



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PW-0000000-0091	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Szybkie Eksperymentowanie		
			w j. angielskim	Rapid Prototyping for Experiments		
Przynależność do grupy przedmiotów	warsztat badacza					
Koordinator przedmiotu	dr inż. Piotr Firek, MBA mgr inż. Andrzej Manujło, mgr inż. Arkadiusz Czerwiński					
Jednostka realizująca	CZIIIT	Dyscyplina/y naukowa*				
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr	Zimowy i letni			
Język zajęć	Polski					
Forma zaliczenia:	zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	12	Dostępność dla studentów	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo					
	łącznie w semestrze			6	24	

* nie dotyczy warsztatu badacza

1. Wymagania wstępne

Moduł został przygotowany w związku z potrzebami doktorantów nie mających styczności (na wcześniejszych etapach edukacji) z technikami szybkiego prototypowania (Druk 3D, platformy Arduino, Micropython i MIT Processing). Zajęcia prowadzone są na poziomie podstawowym, jednak wymagana jest znajomość pojęć takich jak: pętla, instrukcja warunkowa, tablica, zmienna i funkcja. Nie jest wymagana znajomość żadnego konkretnego języka programowania oraz programów graficznych do projektowania 3D. Funkcje i sposób użycia wszystkich narzędzi niezbędnych do ukończenia zadań zostaną omówione podczas zajęć. Dla osób, które nie miały styczności z programowaniem w języku C++ lub Python zostaną wskazane materiały, które w ramach pracy domowej pozwolą na nabycie niezbędnej wiedzy i umiejętności do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych i projektu końcowego. Preferowane będą tematy projektów związane z potrzebami w laboratorium lub przy badaniach doktoranta, jednak w przypadku braku pomysłu doktoranta prowadzący wskaże przykładowe tematy.

2. Cele przedmiotu

Zajęcia będą prowadzone głównie w formie warsztatowo-projektowej, która zakłada aktywny udział każdego z doktorantów, jak i pracę w grupach. Zaplanowane aktywności zakładają praktyczne zaangażowanie doktorantów i w dużej mierze samodzielne rozwiązywanie problemów.

Doktoranci nauczą się podczas przedmiotu konstruować prototypy urządzeń i aplikacji w oparciu o platformy Arduino, Processing, Micropython i Raspberry Pi, a także projektować i wytwarzać elementy w technologii przyrostowej druku 3D. Wymienione platformy są powszechnie stosowane na całym świecie do tworzenia stanowisk laboratoryjnych oraz aparatury badawczej. Ponadto dzięki zajęciom z tematyki planowania eksperymentu uczestnicy poznają metody, pozwalające na oszczędność zasobów rzeczowych i finansowych oraz czasu podczas prowadzonych badań. Z kolei element dotyczy Design Thinking uwrażliwi słuchaczy na aspekty związane z potrzebami użytkownika podczas projektowania rozwiązań lub badań.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Laboratorium

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

- Wstęp do platform Arduino, Micropython 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, Micropython, testowanie prototypu przez innych doktorantów biorących udział w zajęciach, doskonalenie w oparciu o obserwację i wywiad.



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.
- Uzupełnienie tablicy ortogonalnej o wyniki. Wykreślna analiza efektów głównych i interakcji.
- Ocena poziomu istotności wpływu poszczególnych czynników na wynik eksperymentu.

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.

Projekt:

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

4. Efekty uczenia się			
Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Uczestnik zostanie zapoznany z innowacyjnymi technikami szybkiego prototypowania i planowania eksperymentu, które są niezbędne do efektywnego prowadzenia badań.	SD_W4	ocena aktywności w trakcie zajęć
Umiejętności			
U01	Uczestnik zostanie zapoznany z narzędziami związanymi z szybkim prototypowaniem, umożliwiającymi rozwiązywanie problemów badawczych w innowacyjny sposób.	SD_U1	ocena aktywności w trakcie zajęć
U02	Uczestnik pozna narzędzia związane z planowaniem eksperymentu w celu optymalizacji procesu prowadzenia badań.	SD_U7	ocena aktywności w trakcie zajęć
U03	Uczestnik pozna platformy Arduino, Processing, MicroPython oraz technologię druku 3D w celu	SD_U9	ocena projektu



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

	możliwości ich zastosowania podczas prowadzenia innowacyjnych zajęć projektowych dla studentów.		
Kompetencje społeczne			
K01	Uczestnik dzięki poznaniu metody Design Thinking będzie zwracał większą uwagę podczas projektowania swoich badań i rozwiązań przy pracach wdrożeniowych na czynnik ludzki i aspekty społeczne.	SD_K3	ocena prezentacji
K01	Uczestnik pozna i zastosuje podczas pracy projektowej techniki narzędzi szybkiego prototypowania do kreatywnego rozwiązywania problemów badawczych. Dodatkowo podczas warsztatów z Design Thinking nauczy się metod na generowanie nowych pomysłów używanych w wiodących firmach na świecie.	SD_K4	ocena projektu

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

- obecność na zajęciach,
- realizacja projektu,
- wykonywanie zadań podczas zajęć warsztatowych.

6. Literatura

- [1] Casey Reas, Ben Fry, Processing, MIT Press, 2014.
- [2] Beverly Rudkin Ingle, Design thinking dla przedsiębiorców i małych firm. Potęga myślenia projektowego w codziennej pracy, Helion, 2015.
- [3] Simon Monk, Arduino dla początkujących. Podstawy i szkice, Helion, 2018.
- [4] Stephen Prata, Język C. Szkoła Programowania, Helion, 2016.
- [5] Anna Kaziunas France, Świat druku 3D. Przewodnik, Helion, 2014.
- [6] Jesse Harrington Au, 3D CAD I Autodesk 123D, Emily Gertz, Helion, 2016.

7. Nakład pracy doktoranta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	Uczestnictwo w laboratoriach i warsztatach	24
2	Przygotowanie się uczestnika do laboratoriów i warsztatów	16
3	Przygotowanie projektu końcowego (wraz z konsultacjami i prezentacją)	20
Sumaryczny nakład pracy doktoranta		60
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy doktoranta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)