

## WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Nazwa w języku polskim:           | <b>Zastosowanie sztucznej inteligencji w sterowaniu i diagnostyce</b>                   |
| Nazwa w języku angielskim:        | <b>Application of the artificial intelligence techniques in control and diagnostics</b> |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | <b>Automatyka i Robotyka</b>  |
| Specjalność (jeżeli dotyczy):     | <b>Automatyzacja Maszyn, Pojazdów i Urządzeń</b>  |
| Stopień studiów i forma:          | <b>II stopień, stacjonarna</b>  |
| Rodzaj przedmiotu:                | <b>obowiązkowy</b>  |
| Kod przedmiotu:                   | <b>ARR043221</b>  |
| Grupa kursów:                     | <b>NIE</b>  |

|  | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
|--|---------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):                                       | 30      |           | 15                  |         |            |
| Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):                             | 90      |           | 30                  |         |            |
| Forma zaliczenia:  | egzamin |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):   |         |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS:   | 3       |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):                 |         |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK): | 2.10    |           | 0.70                |         |            |

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Posiada wiedzę z automatyki, informatyki i modelowania układów dynamicznych.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie zaawansowanej wiedzy dotyczącej modelowania neuronowego, topologii struktur neuronowych (sieci neuronowe: jednokierunkowe, rekurencyjne, neuronowo-rozmyte, zawierające funkcje radialne, itp.), metod ich uczenia i optymalizacji struktur.
- C2. Zdobycie umiejętności projektowania i implementacji programowej różnych struktur neuronowych i stosowania ich jako regulatorów, estymatorów, klasyfikatorów danych w układach przemysłowych, w tym w zastosowaniu do napędów elektrycznych.
- C3. Przekazanie zaawansowanej wiedzy dotyczącej metod doboru klasycznych systemów rozmytych, różnych typów modeli rozmytych (Mamdani, TSK, Tsukamoto i innych), adaptacyjnego sterowania rozmytego, ślizgowego sterowania rozmytego oraz metod badania stabilności układów z regulatorami rozmytymi.
- C4. Zdobycie umiejętności projektowania oraz aplikacji programowej struktur sterowania z różnymi rodzajami regulatorów rozmytych oraz krytycznej analizy układów sterowania z regulatorami rozmytymi.
- C5. Zdobycie kompetencji społecznych z zakresu kreatywnego myślenia.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

## Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Ma pogłębioną wiedzę o różnych strukturach sieci neuronowych (jednokierunkowych, rekurencyjnych, neuronowo-rozmytych, radialnych, itp.) i metodach ich uczenia.
- PEK\_W02 Zna podstawowe zastosowania wybranych struktur sieci neuronowych jako regulatorów, estymatorów lub klasyfikatorów danych stosowanych w układach przemysłowych, w tym w zastosowaniu do napędów elektrycznych.
- PEK\_W03 Zna możliwości modyfikacji klasycznych struktur sterowania przez wprowadzenie elementów opartych na systemach rozmytych.

## Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Umie zaprojektować strukturę sterowania z regulatorem neuronowym.
- PEK\_U02 Potrafi zaprojektować różne struktury sieci neuronowych dla wybranych zastosowań i przeprowadzić ich skuteczne treningi.
- PEK\_U03 Umie zaprojektować strukturę sterowania z adaptacyjnym regulatorem rozmytym.

## Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

| TREŚCI PROGRAMOWE    |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Forma zajęć - wykład |   | liczba godzin: |
| Wy1                  | Wprowadzenie. Elementarne pojęcia związane ze sztuczną inteligencją. Najistotniejsze trendy badań oraz etapy rozwoju. Test Turinga. Przykłady zastosowań.   | 2              |
| Wy2                  | Podstawowe pojęcia związane z modelowaniem neuronowym – powtórzenie wiadomości wstępnych. Sieci jednokierunkowe, rekurencyjne, radialne, sieci ADALINE i MADALINE, sieci samoorganizujące się, modele neuronowo-rozmyte – metody ich uczenia. | 2              |
| Wy3                  | Zaawansowane metody uczenia oraz optymalizacji wybranych struktur sieci neuronowych.  | 2              |
| Wy4                  | Metody aplikacji programowej oraz testów sieci neuronowych stosowanych w sterowaniu oraz diagnostyce. Implementacje modeli neuronowych w układach programowalnych.  | 2              |
| Wy5                  | Neuronowe regulatory obiektów dynamicznych – przegląd rozwiązań. Zastosowanie modeli neuronowych trenowanych off-line w układach regulacji.   | 2              |
| Wy6                  | Adaptacyjne regulatory (trenowane on-line) neuronowe dla obiektów dynamicznych – idea oraz przykłady zastosowań (w tym w napędach elektrycznych).   | 2              |
| Wy7                  | Neuronowe estymatory zmiennych stanu obiektów dynamicznych (na przykładzie napędów elektrycznych).  | 2              |
| Wy8                  | Neuronowe układy diagnostyczne (w tym maszyn i napędów elektrycznych).  | 2              |
| Wy9                  | Powtórzenie podstawowych wiadomości na temat logiki i systemów rozmytych.   | 2              |
| Wy10                 | Systemy rozmyte różnych typów –Mamdaniego, TSK, Tsukamoto i inne.   | 2              |
| Wy11                 | Metody doboru parametrów systemów rozmytych.  | 2              |
| Wy12                 | Modyfikacja klasycznych struktur sterowania przez wprowadzenie wiedzy opartej na logice rozmytej.   | 2              |
| Wy13                 | Modyfikacja klasycznych metod odtwarzania zmiennych stanu napędu elektrycznego za pomocą modeli rozmytych.  | 2              |
| Wy14                 | Adaptacyjne sterowanie rozmyte.   | 2              |
| Wy15                 | Stabilność rozmytych systemów sterowania.   | 2              |
| suma godzin:         |   | 30             |

| Forma zajęć - laboratorium |   | liczba godzin: |
|----------------------------|---|----------------|
| La1                        | Zajęcia organizacyjne.  | 1              |
| La2                        | Projektowanie regulatorów neuronowych, w tym adaptacyjnych.                               | 4              |
| La3                        | Projektowanie i trenowanie neuronowych estymatorów zmiennych stanu obiektów dynamicznych. | 2              |
| La4                        | Projektowanie systemów rozmytych różnych typów.   | 4              |
| La5                        | Adaptacyjne sterowanie rozmyte.   | 4              |
| suma godzin:               |   | 15             |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE  |
|--|
| N1. Wykład multimedialny z elementami wykładu tradycyjnego i problemowego.             |
| N2. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.                     |
| N3. Konsultacje.   |
| N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.                           |
| N5. Sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkich sprawdzianów (wejściówki).                   |
| N6. Ćwiczenia laboratoryjne - dyskusja otrzymanych wyników zawartych w sprawozdaniach. |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA  |  |  |
|---|--|--|
| Oceny<br><small>F - formująca w trakcie semestru<br/>P - podsumowująca na koniec semestru</small> | Numer efektu kształcenia                       | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia                    |
| F1(W)   | PEK_W01<br>PEK_W02<br>PEK_W03                  | Egzamin pisemny.   |
| P(W)  | P=F1   |  |
| F1(L)   | PEK_U01<br>PEK_U02<br>PEK_U03                  | Sprawdziany pisemne na zajęciach laboratoryjnych (wejściówki). |
| F2(L)   | PEK_U01<br>PEK_U02<br>PEK_U03<br>PEK_K01       | Aktywność na zajęciach laboratoryjnych.                        |
| F3(L)   | PEK_U01<br>PEK_U02<br>PEK_U03                  | Ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.                    |
| P(L)  | $P=0,3 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,3 \cdot F3$ |  |

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Osowski S. Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym, WNT 1996.
- [2] Piegat A., Modelowanie sterowanie i rozmyte, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 1999.
- [3] Łęski A., Systemy neuronowo-rozmyte, WNT 2008.
- [4] Tadeusiewicz R., Sieci neuronowe, Akademicka Oficyna Wydaw. RM, 1993.
- [5] Neural Networks Toolbox for use with MATLAB®, User's Guide.
- [6] Fuzzy Logic Toolbox for use with MATLAB®, User's Guide.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Bishop C.M., Neural networks for pattern recognition, Clarendon Press, 1996.
- [2] Driankov D., Hellendoorn H., Reinfrank M., Wprowadzenie do sterowania rozmytego, WNT, 1996.
- [3] Korbicz J., Obuchowicz A., Uciński D., Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.
- [4] Żurada J., Barski M., Jędruch W., Sztuczne sieci neuronowe, PWN, 1996.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Marcin Kamiński, marcin.kaminski@pwr.edu.pl

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **ARR043221 - Zastosowanie sztucznej inteligencji w sterowaniu i diagnostyce** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka** I SPECJALNOŚCI **Automatyzacja Maszyn, Pojazdów i Urządzeń**

| Przedmiotowy efekt kształcenia | Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy) | Cele przedmiotu | Treści programowe                                   | Numer narzędzia dydaktycznego |
|--------------------------------|---|-----------------|---|-------------------------------|
| PEK_W01                        | S2AMPU_W06  | C.1             | Wy1<br>Wy2<br>Wy3                                   | N.1<br>N.2<br>N.3             |
| PEK_W02                        | S2AMPU_W06  | C.2             | Wy4<br>Wy5<br>Wy6<br>Wy7<br>Wy8                     | N.1<br>N.2<br>N.3             |
| PEK_W03                        | S2AMPU_W06  | C.3<br>C.4      | Wy9<br>Wy10<br>Wy11<br>Wy12<br>Wy13<br>Wy14<br>Wy15 | N.1<br>N.2<br>N.3             |
| PEK_U01                        | S2AMPU_U05  | C.2             | La2   | N.4<br>N.5<br>N.6             |
| PEK_U02                        | S2AMPU_U05  | C.2             | La3   | N.4<br>N.5<br>N.6             |
| PEK_U03                        | S2AMPU_U05  | C.4             | La4<br>La5  | N.4<br>N.5<br>N.6             |
| PEK_K01                        | K2AiR_K06   | C.5             | La1<br>La2<br>La3<br>La4<br>La5                     | N.3<br>N.6                    |