

Szczecin, 16.04.2021

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Uczenie kaskady klasyfikatorów w celu redukcji oczekiwanej liczby wyznaczanych cech w zadaniach detekcji obiektów na obrazach

Autor: mgr inż. Dariusz Sychel

Promotor: dr hab. inż. Przemysław Klęsk, prof. ZUT

Kaskady klasyfikatorów działające wewnątrz procedury detekcyjnej, wyznaczają i wykorzystują różną liczbę cech w zależności od zawartości analizowanego okna obrazu (lub ogólnej okna sygnału). Okna zawierające tło mogą zostać prawidłowo rozpoznane zazwyczaj przy wykorzystaniu kilku cech, podczas gdy okna zawierające poszukiwany obiekt mogą wymagać tysięcy cech.

W niniejszej pracy doktorskiej zaproponowano dwie współpracujące ze sobą techniki pozwalające na redukcję wartości oczekiwanej liczby cech kaskady. Pierwsza z nich dotyczy wymagań na etap. Sednem metody jest wykorzystywanie zapasu powstającego w trakcie uczenia kaskady pomiędzy nałożonymi wymaganiami na etap a faktycznymi uzyskanymi wartościami wskaźników FAR oraz czułości. Zapas ten używany jest do wyznaczenia nowych poluzowanych wymagań dla dalszych etapów kaskady. Druga zaproponowana technika to algorytm (lub raczej ogólna struktura algorytmiczna) oparty na przeszukiwaniu drzewa oraz metodzie podziału i ograniczeń (ang. branch-and-bound). W proponowanym podejściu kolejne poziomy drzewa odpowiadają kolejnym etapom kaskady. Węzły rodzeństwa reprezentują warianty tego samego etapu z różną liczbą zastosowanych cech. Przedstawione zostały odpowiednie wzory na dolne ograniczenie optymalizowanej wartości oczekiwanej. W trakcie trwającego poszukiwania, dolna granica jest na bieżąco obserwowana. Gdy wartość dla pewnej gałęzi przekroczy najlepszą odnaniezoną do tej pory oczekiwaną, gałąź taka zostaje przycięta. Gdy przeszukiwanie zostanie zakończone, jedna ze ścieżek od korzenia do któregoś z liści wskaże kaskadę z najmniejszą wartością oczekiwaną liczby cech. Oprócz dokładnej techniki przycinania, została także zaproponowana jej aproksymacja bazująca na predykcji wartości oczekiwanej.

Sychel
16.04.2021

Szczecin, 16.04.2021

DOCTORAL THESIS ABSTRACT

Training of cascade of classifiers in order to reduce the expected number of extracted features in tasks of detecting objects in images

Author: mgr inż. Dariusz Sychel

Supervisor: dr hab. inż. Przemysław Klęsk, prof. ZUT

A cascade of classifiers, working inside a detection procedure, extracts and uses different number of features depending on the contents of the analyzed image window (or, more generally, signal window). Windows containing background fragments can be typically recognized correctly using only a few features, whereas windows containing target objects may require thousands of features.

This work focuses on two cooperating techniques that have been proposed in order to reduce the expected value of the number of features the cascade uses. The first method introduces the so-called relaxed per-stage requirements and takes advantage of the slack arising between constant requirements and actual rates of FAR and sensitivity observed during the training procedure. The second proposed method is an algorithm (or rather a general algorithmic structure) that uses a tree search approach to analyze cascade variants in a branch-and-bound fashion. In the proposed approach, successive levels of the tree correspond to the successive stages of the cascade. Sibling nodes represent variants of the same stage with a different number of features applied. Next appropriate formulas for the lower bound of the optimized expected value are presented. During the ongoing search, the lower limit is observed. When the value for a certain branch exceeds the best found expected value so far, the branch is pruned. When the search is complete, one of the paths from the root to one of the leaves will indicate the cascade with the lowest expected value of the number of features. In addition to the precise trimming technique, its approximation based on the prediction of the expected value has also been proposed.

Sychel
16.04.2021

Częstochowa, dn. 16 marca 2021 r.

Dr hab. inż. Marcin Korytkowski, prof. Politechniki Częstochowskiej
Katedra Inteligentnych Systemów Informatycznych
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki
Politechnika Częstochowska
al. Armii Krajowej 36
42-200 Częstochowa

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Dariusza Sychela pt.: Uczenie kaskady klasyfikatorów w celu redukcji oczekiwanej liczby wyznaczonych cech w zadaniach detekcji obiektów na obrazach

Promotor: dr hab. inż. Przemysław Klęsk, prof. ZUT

Niniejszą recenzję opracowano na zlecenie Prorektora ds. Nauki, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 26.01.2021 r.

1. Charakterystyka tematu, celu i tezy badawczej rozprawy

Wyszukiwanie obiektów na obrazach jest niezwykle ważnym obszarem zagadnień związanych z przetwarzaniem obrazów i uczeniem maszynowym. Zastosowanie wyników badań z tej tematyki jest niezwykle szerokie od diagnostyki medycznej aż po zwykłe rozpoznawanie i klasyfikowanie obiektów. Na podstawie analizy przeprowadzonych badań symulacyjnych, w recenzowanej pracy, doktorant skupił się na potwierdzeniu osiągniętych rezultatów w głównej mierze na przykładach związanych wyszukiwaniem twarzy, choć przedstawiono także symulacje z zakresu rozpoznawania syntetycznych liter.

Cel i tezę pracy sformułowano w następujący sposób:

Cel pracy: Opracowanie algorytmu uczenia kaskady klasyfikatorów redukującego oczekiwaną liczbę ekstrahowanych cech w porównaniu do algorytmu Viola i Jonesa przy zachowaniu końcowych wymagań dla czułości i specyficzności.

Teza: Poluzowanie wymagań cząstkowych z wykorzystaniem aktualizowanych średnich geometrycznych oraz technik przeszukiwania drzewa uczenia umożliwia redukcję wartości oczekiwanej liczby cech ekstrahowanych przez kaskadę klasyfikatorów.

2. Zawartość rozprawy

Recenzowana praca mgr inż. Dariusza Sychela składa się z 5 rozdziałów zasadniczych, streszczenia w języku polskim i angielskim, spisów tablic, rysunków oraz bibliografii. Dokument liczy 86 stron.

Pierwszy rozdział jest wprowadzeniem do tematyki, zawiera cel, tezę oraz strukturę pracy.

Rozdział drugi zawiera opis wraz z interpretacją trzech geometrycznych przykładów:

- a) „Kostka w rogu”
- b) „Kostka 3D”
- c) „Pułapka z szachownicą”

pokazujących, w jaki sposób uczenie kaskady z odgórnie nałożonymi wymaganiami na każdy etap w postaci miary częstości fałszywych alarmów (False Acceptance Rate (FAR)) oraz czułości może prowadzić do nieoptymalności tej metody. Autor wskazał tutaj przykład zbyt wczesnego przerywania budowy kaskady w danym etapie, co skutkować może wzrostem liczby cech w kolejnych krokach. Drugim wnioskiem autora jest stwierdzenie, że istnieje możliwość przerywania budowy kaskady w danym etapie pomimo niespełnienia wymaganej minimalnej czułości (d_{min}) oraz wartości maksymalnej FAR a założone wyniki końcowe nadal będą możliwe do osiągnięcia. Te dwa wnioski autora są głównym motywem do podjęcie dalszych badań.

W rozdziale trzecim zaprezentowano zestaw autorskich metod opracowanych na bazie wniosków przedstawionych w rozdziale drugim. Mają one na celu wprowadzenie nowych (poluzowanych) kryteriów optymalizujących proces budowy kaskady na każdym etapie. Rezultatem tych działań ma być opracowanie technik budujących klasyfikatory, w taki sposób by znacząco redukować wartość oczekiwaną liczby ekstrahowanych cech. Jednocześnie wprowadzenie tych nowych warunków nie wpływa na postawione wymagania końcowe dla całej kaskady w postaci wartości FAR i czułości. Autor wprowadza w tym celu dwa twierdzenia i przeprowadza ich proces dowodowy. W efekcie opracowane zostają trzy nowe metody bazujące na poluzowanych kryteriach, przy czym pierwsze dwie uczące kaskadę z poluzowanymi wymaganiami na etap (UGM oraz UGM-G) opisane pseudokodem (*TrainRelaxedCascade*) oraz jedną bazującą na przeszukiwaniu drzew decyzyjnych w dwóch wariantach: z przycinaniem dokładnym (*TrainTreeCascade*) i przycinaniem przybliżonym (*TrainTreeCascadeApprox*). Do każdej z tych metod autor przedstawił pseudokod oraz przedstawił ich dokładny opis.

Rozdział czwarty zatytułowany „Badania” zawiera opis przeprowadzonych symulacji komputerowych z wykorzystaniem metod wskazanych w poprzednim punkcie. W głównej mierze autor stosuje swoje metody do wykrywania twarzy na obrazach bazując na cechach Harra i HOG. W punkcie 4.3 autor pokazuje zastosowanie swoich metod do wykrywania litery „A” w ciągu treningowym wygenerowanym syntetycznie. W tym eksperymencie użyto cech obrotowo niezmienniczych bazujących na momentach Zernike’a. Na podstawie uzyskanych wyników można uznać, że zaproponowane przez autora modyfikacje w budowie kaskad klasyfikatorów mają pozytywny wpływ na wydajność algorytmów budujących zestawy klasyfikatorów.

Rozdział piąty zawiera podsumowanie całej rozprawy wraz z krótkim wskazaniem kierunku dalszych możliwych badań.

Ogólnie zasadnicze i oryginalne rezultaty pracy można podsumować następująco:

- wyczerpujący opis oraz nowe rezultaty naukowe dotyczące optymalizacji budowy kaskad klasyfikatorów,
- Opracowanie metod, które w procesie budowy kaskad, poza jakością działania, koncentrują się na optymalizacji wydajności kaskady. Zatem doktorant starał się w głównej mierze tak skonstruować swoje metody, by ich działanie prowadziło do redukcji wartości oczekiwanej liczby ekstrahowanych cech
- Wskazanie trzech przypadków geometrycznych uzasadniających powstawanie nieoptymalności w kaskadach budowanych z wykorzystaniem stałych wymagań na dany etap przy użyciu metody Violi i Jonesa.

Wymienione oryginalne metody przedstawione w rozdziałach 2,3,4 zostały opublikowane w artykułach naukowych w materiałach konferencyjnych oraz czasopismach z tzw. Listy Filadelfijskiej. Zaprezentowany materiał pokazuje, że Doktorant udowodnił tezę pracy.

3. Uwagi krytyczne i wskazówki dotyczące rozprawy

Praca jest napisana dobrze, jednak w czasie czytania nasunęły mi się następujące wątpliwości: W zaproponowanych przez autora rozwiązaniach poszczególne kaskady klasyfikatorów budowane są z wykorzystaniem metod z rodziny Boosting. W algorytmach tych każdy kolejny

klasyfikator budujący zespół otrzymuje ocenę proporcjonalną do jakości jego skuteczności (wartość z zakresu $(0,1)$) lub też, tak jak w przypadku metody Real Boost, „waga” ta zaszyta jest w odpowiedzi klasyfikatora. W procesie tworzenia w sposób automatyczny takiego zespołu może się okazać, że jeden z nich dominuje nad pozostałymi członkami zespołu (wartość przypisanej oceny jest większa od sumy wartości ocen pozostałych klasyfikatorów w zespole). W efekcie, istnienie takiego modułu mijają się całkowicie z celem- odpowiedź modułu jest zawsze odpowiedzią najlepszego klasyfikatora. Nie ma zatem sensu wykonywanie obliczeń dla wszystkich modułów. W treści rozprawy nie potrafiłem odnaleźć czy wprowadzono w tym zakresie stosowne ograniczenie.

Autor w badaniach symulacyjnych w Rozdziale 4 pokazujących zasadność zaproponowanych rozwiązań użył zestawów testujących, które w głównej mierze sam tworzył. Trzeba zauważyć, że wskazane liczby używanych w doświadczeniach próbek wskazują na brak ich zbalansowania. Niestety trudno mi jest porównać w tak zdefiniowanym przebiegu doświadczeń uzyskane wyniki z rezultatami dostępnymi w literaturze światowej, chociażby w zakresie uzyskanych wartości jakości i wydajności w problemach związanych z detekcją twarzy na obrazach.

Autor w swojej rozprawie wykonując badania symulacyjne ograniczył się do wyboru metod bazujących na budowie kaskad klasyfikatorów. Czy można porównać dokładność i wydajność zaproponowanych algorytmów z innymi np. wykorzystującymi sieci splotowe, które obecnie są jednymi z najpopularniejszych metod znanych w literaturze?

Oczywiście powyższe uwagi mogą odnosić się do wielu prac naukowych, gdyż ze względu na ograniczony czas każdego przedsięwzięcia i ogromną liczbę publikowanych prac w nauce światowej, a tym samym nowych metod, nie jest możliwe wyczerpujące przetestowanie konkurencyjnych algorytmów czy zbiorów danych.

Patrząc pod kątem edytorskim można zauważyć kilka błędów, tzw. literówek. Należy także zwrócić uwagę na pisownię „nie” z imiesłowami i przymiotnikami (np. „niekończące się”). Oczywiście celem tak postawionych pytań i uwag nie jest jakiegokolwiek umniejszenie wartości naukowej rozważanej rozprawy doktorskiej.

4. Wnioski końcowe recenzji

Podsumowując recenzję stwierdzam, że Pan mgr inż. Dariusz Sychel w rozprawie doktorskiej „Uczenie kaskady klasyfikatorów w celu redukcji oczekiwanej liczby wyznaczonych cech w zadaniach detekcji obiektów na obrazach” zrealizował cel i zweryfikował tezę postawioną w pracy. Jednocześnie poprzez realizację licznych symulacji komputerowych autor poprał swoją tezę ich wynikami w praktyce.

Recenzowana praca spełnia wymagania ustawy o tytule i stopniach naukowych. Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.



Wrocław, 27 marca 2021r.

Prof. dr hab. inż. Michał WOŹNIAK
Wydział Elektroniki
Politechnika Wrocławska

Recenzja rozprawy doktorskiej

autor: **mgr inż. Dariusz SYCHEL**

tytuł *„Uczenie kaskady klasyfikatorów w celu redukcji
oczekiwanej liczby wyznaczanych cech w zadaniach detekcji
obiektów na obrazach”*

Promotor: **dr hab. inż. Przemysław Klęsk, prof. ZUT**

Obszar problemowy rozprawy

Recenzowana rozprawa związana jest z efektywnością detekcji obiektów na obrazach z wykorzystaniem kaskady klasyfikatorów. Doktorant skoncentrował się na problemie w jaki sposób zredukować liczbę cech wykorzystywanych przez kaskadę. Otrzymane rezultaty mogą zostać wykorzystane do budowy nowych systemów detekcji obiektów, bądź detekcji cech charakterystycznych obiektów. Liczba obecnie realizowanych projektów oraz pozycji literaturowych związanych z tematyką efektywnych obliczeniowo algorytmów detekcji obiektów dowodzi, że proponowana tematyka rozprawy jest jak najbardziej zgodna z aktualnym nurtem badań nad wizją komputerową. Sformułowany cel rozprawy, którym jest opracowanie metod detekcji bazujących na mniejszej liczbie ekstrahowanych cech, przy czym bez straty na jakości predykcji (czułość i specyficzność) w porównaniu do algorytmu referencyjnego Viola & Jonesa, należy uznać za ambitny, mieszczący się w obszarze wizji komputerowej, dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Zaproponowana

w rozprawie teza, mówiąca że poluzowanie wymagań cząstkowych z wykorzystaniem aktualizowanych średnich geometrycznych oraz technik przeszukiwania drzewa uczenia umożliwia redukcję wartości oczekiwanej liczby cech ekstrahowanych przez kaskadę klasyfikatorów, jest prawidłowa i ambitna.

Kompozycja i redakcja rozprawy

Recenzowana rozprawa składa się ze wstępu, sześciu rozdziałów, krótkiego podsumowania, spisu literatury obejmujący 57 pozycji oraz wykazu stosowanych skrótów. W rozprawie brakuje indeksu rzeczowego, choć co prawda umieszczanie go nie jest powszechną praktyką w przypadku rozpraw doktorskich, ale na pewno wpłynęłoby na czytelność rozprawy. Praca jest zredagowana na bardzo wysokim poziomie, a jej struktura jest następująca:

- We wstępie przedstawiono motywacje autora, cele i tezę pracy oraz syntetyczny opis zawartości rozprawy.
- W rozdziale drugim (oznaczonym jako pierwszy) podano podstawy teoretyczne niezbędne autorowi pracy do opisu swoich metod, w tym koncepcja kaskady klasyfikatorów, kosztu obliczeniowego kaskady, a także wybranych elementów związanych z budową zespołów klasyfikatorów bazujących na bootstrapowanych próbkach.
- W kolejnej części przedstawiono trzy przykłady geometryczne, których celem było pokazanie nieoptymalności rozwiązania referencyjnego.
- Rozdział czwarty przedstawia autorskie twierdzenia, będące podstawą formułowania późniejszych algorytmów, a także przedstawia algorytmy uczenia kaskady z aktualizowanym średnimi geometrycznymi oraz dwa rozwiązania bazujące na metodzie podziału i oszacowań.
- Następny rozdział zawiera wyniki badań eksperymentalnych oraz ich analizę.
- W ostatniej części autor podsumowuje krótko najważniejsze osiągnięcia rozprawy.

Niektóre części (głównie zawarte w rozdziale nr 1) mają charakter bardzo podstawowy i przedstawiają ogólnie znane wiadomości, bez straty dla czytelności ta część mogłaby być niemal w całości usunięta. Mimo sformułowanych powyżej uwag, należy stwierdzić, że kompozycja pracy jest akceptowalna, a pracę czyta się dość dobrze. Jedyńm mankamentem redakcyjnym jest zamieszczenie spisu oznaczeń w rozdziale nr 1, a nie na początku pracy. Zbędne

są też spisy rysunków, tabel i algorytmów, które przy tak niewielkiej objętościowo pracy nie są żadną pomocą. Podsumowując, redakcja pracy jest na dobrym poziomie, a język rozprawy jest czytelny i poprawny, choć praca wymaga przejrzenia pod kątem interpunkcji.

Oryginalne osiągnięcia

Do szczególnie oryginalnych i wartościowych elementów rozprawy należy zaliczyć:

- Sformułowanie twierdzeń wskazujących na możliwość poluzowania wymagań związanych z algorytmami uczenia kaskady klasyfikatorów.
- Zaproponowanie autorskich metod uczenia kaskady klasyfikatorów pozwalających na redukcję liczby wyekstrahowanych cech, w tym bazującej na aktualizacji średnich geometrycznych oraz na optymalizacji procesu przeszukiwania struktury drzewa z wykorzystaniem metody podziału i oszacowań.
- Prezentacja trzech przykładów geometrycznych pokazujących nieoptymalność rozwiązania referencyjnego.
- Zaprojektowanie środowiska eksperymentowania oraz ocena proponowanych metod na drodze eksperymentu komputerowego.

Sformułowane algorytmy oraz rezultaty otrzymane w wyniku eksperymentów komputerowych utwierdzają mnie w przekonaniu o ich przydatności w rozważanych przez doktoranta problemach. Cele, sformułowane na początku pracy, zostały osiągnięte, a rezultaty otrzymane na drodze eksperymentów komputerowych zdają się potwierdzać przydatność zaproponowanych algorytmów w rozważanych zadaniach i uprawdopodobniają sformułowaną w rozprawie tezę.

Dorobek publikacyjny autora składa się z 12 publikacji, w tym z dwóch artykułów opublikowanych w czasopismach indeksowanych w JCR (*IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence* oraz *Applied Artificial Intelligence*), a pozostałe prace zostały opublikowane głównie w materiałach konferencyjnych bardzo dobrych konferencji międzynarodowych i czasopismach. W publikacjach, bezpośrednio związanych z tematyką rozprawy doktorant jest z pierwszym autorem. Przedstawiony dorobek świadczy o sporej aktywności publikacyjnej i zweryfikowaniu przedstawionych w pracy wyników poprzez pozytywny wynik procesu recenzyjnego oraz prezentacje rezultatów rozprawy w trakcie wystąpień konferencyjnych.

Uwagi krytyczne

Lektura rozprawy pozwala sformułować pewne uwagi natury ogólnej oraz szczegółowej.

Do uwag natury ogólnej zaliczam:

- Wyniki badań eksperymentalnych nie zostały poddane dokładnej analizie statystycznej, którą stosuje się przy ocenie porównawczej algorytmów. Wytyczne związane z analizą statystyczną wyników można odnaleźć w większości podręczników poświęconych uczeniu maszynowemu, czy też w powszechnie wykorzystywanym przewodniku zawartym w pracy Demsar J.(2006) Statistical Comparisons of Classifiers over Multiple Data Sets, *Journal of Machine Learning Research*, 7(Jan):1-30
- Nie podano także dokładnego protokołu eksperymentalnego - warunki w jakich przeprowadzono eksperyment nie zostały dokładnie omówione. Obecnie w celu weryfikacji badań autorzy udostępniają możliwość wykorzystania opracowanego przez nich oprogramowania. Powyższe warunki są zgodne z podejściem zwanym *replicable research*.
- W pracy zabrakło dyskusji dotyczącej jakości oprogramowania wykorzystywanego w badaniach eksperymentalnych - większość badań została wykonana przy założeniu, że implementacja algorytmów jest idealna i na takiej przesłance oparto testy wydajnościowe proponowanych metod.
- Rozumiem podejście bazujące na symulacji komputerowej, ale doktorant powinien skomentować, dlaczego tych zależności związanych z wydajnością algorytmów (głównie w zakresie skalowalności rozwiązania) nie jest w stanie uzyskać na drodze analitycznej.
- Doktorant w podsumowaniu rozprawy określił jeden potencjalny kierunek dalszych badań. Brakuje mi tu jednak szerszej dyskusji na temat pomysłów, głównie związanych z przeszukiwaniem drzew. W wielu wypadkach zadań optymalizacji całkowitoliczbowej metoda podziału i oszacowań jest traktowana jako metoda referencyjna dla innych algorytmów heurystycznych. gdyż z jednej strony gwarantuje rozwiązanie optymalne, ale działa w tzw. czasie wykładniczym. Czy w przedstawionym zadaniu doktorant nie rozważał zastosowania innych heurystyk, jak choćby opartych na algorytmach ewolucyjnych, które mogą silnie zredukować czas znajdowania rozwiązania, a przy tym nie pogarszać

znacznie znalezione rozwiązanie. Być może takie podejście nadal byłoby akceptowane z punktu widzenia zastosowań.

Do uwag szczegółowych zaliczam:

- Brak numeracji rozdziału "Wprowadzenie".
- Umieszczenie spisu oznaczeń w rozdziale nr, 1 zamiast na początku rozprawy.
- Jak wspomniano, niepotrzebnie zamieszczono spisy tablic, rysunków i algorytmów, które są zbędne. Przydatnym byłoby za to zamieszczenie indeksu rzeczowego.
- Miejscami doktorant ma tendencje do komplikowania zapisu, jak choćby informacja, że w algorytmach prawdopodobieństwo zostanie zastąpione częstością (s.12), co jest poprawne, ale powinno to być umieszczone przy opisie algorytmu.
- Dostrzeżono błędy interpunkcyjne (głównie w zakresie zdań wtrąconych), a także drobne uchybienia redakcyjne, które jednak w żaden sposób nie wpływają na czytelność rozprawy i jednoznacznie pozytywny odbiór pracy.

Konkluzja

Doktorant wykazał się w recenzowanej rozprawie właściwie stosowanym i zaawansowanym aparatem matematycznym oraz bardzo dobrą znajomością aktualnej problematyki związanej z projektowaniem algorytmów na potrzeby wizji komputerowej. Zostało to poparte dobrymi studiami literaturowymi obejmującymi aktualne piśmiennictwo związane z problematyką rozprawy, głównie w zakresie rozważanej problematyki detekcji z wykorzystaniem kaskad klasyfikatorów. Świadczy to o bogatej wiedzy doktoranta z tego zakresu. Dla wspomnianych problemów doktorant sformułował szereg ciekawych i użytecznych metod oraz obserwacji.

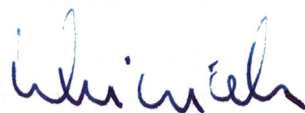
Recenzowana dysertacja przedstawia rozwiązanie ważnego i oryginalnego problemu, wzbogacając naszą wiedzę dotyczącą wizji komputerowej, szczególnie w zakresie detekcji obiektów, a zawarte w niej wyniki badań eksperymentalnych wskazują również na możliwość wykorzystania otrzymanych metod w praktyce, co zostało potwierdzone wynikami badań eksperymentalnych. Przedstawione w punkcie 4 recenzji uwagi o charakterze ogólnym mają w większości charakter dyskusyjny oraz uzupełniający i nie wpływają

na pozytywne wrażenie o przedłożonej rozprawie, a ich zamieszczenie może być przydatne dla doktoranta w przypadku szerszego publikowania wyników rozprawy, bądź poszukiwania możliwości rozwoju swoich metod.

Zgodnie z zapisami Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Art. 187.1) ocenie podlega, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, a także czy przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że praca mgr inż. Dariusza SYCHELA pt. *„Uczenie kaskady klasyfikatorów w celu redukcji oczekiwanej liczby wyznaczanych cech w zadaniach detekcji obiektów na obrazach”* spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w świetle stosownej ustawy o tytułach i stopniach naukowych. Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie mgr inż. Dariusza SYCHELA do publicznej obrony.

Michał Woźniak



UCHWAŁA NR 232
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 29 listopada 2021 r.

w sprawie nadania mgr. inż. Dariuszowi Sychelowi
stopnia doktora

Na podstawie art. 179 ust. 1 i 3 pkt 2b ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669, z późn. zm.) w związku z art. 14 ust. 2 pkt 5 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789, z późn. zm.) uchwala się, co następuje:

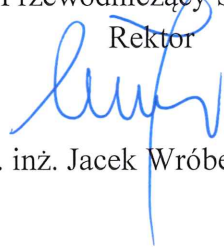
§ 1.

Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie nadaje mgr. inż. Dariuszowi Sychelowi stopień doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu
Rektor


dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT

UCHWAŁA NR 233
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 29 listopada 2021 r.

w sprawie wyróżnienia rozprawy doktorskiej dr. inż. Dariusza Sychela

Na podstawie art. 179 ust. 1 i 3 pkt 2b ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669, z późn. zm.) w związku z § 3 pkt 4 i § 21 rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 maja 2019 r. w sprawie kryteriów i trybu przyznawania nagród Prezesa Rady Ministrów oraz wzoru wniosku o ich przyznanie (Dz. U. poz. 976) oraz z § 11a ust. 3a uchwały nr 113 Senatu ZUT z dnia 23 września 2019 r. w sprawie określenia sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie (z późn. zm.) uchwała się, co następuje:

§ 1.

Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie wyróżnia rozprawę doktorską dr. inż. Dariusza Sychela, pt. „Uczenie kaskady klasyfikatorów w celu redukcji oczekiwanej liczby wyznaczanych cech w zadaniach detekcji obiektów na obrazach”.

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu

Rektor

dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT