

prof. dr hab. Piotr Porwik
Instytut Informatyki
Uniwersytet Śląski, Katowice
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
ul. Będzińska 39, 41-200 Sosnowiec

Katowice 19.12.2023

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Biuro Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne

wpłynęło dnia 28.12.2023

nr zał.

OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

*"MODELLING SOCIAL AND EMOTIONAL COMPONENTS IN SOCIAL
ROBOTICS USING ROBOT ARTIFICIAL INTELLIGENCE"*

Dr Eryki Probierz

Recenzja została przygotowana na podstawie pisma z dnia 16.10.2023, sporządzonego przez Panią dr hab. inż. Monikę Kwokę, Przewodniczącą Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Śląskiej.

Praca doktorska, w myśl obowiązujących od 2021 roku przepisów, może być pracą pisemną, będącą zbiorem opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Autorka rozprawy przedstawia taką pracę do oceny. Jest to zbiór ośmiu publikacji opisanych w czterech rozdziałach. Przedstawione do oceny prace, są napisane zarówno w języku polskim (1) jak i języku angielskim (7). Odautorskie teksty są w języku angielskim.

Ocena tematyki rozprawy

Ocena rozprawy będzie przeprowadzona z uwzględnieniem zaproponowanej tezy, która mówi, że:

The proposed solutions for recognizing and modelling social and emotional components based on robot artificial intelligence allow for implementation and application in social robots.

Teza rozprawy jest mało odkrywcza, ogólna i raczej postulatywna oraz nie obejmuje w pełni treści rozprawy.

Rozprawa doktorska koncentruje się wokół robotyki społecznej, dziedziny, która ciągle dynamicznie się kształtuje. Celem robotyki społecznej jest skonstruowanie robota, który byłby pełnoprawnym uczestnikiem życia społecznego ludzi. Robotyka społeczna ma charakter interdyscyplinarny, wykraczający poza dobrze skategoryzowane dziedziny dyscyplinowe, co otwiera nowe obszary badawcze i wymaga interakcji i integracji dyscyplin technicznych i humanistycznych. Możliwości uzyskania właściwości sprawstwa społecznego przez robota jest obecnie centralnym problemem robotyki społecznej. Współcześnie,

dzięki szybkiemu postępowi sztucznej inteligencji, pojawiają się prace nad zrobotyzowanymi technologiami zdolnymi do wchodzenia w społeczną interakcję z ludźmi. Konstruktorzy próbują wyposażać roboty w pewne fizyczne cechy upodabniające go do człowieka. Robot społeczny nie musi być androidem, gdyż ma do spełnienia ważniejszą, trudną do wdrożenia rolę. Musi mieć architekturę kognitywną, aby reagować w odpowiedni sposób na wiele sygnałów o różnych modalnościach w tym semiotycznych.

Autorka rozprawy doktorskiej podejmuje w swojej pracy opisane powyżej wyzwania i podaje, że lokuje je w czterech obszarach:

- modelowanie odpowiedzi emocjonalnych robota społecznego za pomocą mechanizmów uczenia maszynowego,
- wykorzystanie języka Planning Domain Definition Language do automatycznego planowania działań robota w sytuacjach nierozpoznania stanu emocjonalnego ludzi,
- metody modelowania zachowań społecznych z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego,
- wykorzystanie regulatora PID do sterowania prędkością mobilnego robota w kontakcie wzrokowym z człowiekiem.

Poruszane w rozprawie zagadnienia pozwalają na lepsze zrozumienie, ciągle do końca nie rozpoznanych, interakcji robot społeczny-człowiek. Z naukowego punktu widzenia są to działania innowacyjne i bardzo potrzebne, pozwalające na planowanie eksperymentów w neuronauce, a więc na pograniczu wiedzy z dziedzin biofizyki, elektroniki, mechaniki, informatyki lub nawet psychologii.

Charakterystyka rozprawy i jej zakres

Praca składa się z 4 podstawowych rozdziałów. W rozdziale 1 omówione zostały 2 artykuły, w rozdziale 2 zaprezentowano 3 artykuły, w rozdziale 3 omówiono 2 artykuły, a w ostatnim, 4 rozdziale przedstawiono 1 artykuł. Każdorazowo rozdziały rozpoczynają się wstępem i odrębnym przeglądem literaturowym. W zasadzie oba te wyodrębnienia można było połączyć, gdyż w obydwu mamy do czynienia z tym samym - przeglądem prac poświęconym zagadnieniom powiązanym z załączonymi artykułami Doktorantki. Dodatkowo Doktorantka zamieszcza w każdym rozdziale zgłoszone artykuły jak i szczegółowe ich omówienie.

Praca kończy się dyskusją oraz rozdziałem o mylącym tytule "*Practical application*", gdzie przedstawiono nie własne rozwiązania, czego można by się spodziewać, ale literaturowy przegląd zastosowań robotów społecznych w różnych dziedzinach życia.

Rozdział 1

Artykuł w czasopiśmie (1): *Emotion Detection Based on Sentiment Analysis: An Example of Social Robots on Short and Long Text Conversation*.

W pracy omówiono prostą strategię wykrywania emocji z tekstu uzyskanego w trakcie rozmowy z robotem społecznym. Dane z rozmów konwertowane są na tekst, a emocje są wykrywane przez przeszukiwanie leksykonów – angielskiego i polskiego. Leksykony zawierają listę słów i ich skojarzeń z ośmioma podstawowymi emocjami (radość, zaufanie, strach, zaskoczenie, smutek, wstręt, gniew, oczekiwanie) oraz dwoma uczuciami (negatywnym i pozytywnym). Autorzy porównują gotowe zestawy konwersacji chatbota z danymi z leksykonów oraz ustalają w zależności od kontekstu rozmowy najczęściej występujące frazy wyrażające emocje. Moim zdaniem praca wnosi bardzo skromny wkład do eksplorowanej dziedziny. W zasadzie jedynym wkładem jest podział tekstów generowanych przez chatbota na teksty krótkich i dłuższych konwersacji. Nie podano ani jednego przykładu w jaki sposób oryginalny tekst został podzielony na fragmenty oraz jakie reguły zastosowano przy podziale tego tekstu.

Artykuł konferencyjny (2): *OhBot Social Robotics Emotion Modelling Using Markov Chains and YOLOv5 Neural Network*.

Największą wadą tej pracy są całkowicie nieczytelne rysunki nr1 oraz nr5. Podstawowym celem artykułu jest próba sprawdzenia jakości interakcji człowiek-robot tak, aby robot mógł być, przynajmniej częściowo, traktowany jako robot społeczny. Do realizacji tego zadania wykorzystano robotyczną głowę OhBot. Aby zrozumieć idee przedstawione w tym artykule, potrzebne są:

1) znajomość liczby stopni swobody robota OhBot. Innymi słowy, jakie ruchy może wykonywać głowa robota poprzez serwomechanizmy.

2) jak realizowana jest mimika "twarzy" tego urządzenia,

W artykule nie jest to jasno opisane. Kolejną wadą tego artykułu (oraz innych gdzie robot OhBot jest wykorzystywany) jest pominięcie opisu akwizycji obrazu z kamery robota. Do tej sprawy odniosę się jeszcze później, przy ogólnej ocenie pracy.

W pracy występują błędne oznaczenia we wzorze (4) oraz algorytmie 3. Oznaczenie $i, j \in [1, n]$ we wzorze (4) oznacza przedział liczbowy obustronnie domknięty, co jest nieprawdą w kontekście wzoru (3), gdyż elementy macierzy są indeksowane liczbami naturalnymi. Prawidłowym oznaczeniem powinno być $i, j \in \{1, \dots, n\}$. W algorytmie 3 użycie sumy mnogościowej $\cup$, dotyczącej zbiorów, jest również błędem. Tutaj należało użyć symbolu alternatywy ($\vee$), bo instrukcja warunkowa "if" zawiera wyłącznie zależności liczbowe i nie odnosi się do zbiorów.

Zastosowanie sieci YOLOv5s umożliwiło analizę i etykietowanie zarówno pojedynczych emocji, jak i ich sekwencji na podstawie pozyskanego obrazu osoby wchodzącej w interakcję. Sieć YOLO trenowana była wstępnie przy pomocy bazy danych AFFectNet. Wyniki

skuteczności rozpoznawania emocji na bazie AFFectNet pokazuje rysunek 2. Potem zastosowano strategię łańcuchów Markowa do przewidywania sekwencji stanów emocjonalnych, w tym stanów niepewnych, z uwzględnieniem danych własnych. Dlaczego dla tych badań nie wykonano podobnego zestawienia jak na rysunku 2 ?

Rozdział 2

Artykuł konferencyjny (3): *On the Recognition and Analysis of Selected Emotional States in the Artificial Intelligence of Social Robots.*

W artykule zaproponowano zbiór charakterystycznych wyrazów twarzy, które pojeдинczo lub w odpowiednich kombinacjach posłużą do określenia emocji. Zbiór przykładów oraz planowanie postępowania z wykorzystaniem języka PDDL mają służyć modelowaniu reakcji robota społecznego na stan emocjonalny człowieka w sytuacjach, kiedy robot nie jest pewien w jakim stanie emocjonalnym znajduje się osoba, z którą nawiązuje kontakt. Niestety w artykule, poza przedstawieniem scenariuszy postępowania modelowanych instrukcjami języka PDDL, brak jest jakichkolwiek wniosków na temat poprawności przyjętych założeń. Autorka nie wykazała, że przyjęty model jest prawidłowy. Nie wiemy więc, czy rozpoznawanie stanów emocjonalnych proponowanymi metodami jest skuteczne i w jakim zakresie, tym bardziej, że rozpoznawanie zgodnie z założeniem artykułu ma być obciążone błędem niepewności.

Artykuł w czasopiśmie (4): *On transformation of conditional, conformant and parallel planning to linear programming.*

Artykuł jest obszerny i ma charakter teoretyczny, chociaż w pracy pojawiają się przykłady dotyczące rozpoznawania sytuacji praktycznych (np. otwieranie drzwi przez robota). Artykuł organicza się do pokazania sekwencji działań niezbędnych do realizacji wybranego celu – ułatwienia modelowaniu reakcji robota w dziedzinie programowania liniowego. W klasycznym uczeniu maszynowym stan początkowy jest znany, np. klasyfikator jest trenowany na zbiorze treningowym, a potem musi sobie radzić sam z danymi (próbkami), dla których etykiety nie są już podawane.

W artykule zaproponowano strategię planistyczną w sytuacjach, gdzie stan początkowy nie jest znany lub nie jest w pełni zdefiniowany, co niewątpliwie jest problemem trudniejszym do rozpoznania. W artykule oceniono przyjętą strategię postępowania, podając ocenę złożoności obliczeniowej.

Artykuł w czasopiśmie (5): *Social robot response to negative emotions as a PDDL planning problem in the presence of uncertainty.*

Ten artykuł w warstwie teoretycznej jest podobny do jednego z artykułów poprzednich (On the Recognition and Analysis of Selected Emotional States in the Artificial Intelligence of Social Robots) i zajmuje się sposobem postępowania w sytuacjach, kiedy nie ma

pewności co do bieżącego stanu emocjonalnego człowieka. Aby ten problem rozwiązać, proponowany jest model planistyczny na bazie języka PDDL. W przykładach znajdują się również odwołania do planowania terapii pacjentów w warunkach niepewnej diagnozy o stanie ich zdrowia. Patrząc na tytuł artykułu budzi to moje zdziwienie. Proszę o wyjaśnienie tych niejasności.

Rozdział 3

Artykuł konferencyjny (6): *Application of Tiny-ML methods for face recognition in social robotics using OhBot robots.*

W artykule pokazano możliwości zastosowania sieci neuronowych rodziny Tiny-ML w robotach społecznych do celów rozpoznawania twarzy. Ze względu na ograniczone zasoby energii oraz pobór mocy przez serwomechanizmy humanoida, problemem może być także zapewnienie wystarczającej energii potrzebnej do pracy mikrokontrolera, przetwarzającego sygnały toru wizyjnego, skojarzonego z algorytmami sterowania robotem. Zapewniają to układy serii Tiny-ML o ultra niskich zaporzebowaniach energetycznych. Układy mają wbudowane architektury sieci neuronowych lub wstępnie wytrenowane do określonych celów sieci głębokie z technologią YOLO. Rozwiązania Tiny-ML są stosunkowo nowe, ale już są powszechnie stosowane z dobrym skutkiem w aplikacjach do rozpoznawania obiektów (parkingi, samochody, ludzie, itp). W znaczniej części artykuł przedstawia wyniki eksperymentów różnych rozwiązań technologicznych przeznaczonych do rozpoznawania obrazów. Ciekawsza jest druga część artykułu, gdzie opisano próbę rozpoznawania osób z odsłoniętą twarzą lub z założoną na twarz maską higieniczną. W artykule podaje się, że robot społeczny podejmuje konwersację z wybraną osobą, jeśli *"person is detected at level 0.7."*, co to za poziom? Proszę o wyjaśnienie tego dziwnego pojęcia. Zaraz potem mamy *"...but values lower than 0.7 indicate a greater distance between the person and the robot"*. O jaką odległość tutaj chodzi, nie rozumiem tych wyjaśnień. Jak ta odległość jest ustalana i mierzona? Rysunki nr3 oraz nr4 są w omawianym artykule nieprzydatne, ponieważ są całkowicie nieczytelne. *Nota bene* podpisy po tych rysunkach nie przedstawiają żadnego schematu architektury detekcji osoby lub maseczki, jak chce Doktorantka. Jest to najprostsza z możliwych prezentacja graficzna zadania. Domyślam się, że: System wizyjny robota (chyba) czyta jakiś obraz, a wbudowane oprogramowanie "wyławia" z tłumu osobę z założoną maseczką (chyba). Jeśli jest inaczej, to jaki własny algorytm rozpoznawania Autorka zastosowała? To zadanie z powodzeniem można wykonać bez robota. Wprawdzie na 40 prób rozpoznawania 36 razy było to rozpoznanie poprawne, ale to zadanie wykonał prawdopodobnie układ Tiny-ML z wbudowaną siecią neuronową. W artykule porównano wydajności dwóch platform sprzętowych, z zaimplementowanymi sieciami i różnymi zestawami danych wejściowych. Jeśli robot wykrywa twarz, wysyła odczytany z tabeli komunikat. Jeśli nie wykrywa, wysyła komunikat aby się zbliżyć. Podobnie się dzieje, gdy system wizyjny robota wykrywa osobę z nałożoną maseczką higieniczną. Komunikaty są

opracowane "ręcznie" przez programistę i nie ma w ich wyborze żadnych mechanizmów sztucznej inteligencji. Jeśli rozpoznanie jest prawidłowe robot przechodzi w automatyczny skrypt chatbota. Wydaje się, że jedynym wkładem są przygotowane komunikaty, które artykułuje robot w określonych sytuacjach. Reszta jest sprytnie "sklejona" z gotowych komponentów sprzętowo-programowych. Przykłady takiej niby automatycznej interakcji są zawarte w dołączonych listingach kowersacji robot-człowiek.

Artykuł w czasopiśmie (7): *On Emotion Detection and Recognition Using a Context-Aware Approach by Social Robots Modification of Faster R-CNN and YOLOv3 Neural Networks*.

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania sieci neuronowych do rozpoznawania emocji w robotach społecznościowych, co może pomóc w interpretacji zachowań społecznych na styku człowiek-robot. W przedostatnim artykule, mamy do czynienia po raz pierwszy z badaniami porównawczymi. Wybrano sieci YOLOv3 i Faster RCNN, zmodyfikowano je i porównano z innymi rozwiązaniami znanymi z literatury. Według Doktorantki uzyskane wyniki są obiecujące, chociaż jeden wynik, co lojalnie przyznaje Autorka, jest lepszy, ale inne dwa rozwiązania są gorsze od proponowanego w artykule. Zostaje jednak nierozstrzygnięte pytanie jakie wyniki rozpoznawania emocji otrzymalibyśmy wykorzystując niezmodyfikowane wersje wymienionych powyżej sieci. Jak podaje Autorka, modyfikacje sieci pochodzą z prac innych autorów. Artykuł zawiera dwie ważne tabele – Tabelę 1 oraz Tabelę 2. Nigdzie nie ma do nich odniesienia i nie mam pewności jakie wyniki one prezentują pomimo wielu różnych opisów, z których żaden nie przystaje do treści tych tabel.

Rozdział 4

Artykuł w pracy zbiorowej (8): *Regulacja pozycji robota społecznego w sprzężeniu zwrotnym z systemem wizyjnym*.

W artykule opisano eksperymentalny układ sterowania do pozycjonowania kamery robota. Tutaj dopiero, w ostatnim artykule, dowiadujemy się że robot biorący udział w doświadczeniach porusza głowę w pionie (zakres 90°) oraz poziomie (zakres 180°). Układ składa się z regulatora PID, który podaje sygnały do serwomechanizmów sterujących głową robota OhBot. Na głowie robota jest zainstalowana kamera. Zadaniem układu regulacji jest utrzymywanie w trybie nadążnym obiektywu kamery, tak aby obejmował twarz rozpoznawnej osoby. Kamera traktowana jest jako czujnik sprzężenia zwrotnego. Nastawa regulatora PID zwiększa się do czasu, aż osiągnie wzmocnienie, przy którym sygnał wyjściowy pętli zacznie oscylować ze stałą amplitudą. Wzmocnienie i okres oscylacji wykorzystuje się do wyznaczenia nastaw regulatora zgodnie z tabelarycznymi zaleceniami metody Zieglera-Nicholsa. Jest to klasyczne zadanie automatyki. Nie ma tutaj działań

naukowych, gdyż budowa i strojenie robota edukacyjnego OhBot to działania techniczne, niezbędne do prowadzenia eksperymentów. Eksperyment przeprowadzono tylko dla danych symulowanych. Nie wiadomo, czy ustalone nastawy były testowane z wykorzystaniem tych samych zapisów modelowych. Także tutaj znaleźć można wiele nieścisłości, brak oznaczeń zmiennych, dziwnych sformułowań, które kładę na karb zbyt daleko idących skrótów myślowych. Nie będę się do tego odnosił, bo tak jak napisałem wykluczam tę pracę z zestawu opisującego osiągnięcia naukowe Doktorantki.

Ocena wyników przedstawionych w rozprawie

Lektura ośmiu artykułów, które są podstawą oceny osiągnięć Doktorantki wskazuje, że jest to zbiór niespójny. Ostatnia, ósma praca nie może być zaliczona do działań naukowych, gdyż zawiera opis technicznych przygotowań gotowego robota edukacyjnego brytyjskiej formy OhBot do współpracy z torem wizyjnym kamery internetowej.

Pozostałe prace skupiają się na analizie zagadnień związanych z rozpoznawaniem emocji oraz sposobem interakcji człowiek-robot społeczny. W obszernych wprowadzeniach do poszczególnych rozdziałów Doktorantka szczegółowo analizuje stan wiedzy i sposoby realizacji eksperymentów różnych autorów związanych z badaniami nad rozpoznawaniem emocji przez roboty. W swoich badaniach ogranicza się jednak do znanych od dawna metod rozpoznawania obrazów twarzy z artykułowaną mimiką nie proponując żadnych własnych rozwiązań. Ani razu nie został przedstawiony nawet szkic algorytmu, który na podstawie zarejestrowanego obrazu rozpoznaje nastrój lub stan emocjonalny człowieka. To bardzo ważna, wręcz fundamentalna wiedza, na podstawie której robot wejdzie w interakcję z człowiekiem. Tutaj można było wykazać przewagę uczenia maszynowego w nadzorowanym (z etykietami) rozpoznawaniu emocji przez np. sieci neuronowe różnego typu.

Dopiero wielokrotne czytanie poszczególnych prac pozwala na zrozumienie jak to wszystko "działa". Wynika to z bardzo nieprofesjonalnej, pozbawionej ścisłych wywodów dyskusji. Część wyników ogranicza się do propozycji, które nie zostały sprawdzone w praktyce (artykuł nr 3) i ograniczają się do podania reguł postępowania bez ich weryfikacji.

Człowiek może artykułować swoje emocje lub nastroje, głosem mimiką, czy gestykulacją. Te sygnały powinien odczytywać robot, rozpoznawać je i odpowiednio reagować. Trzeba przeczytać wszystkie artykuły aby domyślić się, że prawdopodobnie robot OhBot komunikuje się tylko głosem i rozpoznaje twarz lub twarz z nałożoną maską higieniczną przy pomocy kamery. Znowu nie dowiemy się jak działa algorytm rozpoznawania zamaskowanej twarzy czy jak dobierane są słowa wypowiedziane przez robota. Jak algorytm rozpoznawania twarzy kojarzy obraz z kamery z emocjami? Jaki jest więc wkład własny Doktorantki w dziedzinę. No właśnie, w jaką dziedzinę? Opisywanych działań Doktorantki nie da się jednoznacznie przypisać ani do automatyki, elektroniki, czy tym bardziej do technologii kosmicznych.

Uwagi krytyczne

W mojej opinii dużym mankamentem pracy jest jej kompozycja oraz brak szczegółowości prezentowanych wyników. Występuje wyraźna, nadmierna przewaga ogólnych, często powtarzanych w prezentowanych pracach części typu "Wprowadzenie", nad częściami eksperymentalnymi, potwierdzającymi twardo osiągnięte rezultaty. Na niewiele są przydatne obszerne wprowadzenia do poszczególnych rozdziałów, omawiające literaturę przedmiotu czy streszczenia artykułów Doktorantki, będące w zasadzie powtórzeniem tego co jest w załączonym artykule.

Dziwi mnie jak mogły przejść pozytywnie proces recenzyjny prace w niektórych czasopismach z punktacją 100pkt. To zdziwienie wzrasta, gdy sprawdziłem, że czasopismo *European Research Studies Journal* (IF=0), zajmujące się problemami ekonomii, finansów, stosunkami międzynarodowymi i bankowością przyjmuje artykuły o tematyce proponowanej przez Doktorantkę. Jedynym wytłumaczeniem tego zjawiska jest chyba fakt, że jest to czasopismo płatne i względy merkantylne są tam wyżej cenione niż poziom naukowy.

Doktorantka bada interakcje człowiek-robot. W badaniach wykorzystuje głowę robota (OhBot), przypominającą głowę człowieka. Jest to możliwe do zakupienia w różnych sklepach gotowe urządzenie edukacyjne. W artykułach Doktorantki można znaleźć odwołania do urządzenia OhBot. Należy zauważyć, że urządzenie i jego oprogramowanie są niezbędne dla przeprowadzenia eksperymentów, ale nie są to działania naukowe. Dobrym rozwiązaniem byłoby wyodrębnienie rozdziału z dokładnym opisem robota, przedstawieniem zasad sterowania serwomotorami, opisem stopni swobody i ich zakresem. Humanoid ma oczy, ale w rzeczywistości one są ślepe, bo układ używa zewnętrznej kamery umocowanej na głowie robota. Należy śledzić obserwatora-człowieka i utrzymywanie z nim kontaktu wzrokowego wydaje się być w tych warunkach utrudnione. Jak więc naprawdę ta interakcja przebiega. Wydaje się, że są to wyłącznie ruchy głowy humanoida. Jak ta głowa się porusza? Jak zabezpieczono ruchy głowy robota kiedy obiekt wychodzi z pola widzenia kamery ?

Kolejnym problemem jest brak opisu akwizycji, przetwarzania i rozpoznawania obrazu toru wizyjnego robota. Wykorzystywane są do tego celu kaskady Haara, lub strategia YOLO. Jak rozpoznawany jest stan emocjonalny człowieka, jaki algorytm został tutaj użyty i trenowany poza YOLO ? Czy dane treningowe były zrównoważone ? Jaka była skuteczność własnego algorytmu ? (jeśli był użyty). W jaki sposób reaguje robot kiedy traci z pola widzenia obiekt ? Czy wysyłany jest jakiś komunikat ? Jak ten problem rozwiązano w praktyce ?

Wydaje się, że humanoid pozbawiony jest funkcji mimicznych i emocje może artykułować tylko werbalnie (mowa), a ruchy głowy służą tylko do śledzenia zmian pozycji obiektu. Czy tak jest rzeczywiście ?

Doktorantka zgłasza do oceny dwa artykuły, gdzie rozpoznawanie emocji może być

niejednoznaczne. Są to prace wykorzystujące modele Markowa i zbudowane na bazie języka PDDL scenariusze postępowania. Dlaczego te metody nie zostały ze sobą porównane ?

Analizując wszystkie prace można zauważyć, wykorzystują one istniejące rozwiązania algorytmiczne (np. YOLO, kaskady Haara) i sprzętowe (np. OhBot, Tiny-ML) i co najwyżej porównują je wbiórco ze sobą, bez wyraźnego własnego wkładu Doktorantki. Doktorantka niewątpliwie przygotowywała bazy danych, selekcjonowała rekordy i przeprowadzała trening sieci za pomocą gotowych schematów sprzętowo-programowych.

Wnioski końcowe

Podsumowując przedstawioną charakterystykę ocenianych ośmiu artykułów stwierdzam, że Doktorantka, Pani dr Eryka Probiez, w minimalnym stopniu spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim z obszaru nauk technicznych. Doktorantka uczestniczyła w pracach interdyscyplinarnych grup badawczych, z którymi opublikowała pracę zarówno konferencyjne jak i prace w czasopiśmie. Pięciokrotnie była pierwszym autorem w ośmiu przedstawionych do oceny pracach, co zwyczajowo sugeruje, że opublikowane rezultaty były inspirowane jej pomysłami.

Przedstawiona do oceny seria ośmiu artykułów pod zbiorczym tytułem "MODELLING SOCIAL AND EMOTIONAL COMPONENTS IN SOCIAL ROBOTICS USING ROBOT ARTIFICIAL INTELLIGENCE" spełnia brzegowe wymagania Ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zgodnie z zawartymi w niej wytycznymi o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Wnoszę o dopuszczenie opiniowanej dysertacji do dalszych etapów przewodu doktorskiego.