

Szybkie Eksperymentowanie

1. Tytuł (nazwa) modułu i krótki opis (kilka zdań) jeśli nazwa wymaga rozszerzenia

Szybkie Eksperymentowanie

Celem przedmiotu jest zapoznanie doktorantów z praktycznymi aspektami szybkiego prototypowania przy użyciu platform Arduino i Processing oraz technik druku przestrzennego. Uczestnicy zostaną zapoznani z możliwościami platform Arduino, Processing oraz nauczą się rozwiązywać problemy z użyciem metodyki Design Thinking. Tematyka przedmiotu obejmuje również podstawy komputerowego projektowania modeli 3D, przygotowania wydruków oraz obsługi drukarek 3D w technologii FDM jak również obróbki końcowej wydruków (post-processing). W ramach części przedmiotu związanej z planowaniem eksperymentów zostanie przekazana podstawowa wiedza i wykonane ćwiczenia związane z prowadzeniem badań eksperymentalnych pod kątem optymalizacji procesu, minimalizacji nakładu finansowego, jak i ograniczenia nakładu pracy.

2. Język, w jakim prowadzony jest przedmiot

Polski

3. Kompetencje (efekty uczenia się: wiedza, umiejętności, społecznie) z odniesieniem do kompetencji w programie kształcenia w szkole doktorskiej (które z kompetencji wymienionych w programie są „pokryte” i w jakim stopniu) – Załącznik 1. Wykaz efektów uczenia (*można stosować odniesienia numeryczne*)

WIEDZA

Doktorant

- zna uwarunkowania działalności naukowej związane ze wstępną weryfikacją pomysłów na badania przy użyciu technik szybkiego prototypowania i planowania eksperymentu
- zna metody i nowoczesne techniki prowadzenia zajęć dydaktycznych związane z Design Thinking i budową prototypów

UMIEJĘTNOŚCI

Doktorant

- Potrafi planować i realizować – w sposób metodycznie poprawny, a za razem optymalny pod względem nakładu środków i pracy – indywidualne przedsięwzięcia badawcze
- Potrafi przygotować prototyp urządzenia demonstrującego wyniki prac naukowych lub prostą aparaturę badawczą potrzebną do przeprowadzenia badań
- potrafi zbadać i uwzględnić potrzeby użytkownika podczas planowania i prowadzenia prac badawczo-rozwojowych

KOMPETENCJE SPOŁECZNE

Doktorant

- ma umiejętność myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
- rozumie znacznie udziału użytkownika przy tworzeniu rozwiązań inżynierskich

4. Proponowany sposób realizacji

formy zajęć: warsztaty, projekt

Zajęcia będą prowadzone głównie w formie warsztatowo-projektowej, która zakłada aktywny udział każdego z doktorantów, jak i pracę w grupach. Warsztaty będą prowadzone z nastawieniem na praktyczne zaangażowanie doktorantów i samodzielne rozwiązywanie problemów.

Projektowanie prototypów urządzeń elektronicznych i aplikacji z użyciem platform Processing i Arduino:

- Wstęp do platform Arduino oraz Processing – zapoznanie uczestników z modułami (czujnikami, oraz elementami wykonawczymi), bibliotekami do obsługi urządzeń, korzystanie z bazy wbudowanych przykładów
- Budowa mini projektu – gry z użyciem modułów i platform Arduino i Processing, testowanie prototypu przez innych doktorantów biorących udział w zajęciach, doskonalenie w oparciu o obserwację i wywiad
- Przygotowanie koncepcji rozwiązania niedookreślonego problemu w oparciu o elementy metodyki Design Thinking (definiowanie problemu, wywiady z potencjalnym użytkownikiem rozwiązania, budowa prototypu rozwiązania, testowanie) – praca w grupach.

Druk 3D (praktyczne aspekty szybkiego prototypowania przy użyciu technik druku przestrzennego):

- Komputerowe projektowanie modeli 3D – kurs obejmuje podstawowe zagadnienia projektowania 3D przy użyciu/z wykorzystaniem programów inżynierskich, takich jak np. Fusion 360, SolidWorks, Inventor czy AutoCad. W ramach zajęć doktoranci samodzielnie zaprojektują i wyeksportują pliki graficzne, które będą wydrukowane i obrabiane w kolejnych etapach.
- Przygotowanie wydruków – w ramach tej części omówione zostaną najważniejsze zagadnienia związane z obsługą programów przekształcających modele 3D na język g-code obsługiwany przez większość drukarek 3D i maszyn CNC. Doktoranci zapoznają się z podstawą obsługi najbardziej znanych programów takich jak np. Cura, Slic3r, Repetier-Host.
- Obsługa drukarek 3D – omówienie podstaw obsługi drukarek 3D (przygotowania do wydruku, konserwacji), najczęściej występujących problemów jak również wad i zalet różnych rozwiązań konstrukcyjnych. Studenci wydrukują elementy przygotowane przez siebie w poprzednich etapach z możliwością praktycznego zaobserwowania ewentualnych błędów popełnionych podczas projektowania.
- Obróbka końcowa wydruków – przedstawienie podstawowych technik obróbki wydruków 3D obejmujących zarówno metody mechaniczne (szlifowanie, docinanie, poprawne usuwanie podpór jak i chemiczne (wygładzanie powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników, malowanie aerografem)

Planowanie eksperymentów:

Celem zajęć jest wprowadzenie doktorantów w problematykę projektowania procesów w nauce i przemyśle na przykładzie tablic ortogonalnych, metody Taguchiego.

- Określanie celu eksperymentu. Ustalenie charakteru zmiennych niezależnych i zależnych.
- Określenie planu eksperymentu: ustalenie stopni swobody, wybór tablicy ortogonalnej, przypisanie zmiennych do tablicy, opracowanie planu eksperymentu, ustalenie kolejności wykonania eksperymentu.
- Uzupelnienie tablicy ortogonalnej o wyniki. Wykreślna analiza efektów głównych i interakcji.
- Ocena poziomu istotności wpływu poszczególnych czynników na wynik eksperymentu.

Projekt

Budowa i oprogramowanie prototypu prostego urządzenia wspomagającego prowadzenie badań w laboratorium lub prezentacji wyników, aplikacji lub systemu z użyciem gotowych bibliotek dla Arduino oraz Processing – praca w grupach.

wymiar zajęć: warsztaty 23 (+12 godzin pracy poza zajęciami), projekt 5 (+10 godzin pracy poza zajęciami)

5. Sposób weryfikacji kompetencji (efektów uczenia się) osiągniętych przez doktoranta

Obecność i wykonanie zadań podczas zajęć warsztatowych - 50 pkt.

Wykonanie projektów w grupach 2-3 osobowych z użyciem technik szybkiego prototypowania - 50 pkt.

6. Liczba punktów ECTS odpowiadająca proponowanej realizacji: 2

7. Sugerowany semestr realizacji: 2

8. Literatura pomocnicza (wszystkie obowiązkowe treści zostaną przekazane w instrukcjach i tutorialach podczas zajęć)

- Casey Reas, Ben Fry, *Processing*, MIT Press, 2014.
- John M. Jordan, *3D Printing*, The MIT Press Essential Knowledge series, 2019
- Beverly Rudkin Ingle, *Design thinking dla przedsiębiorców i małych firm. Potęga myślenia projektowego w codziennej pracy*, Helion, 2015.
- Simon Monk, *Arduino dla początkujących. Podstawy i szkice*, Helion, 2018.
- Stephen Prata, *Język C. Szkoła Programowania*, Helion, 2016.
- G. Taguchi, S. Konishi, *Orthogonal Arrays and Linear Graphs*, ASI Press, 1987
- Gerald Z. Yin, Don W. Jillie, "Orthogonal Design for Process Optimization and Its Application in Plasma Etching", *Solid State Technology*, 1987, 127–132
- Genichi Taguchi and Yoshiko Yokoyama, *Taguchi Methods: Design of Experiments*, Amer Supplier Inst (November 1, 1993)
- Glen Stuart Peace, *Taguchi Methods – A Hands-On Approach*, Addison – Wesley Publishing Company, (1993)



9. Pomysł na wykonawcę lub wykonawców (w przypadku modułu z wieloma prowadzącymi) wraz z informacją, czy jest to pracownik PW, czy osoba spoza.

Mgr inż. Andrzej Manujło – pracownik PW

Mgr inż. Arkadiusz Czerwiński – pracownik PW

Dr inż. Piotr Firek – pracownik PW