

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Błażeja Osińskiego pt. „Efficient Methods for Machine Learning in Sequential Decision Making”

dr hab. inż. Paweł Wawrzyński, Politechnika Warszawska

21 sierpnia 2023r.

Podstawowe dane

Rozprawa oceniana w niniejszej recenzji jest zestawem siedmiu artykułów naukowych. Poniżej przedstawiam je skrótowo:

- Praca 1 opisuje system uczący się grać w gry na komputer Atari. Główną wprowadzoną nowością jest architektura kompresująca stan gry, na podstawie jej grafiki, do wektora bitowego, oraz model przewidujący kolejne reprezentacje stanu gry.
- Praca 2 opisuje system sterujący kierownicą autonomicznego samochodu. System uczy się ze wzmocnieniem w symulowanym środowisku, a następnie jest przetestowany w rzeczywistym ruchu miejskim.
- Praca 3 opisuje sterownik robota, który nawiguje w przestrzeni miejskiej na podstawie komend w języku naturalnym.
- Praca 4 bada znany mechanizm planowania ruchu samochodu autonomicznego w następującym zakresie: Jak ilość zebranych danych i rozdzielczość użytych sensorów wpływa na efektywność mechanizmu planowania wytrenowanego na podstawie tych danych.
- Praca 5 formalizuje zachowanie otoczenia samochodu jako Proces Markowa, tworzy neuronowy model dynamiki dla tego procesu i stosuje ten model jako symulator pozwalający wytrenować sterownik samochodu.
- Praca 6 przedstawia następujące podejście do budowy sterownika autonomicznego samochodu. W pierwszej kolejności nagrany jest ludzki kierowca. Następnie zbudowany jest model predykcyjny następnego stanu samochodu i jego otoczenia. Następnie wytrenowany jest reaktywny sterownik, a do jego uczenia wykorzystane jest sterowanie predykcyjne.
- Praca 7 przedstawia sterownik autonomicznego samochodu, który jest połączeniem komponentu wytrenowanego na podstawie nagrań z prowadzenie samochodu przez człowieka i zestawu reguł, które muszą być przestrzegane w trakcie jazdy.

Bibliometria

Przedstawione prace zostały opublikowane na następujących konferencjach:

- Praca 1 została opublikowana na konferencji International Conference on Learning Representations (ICLR); praca została wyróżniona przez *spotlight*
- Prace 2, 4, 5, 7 zostały opublikowane na konferencji IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)
- Prace 3, 6 zostały opublikowane na konferencji Conference on Robot Learning (CoRL)

Konferencja ICLR jest obecnie klasyfikowana w CORE A* i oceniana na 200 pkt. MEN.

Konferencja ICRA jest obecnie klasyfikowana w CORE B i oceniana na 70 pkt. MEN.

Konferencja CoRL nie jest obecnie klasyfikowana w CORE i jest oceniana na 0 pkt. MEN.

Deklarowany udział autora waha się między 5% a 50%. Sumaryczny udział wynosi 140%.

Ocena znaczenia prac dla dyscypliny naukowej informatyka

Wszystkie prace dołączone do rozprawy, poza pracą 1, dotyczą sterowania robotami. Prace 2 i 4-7 dotyczą sterowania samochodem autonomicznym, czyli szczególnym robotem. Problematykę sterowania robotami obejmuje dyscyplina naukowa automatyka, elektronika i elektrotechnika. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby praca naukowa obejmowała wkład do jednocześnie

PW

kilku dyscyplin naukowych. Z drugiej strony, praca naukowa może stanowić istotny wkład do jednej dyscypliny naukowej, posługując się w standardowy sposób narzędziami z innej dyscypliny naukowej, tym samym nie przyczyniając się do rozwoju tej drugiej dyscypliny. W najbardziej niefortunnym wariacie, praca naukowa może prezentować utrwaloną wiedzę z jednej dyscypliny jako nowe wyniki w innej dyscyplinie, a w istocie nie rozwija żadnej z nich. Ocena, z którym z tych przypadków mamy do czynienia w przypadku pracy interdyscyplinarnej jest trudna i narażona na nieporozumienia. Taka ocena powinna opierać się na wiedzy z obu dyscyplin, a tym może pochwalić się niewielu oceniających. Niniejsza recenzja jest napisana z punktu widzenia informatyka, który ma ogólną wiedzę o współczesnej automatyce i robotyce. Recenzja koncentruje się na znaczeniu rozprawy dla dyscypliny informatyka i nie odnosi się do ewentualnego znaczenia rozprawy dla dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika, gdyż do oceny pracy w takim zakresie niżej podpisany recenzent nie ma kompetencji.

Praca 1

Przedmiotem tej pracy jest opracowanie uczącego się sterownika dla gier na Atari, tj. komputer osobisty popularny w latach 1980-tych. Sterownik opiera się na modelu przekształcającym grafikę gry w wektor binarny. Ponadto, uczenie sterownika opiera się na modelu przewidującym kolejne reprezentacje stanu gry. Autorzy wykorzystują własność gier na Atari polegającą na tym, że stan gry może być bezstratnie reprezentowany w postaci dosyć krótkiego wektora binarnego. Jest to własność dosyć unikalna, natomiast jej wykorzystanie umożliwia bardzo szybkie uczenie.

Praca stanowi duże osiągnięcie w dziedzinie uczenia maszynowego i, tym samym, w dyscyplinie informatyka.

Praca 3

Praca przedstawia koncepcję i implementację systemu nawigującego robotem na podstawie instrukcji w języku naturalnym. System stanowi złożenie dużego modelu językowego, modelu łączącego obrazy z ich opisami słownymi i modelu nawigacji wizyjnej. O ile same modele są wyuczone na podstawie danych, to sam system nie uczy się.

Przypuszczam, że przedstawiony system jest dużo ciekawszy z punktu widzenia automatyki i robotyki niż informatyki. Tym niemniej, dokonuje on nietrywialnej fuzji danych o różnym charakterze i dlatego uważam, że stanowi także istotny przyczynek do stanu wiedzy w dyscyplinie informatyka.

Prace 2, 4, 5, 6, 7

Prace te powstały w ramach badań naukowych rozwijających technologię sterowania samochodami autonomicznymi. Każda praca opisuje sterownik i bada pewien aspekt jego działania w realnym ruchu miejskim. Przypuszczam, że prace te stanowią istotny przyczynek do rozwoju automatyki.

Prace 2 i 4 w ogóle nie prezentują nowych rozwiązań, a jedynie sprawdzają, jak sterownik samochodu zoptymalizowany w jednym środowisku (np. symulacyjnym) sprawdzają się w innym środowisku (np. realnym).

Praca 5 koncentruje się na modelu dynamiki otoczenia samochodu autonomicznego. Modelowanie dynamiki sterowanego systemu dynamicznego to rdzeniowe zagadnienie automatyki.

Praca 6 jest zaproponowany model predykcyjny stanu samochodu autonomicznego i jego otoczenia

PLW

i zostaje zoptymalizowany sterownik odwołujący się do tych predykcji. Sterowanie optymalizujące trajektorię stanu, opierające się na modelu przewidującym przyszłe stany to sterownie predykcyjne, (*model predictive control, MPC*), część rżenia automatyki. Jednak ostatecznie działający sterownik jest reaktywny i wytrenowany na podstawie akcji pochodzących ze sterowania predykcyjnego, jako pewnego rodzaju wzorcach. Praca dostarcza empirycznych przesłanek wskazujących, jak taka kombinacja działa, co jest wynikiem ciekawym dla dziedziny uczenia maszynowego i dyscypliny informatyka. Ponadto, sam model predykcji stanu został tu zaprojektowany w postaci dosyć wyrafinowanej sieci neuronowej i jej architektura jest z pewnością ciekawym przyczynkiem do badań nad percepcją maszynową, a zatem jest to istotny wynik w dyscyplinie informatyka.

Praca 7 łączy sterowanie imitujące sterowanie człowieka z zestawem ograniczeń na stan samochodu autonomicznego. Ograniczenia na stan sterowanego obiektu to standardowy problem rozważany w automatyce.

Podsumowując tę część recenzji, uważam, że praca 6 zawierają komponenty istotne dla rozwoju informatyka. Pozostałe prace, jakkolwiek mają prawdopodobnie istotne znaczenie naukowe, to korzystają z gotowych rozwiązań informatycznych i ich wkład w rozwój tej dyscypliny wiedzy jest znikomy. Tym niemniej, prace te powstały w ramach dużego projektu badawczego i fakt, że kandydat brał w nim produktywny udział stosując zaawansowaną współczesną wiedzę z obszaru informatyki – jest godny uznania.

Ocena wkładu autora w przedłożone prace

Prezentując swój wkład w poszczególne prace, autor rozprawy przyznaje się zwykle do implementacji oprogramowania, uruchamiania eksperymentów i spisywania tekstu. W jednym tylko przypadku przyznaje się do współtworzenia koncepcji. A mianowicie, deklaruje, że jego wkład w pracę 1 obejmuje ideę losowego startu. Nie jest oczywiste, co to za idea. Rozumiem jednak, że chodzi o to, skąd biorą się początkowe stany trajektorii rozwijanych przez model przewidujący kolejne stany. Rozważane w literaturze źródła takich początkowych stanów to: (1) początkowe stany zarejestrowanych epizodów, (2) wszystkie zarejestrowane stany i (3) stany generowane z pewnego modelu rozkładu prawdopodobieństwa. Rozumiem, że kandydat zarekomendował drugie z tych znanych podejść. Trudno to nazwać istotnym wkładem koncepcyjnym.

Tytuł doktora jest świadectwem, że posiadająca go osoba potrafi prowadzić samodzielne badania naukowe, czyli m.in. definiować i rozwiązywać problemy koncepcyjne. W tym kontekście, deklaracje autora dotyczące jego udziału w pracach budzą wątpliwości. Powyższe wątpliwości sformułowałem w dyskusji z kandydatem i jego promotorem i uzyskałem wyjaśnienia, które przyjmuję. A mianowicie, kandydat nie zadeklarował swojego koncepcyjnego udziału w powstanie prac, uważając ten wkład za oczywistą część prac implementacyjnych. Traktuję te wyjaśnienia jako satysfakcjonującą autopoprawkę do deklarowanego wkładu kandydata w prace składające się na rozprawę.

Podsumowanie

Oceniając rozprawa doktorską mgr. Błażeja Osińskiego, uważam, że przedstawił on trzy prace naukowe, które stanowią istotny wkład naukowy w dyscyplinie informatyka. Ponadto, kandydat udokumentował godny uznania udział w ambitnych projektach badawczych. Niedociągnięcia rozprawy dotyczące dokumentowania wkładu kandydata w składające się na nią prace, uważam za



pozostawiając. Konkludując, oceniam rozprawę pozytywnie.



Paweł Wawrzyński