



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Widzenie komputerowe [S2Inf1-SzInt>WKOM]

Przedmiot

Kierunek studiów
Informatyka

Rok/Semestr
1/1

Studia w zakresie (specjalność)
Sztuczna inteligencja

Profil studiów
ogólnoakademicki

Poziom studiów
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu
polski

Forma studiów
stacjonarne

Wymagalność
obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład
30

Laboratorium
30

Inne
0

Ćwiczenia
0

Projekty/seminaria
0

Liczba punktów ECTS

5,00

Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawiec
krzysztof.krawiec@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Wiadomości i umiejętności wyniesione z pierwszego stopnia studiów technicznych.

Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy dot. wybranych zagadnień widzenia komputerowego i przetwarzania obrazów, z naciskiem na powiązania ze sztuczną inteligencją i inteligencją obliczeniową, w tym w szczególności z uczeniem maszynowym. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów detekcji, segmentacji, klasyfikacji i lokalizacji obiektów w obrazach, oraz nabranie doświadczenia w zakresie wykorzystywania tych umiejętności w wybranych zastosowaniach praktycznych. 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.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:
student:

ma porządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną związaną z kluczowymi zagadnieniami z

zakresu widzenia komputerowego [k2st_w2].

ma zaawansowaną wiedzę szczegółową dotyczącą wybranych zagadnień z zakresu widzenia komputerowego, w tym procesów pozyskiwania i przetwarzania obrazu, analizy zawartości obrazu i scen, oraz konstrukcji systemów wnioskujących z informacji obrazowej [k2st_w3].

ma zaawansowaną i szczegółową wiedzę o procesach zachodzących w cyklu życia systemów widzenia komputerowego, w tym metod pozyskiwania danych, projektowania takich systemów, ich testowania i oceny, oraz wdrażania takich systemów [k2st_w5].

zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich i prowadzeniu prac badawczych w ramach widzenia komputerowego, w szczególności dotyczącą metodyki przeprowadzania eksperymentów obliczeniowych i metryk oceny systemów widzenia komputerowego [k2st_w6].

Umiejętności:

student:

potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski oraz formułować i weryfikować hipotezy związane ze zadaniami inżynierskimi i pracami naukowymi w obszarze widzenia komputerowego [k2st_u3].

potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań i problemów badawczych widzenia komputerowego metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne [k2st_u4].

potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich — integrować wiedzę z różnych obszarów informatyki (a w razie potrzeby także wiedzę z innych dyscyplin naukowych) oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne [k2st_u5].

potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (metod i narzędzi) oraz nowych produktów informatycznych [k2st_u6].

potrafi dokonać krytycznej analizy istniejących rozwiązań technicznych realizacji systemów widzenia komputerowego oraz zaproponować ich ulepszenia (usprawnienia) [k2st_u8].

potrafi - stosując m.in. koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania projektowania i implementacji algorytmów widzenia komputerowego, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy [k2st_u10].

potrafi — zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne — zaprojektować złożone urządzenie, system informatyczny lub proces charakterystyczny dla widzenia komputerowego 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].

Kompetencje społeczne:

student:

rozumie, że w widzeniu komputerowym wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe [k2st_k1].

rozumie znaczenie wykorzystywania najnowszej wiedzy z zakresu widzenia komputerowego, analizy obrazów i uczenia maszynowego w rozwiązywaniu problemów badawczych i praktycznych [k2st_k2].

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

- na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń:

- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- 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.

b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- 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,

- ocenę i obronę przez studenta finalnego sprawozdania z realizacji projektu, połączoną z prezentacją przed pozostałymi uczestnikami kursu.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,
- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,
- wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Wprowadzenie. Przedstawienie zakresu widzenia komputerowego jako przedmiotu badań i zastosowań praktycznych. Prezentacja wybranych obszarów zastosowań i literatury przedmiotu. Specyfika obszaru widzenia komputerowego i danych obrazowych. Reprezentacja obrazów rastrowych i przestrzenie reprezentacji barw. Metody pozyskiwania obrazów, w tym parametry wewnętrzne i zewnętrzne kamery, detektory i ich cechy charakterystyczne.

Algorytmy przetwarzania obrazów, w tym przetwarzanie jednopunktowe, arytmetyka obrazowa, filtrowanie splotowe, oraz przetwarzanie obrazu w dziedzinie częstotliwości, w tym transformata Fouriera dla sygnałów jedno i dwuwymiarowych w wersji ciągłej i dyskretnej. Metody morfologiczne w przetwarzaniu obrazów i widzeniu komputerowym: erozja, dylatacja, otwarcie, zamknięcie morfologiczne. Efektywna algorytmiczna realizacja przetwarzania morfologicznego. Podstawowe elementy geometrii dyskretnej. Detekcja krawędzi i śledzenie linii. Transformata Hougha.

Definicje cech obrazów i metody ich ekstrakcji. Cechy kształtu i tekstury. Pomiar cech geometrycznych obiektów. Współczynniki kształtu. Szkieletyzacja obiektów. Momenty geometryczne. Wymiar fraktalny. Statystyczne, niestatystyczne i strukturalne metody analizy i opisu tekstur: autokorelacja, macierze współwystąpień, widmo. Algorytmy segmentacji obrazu. Segmentacja obrazu przez progowanie, wykrywanie krawędzi, rozrost i podział obszaru. Transformata odległościowa. Algorytmy segmentacji zlewiskowej.

Wykorzystanie splotowych sieci neuronowych oraz uczenia głębokiego w realizacji wybranych zadań widzenia komputerowego: klasyfikacji obrazów, detekcji obiektów, oraz segmentacji. Segmentacja semantyczna oraz segmentacja instancji klas obiektów. Wybrane algorytmy uczenia modeli neuronowych oraz metryki oceny skuteczności modeli. Typowe wzorce projektowe architektur sieci neuronowych dla przetwarzania obrazu i widzenia komputerowego. Architektury sieci neuronowych kluczowe dla rozwoju widzenia komputerowego. Algorytmy ewolucyjne dla selekcji i konstrukcji cech obrazu.

Stereoskopia. Kanoniczny układ kamer. 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.

Aspekty algorytmiczne i implementacyjne widzenia komputerowego i analizy obrazów. Podział algorytmów ze względu na podejście i charakterystykę, w szczególności złożoność obliczeniowa i pamięciowa.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 6-godzinną sesją instruktorską 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 instruktorska (6h): Ćwiczenia polegające na implementacji wybranych metod przetwarzania i analizy obrazów w popularnych językach programowania (Python, C++). Testowanie zaimplementowanych algorytmów na obrazach rzeczywistych i sztucznych. Ocena poprawności i skuteczności algorytmów. 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 implementację programistyczną konkretnych funkcjonalności przetwarzania i analizy obrazów. Przykłady tematów projektów: identyfikacja osób na podstawie obrazu twarzy; detekcja obiektów w obrazowaniu lotniczym/satelitarnym; identyfikacja osób na podstawie odcisków palców; polepszanie jakości i analiza obrazów medycznych (np. mikroskopowych, MRI, OCT).

Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Wprowadzenie. Przedstawienie zakresu widzenia komputerowego jako przedmiotu badań i zastosowań praktycznych. Prezentacja wybranych obszarów zastosowań i literatury przedmiotu. Specyfika obszaru widzenia komputerowego i danych obrazowych. Reprezentacja obrazów rastrowych i przestrzenie reprezentacji barw. Metody pozyskiwania obrazów, w tym parametry wewnętrzne i zewnętrzne kamery, detektory i ich cechy charakterystyczne.

Algorytmy przetwarzania obrazów, w tym przetwarzanie jednopunktowe, arytmetyka obrazowa, filtrowanie splotowe, oraz przetwarzanie obrazu w dziedzinie częstotliwości, w tym transformata Fouriera dla sygnałów jedno i dwuwymiarowych w wersji ciągłej i dyskretnej. Metody morfologiczne w przetwarzaniu obrazów i widzeniu komputerowym: erozja, dylatacja, otwarcie, zamknięcie morfologiczne. Efektywna algorytmiczna realizacja przetwarzania morfologicznego. Podstawowe elementy geometrii dyskretnej. Detekcja krawędzi i śledzenie linii. Transformata Hougha. Definicje cech obrazów i metody ich ekstrakcji. Cechy kształtu i tekstury. Pomiar cech geometrycznych obiektów. Współczynniki kształtu. Szkieletyzacja obiektów. Momenty geometryczne. Wymiar fraktalny. Statystyczne, niestatystyczne i strukturalne metody analizy i opisu tekstur: autokorelacja, macierze współwystąpień, widmo. Algorytmy segmentacji obrazu. Segmentacja obrazu przez progowanie, wykrywanie krawędzi, rozrost i podział obszaru. Transformata odległościowa. Algorytmy segmentacji zlewiskowej.

Wykorzystanie splotowych sieci neuronowych oraz uczenia głębokiego w realizacji wybranych zadań widzenia komputerowego: klasyfikacji obrazów, detekcji obiektów, oraz segmentacji. Segmentacja semantyczna oraz segmentacja instancji klas obiektów. Wybrane algorytmy uczenia modeli neuronowych oraz metryki oceny skuteczności modeli. Typowe wzorce projektowe architektur sieci neuronowych dla przetwarzania obrazu i widzenia komputerowego. Architektury sieci neuronowych kluczowe dla rozwoju widzenia komputerowego. Algorytmy ewolucyjne dla selekcji i konstrukcji cech obrazu.

Stereoskopia. Kanoniczny układ kamer. 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.

Aspekty algorytmiczne i implementacyjne widzenia komputerowego i analizy obrazów. Podział algorytmów ze względu na podejście i charakterystykę, w szczególności złożoność obliczeniowa i pamięciowa.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 6-godzinną sesją instruktorską 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 instruktorska (6h): Ćwiczenia polegające na implementacji wybranych metod przetwarzania i analizy obrazów w popularnych językach programowania (Python, C++). Testowanie zaimplementowanych algorytmów na obrazach rzeczywistych i sztucznych. Ocena poprawności i skuteczności algorytmów. 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 implementację programistyczną konkretnych funkcjonalności przetwarzania i analizy obrazów. Przykłady tematów projektów: identyfikacja osób na podstawie obrazu twarzy; detekcja obiektów w obrazowaniu lotniczym/satelitarnym; identyfikacja osób na podstawie odcisków palców; polepszanie jakości i analiza obrazów medycznych (np. mikroskopowych, MRI, OCT).

Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, demonstracja. 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 2017 (wydanie IV, lub wcześniejsze).
2. Domański, M., Obraz cyfrowy. WKŁ 2010.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., Deep learning: systemy uczące się. Wydawnictwo Naukowe

PWN, 2018.

Uzupełniająca

1. Zieliński, T.P., Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. WKŁ 2009.

2. Cyganek, B., Komputerowe przetwarzanie obrazów trójwymiarowych. EXIT 2002.

3. Owen, M., Przetwarzanie sygnałów w praktyce. WKŁ 2009.

4. Choraś, R. Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów. EXIT, 2006.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	3,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwii/egzaminu, wykonanie projektu)	65	2,00