

## Karta przedmiotu

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                           |                                      |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|
| Nazwa i kod przedmiotu                   | Widzenie 3D w robotyce, PG_00068083                                                                                                                                                                                               |                                                           |                                      |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |
| Kierunek studiów                         | Automatyka, cybernetyka i robotyka                                                                                                                                                                                                |                                                           |                                      |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |
| Data rozpoczęcia studiów                 | październik 2025 r.                                                                                                                                                                                                               |                                                           | Rok akademicki realizacji przedmiotu |                        | 2027/2028                                                                                                                                                    |                       |       |
| Poziom kształcenia                       | I stopnia - inżynierskie                                                                                                                                                                                                          |                                                           | Grupa zajęć                          |                        | Grupa zajęć fakultatywnych<br>Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki |                       |       |
| Forma studiów                            | stacjonarne                                                                                                                                                                                                                       |                                                           | Sposób realizacji                    |                        | na uczelni                                                                                                                                                   |                       |       |
| Rok studiów                              | 3                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           | Język wykładowy                      |                        | polski                                                                                                                                                       |                       |       |
| Semestr studiów                          | 6                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           | Liczba punktów ECTS                  |                        | 3.0                                                                                                                                                          |                       |       |
| Profil kształcenia                       | ogólnoakademicki                                                                                                                                                                                                                  |                                                           | Forma zaliczenia                     |                        | egzamin                                                                                                                                                      |                       |       |
| Jednostka prowadząca                     | Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki -> Katedra Systemów Decyzyjnych i Robotyki                                                                                                  |                                                           |                                      |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |
| Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców) | Odpowiedzialny za przedmiot                                                                                                                                                                                                       |                                                           | dr inż. Marek Tatara                 |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |
|                                          | Prowadzący zajęcia z przedmiotu                                                                                                                                                                                                   |                                                           | dr inż. Marek Tatara                 |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |
| Formy zajęć i metody nauczania           | Forma zajęć                                                                                                                                                                                                                       | Wykład                                                    | Ćwiczenia                            | Laboratorium           | Projekt                                                                                                                                                      | Seminarium            | RAZEM |
|                                          | Liczba godzin zajęć                                                                                                                                                                                                               | 15.0                                                      | 0.0                                  | 15.0                   | 0.0                                                                                                                                                          | 0.0                   | 30    |
|                                          | W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0                                                                                                                                                                                       |                                                           |                                      |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |
| Aktywność studenta i liczba godzin pracy | Aktywność studenta                                                                                                                                                                                                                | Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów |                                      | Udział w konsultacjach |                                                                                                                                                              | Praca własna studenta | RAZEM |
|                                          | Liczba godzin pracy studenta                                                                                                                                                                                                      | 30                                                        |                                      | 3.0                    |                                                                                                                                                              | 42.0                  | 75    |
| Cel przedmiotu                           | Opanowanie wiedzy w zakresie technik akwizycji i algorytmów przetwarzania danych trójwymiarowych oraz zdobycie umiejętności projektowania i uruchamiania zintegrowanych systemów wizyjnych dla robotów mobilnych i manipulatorów. |                                                           |                                      |                        |                                                                                                                                                              |                       |       |

| Efekty uczenia się przedmiotu | Efekt kierunkowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efekt z przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sposób weryfikacji i oceny efektu                                                                                                                                        |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | [K6_W01] zna i rozumie w zaawansowanym stopniu matematykę w zakresie niezbędnym do formułowania i rozwiązywania prostych zagadnień związanych z kierunkiem studiów                                                                                                                                                                                                             | Student zna i rozumie zaawansowane metody matematyczne, w tym algebrę liniową i geometrię, niezbędne do opisu transformacji przestrzennych, modelowania kamery oraz algorytmów rekonstrukcji 3D. Potrafi wykorzystać tę wiedzę do formułowania problemów z zakresu widzenia maszynowego.                         | [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej                                                                                                                                       |
|                               | [K6_U12] potrafi analizować działanie elementów, układów i systemów związanych z kierunkiem studiów oraz mierzyć ich parametry i badać charakterystyki techniczne, a także planować i przeprowadzać eksperymenty związane z kierunkiem studiów, w tym pomiary i symulacje komputerowe, oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski                                   | Student potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty w celu zbadania charakterystyk komponentów systemu wizji 3D (np. dokładność kalibracji, błąd dopasowania chmur punktów). Potrafi analizować i interpretować uzyskane wyniki oraz formułować wnioski na temat wydajności i ograniczeń testowanych metod.  | [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji<br>[SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania                                                       |
|                               | [K6_W03] zna i rozumie w zaawansowanym stopniu budowę i zasady działania komponentów i systemów związanych z kierunkiem studiów, w tym teorie, metody i złożone zależności między nimi oraz wybrane zagadnienia szczegółowe – właściwe dla programu kształcenia                                                                                                                | Student zna i rozumie zasady działania i ograniczenia kluczowych sensorów 3D (np. kamer stereo, LiDAR). Rozumie fundamentalne metody matematyczne i algorytmiczne (np. geometria epipolarna, ICP) służące do przetwarzania danych 3D oraz potrafi wyjaśnić złożone zależności w całym systemie percepcji robota. | [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej                                                                                                                                       |
|                               | [K6_U08] potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich związanych z kierunkiem studiów oraz ich rozwiązywaniu:<br>– wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne,<br>– dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne,<br>– dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich | Student potrafi zidentyfikować i sformułować zadanie inżynierskie wymagające percepcji 3D, dobrać odpowiednie metody i narzędzia (sensory, algorytmy), a następnie zweryfikować eksperymentalnie zaproponowane rozwiązanie.                                                                                      | [SU1] Ocena realizacji zadania<br>[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu<br>[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Treści przedmiotu                                             | <b>Wykład</b><br><br><div>1. Porównaniu obrazu 2D z widzeniem 3D<ul style="list-style-type: none"><li>Ograniczenia widzenia 2D i rola widzenia 3D w robotyce</li><li>Modele kamer, parametry i zniekształcenia</li></ul></div> <div>2. Podstawy matematyczne opisu 3D<ul style="list-style-type: none"><li>Transformacje w przestrzeni 3D</li><li>Współrzędne homogeniczne i obroty</li><li>Przejścia pomiędzy układami współrzędnych</li></ul></div> <div>3. Stereowizja pasywna<ul style="list-style-type: none"><li>Płaszczyzna epipolarna i epipole</li><li>Opis macierzowy</li><li>Triangulacja i rektyfikacja</li></ul></div> <div>4. Aktywne pozyskiwanie danych<ul style="list-style-type: none"><li>Światło strukturalne</li><li>Time-of-Flight</li><li>Skanery laserowe i LiDAR</li></ul></div> <div>5. Reprezentacja i podstawowe przetwarzanie danych 3D<ul style="list-style-type: none"><li>Struktury danych 3D: chmury punktów, woksele, siatki</li><li>Podstawowe algorytmy przetwarzania chmur punktów</li></ul></div> <div>6. Rejestracja i dopasowywanie danych 3D<ul style="list-style-type: none"><li>Dopasowywanie chmur punktów</li><li>Wstęp do SLAM</li></ul></div> <div>7. Uczenie maszynowe w widzeniu 3D<ul style="list-style-type: none"><li>Zadania uczenia maszynowego na danych 3D</li><li>Architektury sieci dla danych 3D</li></ul></div> <div>8. Zastosowania w robotyce i kalibracja systemów wizyjnych<ul style="list-style-type: none"><li>Nawigacja i planowanie</li><li>Estymacja pozy</li><li>Kalibracja kamer i robota</li></ul></div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |
|                                                               | <b>Laboratorium</b><br><br><div>1. Kalibracja kamery: wyznaczanie parametrów wewnętrznych i zewnętrznych</div> <div>2. Stereowizja i rekonstrukcja 3D: pomiary odległości i wymiarów</div> <div>3. Pozyskiwanie i rejestracja chmur punktów z LiDARa</div> <div>4. Kalibracja ręka-oko</div> <div>5. Uruchomienie SLAM na robocie mobilnym</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |
| Wymagania wstępne i dodatkowe                                 | Wiedza z zakresu: <ul style="list-style-type: none"><li>algebry liniowej, w szczególności operacje na macierzach i wektorach</li><li>przetwarzania obrazów</li><li>podstaw programowania w języku Python</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |
| Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się | Sposób oceniania (składowe)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Próg zaliczeniowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Składowa oceny końcowej |
|                                                               | Laboratorium                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 60.0%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 40.0%                   |
|                                                               | Egzamin końcowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 60.0%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 60.0%                   |
| Zalecana lista lektur                                         | Podstawowa lista lektur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <div>[1] Hartley, R., &amp; Zisserman, A. (2003). <i>Multiple view geometry in computer vision (2nd ed.)</i>. Cambridge University Press.</div> <div>[2] Szeliski, R. (2022). <i>Computer vision: Algorithms and applications (2nd ed.)</i>. Springer. <a href="https://szeliski.org/Book/">https://szeliski.org/Book/</a></div> <div>[3] Corke, P. I. (2023). <i>Robotics, vision and control: Fundamental algorithms in Python (3rd ed.)</i>. Springer. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-031-07262-8">https://doi.org/10.1007/978-3-031-07262-8</a></div> |                         |
|                                                               | Uzupełniająca lista lektur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | [1] Thrun, S., Burgard, W., & Fox, D. (2005). Probabilistic robotics. The MIT Press.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                         | Adresy eZasobów                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| Przykładowe zagadnienia/<br>przykładowe pytania/<br>realizowane zadania | <p><b>Wykład</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Porównaj widzenie 2D i 3D w kontekście zadań robotyki. Omów ograniczenia systemów 2D i wskaż, jakie nowe możliwości daje percepcja 3D.</li> <li>2. Omów pojęcie geometrii epipolarnej. Wymień kluczowe macierze i omów ich rolę podczas rekonstrukcji 3D.</li> <li>3. Porównaj aktywne techniki pozyskiwania danych 3D: światło strukturalne, Time-of-Flight i LiDAR. Omów ich zasady działania, zalety, wady i typowe zastosowania.</li> </ol> <p><b>Laboratorium</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Na podstawie serii zdjęć planszy kalibracyjnej wyznacz macierz parametrów wewnętrznych i współczynniki dystorsji kamery.</li> <li>2. Zaimplementuj program do estymacji odległości i wymiarów obiektu na podstawie chmury punktów wygenerowanej z kamery stereo.</li> <li>3. Dla dwóch chmur punktów pozyskanych z LiDARu zaimplementuj procedurę ich rejestracji (dopasowania) z wykorzystaniem algorytmu ICP.</li> </ol> |  |
| Praktyki zawodowe<br>w ramach przedmiotu                                | Nie dotyczy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.