

mpT. RDITT  
26.04.2023

Szczecin, 10 kwietnia 2023 r.

dr hab. inż. Jarosław Jankowski, prof. ZUT  
Katedra Inżynierii Systemów Informatycznych  
Wydział Informatyki  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Łukasza Pawlika  
pt. " Metody zwiększenia skuteczności wirtualnych konsultantów poprzez minimalizację niepoprawnie  
rozpoznawanych intencji z wypowiedzi klientów"

napisanej pod kierunkiem naukowym dr. hab. inż. Romana Stanisława Deniziaka, prof. PŚk

Kandydat uzyskał stopień magistra w 2002 roku na Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki w specjalności Informatyka Techniczna. Studia zostały ukończone z wynikiem celującym, który uplasował Kandydata w grupie 5% najlepszych studentów.

Aktualnie jest zatrudniony w firmie Altar Sp. z o.o. na stanowisku Lidera Technicznego Badań i Rozwoju. W okresie zatrudnienia od roku 2000 pracował na stanowisku Programisty, Kierownika Badań i Rozwoju, Dyrektora ds. Produkcji Oprogramowania. Realizowane projekty obejmowały między innymi oprogramowanie klasy Contact Center, system Enterprise Content Management, systemy zarządzania przepływem pracy. Wcześniejsze zatrudnienie obejmowało w latach 2004-2005 EPRD pracę w Biurze Polityki Gospodarczej i Rozwoju Regionalnego Sp. z o.o. oraz realizację kursów dla osób pracujących. Doktorant systematycznie podnosi kwalifikacje zawodowe i uczestniczył w 18 szkoleniach, w tym „Machine Learning using in NLP”.

W latach 2004-2005 realizował w Akademii Świętokrzyskiej im. Jana Kochanowskiego na kierunku Informatyka zajęcia laboratoryjne na studiach zaocznych na I, II i III roku z przedmiotów: Wstęp do informatyki, Wstęp do programowania, Algorytmy i struktury danych, Programowanie obiektowe oraz Techniki kompilacji.

Podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora w aktualnym postępowaniu stanowi rozprawa doktorska pod tytułem „Metody zwiększenia skuteczności wirtualnych konsultantów poprzez minimalizację niepoprawnie rozpoznawanych intencji z wypowiedzi klientów” zgodnie z warunkami określonymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.).

Tematyka rozprawy nawiązuje do obszarów powiązanych z rozpoznawaniem mowy, przetwarzaniem języka naturalnego, szczególnie w kontekście ich zastosowania w systemach automatyzacji komunikacji z klientami. W ostatnich latach firmy intensywnie automatyzują procesy komunikacji i zastępują konsultantów rzeczywistych systemami informatycznymi wspierającymi kontakty na różnych etapach procesu obsługi. Zastosowania systemów tego typu dotyczą działań marketingowych, sprzedażowych, systemów informacyjnych, wsparcia technicznego oraz systemów do prowadzenia badań czy ankietyzacji. Systemy tego typu integrują zaawansowane rozwiązania informatyczne powiązane z rozpoznawaniem mowy, mechanizmami rozumienia języka naturalnego, a także intencji. Dokładność systemów jest zależna od wykorzystywanych modeli językowych z uwagi na istotną rolę korpusów



językowych w przetwarzaniu danych. W tym kontekście problematyka rozprawy jest aktualna i jej zakres nawiązuje do obszaru, w którym zidentyfikowano szereg wyzwań badawczych.

### **Ocena układu rozprawy doktorskiej**

Przedstawiona rozprawa składa się z ośmiu rozdziałów z uwzględnieniem Wstępu i Podsumowania. W Rozdziale 2 przedstawiono przegląd aktualnych rozwiązań w zakresie wirtualnych konsultantów. Omówiono kontekst zastosowań wirtualnych konsultantów oraz architektury dostępnych rozwiązań, systemy automatycznego rozpoznawania mowy oraz platformy wykorzystujące mechanizmy AI oraz ML. Przegląd literatury stanowił podstawę do określenia celu i tezy pracy w Rozdziale 3. W Rozdziale 4 przedstawiono formalny model wirtualnego konsultanta. W Rozdziale 5 skoncentrowano się na poprawie jakości transkrypcji, co ma na celu zwiększenie skuteczności rozpoznawania intencji. Przedstawiono metodologię badań, zaproponowano metodę poprawy jakości transkrypcji z uwzględnieniem modułów pre-processingu i post-processingu zorientowaną na poprawę jakości transkrypcji. Przedstawiono również wyniki eksperymentów powiązanych z opracowaną metodą w zakresie modułu pre-processingu i post-processingu oraz poprawy jakości transkrypcji. W Rozdziale 6 odniesiono się do wpływu emocji na rozpoznawanie intencji. Przedstawiono metodologię badań, zaproponowaną metodę rozpoznawania intencji z uwzględnieniem reprezentacji emocji i wskazaniem procedury uczenia bota oraz elementami procesu działania bota dedykowanego do rozpoznawania intencji. W Rozdziale 7 przedstawiono założenia systemu zwiększającego skuteczność wirtualnego konsultanta. Omówiono w nim moduł przygotowywania danych uczących i testujących, moduł transkrypcji rozmów głosowych moduł rozpoznawania emocji, moduł uczenia modelu NLU, moduł rozpoznawania ukrytych intencji. Przedstawiono również wyniki eksperymentów powiązanych z badaniem wpływu metody poprawy jakości transkrypcji na wybór akcji bota. Rozdział 8 obejmuje podsumowanie i wnioski. Układ pracy jest prawidłowy. Odzwierciedla w logiczny sposób ciąg działań wymaganych do realizacji zakładanego rozwiązania, poczynając od studiów literaturowych, sformułowanie celu i tezy, poprzez formalizację, opracowanie środowisk prototypowych, przeprowadzenie badań, aż po struktury końcowego systemu.

### **Ocena piśmiennictwa**

W pracy dokonano przeglądu literatury aktualnych rozwiązań wirtualnych konsultantów i ich podstaw metodycznych. Przegląd literatury obejmuje 107 pozycji. Wskazano na dynamiczny rozwój tych systemów powiązanych z uwarunkowaniami epidemiologicznymi i ograniczanie rzeczywistych kontaktów. Określono charakterystyki z podziałem na boty tekstowe i działające z udziałem przekazu audio. W przeglądzie wskazano na kluczowe zastosowania metod sztucznej inteligencji z uwzględnieniem uczenia maszynowego i metod przetwarzania języka naturalnego NLP. Charakterystyka danych wpływa również na potrzebę wykorzystania technik przetwarzania danych powiązanych z Big Data. Odniesiono się do prac wskazujących na możliwości zastępowania systemów IVR chat botami. W systemach IVR klienci często wybierają błędną ścieżkę, a włączenie rzeczywistego konsultanta i tak sprowadza się do kierowania do odpowiednich specjalistów. Konsultanci oparci na technologiach głosowych dają większą naturalność połączeń i zwiększają płynność komunikacji. Komunikacja głosowa zastępuje wybieranie opcji systemu. W przeglądzie przedstawiono również architektury wirtualnych konsultantów i wykorzystywanych komponentów. W dalszej części omówiono podstawy algorytmiczne systemów tego typu związane z automatycznym rozpoznawaniem mowy, ich dokładnością, analizowanymi parametrami sygnałów. Zidentyfikowano również podstawowe kryteria oceny jakości rozwiązań powiązane z poziomem wsparcia modelu języka, mechanizmami tworzenia modeli sygnału dźwiękowego. Na tle przedstawionych rozwiązań Autor zidentyfikował luki badawcze i problemy związane z zastosowaniem metod dla języka polskiego oraz nadal otwartą problematykę powiązania emocji oraz rozpoznawania intencji. Przegląd literatury uwzględnił kluczowe pozycje



powiązane z problematyką rozprawy. Powołano się w nim na publikacje z wiodących czasopism i uznanych konferencji międzynarodowych. W przeglądzie znalazły publikacje wydane w latach wcześniejszych, których aktualność może być wątpliwa w dynamicznej dyscyplinie, przykładowo pozycja pierwsza (2012), piąta (2009) i szesnasta (2013). Pozycja 97 nie stanowi prawidłowego odwołania bibliograficznego.

### **Wskazanie i ocena celu**

Postawiona w pracy teza zakłada, że możliwa jest poprawa skuteczności wirtualnych konsultantów w Contact Center poprzez minimalizację niepoprawnie rozpoznawanych wypowiedzi klientów z zastosowaniem pre-processingu i post-processingu danych systemu oraz poprzez rozpoznawanie ukrytych intencji klientów na podstawie emocji zawartych w ich wypowiedziach. Tezy są dosyć ogólne, nie odnoszą się do szczegółowych rozwiązań, ich parametrów technicznych oraz miar efektywności. Teza odnosi ogólnie się do zidentyfikowanych problemów i globalnych założeń rozprawy. Mogła być uszczegółowiona z wskazaniem rozpatrywanych w pracy miar skuteczności agentów, z uwagi na różne cele systemów tego typu. Można było również doprecyzować zakres stosowanego pre- i post-processingu, ponieważ w systemach tego typu stosowane są różne formy wstępnego przetwarzania danych, filtracji, które można uznać za pre-processing.

W pracy zidentyfikowano cztery cele cząstkowe. Pierwszy z nich odnosi się do opracowania nowej metody poprawy jakości transkrypcji automatycznej do rozmów. Cel drugi zakłada opracowanie nowej metody rozpoznawania ukrytych intencji na podstawie emocji. Cel trzeci obejmuje budowę kompleksowego systemu zwiększającego skuteczność botów i chat-botów. Czwarty cel zakłada ocenę skuteczności opracowanych metod poprzez realizację badań eksperymentalnych z wykorzystaniem rzeczywistych rozmów.

W pracy przyjęto do realizacji szerokie cele i założenia powiązane nie tylko z opracowaniem metod ale opracowaniem kompleksowego systemu. Alternatywnym podejściem mogło być skoncentrowanie się na klasach metod i szczegółowych algorytmach pre- i post-processingu. Realizacja rozprawy doktorskiej z obszaru informatyki nie wymaga realizacji kompleksowego systemu. Część działań w ramach pracy było powiązanych z inżynierią realizacji systemu, w ich miejsce można było skoncentrować się na kluczowym dla rozprawy doktorskiej rozwiązaniem problemu naukowego, precyzyjnie określonego i zdefiniowanego. Dałoby to więcej przestrzeni na prowadzenie badań eksperymentów i ich formalizacji.

### **Ocena części rozprawy dotyczącej omówienia wyników badań**

Główne wyniki pracy zostały przedstawione w Rozdziałach 5-8. Celem Rozdziału 5 było przedstawienie autorskiego podejścia zorientowanego na poprawę jakości transkrypcji, szczególnie dla sytuacji w których obserwowane jest niska jakość rejestrowanych rozmów. Poprawa jakości transkrypcji przekłada się na zwiększone możliwości rozpoznawania intencji. Autor rozpatruje swoje rozwiązania nie przez pryzmat nowych algorytmów i metod, tylko poprzez wprowadzenie alternatywnych metod pre-processingu i post-processingu dla metod już istniejących. W badaniach wykorzystano zobiiektywizowane metryki oceny jakości. Wykazano, że poprawa jakości transkrypcji przekłada się bezpośrednio na dokładność odwzorowywania fraz. W pracy przyjęto wykorzystanie istniejących systemów ASR, których jakość jest zadowalająca dla rozmów o wysokiej jakości, natomiast nie są rozwiązane problemy sygnałów o niższej jakości, co stanowi problem w rzeczywistych systemach. Proces badawczy dla metod pre-processingu zorientowany był na określenie wpływu rozdzielania kanałów dla poszczególnych rozmówców, dołączania systemów, korekty sygnału z uwzględnieniem redukcji szumów. Dla metod post-processingu określono możliwość korekty tekstu, normalizacji, rozwiązanie problemu podobnie brzmiących słów, identyfikacji wyrazów nie uwzględnionych w korpusie języka polskiego.



Dla potrzeb realizacji badań wykorzystano bazę nagrań dźwiękowych 1054 rzeczywistych rozmów. Zbiór nagrań podzielono na nagrania walidacyjne oraz na nagrania wykorzystywane do opracowania metod transkrypcji. Nie wskazano podstawy podziału w proporcji 300/754 ani potencjalnego wpływu podziału na jakość docelowych rozwiązań. Nie wskazano również podstawy do określenia czasu nagrań powyżej 3 minut. Długość czasu nagrań może być zależna od sektora wykorzystania przedstawionej metody i może mieć wpływ na efektywność metod.

Dla potrzeb realizacji badań skonfigurowano środowisko badawcze, które integruje poszczególne elementy systemu oraz automatyzuje proces przetwarzania danych. W rozwiązaniu uwzględniono algorytmy usprawniające proces transkrypcji, zintegrowano wybrane systemy ASR, opracowano algorytmy do porównania transkrypcji referencyjnych i transkrypcji automatycznych. Opracowano również algorytmy do wyznaczania jakości transkrypcji. Podstawą do oceny jakości automatycznej transkrypcji były dane referencyjne. Metoda poprawy jakości transkrypcji bazuje na rozdzieleniu kanałów klienta oraz agenta, włączeniu mechanizmów douczania, korekcji sygnału dźwiękowego. W ramach post-processingu uwzględniano moduł korekty tekstu, identyfikację podobnie brzmiących słów, włączono do badań moduł lematyzacji. Kluczowe dla celu rozprawy rozwiązanie poprawy jakości transkrypcji rozpatrywano z podziałem na kanał głosowy i kanał tekstowy. Ocena efektywności opracowanych rozwiązań wskazuje na możliwość zwiększania dokładności rozpoznawania intencji od 1.15% do 27.94% dla platformy Dialogflow oraz 2.11% do 13.58% dla platformy Rasa, co potwierdza skuteczność przyjętych rozwiązań.

W Rozdziale 6 przedstawiono etap badań nawiązujący do drugiego komponentu tezy. Analizowano w nim wpływ emocji na rozpoznawanie intencji. Wykorzystano początkową bazę 1054 nagrań, którą rozszerzono o 545 rozmów realizowanych z udziałem czatu. Wskazano, że największy wpływ dla komunikacji na linii klient-agent mają emocje podstawowe takie jak radość, smutek, strach oraz stan neutralny. Badania wykazały, że przekaz emocjonalny ma istotny wpływ na intencje i rozmowy. Brak uwzględnienia wydźwięku emocjonalnego może prowadzić do błędnej identyfikacji intencji. Włączenie mechanizmów rozpoznawania emocji daje możliwość odrębnego traktowania emocji z przekazem pozytywnym i negatywnym. Możliwe było zwiększenie efektywności o 26.42%, 29.85% i 8.96% dla różnych typów nagrań. Różnicowanie efektywności uzyskano również dla rozmów tekstowych. Przykładowo dla intencji „Odzyskiwanie hasła” uzyskano poprawę wyboru akcji na poziomie 25%. Warunkowanie emocjami występowało również dla intencji „Problemy z aplikacją”. Uzyskano znaczącą poprawę na poziomie 19.18%.

Dla obydwu podejść istotna była dokładność rozpoznawania emocji. Autor wskazuje, że w naturalnej komunikacji rozpoznawanie intencji w powiązaniu z emocjami jest naturalnym elementem, komunikacyjnym. Zwiększanie dokładności systemów ma na celu zbliżenie mechanizmów algorytmicznych do naturalnych procesów komunikacyjnych. Integracja elementów analitycznych powiązanych z treścią wypowiedzi emocji reprezentowanych w głosie oraz w danych tekstowych prowadzi do najlepszych wyników. Odpowiedź kierowaną do klienta można powiązać z przekazem emocjonalnym. Autorskie rozwiązanie przedstawione w Rozprawie obejmuje reprezentację emocji poprzez encje i zbiór zasad do budowy reguł. Są to rozwiązania uniwersalne dla platform komunikacyjnych niezależne od zastosowanej metody, co daje możliwość ich wdrożenia dla różnych systemów, narzędzi i technik.

Ostatni etap prowadzonych prac obejmował integrację metod rozpoznawania ukrytych intencji w powiązaniu z poprawą jakości transkrypcji w postaci kompletnego systemu. Opracowane środowisko odzwierciedla poszczególne etapy przetwarzania danych, łącznie z wstępnym przygotowaniem danych, transkrypcją rozmów głosowych. W module uczenia reprezentowany jest proces importu oraz przetwarzania danych uczących. Wynikiem jest model NLU, który stanowi zasilanie dla platformy. Model



ten jest kluczowy dla rozpoznawania intencji. Kolejny moduł odpowiedzialny jest za rozpoznawanie ukrytych intencji i obejmuje proces wyboru akcji bota.

Wyniki uzyskane podczas realizowanych prac stanowią dowód dla stawianej tezy, że możliwa jest poprawa skuteczności wirtualnych konsultantów z zastosowaniem pre-processingu i post-processingu, co zapewni minimalizację niepoprawnie rozpoznawanych wypowiedzi klientów. Wykazano również, że poprawa efektywności rozwiązań jest możliwa poprzez rozpoznawanie ukrytych intencji klientów na podstawie emocji zawartych w ich wypowiedziach. Zakres zrealizowanych prac odpowiada stawianym w rozprawie celom cząstkowym.

### **Ocena dorobku naukowego**

Główny dorobek naukowy Kandydata stanowią trzy artykuły opublikowane w czasopismach z Impact Factorem, uwzględnione w wykazie MNiSW dla dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Dwa z nich opublikowano w czasopiśmie IEEE Access (100 pkt. MNiSW). Publikacje te nawiązują do tematyki rozprawy doktorskiej. W pierwszej z nich, realizowanej w zespole dwuosobowym p.t. „Influence of the Contact Center Systems Development on Key Performance Indicators” Doktorant jest drugim autorem z wskazanym udziałem 40%. Wkład Kandydata obejmował min. przegląd literatury, przetwarzanie danych. W drugiej publikacji p.t. „Call Transcription Methodology for Contact Center Systems” przy współudziale trzech autorów Doktorant jest drugim Autorem z potwierdzonym udziałem 40%. Brał udział w opracowaniu koncepcji, metodologii, prowadzeniu badań i analizie wyników. Trzecia publikacja p.t. „A Method for Improving Bot Effectiveness by Recognising Implicit Customer Intent in Contact Centre Conversations” na etapie składania wniosku była nadal w realizacji, praca jest już opublikowana i została uwzględniona w ocenie dorobku. Została zrealizowana w składzie czteroosobowym, Kandydat jest pierwszym autorem. Nie wskazano udziału procentowego i zakresu realizowanych prac.

Kandydat brał udział w konferencjach tematycznych, na których prezentował m.in. zagadnienia powiązane z tematyką rozprawy. Były to głównie konferencje krajowe, wykazano jedno wystąpienie anglojęzyczne zrealizowane zdalnie w ramach CEEPUS 2021 Summer School “Internet of Things – Challenges, Applications, Trends”. Wykazane konferencje nie występują na liście konferencji punktowanych w rankingu CORE.

W dorobku Kandydata nie wykazano publikacji w recenzowanych materiałach z międzynarodowych konferencji naukowych, monografii naukowych wydanych przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w ministerialnym wykazie wydawnictw.

Wskaźniki bibliometryczne obejmują cytowania przedstawionych w dorobku artykułów. Dla publikacji p.t. „Influence of the contact center systems development on key performance indicators” w Google Scholar zarejestrowano - 5 cytowań (bez autocytowań), dla publikacji „Call Transcription Methodology for Contact Center Systems” 3 cytowania bez uwzględnienia autocytowań oraz 3 (bez uwzględnienia autocytowań) dla publikacji p.t. „A Method for Improving Bot Effectiveness by Recognising Implicit Customer Intent in Contact Centre Conversations”. Prace te zostały opublikowane stosunkowo niedawno. Liczba cytowań wskazuje na ich zauważalność w środowisku. Na podkreślenie zasługuje publikacja w czasopiśmie tematycznym Speech Communication (140 pkt. MNiSW), po potwierdzeniu uznania wyników w środowiskach naukowych powiązanych z tematyką rozprawy.

Całościowy dorobek naukowy Kandydata, szczególnie ten realizowanych w ostatnich latach uważam za wystarczający, zgodny z oczekiwaniami względem Kandydatów do stopnia doktora w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Wskaźniki bibliometryczne Doktoranta uznają za



wystarczające, tym bardziej że dopiero w ostatnich 2 latach publikacje czasopismowe zaistniały w środowiskach międzynarodowych.

### **Aktywność projektowa**

Na podkreślenie zasługuje aktywność projektowa Doktoranta i udział w realizacji projektu powiązanego między innymi z tematyką Contact Center. Aktualnie Doktorant uczestniczy w projekcie „EMOTICA AI – Inteligentny System Contact Center, POIR.04.01.04-00-0079/19 współfinansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój. Projekt jest realizowany z wykorzystaniem technologii Google Dialogflow, Rasa, Tensorflow, Microsoft Speech-to-Text, Google Speech-to-Text, SpringBoot, Angular, RabbitMQ, Redis, PostgreSQL, Oracle. Doktorant nie wskazał we wniosku zakresu realizowanych prac w projekcie ani na ile szczegółowe rozwiązania powiązane są z zakresem rozprawy doktorskich i czy uzyskane wyniki mają również udział w praktycznych efektach projektu.

### **Ocena przedstawionego dorobku pod kątem wkładu w dyscyplinę**

Przedstawiona rozprawa wnosi wkład w dyscyplinę informatyka w kilku obszarach. Podstawę metodyczną rozpatrywanych systemów stanowią metody sztucznej inteligencji stosowane do realizacji warstwy analitycznej i przetwarzania danych, w szczególności prowadzenia rozmów i obsługi klienta w czasie rzeczywistym. Duża liczba dostępnych algorytmów, bibliotek programistycznych i gotowych rozwiązań skłoniła Autora do opracowania metod zwiększania ich efektywności, która mogą być integrowane z różnymi rozwiązaniami analitycznymi. Jest to ciekawe podejście dla obszaru, dla którego opracowanie kolejnych algorytmów przy ich dostępności i efektywności może mieć mniejsze uzasadnienie niż meta-metoda, która ułatwi ich integrację i zwiększa efektywność.

W ramach pracy opracowano nowe metody poprawiające jakość automatycznej transkrypcji oraz rozpoznające ukryte intencje, uwzględniające emocje zawarte w rejestrowanych wypowiedziach. Metoda poprawy jakości automatycznej transkrypcji minimalizuje liczbę błędnie rozpoznanych fraz poprzez pre-processing i post-processing danych ASR. Natomiast metoda rozpoznawania ukrytych intencji minimalizuje liczbę błędnych akcji wykonywanych przez bota dla rozpoznanych intencji poprzez zastosowanie reguł wnioskowania na podstawie emocji rozpoznanych w wypowiedziach klientów.

Eksperymenty z wykorzystaniem opracowanych metod zostały przeprowadzone na rzeczywistych rozmowach głosowych i tekstowych. Eksperymenty potwierdziły skuteczność proponowanych metod.

Opracowany system integruje metody zwiększania jakości automatycznej transkrypcji i rozpoznania ukrytych intencji. Przeprowadzone badania wykazały poprawę efektywności stosowanych metod i stanowią oryginalny wkład w dyscyplinę informatyka techniczna i telekomunikacja w zakresie przetwarzania języka naturalnego i przetwarzania sygnałów.

### **Pytania dodatkowe**

Poza uwagami powiązаныmi z poszczególnymi elementami recenzji nasuwają się pytania o charakterze ogólniejszym: Czy proponowane rozwiązania udało się wdrożyć do praktyki przemysłowej? Jakie konferencje o charakterze międzynarodowym wykazane na liście MNiSW zgodnie z rankingiem co najmniej Core A Doktorant by wskazał jako cel publikacyjny. Jaką rolę zdaniem Doktoranta mogą spełniać rozwiązania typu ChatGPT, czy stanowią one nową jakość w komunikacji, czy zastąpią rozpatrywane systemy, czy je uzupełnią? Czy rozpatrywano realizację Rozprawy w trybie prac doktorskich o charakterze wdrożeniowym i ewentualnie czemu takiej ścieżki nie podjęto. Do wniosku nie dołączono oświadczenia o wkładzie Autora do publikacji „A Method for Improving Bot Effectiveness by Recognising Implicit Customer Intent in Contact Centre Conversations”. Wnioskuje o uzupełnienie.

## Podsumowanie

Realizacja badań umożliwiła Autorowi pozyskanie kompetencji, umiejętności i wiedzy w zakresie rozwiązywania złożonych problemów analitycznych. Autor cechuje się dużą wnikliwością i dokładnością w rozpatrywaniu poszczególnych zagadnień. Złożoność rozpatrywanych procesów przetwarzania wymagała podejmowania szeregu decyzji związanych z wykorzystaniem narzędzi analitycznych, doбором metodyki badań, a także określania dalszego ich kierunku po uzyskaniu określonych wyników na kolejnych etapach. Dla poszczególnych celów badawczych Autor przeprowadził wnikliwą analizę uzyskanych wyników i wyjaśnił uzyskane efekty.

Autor wykazał się dobrym warsztatem badawczym. Umiejętnie integruje narzędzia przetwarzania danych, metody analityczne. Przeprowadzone badania miały charakter kompleksowy i potwierdzają umiejętność realizacji przez Autora złożonych badań naukowych. Realizacja badań w zespole i udział w projektach badawczych stanowi o dobrym przygotowaniu do dalszej pracy naukowej. Ponadto, jakość, zarówno procesu badawczego, treści merytorycznych jak i uzyskanych wyników potwierdzają publikacje Autora.

Przedstawiona rozprawa nawiązuje do aktywności zawodowej Doktoranta w obszarze Contact Center. Doktorant posiada kompetencje zarówno z punktu widzenia praktyki oraz wyzwań naukowych i umiejętnie je integruje. Badania mają charakter wieloaspektowy i udało się w nich powiązać aspekty teoretyczne z potrzebami przemysłu. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w dyscyplinie naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja i potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Uzyskane wyniki stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i stanowią wkład w dyscyplinę informatyka techniczna i telekomunikacja.

Niniejszym stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Łukasza Pawlika pod tytułem „Metody zwiększenia skuteczności wirtualnych konsultantów poprzez minimalizację niepoprawnie rozpoznawanych intencji z wypowiedzi klientów” spełnia warunki określonymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie do publicznej obrony.

**dr hab. inż. Jarosław Jankowski, prof. ZUT**

