

Łódź, 9 sierpnia 2023 r.

prof. dr hab. inż. Michał Strzelecki
Instytut Elektroniki Politechniki Łódzkiej
ul. Wólczańska 211/213
90-924 Łódź

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej
dr. inż. Dawida Mielocha**

Przedmiotem recenzji jest ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dr. inż. Dawida Mielocha w związku z wszczętym na Jego wniosek w dniu 22.02.2023 r. postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego prowadzonym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Podstawą recenzji jest zlecenie przewodniczącego Rady Dyscypliny ITiT Politechniki Poznańskiej prof. dr. hab. inż. Andrzeja Jaskiewicza z dnia 6.06.2023 r.

Przedłożona przez Habilitanta dokumentacja obejmuje wniosek o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, dane Wnioskodawcy, kopię dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora, wykaz osiągnięć naukowych oraz publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego wraz z oświadczeniami współautorów dotyczącymi ich udziałów w tych publikacjach.

1. Przebieg kariery zawodowej Habilitanta

Kariera zawodowa dr. inż. Dawida Mielocha jest od początku związana z Politechniką Poznańską, gdzie w roku 2014 roku ukończył studia magisterskie na kierunku elektronika i telekomunikacja, specjalizacja multimedia i elektronika powszechnego użytku (Wydział Elektroniki i Telekomunikacji, EiT). W roku 2018 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie telekomunikacja na podstawie wyróżnionej rozprawy doktorskiej „Depth

Estimation in Free-Viewpoint Television” (promotor prof. dr hab. inż. Marek Domański, Wydział EiT Politechniki Poznańskiej). W latach 2017-2019 był zatrudniony w Instytucie Telekomunikacji Multimedialnej (dawniej Katedra Telekomunikacji Multimedialnej i Mikroelektroniki) na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji (dawniej Wydział Elektroniki i Telekomunikacji) w swojej macierzystej uczelni jako asystent naukowo-dydaktyczny, obecnie pracuje tam na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego.

2. Ocena osiągnięć naukowych

Swoje osiągnięcia naukowe Habilitant przedstawił w cyklu 10. spójnych tematycznie publikacji zatytułowanym:

„Estymacja, kompresja i wykorzystanie map głębi w wizji wszechogarniającej”

W skład tego cyklu wchodzi następujące publikacje:

[A1] A. Dziembowski, D. Mieloch, J.Y. Jeong, G. Lee, “Immersive Video Postprocessing for Efficient Video Coding,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, artykuł dostępny w formie wczesnego dostępu, 2023.

[A2] D. Mieloch, A. Dziembowski, J.Y. Jeong, G. Lee, “On the Future of Decoder-Side Depth Estimation in MPEG immersive video coding,” Data Compression Conference, DCC 2023, Snowbird, USA, 21-24.03.2023.

[A3] D. Mieloch, P. Garus, M. Milovanović, J. Jung, J. Y. Jeong, S. L. Ravi, B. Salahieh, “Overview and Efficiency of Decoder-Side Depth Estimation in MPEG Immersive Video,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 32, No. 9, 2022.

[A4] D. Mieloch, A. Dziembowski, M. Domański, G. Lee, J. Jeong, “Color-Dependent Pruning in Immersive Video Coding,” Journal of WSCG, Vol. 30, No. 1-2, 2022.

[A5] B. Szydełko, A. Dziembowski, D. Mieloch, M. Domański, G. Lee, “Recursive Block Splitting in Feature-Driven Decoder-Side Depth Estimation,” ETRI Journal, Vol. 44, No. 1, 2022.

[A6] A. Dziembowski, D. Mieloch, S. Rózek, M. Domański, “Color Correction for Immersive Video Applications,” IEEE Access, Vol. 9, 2021.

[A7] D. Mieloch, A. Dziembowski, M. Domański, “Depth Map Refinement for Immersive Video,” IEEE Access, Vol. 9, 2021.

[A8] D. Mieloch, D. Klóska, M. Woźniak, “Point-to-Block Matching in Depth Estimation,” 29th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision: WSCG 2021, Prague, Czech Republic, 17-20 May 2021.

[A9] D. Mieloch, O. Stankiewicz, M. Domański, “Depth Map Estimation for Free-Viewpoint Television and Virtual Navigation,” IEEE Access, Vol. 8, 2020.

[A10] D. Mieloch, A. Grzelka, “Segmentation-based Method of Increasing the Depth Maps Temporal Consistency,” International Journal of Electronics and Telecommunications, Vol. 64, No. 3, 2018.

Wchodzące w skład cyklu publikacje dotyczą zagadnień tzw. wizji wszechogarniającej, która w swojej najbardziej rozbudowanej formie umożliwia przemieszczanie się obserwatora po trójwymiarowej wirtualnej scenie z wykorzystaniem gogli wirtualnej rzeczywistości. Rozwiązania te obecnie nie są szeroko spotykane w praktyce, jednak upowszechnianie się rzeczywistości wirtualnej i wzrost jej zastosowań mogą niedługo zmienić ten stan rzeczy.

W przedłożonym cyklu publikacji sześć z nich zostało opublikowanych w czasopiśmie posiadających tzw. współczynnik wpływu (Impact Factor, IF), dwie w innych czasopiśmie oraz dwie w materiałach konferencji międzynarodowych. Wszystkie te publikacje są wieloautorskie, Habilitant jest pierwszym autorem w siedmiu z nich. Udział dr. Mielocha w tych publikacjach waha się od 15% do 90%, co daje średni udział wynoszący ok. 56%, zatem wkład Habilitanta w powstanie tych publikacji jest znaczący.

Pierwszym zagadnieniem badawczym, któremu poświęcił się Habilitant, jest opracowywanie metod estymacji map głębi, których jakość odgrywa bardzo istotną rolę dla uzyskania widoków wirtualnych wysokiej jakości. Założono, że estymacja będzie przeprowadzana po stronie dekodera wizji wszechogarniającej (ang. decoder-side depth estimation, DSDE). W pracy [A9] przedstawiono metodę szacowania głębi wykorzystującą segmentację oraz algorytm cięcia grafu w celu minimalizacji funkcji kosztu. Metoda ta, opisana w rozprawie doktorskiej została w [A9] dodatkowo przeanalizowana pod względem uzyskanej dokładności oceny głębi oraz możliwości minimalizacji czasu obliczeń. Wygenerowane mapy głębi cechują się dużą spójnością międzywidokową i czasową. Ponadto, zaproponowano nową technikę równoległego przetwarzania danych, która znacznie redukuje czas estymacji. Warto zauważyć, że metoda została zaimplementowana w udostępnionym oprogramowaniu CCC, co umożliwi jej stosowanie i weryfikację przez innych badaczy. Uzyskane wyniki (wartości PSNR, błędów głębi) dla wielu sekwencji testowych pokazują przewagę opracowanej metody w porównaniu do oprogramowania referencyjnego do szacowania głębi Depth Estimation Reference Software (DERS). Zastosowanie proponowanej metody wykorzystującej uspołnienie czasowe oraz zrównoleglenie obliczeń prowadzi także do ok. 130 redukcji czasu obliczeń w porównaniu do oprogramowania DERS. W publikacji [A10] przedstawiono zmodyfikowaną wersję metody szacowania głębi opartej na grafach, której celem jest dalsze skrócenie czasu obliczeń oraz zwiększenie spójności czasowej map głębi. Modyfikacja wykorzystuje segmentację obrazu przy użyciu tzw. superpikseli i w efekcie umożliwia dokładniejsze odwzorowanie konturów obiektów w mapach głębi oraz ogranicza złożoność obliczeniową procesu szacowania map. Wyniki eksperymentów uzyskanych dla zestawu sekwencji wieloklatkowych potwierdziły poprawę jakości uzyskanych map głębi (choć wartości PSNR były tylko nieznacznie większe niż dla metody oryginalnej), uzyskano także redukcję czasu obliczeń na poziomie 40%.

Dalsze badania dotyczyły dostosowania budowanego estymatora głębi do schematu kodowania wizji wszechogarniającej opartego na estymacji przeprowadzanej w dekodерze. W artykule [A8] zaproponowano nową metodę wyszukiwania odpowiadających sobie obszarów w obrazach określoną jako dopasowanie punktu do bloku. W zaproponowanej metodzie punkt w jednym widoku nie jest porównywany jedynie z punktem w innym widoku, lecz z najbardziej podobnym punktem w pewnym otoczeniu tego punktu. Takie podejście prowadzi do poprawy jakości map głębi, ponieważ zmniejsza wpływ niewielkich przesunięć w obrazach, spowodowanych np. błędami związanymi z kompresją widoków. Metoda została przetestowana dla szeregu konfiguracji estymatora głębi, zapewniając poprawę jakości oszacowanych map w większości testowanych konfiguracji, zarówno dla widoków

kompresowanych jak i nieskompresowanych. W [A3], poza identyfikacją głównych wymagań dla estymatora głębi działającego w kodowaniu wykorzystującym DSDE, zaproponowano automatyczny algorytm wyliczania wartości zakresu głębi, który powinien być uwzględniony i przeanalizowany podczas estymacji mapy głębi. Algorytm ten ma zastosowanie dla dekodowników w standardzie MPEG Immersive Video (MIV) z wykorzystaniem profilu Geometry Absent, gdzie po stronie dekodera informacje o najbliższej i najdalszej głębi występującej w danej scenie nie muszą być dostępne. Informacja o automatycznie dobranym zakresie przeszukiwanych głębi umożliwiła zastosowanie opracowanego estymatora w standardzie w MIV GA, ponadto uzyskano przyspieszenie dekodowania o ok. 20% (skutkiem redukcji czasu estymacji map dzięki lepszemu dopasowaniu zakresu głębi do analizowanych danych).

Kolejne problemy naukowe, których rozwiązania podjął się dr Mieloch dotyczyły rozwoju metod usprawniających estymację map głębi w dekodерze wizji wszechogarniającej. Habilitant uzasadnił, że schemat kodowania sekwencji wielowidokowych nie wymaga przesyłania map głębi (które kodują geometrię trójwymiarowej sceny), ponieważ tylko zestaw widoków wejściowych i ich parametry są kompresowane i przesyłane do dekodera wraz z zestawem cech. Mogą one ułatwić estymację geometrii w efekcie zmniejszając czas estymacji mapy głębi oraz ograniczając powierzchnię błędnie estymowanych obszarów. Z tego względu Autor przedstawił różne metody dostarczania takich dodatkowych informacji. W pracy [A2] zaproponowano podział kwadratowych bloków na prostokąty o różnych proporcjach boków i wielkościach pola powierzchni, co zmniejsza zakres głębi konieczny do analizy w estymatorze głębi. Opracowano też (wspólnie z firmą Orange) sposób sygnalizacji tego podziału w postaci komunikatów SEI (ang. Supplemental Enhancement Information) nazwanych Geometry Assistance (GA SEI). Testy wykazały, że kompresja wykorzystująca GA SEI zapewnia podobną jakość jak w przypadku DSDE, ograniczając jednak czas dekodowania o połowę. Pomysł podziału bloków był rozwijany w publikacji [A5], gdzie zaproponowano rekurencyjny sposób podziału bloków (na kwadraty lub prostokąty), co prowadzi do ich lepszego dopasowania do struktur map głębi. Metoda ta skutecznie ogranicza czas dekodowania (od 7% do 14%), dodatkowo zastosowanie podziału na prostokąty ogranicza wymaganą przepływność (dzięki możliwości redukcji liczby bloków wymaganej do uzyskania dobrego dopasowania do struktury map głębi). Kolejne badania, przedstawione w artykule [A2], dotyczyły przesyłania cech wyłącznie dla części widoków. Zaproponowano również, przy współpracy z koreańskim ośrodkiem ETRI, nowy komunikat SEI – Extended Geometry Assistance SEI. Zapewnia on możliwość używania wszystkich przedstawionych podziałów bloków. Komunikat ten jest częścią drugiej edycji normy MIV (wdrożenie planowane na 2024 r.). W pracy tej przedstawiono także nowy profil normy kodowania MIV: MIV Decoder-Side Depth Estimation, który powstał przy współudziale dr. Mielocha. Cechą tego profilu jest możliwość przesyłania tylko części map głębi, które są wykorzystywane w dekodерze w celu ulepszenia przeprowadzanej tam estymacji głębi. Przeprowadzone testy wykazały ok. trzykrotny wzrost szybkości kodowania w porównaniu do DSDE przy użyciu nowego profilu oraz poprawę jakości generowanych sekwencji.

Ostatnie zagadnienie badawcze realizowane przez Habilitanta dotyczy rozwoju metod wykorzystujących mapy głębi i metod ich estymacji w celu usprawnienia kompresji wizji wszechogarniającej. Proponowane metody są oparte na kodowaniu wykorzystującym profil główny normy MIV, a nie jak poprzednio na estymacji głębi po stronie dekodera. W pracy [A1] omówiono dwie metody zwiększania efektywności standardu kodowania MIV. Metody te są

oparte na modyfikacji zakresu dynamicznego map w celu zwiększenia lub zmniejszenia krawędzi głębi, dokonywanego w zależności od jakości mapy. Wykazano, że metody te są efektywne i prowadzą do zmniejszenia wymaganej całkowitej przepływności o ponad 20%. Obie zaproponowane metody zostały uwzględnione w testowym modelu dla MPEG Immersive Video (TMIV), który jest implementacją referencyjną kodeka MIV. W pracy [A4] zaproponowano metodę usuwania nadmiarowej informacji w kompresji sekwencji wielowidokowych z użyciem grafu skierowanego, w którym widoki bazowe są umieszczane jako wierzchołki połączone jedynie wychodzącymi krawędziami z widokami dodatkowymi. Procedura opiera się na analizie nadmiarowości fragmentów widoków, które nie dostarczają nowych informacji o scenie trójwymiarowej, ponieważ były już one widoczne z innych perspektyw. Zaproponowana modyfikacja redukcji widoków wykorzystuje zarówno kolor, jak i głębię, w celu poprawnego zakodowania obszarów zawierających powierzchnie nielambertowskie. Jak wykazały przeprowadzone eksperymenty, zaproponowane rozwiązanie znacząco poprawia jakość zakodowanych sekwencji wielowidokowych i zmniejsza obszary błędów w odtwarzanych sekwencjach wideo spowodowanych różnymi charakterystykami kamery, powierzchniami odbijającymi i odbiciami lustrzanymi. W artykule [A7] przedstawiono metodę przetwarzania końcowego map głębi w celu poprawy ich jakości, która poprawia spójność międzywidokową takich map. Jest to istotne dla osiągnięcia wymaganej dokładności procesu syntezy wirtualnego widoku. Metoda polega na wyszukiwaniu jak największej liczby odpowiadających sobie wartości głębi. W [A7] opisano trzy eksperymenty. W pierwszym dla sprawdzenia wpływu przetwarzania na jakość kodowania wideo zostały zakodowane cztery zestawy map przy użyciu kodeka MPEG Immersive Video (MIV). W drugim eksperymencie, w celu bezpośredniej oceny dokładności map głębi, przeprowadzono ich porównanie z bazą danych Middlebury. W trzecim z nich oceniono spójność czasową map, mierząc wydajność kodowania wirtualnych widoków. Eksperymenty wykazały zarówno poprawę jakości syntezy wirtualnych widoków w aplikacjach wizji wszechogarniającej, jak i większe podobieństwo do danych odniesienia po zastosowaniu zaproponowanej metody poprawy jakości map. Tematykę tę kontynuowano w pracy [A6], gdzie Habilitant zastosował metodę korekty charakterystyki barwnej do iteracyjnej poprawy jakości map głębi. Wykazano, że nawet po kilku iteracjach jakość map poprawia się w istotny sposób, co pokazuje zmniejszenie wartości średniego błędu wyznaczenia głębi dla analizowanych obrazów z bazy Middlebury.

Podsumowując ocenę osiągnięć naukowych stwierdzam, że dr Dawid Mieloch jest autorem oryginalnych metod z zakresu estymacji, kompresji i zastosowań map głębi w wizji wszechogarniającej. Opracowanie i implementacja tych metod stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Habilitant jest również sprawnym inżynierem, potrafiącym skutecznie posługiwać się dostępnymi algorytmami i metodami wchodzącymi w skład standardów kompresji MIV. Główne osiągnięcia Habilitanta dotyczą:

- opracowania i implementacji metody estymacji map głębi do zastosowania w systemach wizji wszechogarniającej, dopasowanej do wymagań estymacji głębi przeprowadzanej po stronie dekodera, wykorzystującej segmentację oraz jej zoptymalizowanej wersji z użyciem analizy grafów,
- rozwoju metod kompresji wykorzystujących estymację map głębi dokonywanej w dekoderyze wizji wszechogarniającej bazujących na przesyłaniu dodatkowych cech głębi umieszczanych w metadanych w celu usprawnienia takiej estymacji w dekoderyze

oraz stworzenia dekodera umożliwiającego wykorzystanie nowych schematów kodowania opartych na estymacji głębi,

- opracowaniu szeregu metod usprawnienia kompresji wizji wszechogarniającej, obejmujących zmianę zakresu dynamicznego map głębi dla poprawy efektywności kodowania, usuwania nadmiarowej informacji w kodowaniu sekwencji wielowidokowych oraz poprawy jakości estymowanych map głębi.

Ważne jest, że część z opracowanych przez dr. Mielocha metod została doceniona przez ekspertów grupy ISO/IEC MPEG ds. wizji wszechogarniającej i włączona do oprogramowania referencyjnego MPEG Video Coding. Również opracowane przez Niego rozwiązania, m.in. techniki kompresji sekwencji wizyjnych na potrzeby wirtualnej rzeczywistości i mediów wszechogarniających zostały wykorzystane w różnych normach kompresji, np. ISO/IEC 23090-12 oraz wdrożone w koderze referencyjnym.

3. Ocena aktywności naukowej Habilitanta

Dr Dawid Mieloch współpracuje od 2018 r. z Electronics and Telecommunications Research Institute ETRI, Daejeon, Republika Korei, gdzie przebywał jako visiting researcher w okresie od 17.06 do 1.07.2022. Prowadził tam badania naukowe w zakresie opracowania metod skalowania zakresu dynamicznego w kompresji map głębi oraz prace związane z współpracowaniem nowego profilu standardu kodowania MPEG Immersive Video umożliwiającego zaawansowaną estymację głębi po stronie dekodera. Wynikiem współpracy z tym Instytutem są również przygotowane z współudziałem Habilitanta cztery wnioski patentowe do Urzędu Patentów i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych, z czego dwa wynalazki już objęto patentami ("Method and apparatus for encoding/decoding image for virtual view synthesis", „Method for processing immersive video and method for producing immersive video”).

Habilitant bierze także udział w pracach badawczych i normalizacyjnych w ramach podkomitetu ISO/IEC JTC1/SC 29. Jest ekspertem tego podkomitetu z ramienia Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. W ramach prac wraz z ekspertami z innych ośrodków badawczych, prowadzi badania nad rozwojem kodowania wizji, w tym wszechogarniającej. Od 2023 r. dr Mieloch jestem wiceprzewodniczącym Ad hoc Group on MPEG immersive video (MIV AhG). Wynikiem tej współpracy są również wspólne publikacje oraz szereg dokumentów normalizacyjnych.

Dr Mieloch odbył również dwie krótkie wizyty w University of Technology Sydney w ramach międzynarodowej wymiany stypendialnej doktorantów i kadry akademickiej (NAWA PROM, 25.11-6.12.2018) oraz w University Institute of Lisbon, Instituto de Telecomunicações (6-8.06.2015), gdzie brał udział w warsztatach „3D AudioVisual Content Processing and Communications”.

Dorobek publikacyjny dr Mielocha obejmuje łącznie 43 publikacje naukowe. Dziewięć z tych publikacji ukazało się w czasopismach posiadających współczynnik wpływu, 22 to artykuły konferencyjne. Pośród tych czasopism są również tytuły istotne dla dyscypliny

informatyka techniczna i telekomunikacja jak IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (IF 8.4) czy IEEE Access (IF 3. 9)

Liczba cytowań prac Habilitanta wynosiła w chwili składania wniosku to 138 (78 bez autocytowań) w bazie Web of Science oraz 216 (125 bez autocytowań) w bazie Scopus. Indeks Hirscha wynosił 6 dla obydwu tych baz (sierpień 2023). Wartości parametrów bibliometrycznych Habilitanta pozwalają na stwierdzenie, że Jego prace są rozpoznawalne i cieszą się zainteresowaniem innych naukowców zajmujących się zbliżoną tematyką.

Dr Mieloch nie kierował żadnym projektem badawczym finansowanym w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Brał natomiast udział jako wykonawca w czterech projektach NCBiR, z czego najciekawszy (oraz jedyny dobrze opisany w załączonej dokumentacji) dotyczył prac nad nowym systemem telewizji swobodnego punktu widzenia (TANGO1/266710/NCBR/2015). Habilitant kierował natomiast projektem „Nowoczesne kodery sekwencji wizyjnych,” uczelnianym grantem wydziałowym dla młodych naukowców Młoda Kadra 0314/SBAD/0222. Uczestniczył też w projekcie „Opracowanie analizy problemów związanych z rejestracją wielowidokowych obrazów ruchomych prezentujących sceny przestrzenne z wykorzystaniem łukowego rozmieszczenia kamer i realizacja odpowiednich nagrań” realizowanym we współpracy z firmą Orange. W wykazie osiągnięć naukowych Habilitanta jest wspomnianych jeszcze kilka innych projektów, w których brał On udział. Zostały one jednak opisane zbyt ogólnikowo (ograniczając się często tylko do podania tytułu projektu) aby można było ocenić ich znaczenie dla aktywności naukowej dr. Mielocha (np. nie wiadomo jakie były efekty projektu “Innowacyjne Metody Estymacji Głębokości dla mobilnych aplikacji obrazów ruchomych i nieruchomych” finansowanego przez nieokreślonego chińskiego partnera).

Dr Mieloch jest również autorem 8 recenzji publikacji dla czasopism posiadających IF. Jest także członkiem Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Podsumowując, aktywność naukową Habilitanta oceniam pozytywnie, mimo braku kierowania projektami badawczymi pozyskanymi w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. O mojej ocenie zdecydowało przede wszystkim bardzo duże zaangażowanie dr. Mielocha w prace badawcze i normalizacyjne w ramach podkomitetu ISO/IEC JTC1/SC 29, co zaowocowało opracowaniem szeregu rozwiązań z zakresu kodowania wizji, która stały się częścią norm standardu MPEG Immersive Video.

4. Wniosek końcowy

Analizując dorobek Habilitanta oraz przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe opisane w cyklu artykułów „Estymacja, kompresja i wykorzystanie map głębi w wizji wszechogarniającej” należy stwierdzić, że wykazał się On umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych na dobrym poziomie a także umiejętnością współpracy z zespołami z innych ośrodków badawczych. Wyniki tych badań zostały udokumentowane dzięki publikacjom w renomowanych czasopismach i stanowią ważny wkład do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Tym samym przedłożone osiągnięcie naukowe dr. Mielocha spełnia wymagania art. 219 ust. 1 p. 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym

i nauce z 20 lipca 2018 r. z późn. zm. Za istotną uznają również aktywność naukową Habilitanta, która spełnia wymagania art. 219 ust. p. 3 w/w ustawy.

Podsumowując, Habilitant spełnia wszystkie wymagania formalne i merytoryczne stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Z tych powodów wnioskuję o nadanie dr. inż. Dawidowi Mielochowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

Michał Stankiewicz