

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów</b>		Kod <b>1010512311010513897</b>
Kierunek studiów <b>Informatyka</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>1 / 1</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Inteligentne technologie informatyczne /</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: <b>30</b> Projekty/seminaria: -		Liczba punktów <b>5</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>kierunkowy</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>z danego kierunku</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>5 1%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawiec, prof. PP email: krawiec@cs.put.poznan.pl tel. 61 6653061 Informatyki ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań		dr inż. Bartosz Wieloch email: bwieloch@cs.put.poznan.pl tel. 61 6653061 Informatyki ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Efekty kształcenia ze studiów I stopnia
2	<b>Umiejętności:</b>	Efekty kształcenia ze studiów I stopnia zdefiniowane w Uchwale Senatu PP.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Efekty kształcenia ze studiów I stopnia zdefiniowane w Uchwale Senatu PP
<b>Cel przedmiotu:</b>		
1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z wybranymi zagadnieniami przetwarzania obrazów, rozpoznawania obrazów i widzenia komputerowego, z ukierunkowaniem na typowe zastosowania systemów inteligentnych, w tym uczenie maszynowe i systemy wspomaganie decyzji. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów i zadań polepszania jakości obrazu, detekcji obiektów w obrazie, klasyfikacji obiektów obrazowych, oraz nabranie doświadczenia w zakresie wykorzystywania tych umiejętności w wybranych zastosowaniach praktycznych (np. kontrola jakości, medycyna, biometria). 3. Kształtowanie u studentów umiejętności efektywnej pracy nad małymi przedsięwzięciami projektowo-programistycznymi w zakresie przetwarzania i analizy obrazu, w tym współpracy w małych grupach projektowych.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie przetwarzania i rozpoznawania obrazów, a także wybranych aspektów sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego. - [K2st_W2] 2. ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu informatyki, takimi jak: przetwarzanie obrazów, analiza obrazów, ekstrakcja cech, detekcja obiektów, rozpoznawanie (klasyfikacja) obiektów. - [K2st_W3] 3. ma zaawansowaną i szczegółową wiedzę o procesach zachodzących w cyklu życia systemów informatycznych sprzętowych lub programowych stosowanych do rozwiązywania wybranych zadań charakterystycznych dla przetwarzania i rozpoznawania obrazów. - [K2st_W5] 4. zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich oraz przy prowadzeniu prac badawczych typowych dla polepszania jakości obrazu, analizy obrazu i rozpoznawania obiektów. - [K2st_W6]		
<b>Umiejętności:</b>		

<p>1. potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami przetwarzania i rozpoznawania obrazów i prostymi problemami badawczymi - [K2st_U3]</p> <p>2. potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań w obszarach przetwarzania i rozpoznawania obrazów oraz prostych problemów badawczych metody eksperymentalne - [K2st_U4]</p> <p>3. potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań przetwarzania i rozpoznawania obrazów - integrować wiedzę z różnych obszarów informatyki (a w razie potrzeby także wiedzę z innych dyscyplin naukowych) - [K2st_U5]</p> <p>4. potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć dotyczących przetwarzania i analizy obrazów - [K2st_U6]</p> <p>5. potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych w obszarze przetwarzania i rozpoznawania obrazów - [K2st_U8]</p> <p>6. potrafi - stosując m.in. koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania przetwarzania i rozpoznawania obrazów, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy - [K2st_U10]</p> <p>7. potrafi - zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniając aspekty pozatechniczne - zaprojektować złożony proces analizy danych obrazowych oraz zrealizować ten projekt - co najmniej w części - używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzia - [K2st_U11]</p>
<b>Kompetencje społeczne:</b>
<p>1. rozumie, że w zakresie analizy i rozpoznawania obrazów wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe - [K2st_K1]</p> <p>2. rozumie znaczenie wykorzystania najnowszej wiedzy z zakresu analizy obrazów dla rozwiązywania praktycznych problemów - [K2st_K2]</p>

<h3>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</h3>
<p>Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:</p> <p>Ocena formująca:</p> <p>a) w zakresie wykładów:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,</li></ul> <p>b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,</li></ul> <p>Ocena podsumowująca:</p> <p>a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym składającym się z 5-8 pytań egzaminacyjnych powiązanych bezpośrednio z treścią wykładu. W przybliżeniu połowa pytań dotyczy zagadnień teoretycznych (zdefiniuj, opisz, scharakteryzuj, etc.), a druga połowa zadań obliczeniowych (np. zastosuj algorytm erozji do danego małego obrazu binarnego). Łączna liczba punktów to 25, do uzyskania oceny 3.0 wymagane jest osiągnięcie 13 punktów.</li></ul> <p>b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ocenę postępu prac w kilku punktach kontrolnych w trakcie semestru, na podstawie projektu i jego dokumentacji, przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,</li><li>- ocenę i obronę przez studenta finalnego sprawozdania z realizacji projektu, połączoną z prezentacją przed pozostałymi uczestnikami kursu.</li></ul> <p>Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,</li><li>- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,</li><li>- wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.</li></ul>
<h3>Treści programowe</h3>
<p>Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:</p> <p>Wprowadzenie. Umieszczenie przetwarzania i analizy obrazów względem sztucznej inteligencji, informatyki, i innych pokrewnych dziedzin. Przedstawienie obszarów zastosowań i literatury przedmiotu.</p> <p>Specyfika danych obrazowych. Klasy i metody reprezentacji danych obrazowych. Parametry obrazów rastrowych: rozmiary, rozdzielczość, głębia, modalności. Przestrzenie reprezentacji barw: RGB, HSV, Lab. Formaty plików graficznych i ich charakterystyka. Metody akwizycji obrazów. Tor optyczny kamery. Parametry wewnętrzne i zewnętrzne kamery. Typy przetworników i detektorów i ich cechy charakterystyczne. Algorytmy przetwarzania jednopunktowego. Korekcja gamma. Pseudokolorowanie. Efektywna realizacja algorytmiczna filtrowania jednopunktowego. Arytmetyka obrazowa. Algorytmy przetwarzania liniowego obrazów. Definicja i właściwości splotu. Realizacja ciągła i dyskretna splotu. Splot a korelacja. Typowe filtry splotowe: filtr Gausowski, filtr Sobela, filtr Robertsa, Laplasjan. Przykłady. Podstawy przetwarzania obrazu w dziedzinie częstotliwości. Definicja transformaty Fouriera dla sygnałów jedno i dwuwymiarowych w wersji ciągłej i dyskretnej. Interpretacja widma obrazu. Filtrowanie w dziedzinie częstotliwości. Przykłady i demonstracje. Metody morfologiczne w przetwarzaniu obrazów. Definicje erozji, dyfuzji, otwarcia, zamknięcia dla przypadku dyskretnego. Filtrowanie morfologiczne. Efektywna algorytmiczna realizacja przetwarzania morfologicznego. Uogólnienie operacji morfologicznych na obrazy monochromatyczne z gradacją stopni szarości. Przykłady.</p> <p>Podstawowe elementy geometrii dyskretnego. Detekcja krawędzi i śledzenie linii. Transformata Hougha. Problemy z wierną reprezentacją scen rzeczywistych na dyskretnym rastrze obrazów cyfrowych. Środki zaradcze. Segmentacja obrazu. Podział</p>

algorytmów ze względu na podejście i charakterystykę (złożoność obliczeniowa i pamięciowa). Segmentacja obrazu przez progowanie, wykrywanie krawędzi, rozrost i podział obszaru. Transformata odległościowa. Algorytmy segmentacji zlewiskowej (watershed segmentation). Definicje cech i metody ich ekstrakcji. Cechy kształtu i tekstury. Pomiar obiektów i ich kształtu. Współczynniki kształtu. Szkieletyzacja obiektów. Momenty geometryczne. Wymiar fraktalny. Cechy tekstury: autokorelacja, macierze współwystąpień, widmo. Metody strukturalne opisu tekstury. Statystyczne i niestatystyczne metody analizy i opisu tekstur. Rozpoznawanie obrazów metodami statystycznymi i syntaktycznymi. Uczenie i adaptacja w rozpoznawaniu obrazów. Algorytmy ewolucyjne dla selekcji i konstrukcji cech obrazu. Programowanie genetyczne. Przykład: efektywna detekcja twarzy z wykorzystaniem kaskady klasyfikatorów złożonych. Przykład: detekcja pojazdów w obrazowaniu lotniczym z wykorzystaniem programowania genetycznego. Demonstracja. Elementy widzenia komputerowego. Stereoscopia. Pojęcie dysparycji. Metody estymacji głębi z dysparycji. Analiza ruchu. Przepływ optyczny (optical flow). Metoda Lucas-Kanade-Tomasi. Filtr Kalmana jako narzędzie estymacji i predykcji ruchu. Konwolucyjne sieci neuronowe i algorytmy ich uczenia. Głębokie sieci neuronowe. Studia przypadków: prezentacja wybranych zastosowań metod przetwarzania i analizy obrazów w medycynie, przemyśle, i zastosowaniach rozrywkowych.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 6-godzinną sesją instruktazową (trzy spotkania) na początku semestru. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia:

Wprowadzenie (2h): Prezentacja założeń części laboratoryjnej przedmiotu. Prezentacja narzędzi informatycznych wykorzystywanych w części laboratoryjnej (biblioteki programistyczne, środowiska programistyczne).

Sesja instruktazowa (6h): Ćwiczenia polegające na implementacji wybranych metod przetwarzania i analizy obrazów w popularnych językach programowania (C++, Python, Java). Testowanie zaimplementowanych algorytmów na obrazach rzeczywistych i sztucznych. Ocena poprawności i skuteczności algorytmów (w szczególności złożoność czasowa). Dobre praktyki projektowania i implementacji algorytmów przetwarzania i analizy obrazów. Typowe błędy i sposoby ich unikania.

Realizacja projektów w grupach (22h): Realizacja, w grupach dwuosobowych, projektów programistycznych mających na celu realizację konkretnych zadań przetwarzania i analizy obrazów. Przykłady tematów projektów: identyfikacja osób na podstawie obrazu twarzy; identyfikacja osób na podstawie odcisków palców; polepszenie jakości i analiza obrazów medycznych (np. mikroskopowych, MRI, OCT).

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, demonstracja.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, projektowanie systemów indywidualnie i w małych grupach (typowo dwuosobowych), implementacja algorytmów przetwarzania i analizy obrazów, przeprowadzanie eksperymentów obliczeniowych, dyskusja, prezentacja wyników eksperymentów obliczeniowych i działania zaimplementowanych metod.

#### Literatura podstawowa:

1. Gonzalez, Wintz, Digital Image Processing. Addison-Wesley 2008 (lub wcześniejsze wydania)
2. Domański, M., Obraz cyfrowy. WKŁ 2010.
3. Zieliński, T.P., Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. WKŁ 2009

#### Literatura uzupełniająca:

1. Cyganek, B., Komputerowe przetwarzanie obrazów trójwymiarowych. EXIT 2002.
2. Liskowski, P., Krawiec, K., Segmenting Retinal Blood Vessels with Deep Neural Networks, IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 35(11), 2369-2380.
3. Stąpor, K., Automatyczna klasyfikacja obiektów. EXIT 2005.
4. Owen, M., Przetwarzanie sygnałów w praktyce. WKŁ 2009.
5. Choraś, R. Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów. EXIT, 2006.
6. Wojciechowski, K., Rozpoznawanie obrazów, Politechnika Śląska, Gliwice 1997.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

Czynność	Czas (godz.)
1. udział w zajęciach laboratoryjnych / ćwiczeniach	30
2. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	15
3. napisanie programu / programów, uruchomienie i weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	15
4. udział w wykładach	30
5. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 60 stron	6 10
6. przygotowanie do egzaminu	2
7. obecność na egzaminie	5
8. przygotowanie prezentacji końcowej na potrzeby zajęć laboratoryjnych	5
9. przygotowanie sprawozdania końcowego z realizacji zajęć laboratoryjnych	2
10. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych (częściowo mogą być realizowane drogą elektroniczną)	2
11. omówienie wyników egzaminu	

### Obciążenie pracą studenta

<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	122	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	72	3
Zajęcia o charakterze praktycznym	65	3