumując, biorąc pod uwagę powyższe opinie i wymagania zawarte w Ustawie z dn. 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) stwierdzam, że rozprawa mgra Michała Zawalskiego pt. „*Solving Complex Decision-Making Problems with Structured Reasoning and Planning*” **spełnia wymagania** stawiane pracom doktorskim, w szczególności:

- Rozprawa zawiera szereg nowatorskich metod z obszaru uczenia maszynowego.
- Kandydat posiada ugruntowaną, głęboką wiedzę w dyscyplinie Informatyka.
- Doktorant posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Stąd, wnoszę o jej przyjęcie i **dopuszczenie mgra Michała Zawalskiego do publicznej obrony.**

Ponadto, biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom rozprawy, a także ponadprzeciętny dorobek publikacyjny doktoranta, w skład którego wchodzi prace opublikowane na konferencjach rangi A* **wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgra Michała Zawalskiego.**

Signature Not Verified

Dokument podpisany przez

Maciej Mateusz Zięba

Data: 2025.12.28 16:35:23 CET

Podpis



