

Podsumowanie konsultacji opisu kwalifikacji

Nr 4 Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego

Przeprowadzonych w ramach umowy nr 53/2020 z 28.02.2020

Część 1. Analiza kwalifikacji – tabela szczegółowa

Lp.	Wybrane pole wniosku	Zapis budzący wątpliwość wraz z propozycją zmiany (recenzenci)	Uwaga – uzasadnienie (recenzenci)	Odniesienie się do uwag (zespół ekspercki)
1.	Nazwa kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 Budowa architektury modeli uczenia maszynowego	Zgodnie z instrukcją nazwa powinna być oparta o rzeczownik odczasownikowy. Nazwę kwalifikacji lepiej zastąpić określeniem „Projektowanie/Budowanie modeli uczenia maszynowego” Skrót nazwy ‘Architekt ML’ zawiera skrót nazwy angielskiej ‘machine learning’ co źle	Ze względu na dokumentację zamówienia proponujemy pozostanie przy pierwotnej nazwie, jednak podmiot składający wniosek o wpisanie kwalifikacji do rejestru może uznać za stosowane zmianę nazwy na: „Projektowanie/Budowanie modeli uczenia maszynowego”. Uwaga nie została uwzględniona.

			wygląda (mieszanie dwóch języków w krótkim zdaniu). Architekt modeli UM jest może rzadziej używanym określeniem, ale przynajmniej w jednym języku.	Odnosnie do nazw angielskich – postulujemy pozostanie przy tej wersji. Dominującym językiem dla dziedziny jest język angielski. Wprowadzenie polskich odpowiedników mogłoby wprowadzić nieporozumienia związane z ich interpretacją. Uwaga nie została uwzględniona.
2	Krótką charakterystyką kwalifikacji oraz koszt uzyskania dokumentu potwierdzającego otrzymanie kwalifikacji danej	Recenzent 1 Wielokrotnie pada nazwa uczenie maszynowe i skrót „ML”. W dyskusji przedstawionej w punkcie „Inne uwagi” tej recenzji, zwróciłem uwagę, że uczenie maszynowe obejmuje też pojęcie głębokiego uczenia maszynowego. Jako zmianę proponuję: a. Dodanie informacji, że kwalifikacja ta nie obejmuje głębokiego uczenia maszynowego, w przypadku pozostawienia osobnej kwalifikacji dotyczącej budowania architektury modeli głębokiego uczenia maszynowego b. Pozostawienie w tym		<u>Propozycja recenzenta</u> „Omawia z interesariuszami cele biznesowe lub naukowe i inne czynniki rzutujące na sposób rozwiązania problemu, odczytuje zamówioną specyfikację systemu, cele działania systemu, określa efekty działania systemu” – jest warta wprowadzenia. Uwaga uwzględniona, proponowane zdanie wprowadzono do „Syntetycznej charakterystyki efektów uczenia się”. Nie zgadzamy się z subiektywną oceną recenzenta dotyczącą kosztów kwalifikacji i liczby godzin. Koszt uzyskania certyfikatu został

		brzmieniu, w przypadku usunięcia kwalifikacji dotyczącej budowania architektury modeli głębokiego uczenia maszynowego, oraz doprecyzowanie, że pojęcie ML obejmuje też głębokie uczenie maszynowe. Dodatkowo w opisie jest zdefiniowane, że osoba posiadająca kwalifikację odczytuje zamówioną specyfikację systemu, zupełnie pomijając wcześniejszy etap specyfikowania celów biznesowych i ograniczeń przeprowadzany najczęściej z interesariuszem (np. klientem). Proponuję zmianę: „Omawia z interesariuszami cele biznesowe lub naukowe i inne czynniki rzutujące na sposób rozwiązania problemu, odczytuje zamówioną specyfikację systemu, cele działania systemu, określa efekty działania systemu.” Kwota 4500 zł w żaden sposób nie jest uzasadniona. Nie wiadomo z czego wynika. Trudno się zatem do tej kwoty merytorycznie odnieść. Podobnie jest w przypadku orientacyjnego nakładu pracy. Liczba godzin nie jest w żaden sposób		zaproponowany w oparciu o następujące kategorie: wynagrodzenie członków komisji projektującej walidację, wynagrodzenie członków komisji walidacyjnej, koszt wynajmu pomieszczeń itd. Jest to orientacyjny koszt uzyskania kwalifikacji i może się zmieniać. Orientacyjny nakład pracy szacowany był w oparciu o studia podyplomowe. Natomiast rzeczywisty czas zależy od indywidualnych możliwości osoby przystępującej do walidacji. Uwagi nieuwzględnione.
--	--	---	--	---

		uzasadniona. Co więcej, wydaje się ona za niska. Nigdy nie przyjąłbym do zespołu Architekta ML, który spędził tylko 450 godzin, aby dojść do tej pozycji, a wcześniej był informatykiem, nie pracującym w dziedzinie Uczenia Maszynowego.		
	Recenzent 2 Koszt 4500zł	Brak uzasadnienia skąd ten koszt. Obecny opis to 1100 znaków, więc jest jeszcze miejsce by opisać: - czy sam architekt jest w stanie zbudować system z modelami ML czy potrzebuje współpracy z innymi rolami, np. programisty modeli. A jeżeli potrzebuje współpracy to z iloma i jakimi rolami, jak wygląda podział odpowiedzialności. - na jakim poziomie w firmie operuje architekt, czy	Koszt uzyskania certyfikatu został zaproponowany w oparciu o następujące kategorie: wynagrodzenie członków komisji projektującej walidację, wynagrodzenie członków komisji walidacyjnej, koszt wynajmu pomieszczeń itd. Jest to orientacyjny koszt uzyskania kwalifikacji i może się zmieniać. Uwaga nieuwzględniona. <u>Proponowane dodatkowe zapisy są mocno powiązane z rodzajem realizowanego zamówienia w firmie softwarowej bądź z modelem działania firmy. Nie wprowadzaliśmy tych modyfikacji.</u> Uwaga nieuwzględniona.	

			raportuje do zarządu, czy ma bezpośredni kontakt z klientem, - czy architekt jest/może być managerem czy pracuje indywidualnie, - jakie umiejętności techniczne powinny mieć osoby zainteresowane rolą architekta ML, jakie umiejętności miękkie powinny mieć osoby zainteresowane rolą architekta ML (jeżeli potrzebny jest kontakt z klientami).	
3.	Grupy osób, które mogą być zainteresowane uzyskaniem kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 pracownicy dużych firm technologicznych	Czy pracownicy małych firm technologicznych nie będą zainteresowani? Ogólnie to warto zaznaczyć czy jest to kwalifikacja dla osób na początku kariery (role juniorskie) czy raczej jest to kwalifikacja specjalistyczna	Oczywiście również oni mogą być zainteresowani. To pole nie stanowi wyczerpującego katalogu osób zainteresowanych. Uwaga nieuwzględniona.

			dla osób o określonym stażu w pracy zawodowej	
4.	Wymagane kwalifikacje poprzedzające	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 Kwalifikacja pełna z VI poziomem Polskiej Ramy Kwalifikacji	Jeżeli dobrze rozumiem to kwalifikacja VI odpowiada tytułowi inżyniera/licencjata. Jeżeli tak to trzeba określić w jakim zakresie, czy chodzi o inżyniera/licencjata matematyki, informatyki, statystyki czy też dowolnego licencjata/inżyniera.	Wykształcenie to nie tylko rzemieślnicze umiejętności, lecz także umiejętność uczenia się i rozwiązania problemu. Zakłada się, że „Kwalifikacja pełna z VI poziomem Polskiej Ramy Kwalifikacji” jest wystarczającym wymogiem. Uwaga nieuwzględniona.
5.	W razie potrzeby warunki, jakie musi spełniać osoba przystępująca do walidacji:	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2	To pole zostało chyba omyłkowo skopiowane z wiersza 21. Czy w tym miejscu powinno znaleźć się umiejętność programowania?	Nie, to pole powinno pozostać w takiej wersji jak we wniosku. Uwaga nieuwzględniona.
6.	Zapotrzebowanie na kwalifikację	Recenzent 1	Opis ten jest bardzo podobny do opisu innych kwalifikacji z zakresu Sztucznej Inteligencji i Głębokiego Uczenia Maszynowego (patrz: dyskusja w „inne uwagi”). To pokazuje jak podobne do siebie są te kwalifikacje. Wskazuje to na	Zgadzamy się z opinią recenzenta. Uwaga uwzględniona.

			potencjalną nadmiarowość kwalifikacji dotyczących głębokiego uczenia maszynowego i Sztucznej Inteligencji.	
		Recenzent 2	Za każdym razem gdy pojawiają się skróty (ML/AI/R&D) powinny naj-pierw się pełne nazwy. W tej chwili w opisie przemieszane są polskie skróty (np. SI) z angielskimi skrótami opisującymi tą samą rzecz (np. AI). Zamiast R&D można spokojnie pisać B+R (od Badania i Rozwój).	Uwaga częściowo uwzględniona. Postulujemy pozostanie przy terminologii anglojęzycznej jako podstawowej dla dziedziny.
7.	Odniesienie do kwalifikacji o zbliżonym charakterze oraz wskazanie kwalifikacji ujętych w ZRK zawierających wspólne zestawy efektów uczenia się	Recenzent 1 W przypadku pozostawienia kwalifikacji „Budowanie architektury głębokiego uczenia maszynowego (deep learning)” lub kwalifikacji „Projektowanie systemów architektury systemów Sztucznej Inteligencji”, należy w tym punkcie koniecznie wskazać, że są to kwalifikacje o bardzo zbliżonym charakterze. Być może nawet jak wykazuję w dyskusji w części „inne uwagi” są to nawet tożsame kwalifikacje. Wymaga to na pewno uporządkowania. Sugerowałbym usunięcie		Wszystkie pięć opisywanych kwalifikacji ma zbliżony w pewnym sensie charakter – problem ten został opisany w uwagach ogólnych w dalszej części dokumentu.

		kwalfikacji związanej ze Sztuczną Inteligencją, a w przypadku głębokiego uczenia maszynowego wskazanie , że kwalifikacja Budowanie architektury głębokiego uczenia maszynowego (deep learning) jest powiązana z kwalifikacją Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego, w ten sposób, że głębokie uczenie maszynowe jest poddziedziną uczenia maszynowego. Więcej o tym w dyskusji w „Inne uwagi”.		
		Recenzent 2 -		
8.	Typowe możliwości wykorzystania kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 Osoba posiadająca kwalifikację może znaleźć zatrudnienie w firmach typu:	Zgodnie z instrukcją, w tym miejscu powinny być wymienione stanowiska na które może aplikować osoba z tą kwalifikacją. A wymienione są typy firm. Poza tym w instrukcji jest „omówienie perspektyw zatrudnienia i dalszego uczenia	Uważamy, że w opisie kwalifikacji nie ma miejsca na aż tak szeroki opis rynku pracy. pozostawiamy pola bez zmian. Uwaga nieuwzględniona.

			się”. Spod-ziewałbym się w tym miejscu ilościowego określenia ile jest miejsc pracy, jakie są perspektywy na zwiększenie liczby miejsc pracy w przyszłości / jakie nowe ścieżki otwiera ta kwalifikacja.	
9.	Wymagania dotyczące walidacji i podmiotów przeprowadzających walidację	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 - 1. konto kandydatki/kandydata na GITHUBie, architektura: aktywność na portalach typu STACK OVERFLOW, 2. czasopisma naukowe z dziedziny ML i DL.	Ogólnie, jest ryzyko że zaprezentowane metody weryfikacje będą mocno subiektywne. W każdym z punktów (poza testem teoretycznym) istnieje ryzyko braku obiektywności. Aby z tym sobie jakoś poradzić można wskazać przykłady pytań, liczby projektów, skali rozwiązań wystarczających do uzyskania kwalifikacji (np. zaprojektowanie 5 modeli ML o różnych architekturach w okresie 3 lat). Dodatkowo: Ad 1. Serwisy typu GitHub mogą być modne w jednym roku a niemodne za dwa lata (patrz GitLab, SVN itp). Lepiej w tym miejscu opisać co będzie analizowane (wytrenowane	Decyzję o brzmieniu pytań zespół ekspercki chciałby pozostawić przyszłym IC. Uwaga nieuwzględniona. Dodaliśmy w formularzu zapis: „na serwisie typu GITHUB”. Uwaga uwzględniona.

			modele, opisy przypadków użycia, kody źródłowe) a nie miejsce w którym te artefakty będą przechowywane. Tym bardziej, że praktycy pracujący w formach AI/ML rzadko umieszczają kody na publicznych repozytoriach GitHuba. Ad 2. Jeżeli chodzi o czasopisma to należy wymienić albo liczbę albo wskazać czasopisma z nazwy. Wszystkich czasopism ML/AI jest bardzo wiele, większość płatna i wątpię by którakolwiek instytucja była w stanie zapewnić dostęp do wszystkich.	Uważamy, że zapis „czasopisma naukowe z dziedziny ML i DL” jest wystarczający i nikt nie zakłada, że muszą to być wszystkie czasopisma z tej dziedziny, wyboru dokona IC. Uwaga nieuwzględniona.
10.	Opis efektów uczenia się obejmujący syntetyczną charakterystykę efektów uczenia się , zestawy efektów uczenia się, poszczególne efekty uczenia się w zestawach wraz z kryteriami weryfikacji ich osiągnięcia Syntetyczna charakterystyka efektów	Recenzent 1 Zdanie: „Osoba posiadająca kwalifikację samodzielnie projektuje architekturę uczenia maszynowego (ML)... „ powinno być zmienione na: „Osoba posiadająca kwalifikację potrafi zarówno samodzielnie jak i w zespole architektów zaprojektować architekturę uczenia maszynowego (ML)... „. Musimy pamiętać, że praca specjalisty uczenia maszynowego		Zgadzamy się z uwagą recenzenta. Zamieniliśmy w formularzu zapis: „Osoba posiadająca kwalifikację samodzielnie projektuje...” na zapis: „Osoba posiadająca kwalifikację potrafi zarówno samodzielnie, jak i w zespole....”. Uwaga uwzględniona. Dodaliśmy w formularzu zapis: „Omawia z interesariuszami cele biznesowe lub naukowe i inne czynniki rzutujące na sposób rozwiązania problemu, odczytuje zamówioną specyfikację systemu, cele działania systemu, określa efekty działania systemu”. Uwaga uwzględniona.

	uczenia się Zestawy efektów uczenia się:	to często praca zespołowa. Dodatkowo opis wskazuje, że osoba posiadająca kwalifikację odczytuje zamówioną specyfikację systemu, zupełnie pomijając wcześniejszy etap specyfikowania celów biznesowych i ograniczeń przeprowadzany najczęściej z interesariuszem (np. klientem). Proponuję zmianę: „Omawia z interesariuszami cele biznesowe lub naukowe i inne czynniki rzutujące na sposób rozwiązania problemu, odczytuje zamówioną specyfikację systemu, cele działania systemu, określa efekty działania systemu.” Sam zestaw efektów kształcenia zawiera liczbę godzin powiązanych z efektem, jednak nie ma żadnego zdania uzasadniającego tę liczbę. Dodatkowo pada stwierdzenie „najbardziej optymalny”. Jest to tzw. „masło maślane”. Optymalny oznacza najlepszy według zadanego kryterium. Nie można być najbardziej najlepszym. Proponuję pozostawić samo słowo „optymalny”.		Metodyka opisu kwalifikacji rynkowej nie wymaga uzasadnienia liczby godzin zaproponowanych dla zestawów uczenia się. Uwaga nieuwzględniona. Oczywiście zgadzamy się z sugestią recenzent. Usunęliśmy z formularza zapis: „najbardziej”. Uwaga uwzględniona.
--	--	--	--	---

		Recenzent 2 1. Posługiwanie się wiedzą z dziedziny uczenia maszynowego 2. Wybiera najbardziej optymalny model; Reaguje na problemy i modyfikuje architekturę systemu zgodnie z wybranym modelem (np. CRSIP-DM, ASUM-DM).	Jedną z najważniejszych decyzji przy projektowaniu modeli jest określenie ilościowych kryteriów odbioru: Jak dobry ma być model (accuracy, precision, recall, czułość, specyficzność), jak bardzo skalowalny, jaki ma być maksymalny czas predykcji, itp. Obecnie ta umiejętność ani nie jest wymieniona w efektach kształcenia ani kryteriach weryfikacji. Ad 1. Nazwa efektu uczenia „Posługiwanie się wiedzą z dziedziny uczenia maszynowego” brzmi jak masło maślane. Ad 2. W tej karcie nie ma definicji czym jest model. Czy to algorytm np. CART, czy to wytrenowany algorytm z wybranymi współczynnikami, czy to algorytm z wybranymi hiperparametrami ale generycznymi współczynnikami.	ad 1. Wynika to z metodyki opisu kwalifikacji. Uwaga nieuwzględniona. ad 2. Szczegółowe pytania i kryteria pozostawiamy do decyzji IC. Uwaga nieuwzględniona. ad 3. Chodziło o słowo „metodyka”. Zamieniliśmy w formularzu zapis: „zgodnie z wybranym modelem” na zapis: „zgodnie z wybraną metodyką”. Uwaga uwzględniona.

			Bez określenia czym jest model trudno wybrać optymalny. Ad 3. W jakim znaczeniu występuje słowo model w tym zdaniu? Czy to miało być słowo metodyka? Skróty powinny być wyjaśnione. Najpoważniejszy problem dotyczy brak jakiegokolwiek odniesienia się do zagadnień analizy modelu pod kątem bezpieczeństwa, wiarygodności czy dyskryminacji. W sekcji „Zapotrzebowanie” znalazło się odniesienie do białej księgi AI. W tej księdze znajdują się rekomendacje w jaki sposób przeciwdziałać szkodliwym skutkom stosowania AI, w szczególności dotyczą one problemów związanych z niewłaściwym użyciem, ryzykiem dyskryminacji. Jest to kluczowa umiejętność osoby odpowiedzialnie projektującej systemy ML. Jednak w żaden sposób te umiejętności nie są wymienione ani weryfikowane w zbiorze efektów kształcenia. Zagadnienie XAI/model bias/fairness zasługuje na osobny, dobrze opisany zestaw	Problem XAI został w naszej opinii rozwiązany przez dodanie kolejnego zestawu efektów uczenia się oraz umiejętności. Uwaga uwzględniona.
--	--	--	---	---

			efektów uczenia się.	
11.	Okres ważności dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji i warunki przedłużenia jego ważności	Recenzent 1 W związku z dynamicznymi zmianami zachodzącymi w dziedzinie uczenia maszynowego (ostatnie 10 lat to rewolucja w zakresie metod analizy obrazu i metod analizy języka naturalnego, nawet w dziedzinie „klasycznego” uczenia maszynowego pojawiły się nowe algorytmy, takie jak choćby XGBoost) należy rozważyć, czy certyfikatu nie powinno się odnawiać częściej, czyli co 5 lat. Tak sugerowałbym.		Uważamy, że procesy i technologie opisane w efektach uczenia się nie ulegają zmianie radykalnie. W związku z powyższym uwaga nie została uwzględniona. Ze względów praktycznych i prawnych (konstrukcja ustawy o ZSK) nie rekomendujemy certyfikacji co pięć lat. Zmiany rzeczywiście zachodzą w obszarze AI/ML/DL dość szybko, jednak wiedza i umiejętności potwierdzone wspomnianym certyfikatem mogą stanowić, nawet za kilka lat, gwarancję dla pracodawcy, że osoba legitymująca się certyfikatem jest w stanie opanować również nowe elementy pojawiające się w dziedzinie. Uwaga nie została uwzględniona

		Recenzent 2 -		
12.	Nazwa dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 -		
13.	Uprawnienia związane z posiadaniem kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 -		
14.	Kod dziedziny kształcenia	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 -		
15.	Kod PKD	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 -		

Część 2. Ogólne uwagi na temat kwalifikacji

Pytania ogólne	Uwaga – uzasadnienie (recenzenci)	Odniesienie się do uwag (zespół ekspercki)
Czy projekt opisu kwalifikacji zawiera informacje wyraźnie pokazujące potrzebę jej włączenia do ZSK?	Recenzent 1 TAK Projekt opisu kwalifikacji we właściwy sposób przedstawia potrzebę włączenia kwalifikacji do ZSK. Należy jednak zwrócić uwagę, że opis ten jest bardzo podobny do opisu adekwatnych kwalifikacji z zakresu Sztucznej Inteligencji i Głębokiego Uczenia Maszynowego (patrz dyskusja w części „inne uwagi”). To pokazuje jak podobne do siebie są te kwalifikacje. Wskazuje to na potencjalną nadmiarowość kwalifikacji dotyczących głębokiego uczenia maszynowego i Sztucznej Inteligencji.	Zgadza się z uwagami recenzenta. Warto zauważyć, że opisy pięciu kwalifikacji: 3) Budowanie architektury głębokiego uczenia maszynowego, 4) Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego, 28) Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego, 29) Programowanie modeli uczenia maszynowego, 32) Projektowanie architektury systemów sztucznych inteligencji zostały zamówione w postępowaniu prowadzonym przez Instytut Badań Edukacyjnych i jako przedmiot zamówienia te właśnie pięć kwalifikacji zostało opisane. Dyskutując wspólnie nad opisem pięciu wymienionych kwalifikacji, przyjęliśmy liczbę pięciu opisów i ich podział jako narzucony przez IBE i tak też zostało wykonane zadanie. Jednak w zależności od przyjętej perspektywy – bardziej rynkowej (aplikacyjnej) czy też naukowej –

		rekomendujemy podmiotom korzystającym z wytworzonych opisów analizę swoich potrzeb i planów biznesowych, a następnie podjęcie decyzji o zgłoszeniu pięciu kwalifikacji (takich jak powstały) lub trzech (obejmujących tematy: 1) sztucznej inteligencji; 2) architektury i programowania modeli deep learning; 3) architektury i programowania modeli machine learning) lub jednej (obejmującej zintegrowane zagadnienia pojawiające się we wszystkich pięciu kwalifikacjach). Uważamy, że z punktu widzenia podziału efektów uczenia się – każda z tych opcji jest poprawna (a nawet możliwe są warianty kombinowane). Podmiot składający wniosek o wprowadzenie wytworzonych opisów do rejestru powinien podjąć świadomą decyzję, który z wariantów wybiera, opierając się na analizie rynku i planowanym modelu biznesowym procesu walidacji i certyfikacji.
	Recenzent 2 TAK Opis z sekcji „zapotrzebowanie na kwalifikacje” opisuje rosnące zainteresowanie umiejętnościami z obszaru sztucznej inteligencji, w tym uczenia maszynowego. Zgadza się to też z moimi obserwacjami. Również uważam, że zapotrzebowanie na takie umiejętności będzie rosło. Nie jestem jednak przekonany czy potrzebne są cztery bardzo podobne kwalifikacje (jedna dotyczy architektury DNN, druga programowania DNN, trzecia architektury ML, czwarta programowania ML). Proponuję połączyć dwie kwalifikacje (‘Budowa	j.w.

	architektury uczenia maszynowego' i 'Programowanie modeli uczenia maszynowego') w jedną.	
Czy w Pani/Pana odczuciu można spodziewać się dużego zainteresowania otrzymaniem certyfikatu wydanego przez instytucję certyfikującą w ramach Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji?	Recenzent 1 NIE Prawdopodobnie taka kwalifikacja może być wymagana w przetargach publicznych związanych z outsourcingiem specjalistów z zakresu Uczenia Maszynowego. Trudno powiedzieć czy przez to zainteresowanie może być duże, ale jest taka możliwość. W przypadku zatrudniania członków zespołów Data Science, w firmach które specjalizują się w tej tematyce, certyfikat taki raczej nie będzie potrzebny, bo firmy takie właściwie ocenią umiejętności kandydata podczas rozmowy kwalifikacyjnej. Trudno jest więc jednoznacznie wskazać stopień zainteresowania, ale w mojej opinii nakład środków na stworzenie i utrzymanie kwalifikacji będzie raczej niewspółmierny do potencjalnych korzyści i zainteresowania kwalifikacją.	Opinia recenzenta może być prawdziwa, jednak jest to bardzo uzależnione od sytuacji na rynku pracy i segmentu, w którym pracuje firma.
	Recenzent 2 TAK Zdecydowanie. Już teraz uczenie maszynowe jest bardzo popularne na kierunkach informatycznych. Obserwując trendy w bardziej rozwiniętych gospodarkach, potrzeba automatyzacji, też przez uczenie maszynowe,	Zgadzamy się z opinią recenzenta.

	będzie tylko rość. Z pięciu recenzowanych kwalifikacji, moim zdaniem, zapotrzebowanie na te związane z uczeniem maszynowym będą cieszyły się największym zainteresowaniem.	
Czy nazwa kwalifikacji, nazwy zestawów, efekty uczenia się i kryteria weryfikacji stanowią spójną całość?	Recenzent 1 TAK Nazwa kwalifikacji, nazwy zestawów, efekty uczenia się i kryteria weryfikacji stanowią spójną całość, z zastrzeżeniami sformułowanymi w punkcie 2 i 10 w części 1. Zaznaczyłem odpowiedź „TAK” przy założeniu uwzględnienia tych poprawek.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
	Recenzent 2 TAK Opisy są dosyć spójne. Szczegółowe uwagi do nazw i opisów umieściłem powyżej, w pierwszej części recenzji.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
Czy projekt opisu kwalifikacji zawiera wszystkie efekty uczenia się i kryteria weryfikacji niezbędne do wykonywania czynności wskazanych w kwalifikacji?	Recenzent 1 TAK Projekt opisu kwalifikacji zawiera wszystkie efekty uczenia się i kryteria weryfikacji niezbędne do wykonywania czynności wskazanych w kwalifikacji, z zastrzeżeniami sformułowanymi w punkcie 10 w części 1. Zaznaczyłem	Zgadzamy się z opinią recenzenta.

	odpowieź „TAK” przy założeniu uwzględnienia tych poprawek.	
	Recenzent 2 Opis kwalifikacji i kryteria weryfikacji pokrywają większość niezbędnych czynności. W powyższej recenzji uzasadniam, że brakuje jednego bardzo ważnego efektu kształcenia, mianowicie świadomości wyzwań związanych z kwestiami bezpieczeństwa i analizy etycznych aspektów zastosowania modeli uczenia maszynowego. Potrzeba uwzględniania tych kwestii w projektowaniu systemów ML jest silnie podkreślana i w literaturze naukowej i w regulacjach prawnych dotyczących automatyzacji. Tematy związane z wyjaśnialnością i walidacją modeli ML (tematyka ang. interpretable machine learning, IML) powinna być umieszczona też w opisie kwalifikacji.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
Czy efekty uczenia się w kwalifikacji są spójne ze wskazaną grupą adresatów?	Recenzent 1 TAK Efekty uczenia się w kwalifikacji są spójne ze wskazaną grupą adresatów. Wiele osób obecnie chciałoby się przekwalifikować w kierunku Uczenia Maszynowego. Są to grupy osób wymienione w opisie kwalifikacji. Dodatkowo potwierdzam, że praktycy nie mający formalnego wykształcenia w tym kierunku mogą chcieć potwierdzić te umiejętności odpowiednim certyfikatem.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.

	Myślę jednak, że w tym przypadku kluczowe jest ich doświadczanie projektowe i ocena przez kierownika zatrudniającego kandydata.	
	Recenzent 2 TAK Raczej tak, choć warto doprecyzować kim dokładnie są adresaci. Szczegółowe punkty, które można uzupełnić znajdują się w pierwszej części recenzji.	Zgadza się z opinią recenzenta.
Czy projekt opisu kwalifikacji w opinii recenzenta jest zrozumiały dla osób zainteresowanych uzyskaniem kwalifikacji?	Recenzent 1 TAK Projekt opisu kwalifikacji w opinii recenzenta jest zrozumiały dla osób zainteresowanych uzyskaniem kwalifikacji. Wątpliwość może jedynie budzić to, czy opis kwalifikacji związany z Uceniem Maszynowym obejmuje też Głębokie Uczenie Maszynowe (patrz uwagi do pkt. 2. w części 1.)	Zgadza się z opinią recenzenta.
	Recenzent 2 TAK Jest dostatecznie zrozumiały. Zdecydowanie pomogłoby umieszczenie w tych opisach odniesień do literatury, opracowań naukowych, książek i innych materiałów doszczegóławiających zamieszczone	Niestety nie ma na to miejsca w opisie kwalifikacji.

	krótkie opisy.	
Czy zaproponowana walidacja jest adekwatna do efektów uczenia się wskazanych w projekcie opisu kwalifikacji?	Recenzent 1 TAK Zaproponowana walidacja jest adekwatna do efektów uczenia się wskazanych w opisie kwalifikacji, również w zakresie opisu metody walidacji. Pozostawia możliwość indywidualnego kształtowania pytań przez komisję, oraz interpretacji odpowiedzi kandydata. Taka ocena nie będzie na pewno w pełni obiektywna. Jest to jednak konieczne. Trudno na tym etapie definiować zamkniętą liczbę pytań, bo dziedzina jaką jest Uczenie Maszynowe zmienia się bardzo szybko i należy na bieżąco adaptować procedurę walidacji do nowych osiągnięć naukowych. Należy zaufać, że członkowie komisji spełniający wymienione w opisie warunki są w stanie we właściwy sposób zweryfikować kandydata biorąc pod uwagę wytyczne z opisu kwalifikacji.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
	Recenzent 2 TAK Klasycznym sposobem weryfikacji wskazanych umiejętnościach podczas studiów na kierunkach data science są egzaminy ustne lub pisemne i projekty. Zaproponowana forma walidacji działa na podobnej zasadzie.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.

Inne uwagi recenzentów	Odniesienie się do uwag (zespół ekspercki)
Recenzent 1 Jako recenzent dostałem 5 kwalifikacji do oceny: 1. Budowanie architektury głębokiego uczenia maszynowego (deep learning) 2. Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego 3. Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego (deep learning) 4. Programowanie modeli uczenia maszynowego 5. Projektowanie systemów architektury systemów Sztucznej Inteligencji Ze względu na duże podobieństwo tych kwalifikacji postanowiłem główną dyskusję przeprowadzić łącznie dla tych pięciu kwalifikacji. Moim zdaniem, rozpatrywanie ich oddzielnie nie ma sensu. Opisy wymienionych wyżej kwalifikacji są do siebie bardzo podobne, chociaż każdy z pojedynczych opisów przedstawia tę kwalifikację jako niezależną od pozostałych (pomimo pewnych zauważanych przez autora w opisie podobieństw). Aby zatem ocenić opisy tych kwalifikacji w kontekście poprawności i spójności opisu oraz przede wszystkim w kontekście uzasadnienia włączenia kwalifikacji do ZSK, należy w pierwszej kolejności zdefiniować pojęcia uczenia maszynowego, głębokiego uczenia maszynowego oraz Sztucznej Inteligencji, oraz pokazać relacje między tymi pojęciami. Najszerszym z wyżej wymienionych pojęć jest Sztuczna Inteligencja. Poddziedziną Sztucznej Inteligencji jest Uczenie Maszynowe. A więc Uczenie Maszynowe jest częścią dziedziny nazwanej Sztuczną Inteligencją. Czasami oba terminy, tj. Uczenie Maszynowe i Sztuczna Inteligencja	Zgadza się z opinią recenzenta. Podjęliśmy próby stworzenia opisów adekwatnych dla różnych firm i dla zespołów o różnym doświadczeniu. Rozumiemy, że czasem doświadczenia konkretnych osób mogą się różnić. Wierzymy, że znaleźliśmy złoty środek i wypracowany opis jest dostosowany do większości kandydatów i ich potrzeb.

stosowane są wymiennie. Jak więc rozróżnić te dwa pojęcia? Tom Mitchell z Uniwersytetu Carnegie Mellon w USA w książce pod tytułem "Machine Learning", twierdzi, że obszar naukowy najlepiej definiować przez główne pytanie, na jaki naukowcy z tego obszaru starają się znaleźć odpowiedź. W przypadku Uczenia Maszynowego pytanie to brzmi: „Jak można zbudować system informatyczny, którego umiejętności będą automatycznie rosły wraz ze wzrostem doświadczenia i jakie podstawowe prawa opisują procesy uczenia”. Przez doświadczenie rozumie się dane dostarczane do algorytmów uczenia maszynowego. Uczenie Maszynowe to dziedzina, w której pracuje się nad rozwojem algorytmów komputerowych, które automatycznie zwiększają swoje umiejętności w rozwiązywaniu danego problemu poprzez doświadczenie zawarte w danych. Uczenie Maszynowe może być więc traktowane jako środek do osiągnięcia celu, jakim jest Sztuczna Inteligencja. Główne typy uczenia maszynowego to: supervised learning, unsupervised learning oraz reinforcement learning. Nie będę definiował dalej tych pojęć zwracam tylko uwagę, że stanowią one podklasę algorytmów Uczenia Maszynowego.

Można mieć wrażenie, że definicja uczenia maszynowego nie jest ścisła. Niestety pojęcie Sztucznej Inteligencji jest jeszcze mniej precyzyjne. Nikt nie kwestionuje, że Uczenie Maszynowe jest częścią Sztucznej Inteligencji, jednak pojęcie Sztucznej Inteligencji jest nieostre i zmieniało się. Andrew Moore ze wspomnianego Uniwersytetu Carnegie Mellon Sztuczną Inteligencją nazywa obszar nauki i techniki starający się opracować systemy komputerowe, które zachowują się w sposób, który do tej pory, przypomina ludzką inteligencję. W tym zdaniu ważne jest stwierdzenie „do tej pory”. Pół wieku temu, komputery grające w szachy były uznawane za Sztuczną Inteligencję. W 1997 komputer Deep Blue pokonał mistrza szachowego i zostało to odebrane jako szczytowe osiągnięcie Sztucznej Inteligencji. Zastosowano wówczas algorytm, który przeszukiwał drzewo możliwych ruchów i wybierał taką kombinację ruchów, która zbliżała gracza do wygranej. 20 lat później takie podejście nazwalibyśmy „brutalnym” i nie mającym nic wspólnego ze Sztuczną Inteligencją. Przykład ten pokazuje, że Sztuczna Inteligencja to raczej ewoluujący cel, do którego dążymy. Do

osiągnięcia tego celu wykorzystujemy różne algorytmy, w tym algorytmy Uczenia Maszynowego.

Wnioskiem z powyżej dyskusji jest moim zdaniem brak uzasadnienia dla kwalifikacji „Projektowanie systemów architektury systemów Sztucznej Inteligencji”. Z samego opisu kwalifikacji wynika, że pasuje ona w 100% do kwalifikacji dotyczącej Uczenia Maszynowego. Nie ma w niej nic co wykraczałoby poza Uczenie Maszynowe. Sądzę, że nie ma więc sensu tworzyć dodatkowego, sztucznego bytu.

W definicjach kwalifikacji pojawia się też pojęcie Głębokiego Uczenia Maszynowego. Pojęcie to jest podkategorią Uczenia Maszynowego. Głębokie Uczenie Maszynowe to technika polegająca na tworzeniu bardziej złożonych algorytmów niż w przypadku klasycznego Uczenia Maszynowego, głównie głębokich architektur Sztucznych Sieci Neuronowych, najczęściej przy rozwiązywaniu problemów dotyczących analizy obrazów, lub analizy języka naturalnego. Nie są to oczywiście jedyne konteksty zastosowań. Trudno zdefiniować przy jakiej ilości warstw ukrytych i neuronów Sztuczna Sieć Neuronowa z „klasycznej” (mieszczącej się w dziedzinie Uczenia Maszynowego, ale nie w poddziedzinie Głębokiego Uczenia Maszynowego) staje się „głęboka”. Granica jest płynna i zmienia się w czasie. Niemniej jednak specjaliści Uczenia Maszynowego nie mają problemu z intuicyjnym rozróżnieniem między głębokimi, złożonymi, dedykowanymi pewnemu problemowi (np. analiza języka naturalnego) sieciami neuronowymi a małymi, klasycznymi Sztucznymi Sieciami Neuronowymi (np. perceptron wielowarstwowy z dwoma ukrytymi warstwami). W tym kontekście ujęcie poddziedziny Głębokiego Uczenia Maszynowego w osobnej kwalifikacji może być uzasadnione. Niemniej jednak należy pamiętać, że jest to poddziedzina Uczenia Maszynowego, a nie niezależny obszar kompetencji. Nie można twierdzić, że ktoś ma kwalifikacje z zakresu Głębokiego Uczenia Maszynowego, a nie ma kwalifikacji z zakresu Uczenia Maszynowego. To trochę jakby uważać, że jakiś matematyk ma kompetencje w rozwiązywaniu całek, ale nie ma kompetencji w operacji dodawania. Aby więc lepiej zrozumieć to zagadnienie, przyjrzymy się typowej ścieżce rozwoju

specjalistów Uczenia Maszynowego.

Od 16 lat zawodowo i naukowo zajmuje się rozwojem i wdrażaniem algorytmów Sztucznej Inteligencji (w tym Uczenia Maszynowego) w przemyśle i medycynie. W moich zespołach pomagałem rozwijać się specjalistom Uczenia Maszynowego, od tzw. „juniorów” po tzw. „seniorów”. Obserwowałem też później ich dalsze kariery.

Pracownicy bez większego doświadczenia zaczynają jako „juniorzy” i pod okiem doświadczonych specjalistów Uczenia Maszynowego uczą się:

- jak właściwie identyfikować problem i cele biznesowe podczas spotkań z klientami,
- jak właściwie zsyntezować problem i cele do postaci, która umożliwi wybór odpowiednich algorytmów Uczenia Maszynowego (w tym Głębokiego Uczenia Maszynowego),
- jak poprawnie ocenić algorytm, jak go utrzymywać i jak wdrożyć algorytm do tzw. „produkcji”.

Z czasem, jak w każdej dziedzinie, juniorzy stają się coraz bardziej samodzielni, coraz więcej obowiązków zaczynają wykonywać samodzielnie i nie potrzebują już tak dużo konsultacji z bardziej doświadczonymi specjalistami. Przy okazji w naturalny sposób zachodzi proces specjalizacji wynikający z już zrealizowanych projektów i z zainteresowań pracownika. Istotną rolę w kształtowaniu się specjalizacji (może być ich kilka) odgrywa dziedzina biznesowa, dając kontekst dla opracowanych algorytmów (rozpoznawanie obrazów, analiza języka naturalnego, modele predykcyjne w medycynie itp.). Odnosząc się do zagadnienia głębokiego uczenia maszynowego, niektórzy bardzo wcześnie mogą wejść na drogę tej specjalizacji, a inni w całej swojej karierze mogą ani razu nie przetrenować głębokiej sieci neuronowej. Niemniej jednak, jeżeli zaczynają specjalizować się w głębokim uczeniu maszynowym, to muszą osiąść pewną podstawę wiedzy z zakresu Uczenia Maszynowego. Stają w końcu przed tymi samymi problemami jak wszyscy specjaliści Uczenia Maszynowego (np. przetrenowanie modelu, właściwe zrozumienie celu biznesowego, ocena

modelu, dostępność danych i ich wariancja, utrzymywania modelu w tym algorytmy adaptacji modelu itp.). W tym kontekście Głębokiego Uczenia Maszynowego nie można rozważać niezależnie od Uczenia Maszynowego. Z czasem doświadczeni specjaliści Uczenia Maszynowego stają się tzw. „seniorami”, kierownikami zespołów, architektami i coraz mniej zajmują się faktycznym programowaniem, a skupiają się raczej na projektowaniu algorytmów uczenia maszynowego, które rozwiązują postawiony problem biznesowy lub naukowy. W tym kontekście zaproponowany podział na kwalifikacje związane z programowaniem modeli i budowaniem architektury modeli rozumiem jako rozróżnienie między początkującymi specjalistami uczenia maszynowego, nie mającymi wystarczającej wiedzy i doświadczenia aby samemu zaprojektować najlepszy algorytm, a doświadczonymi specjalistami, którzy już w mniejszym stopniu zajmują się kodowaniem, a bardziej koncentrują się na projektowaniu najlepszych algorytmów. Rozróżnienie takie wydaje się więc zasadne. Rodzi się pytanie, czy kwalifikacja „budowanie architektury modelu” nie powinna zawierać w sobie kwalifikacji „programowania modelu”. Jest to w pewien sposób naturalne, aczkolwiek jestem w stanie też przyjąć argumentację zawartą w opisach, że kwalifikacje te możemy rozpatrywać niezależnie. Mogę wyobrazić sobie sytuację, w której architekt powoli traci kompetencje związane z programowaniem modeli. Tym niemniej w większości przypadków tak chyba nie jest, dzięki ścisłej współpracy architekta z programistami modeli.	
Recenzent 2 BRAK	

Konkluzja recenzji	Odniesienie się do konkluzji (zespół ekspercki)
Recenzent 1 W mojej opinii włączenie analizowanej kwalifikacji do ZSK jest uzasadnione, proponuję jednak zmodyfikować opis kwalifikacji. Uwzględniając m.in. dyskusję z części „Inne uwagi” uważam, że włączenie kwalifikacji jest uzasadnione, pod warunkiem uwzględnienia zmian opisanych w części 1. Należy jednak mieć na uwadze, że nakład środków na stworzenie i utrzymanie kwalifikacji będzie raczej niewspółmierny do potencjalnych korzyści i zainteresowania kwalifikacją. Ponieważ jednak jak rozumiem nie to jest celem recenzji (nie znam specjalistycznych wyliczeń dotyczących kosztów powołania i utrzymania kwalifikacji), stwierdzam, że w oparciu o dostarczony opis włączenie kwalifikacji jest uzasadnione, pod warunkiem uwzględnienia zmian opisanych w części 1.	Zgadzaamy się z opinią recenzenta.
Recenzent 2 W mojej opinii włączenie analizowanej kwalifikacji do ZSK jest uzasadnione, proponuję jednak zmodyfikować opis kwalifikacji. W opisie walidacji przedstawiono argumenty za rosnącym zapotrzebowaniem związanym z umiejętnościami projektowania modeli uczenia maszynowego. Opisane efekty kształcenia oraz sposób weryfikacji pokrywa się ze sposobem weryfikacji wiedzy na kierunkach kształcących osoby o podobnym profilu (np na wydziałach MIM UW lub MiNI PW). Proponowane w recenzji modyfikacje dotyczą trzech obszarów:	Zgadzaamy się z opinią recenzenta. Postulujemy poszerzenie opisu o dodatkowy zestaw efektów uczenia się.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. rozszerzenie opisów i definicji (wymienione w pierwszej części recenzji),2. rozszerzenia efektów uczenia o element związany z analizą IML/XAI (interpretable machine learning/explainable artificial intelligence) projektowanego modelu, niezbędną do identyfikacji potencjalnych efektów niepożądanych takich jak dyskryminacja, zachowania niezgodne z oczekiwaniami użytkowników końcowych (bias),
ewentualnego połączenia dwóch kwalifikacji w jedną, z uwagi na podobieństwo zakresów ('Budowa architektury uczenia maszynowego' i 'Programowanie modeli uczenia maszynowego') | |
|---|--|