



Nazwa modułu zajęć:	Automatyka pojazdowa				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	EAIr-1-407-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej				
Kierunek:	Automatyka i Robotyka	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	4
Strona www:	<a href="https://upel.agh.edu.pl/weaiib/course/view.php?id=271">https://upel.agh.edu.pl/weaiib/course/view.php?id=271</a>				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. Skruch Paweł (pawel.skruch@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach przedmiotu zostanie omówiona zasada działania i sposoby projektowania kluczowych systemów automatyki w pojazdach samochodowych według nowych trendów rozwojowych w motoryzacji. Te trendy są związane z opracowaniem systemów bezpieczeństwa, które w swojej docelowej postaci w samochodach w pełni zautomatyzowanych mają realizować tzw. wizję zerowej liczby wypadków drogowych, elektryfikacją transportu oraz integracją samochodu z globalną siecią informatyczną w ramach internetu rzeczy.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna specyfikacje układów sterowania wykorzystywane w pojazdach.	AiR1A_W01, AiR1A_W02, AiR1A_W04	Egzamin
M_W002	Potrafi zaprojektować i optymalnie dobrać parametry złożonego układu sterowania z uwzględnieniem specyfiki przemysłu samochodowego.	AiR1A_W01, AiR1A_W02, AiR1A_W04	Egzamin
M_W003	Potrafi tworzyć i analizować modele matematyczne procesów występujących w technice samochodowej.	AiR1A_W01, AiR1A_W02, AiR1A_W04	Egzamin

Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi praktycznie stosować zaawansowane narzędzia programistyczne wspomagające projektowanie systemów automatyki (np. MATLAB/Simulink).	AiR1A_U01, AiR1A_U07, AiR1A_U03	Zaliczenie laboratorium
M_U002	Potrafi zaprojektować poprawnie działający układ regulacji automatycznej.	AiR1A_U01, AiR1A_U09, AiR1A_U02, AiR1A_U05	Zaliczenie laboratorium
M_U003	Potrafi stworzyć model matematyczny procesu lub systemu.	AiR1A_U01, AiR1A_U09, AiR1A_U07, AiR1A_U05	Zaliczenie laboratorium
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Zna rolę systemów sterowania i automatyki we przemyśle samochodowym.	AiR1A_K03, AiR1A_K02	Aktywność na zajęciach

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
56	28	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna specyfikacje układów sterowania wykorzystywane w pojazdach.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Potrafi zaprojektować i optymalnie dobrać parametry złożonego układu sterowania z uwzględnieniem specyfiki przemysłu samochodowego.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W003	Potrafi tworzyć i analizować modele matematyczne procesów występujących w technice samochodowej.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi praktycznie stosować zaawansowane narzędzia programistyczne wspomagające projektowanie systemów automatyki (np. MATLAB/Simulink).	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi zaprojektować poprawnie działający układ regulacji automatycznej.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi stworzyć model matematyczny procesu lub systemu.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Zna rolę systemów sterowania i automatyki we przemyśle samochodowym.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	56 godz
Przygotowanie do zajęć	32 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	90 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

##### W01: Wykład organizacyjny i informacyjny.

Celem tego wykładu jest omówienie planów pozostałych wykładów oraz ćwiczeń laboratoryjnych. Przedstawione zostaną kryteria oceniania i obliczania ocen cząstkowych i końcowych. Zostaną omówione również kwestie związane z nieobecnością i poprawianiem zajęć. Na wykładzie zostanie także podany wykaz literatury oraz innych pomocy naukowych.

Czas trwania zajęć: 2h

##### W02: Modele kinematyki i dynamiki samochodu.

Celem wykładu jest przedstawienie i omówienie podstawowych modeli kinematyki oraz dynamiki samochodu. Modele te zostaną opisane za pomocą aparatu matematycznego wykorzystywanego w teorii sterowania.

Czas trwania zajęć: 2h

W03: Architektury systemów sterowania i sieci wymiany danych w samochodach.

Architektura sterowania współczesnego samochodu ma charakter rozproszony. Składa się ona z szeregu jednostek sterujących zbudowanych w oparciu o systemy mikroprocesorowe, które wymieniają ze sobą informacje za pomocą różnych magistral komunikacyjnych. Na wykładzie zostaną przedstawione i omówione architektury sterowania, które są stosowane w obecnych modelach samochodów jak i te, które będą stosowane w przyszłości w samochodach o wysokim stopniu automatyzacji. Krótko zostaną również scharakteryzowane przewodowe (np. CAN, LIN, MOST, FlexRay, Ethernet i inne) i bezprzewodowe (np. V2V, V2I, RF, Bluetooth, UWB i inne) systemy transmisji stosowane w samochodach.

Czas trwania zajęć: 2h

W04: Czujniki i elementy wykonawcze.

Celem wykładu jest przegląd najważniejszych czujników i elementów wykonawczych mających zastosowanie we współczesnych samochodach. W trakcie wykładu zostaną scharakteryzowane czujniki monitorujące zarówno wnętrze jak i otoczenie pojazdu (tj. kamery, radary, lidary, czujniki ultradźwiękowe) oraz czujniki monitorujące inne parametry jazdy i samochodu (np. czujnik poziomu paliwa, czujnik temperatury zewnętrznej, czujniki mierzące przebyty dystans, prędkość i przyspieszenie pojazdu, itp.). W trakcie wykładu zostaną omówione również najważniejsze elementy wykonawcze w samochodzie opierające się o układy elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, magnetyczne i mechaniczne.

Czas trwania zajęć: 2h

W05: Proces projektowania samochodowych układów sterowania.

Celem wykładu jest omówienie procesów projektowania układów sterowania obowiązujących w branży motoryzacyjnej i wymaganych przez koncerny samochodowe. Szczególny nacisk zostanie położony na standard SPiCE, normę bezpieczeństwa funkcjonalnego ISO 26262 oraz otwartą architekturę AUTOSAR.

Czas trwania zajęć: 2h

W06: Systemy napędowe.

Tematem wykładu jest przegląd systemów napędowych stosowanych w samochodach oraz metod ich sterowania. Podczas wykładu zostaną scharakteryzowane napędy spalinowe, zarówno silniki benzynowe jak i Diesla, napędy hybrydowe, napędy elektryczne i napędy wodorowe.

Czas trwania zajęć: 2h

W07: Systemy aktywnego zawieszenia.

Tematem wykładu są systemy aktywnego zawieszenia, które wykorzystują dane pochodzące z elektronicznych czujników takich jak akcelerometr, żyroskop, czujnik prędkości i inne oraz model dynamiki pojazdu do kontroli układów zmniejszających drgania z podwozia.

Czas trwania zajęć: 2h

W08: Systemy hamulcowe.

Tematem wykładu są układy hamulcowe, których głównym zadaniem jest zmniejszenie prędkości oraz zatrzymanie pojazdu. Podczas wykładu zostaną omówione mechanizmy hamulcowe, które służą do wytworzenia momentu tarcia w hamulcach oraz mechanizmy sterujące (zarówno manualne jak i automatyczne), których zadaniem jest kontrola siły hamowania.

Czas trwania zajęć: 2h

W09: Systemy kontroli trakcji.

Tematem wykładu są systemy kontroli trakcji, których głównym zadaniem jest niedopuszczenie do nadmiernego poślizgu kół pojazdu podczas przyspieszania.

Czas trwania zajęć: 1h

W10: Systemy kontroli toru jazdy.

Tematem wykładu są systemy stabilizujące tor jazdy samochodu podczas wykonywania manewrów skręcania.

Czas trwania zajęć: 1h

W11: Systemy informacji i rozrywki.

Tematem wykładu są samochodowe systemy informacji i rozrywki obejmujące systemy multimedialne, wyświetlacze, systemy nawigacyjne, systemy komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi oraz siecią internetową.

Czas trwania zajęć: 2h

W12: Centralne systemy sterujące.

Tematem wykładu są systemy realizujące funkcje związane z centralnym sterowaniem, zarządzaniem energią, zabezpieczeniem samochodu, diagnostyką, wymianą danych pomiędzy modułami oraz realizacją udogodnień dla użytkownika pojazdu. Centralne moduły sterujące pełnią bardzo często funkcję bram sieciowych w samochodowych sieciach komputerowych.

Czas trwania zajęć: 2h

W13: Systemy dostępu do samochodu.

Tematem wykładu są bezprzewodowe systemy dostępu do samochodu. Omówiona zostanie zasada działania takich systemów, technologie komunikacji i bezpieczeństwa danych oraz funkcje oferowane przez takie systemy. W szczególności zostaną przedstawione najbardziej popularne rozwiązania, tj. tzw. inteligentny kluczyk, system bezkluczowego dostępu do samochodu, wykorzystanie smartfonu jako kluczyka samochodowego i inne.

Czas trwania zajęć: 2h

W14: Systemy bezpieczeństwa aktywnego i pasywnego.

Tematem wykładu są systemy automatyki związane z bezpieczeństwem pojazdu oraz jego użytkowników. Omówione zostaną systemy bezpieczeństwa aktywnego mające na celu zapobieganie sytuacjom potencjalnie kolizyjnym lub informowanie kierowcy o potencjalnych zagrożeniach, oraz systemy bezpieczeństwa pasywnego mające na celu minimalizowanie skutków wypadków. Do grupy systemów bezpieczeństwa aktywnego

można zaliczyć takie systemy jak: system automatycznego hamowania awaryjnego, system ostrzegania przed niezamierzonym opuszczeniem pasa ruchu, system rozpoznawania znaków drogowych, aktywny tempomat, system ostrzegania przed kolizją z boku pojazdu, system informujący o zmęczeniu kierowcy, itp. Do grupy systemów bezpieczeństwa pasywnego można zaliczyć poduszki i kurtyny powietrzne, system napinania pasów przed kolizją, system wykrywania zajętości miejsca pasażera, itp.

Czas trwania zajęć: 2h

#### W15: Systemy jazdy zautomatyzowanej.

Celem wykładu jest omówienie elementów składowych samochodów określanych mianem samochodów autonomicznych. Nowe trendy w motoryzacji sprawiają, że zmienia się koncepcja projektowania samochodów. Projektując samochody nowej generacji należy skoncentrować się na szeregu elementów, które do niedawna nie miały istotnego znaczenia, a teraz stają się kluczowe według nowych trendów (wytycznych). Te elementy to: (1) czujniki obserwujące zarówno wnętrze jak i otoczenie samochodu wraz z algorytmami percepcji czyli interpretacji otaczającej samochód rzeczywistości; (2) systemy sterowania oraz platformy obliczeniowe umożliwiające przetwarzanie dużych ilości danych w czasie rzeczywistym; (3) systemy dystrybucji energii (szczególnie w kontekście elektryfikacji) oraz systemy komunikacyjne, z faktu, że systemy sterowania w samochodzie mają charakter rozproszony; (4) systemy zapewniające łączność samochodu z odpowiednimi usługami zlokalizowanymi w chmurze obliczeniowej; (5) projektowanie wnętrza samochodu czyli interfejsów kierowcy uwzględniając wysoki stopień automatyzacji oraz łączność samochodu; (6) bezpieczeństwo zarówno funkcjonalne jak i cyber-bezpieczeństwo.

Czas trwania zajęć: 2h

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

#### L01: Laboratorium wprowadzające.

Celem zajęć jest omówienie zasad bezpieczeństwa, które należy przestrzegać w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych, instrukcji do ćwiczeń, sposobu przygotowywania się do zajęć, stanowisk laboratoryjnych, przebiegu ćwiczeń, wymagań dotyczących sprawozdań z realizacji ćwiczeń i kryteriów zaliczenia ćwiczeń.

Czas trwania zajęć: 2h

#### L02: Model kinematyki samochodu.

Celem zajęć jest budowa modelu kinematyki dla określonego typu pojazdu oraz jego symulacja komputerowa.

Czas trwania zajęć: 2h

#### L03: Model dynamiki samochodu.

Celem zajęć jest budowa modelu dynamiki dla określonego typu pojazdu oraz jego symulacja komputerowa.

Czas trwania zajęć: 2h

#### L04: Architektury systemów sterowania w samochodach.

Celem zajęć jest budowa prostej architektury systemowej zawierającej co najmniej dwa komunikujące się ze sobą moduły. Architekturę należy zbudować i przeprowadzić symulację działania w środowisku CANoe.

Czas trwania zajęć: 2h

L05: Sieci wymiany danych.

Celem zajęć jest zapoznanie się z jedną z typowych magistral komunikacyjnych stosowanych w motoryzacji, tj. CAN, LIN, MOST lub FlexRay.

Czas trwania zajęć: 2h

L06: Czujniki i elementy wykonawcze.

Celem zajęć jest zapoznanie się ze specyfiką działania jednego z typowych czujników lub elementów wykonawczych stosowanych w motoryzacji. Przykładowe czujniki to: radary, lidary, kamery, czujnik poziomu paliwa, czujnik temperatury zewnętrznej. Przykładowe elementy wykonawcze to: silniki elektryczne prądu stałego wykorzystywane w układach wycieraczek i spryskiwaczy szyb samochodowych oraz układach zamka centralnego lub podnośnika szyb samochodowych.

Czas trwania zajęć: 2h

L07: Proces projektowania samochodowych układów sterowania.

Tematem zajęć jest przygotowanie zestawu przypadków testowych dla samochodowego systemu sterowania opisanego przez wymagania systemowe. Proces testowania samochodowych systemów wbudowanych jest jednym z kluczowych i niezbędnych aktywności służących do określenia jakości i niezawodności systemu.

Czas trwania zajęć: 2h

L08: Systemy napędowe.

Tematem zajęć jest opracowanie modelu regulatora dla przykładowego silnika elektrycznego i jego symulacja komputerowa.

Czas trwania zajęć: 2h

L09: Systemy aktywnego zawieszenia.

Tematem zajęć jest opracowanie modelu regulatora zmniejszającego drgania zawieszenia samochodowego i jego symulacja komputerowa.

Czas trwania zajęć: 2h

L10: Systemy hamulcowe.

Tematem zajęć jest budowa modelu systemu ABS i jego symulacja komputerowa.

Czas trwania zajęć: 2h

L11: Systemy informacji i rozrywki.

Tematem zajęć jest zapoznanie się ze specyfiką działania zestawu wskaźników deski rozdzielczej.

Czas trwania zajęć: 2h

L12: Centralne systemy sterujące.

Tematem zajęć jest zapoznanie się z podstawami diagnostyki samochodowej.

Czas trwania zajęć: 2h

L13: Systemy aktywnego i pasywnego bezpieczeństwa.

Celem zajęć jest budowa modelu dynamiki ciągu samochodów działających w trybie adaptacyjnego tempomatu.

Czas trwania zajęć: 2h

#### L14: Zaliczenie

Podsumowanie ćwiczeń laboratoryjnych i wystawienie ocen końcowych.

Czas trwania zajęć: 2h

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

#### 1. Zaliczenie wykładów.

Zaliczenie wykładów odbywa się w oparciu o wynik testu zaliczeniowego. Test zaliczeniowy ma formę pisemną i jest testem jednokrotnego wyboru. Składa się on ze 100 pytań, gdzie dla każdego pytania są podane cztery możliwe odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna. Ilość poprawnych odpowiedzi jest tożsama z procentową oceną z wykładów. Test zaliczeniowy odbywa się na ostatnich zajęciach w semestrze.

#### 2. Ocenianie ćwiczeń laboratoryjnych.

2.1. Na początku każdego laboratorium jest przeprowadzany wstępna weryfikacja niezbędnych umiejętności, które student powinien opanować, aby poprawnie i w zadanym czasie wykonać ćwiczenie. Niezbędne umiejętności są określone w instrukcji do ćwiczeń. Weryfikacja ma formę 5 pytań, które są zadawane przez Prowadzącego ćwiczenia danej grupie projektowej. Brak poprawnej odpowiedzi przez grupę na zadane pytanie oznacza 0 punktów, częściowo poprawna lub niepełna odpowiedź oznacza 1 punkt, pełna i poprawna odpowiedź to 2 punkty. Warunkiem koniecznym dopuszczenia grupy do laboratorium jest uzyskanie przez nią 5 punktów na 10 możliwych. W przypadku niedopuszczenia grupy do zajęć, grupa przystępuje do ponownego wykonania tego samego ćwiczenia na kolejnych zajęciach włączając to test kwalifikacyjny.

2.2. Na zakończenie zajęć Prowadzący ćwiczenia zadaje każdej grupie realizującej ćwiczenie 3 pytania dotyczące przebiegu laboratorium oraz uzyskanych rezultatów. Za każde pytanie można uzyskać 0 punktów w przypadku braku lub nieprawidłowej odpowiedzi, 1 punkt w przypadku częściowo poprawnej lub niepełnej odpowiedzi, 2 punkty w przypadku pełnej i poprawnej odpowiedzi. 2 dodatkowe punkty można uzyskać za przygotowanie sprawozdania z przeprowadzonych ćwiczeń zgodnie z instrukcją podaną przez Prowadzącego ćwiczenia. Jeżeli grupa uzyskała 9 lub 10 punktów na teście kwalifikacyjnym to do łącznej sumy punktów dodaje się dodatkowe 2. Jeżeli grupa uzyskała 7 lub 8 punktów na teście kwalifikacyjnym, to do łącznej sumy punktów dodaje się dodatkowo 1 punkt. Brak dodatkowych punktów ma miejsce w przypadku uzyskania przez grupę 5 lub 6 punktów na teście. W sumie za każde ćwiczenie laboratoryjne można uzyskać maksymalnie 10 punktów.

2.3. Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych należy wysłać w postaci pliku PDF poprzez platformę e-learningową Moodle najpóźniej przed rozpoczęciem kolejnych zajęć. Brak sprawozdania oznacza 0 punktów za ten element oceny ćwiczeń.

2.4. Każdy członek grupy laboratoryjnej, który jest obecny na zajęciach otrzymuje tyle samo punktów co cała grupa. Nieobecność oznacza punktów 0.

2.5. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych wylicza jest według następującego schematu:

$$L = \min\{100\%, (m/(M-10)) \times 100\%\},$$

gdzie  $m$  jest sumą punktów uzyskanych przez studentach podczas ćwiczeń laboratoryjnych,  $M$  jest maksymalną liczbą punktów możliwych do uzyskania podczas ćwiczeń laboratoryjnych.



3. Student może przystąpić dwukrotnie do poprawkowego zaliczania zajęć. O dopuszczeniu studenta do zaliczenia poprawkowego decyduje Prowadzący zajęcia, który ustala terminy i zasady zaliczeń w terminach poprawkowych. Terminy poprawkowe mają charakter ustny. Ocena końcowa jest wyliczana jako średnia ważona ocen procentowych uzyskanych w normalnym trybie i w trybach poprawkowych. Wagi w średniej są równe, tzn. w przypadku jednego terminu poprawkowego są one równe wartości 0.5, w przypadku dwóch terminów poprawkowych są one równe wartości 1/3.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie
- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak
- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

1. Warunkiem koniecznym i wystarczającym do uzyskania pozytywnej oceny końcowej z przedmiotu są pozytywne oceny z testu zaliczeniowego i ćwiczeń laboratoryjnych.

2. Ocena końcowa z przedmiotu wyliczana jest według następującego schematu:

$$K = \min\{100\%, 0.5 \times E + 0.5 \times L + (n / (10 \times N)) \times 100\%\},$$

gdzie K jest wyliczoną procentową oceną końcową, E jest procentową oceną uzyskaną z testu zaliczeniowego, L jest procentową oceną uzyskaną z ćwiczeń laboratoryjnych, n jest liczbą wykładów, na których student był obecny, N jest liczbą przeprowadzonych wykładów w trakcie trwania semestru (maksymalnie 14).

3. W Uczelni przy weryfikacji efektów kształcenia, w szczególności w ramach zaliczeń i egzaminów, stosuje się następującą skalę ocen:

- a) od 90% bardzo dobry (5.0);
- b) od 80% plus dobry (4.5);
- c) od 70% dobry (4.0);
- d) od 60% plus dostateczny (3.5);
- e) od 50% dostateczny (3.0);
- f) poniżej 50% niedostateczny (2.0).

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

1. Wykłady nie są obowiązkowe, ale na wykładach jest sprawdzana obecność.

2. Obecności mają pozytywny wpływ na ocenę końcową, ale maksymalną ocenę końcową można również uzyskać bez uczęszczania na wykłady.

3. Ćwiczenia laboratoryjne są obowiązkowe.

4. Dozwolona jest jedna nieobecność na laboratorium, która nie ma wpływu na ocenę końcową z ćwiczeń laboratoryjnych. Druga nieobecność powoduje obniżenie oceny końcowej o 10 punktów. Trzecia nieobecność powoduje obniżenie oceny końcowej o kolejne 10 punktów, itd. Ta reguła dotyczy zarówno obecności usprawiedliwionych jak i nieusprawiedliwionych.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności**

## **modułów**

1. Podstawowa znajomość modelowania matematycznego i przeprowadzania symulacji komputerowych.
2. Podstawowa znajomość środowiska MATLAB/Simulink.
3. Znajomość języka angielskiego będzie dodatkowym ułatwieniem dla studenta, ponieważ dla wielu terminów stosowanych w automatyce pojazdowej trudno jest znaleźć dobre polskie odpowiedniki.

## **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

Poniższa lista zawiera główne pozycje obejmujących zalecaną literaturę oraz pomoce naukowe, które są związane z tematyką modułu:

1. Angeles, J.C.D., Dadios, E.P.: Fuzzy logic-based congestion-aware geographical routing (CAGR) for vehicular ad-hoc networks (VANETs). In: Proceedings of 2015 Annual Philippine-American Academy of Sciences & Engineering Meeting and Symposium, February 5-7, 2017, De La Salle University, Manila, Philippines, 2015.
2. Artykuły z czasopisma International Journal of Automotive Technology. [www.springer.com/engineering/mechanical+engineering/journal/12239](http://www.springer.com/engineering/mechanical+engineering/journal/12239).
3. Artykuły z czasopisma International Journal of Vehicle Design. [www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijvd](http://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijvd).
4. Artykuły z czasopisma The Archives of Automotive Engineering - Archiwum Motoryzacji. [www.aaejournal.com](http://www.aaejournal.com).
5. Artykuły z czasopisma Vehicle System Dynamics. <https://www.tandfonline.com/toc/nvsvd20/current>.
6. Astrom, K.J., Murray, R.M.: Feedback systems: an introduction for scientists and engineers. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 2010.
7. Berns, K., Puttkamer, E.: Autonomous land vehicles: steps towards service robots. Vieweg+Teubner Verlag, Springer, Wiesbaden, 2010.
8. Bizon, N., Dascalescu, L., Tabatabaei, N.M.: Autonomous vehicles: intelligent transport systems and smart technologies. Nova Science Publishers Inc., UK, 2014.
9. Buegler, M., Iagnemma, K., Singh, S.: The DARPA Urban Challenge Autonomous Vehicles in City Traffic, Springer 2009, ISBN 978-3-642-03991-1.
10. Campbell, M., Egerstedt, M., How, J.P., Murray, R.M.: Autonomous driving in urban environments: approaches, lessons and challenges. Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, vol. 368, no. 1928, pp. 4649-4672, 2010.
11. Campolo, C., Molinaro, A., Scopigno, R.: Vehicular ad hoc networks. Standards, solutions, and research. Springer International Publishing, Switzerland, 2015.
12. Cheng, H.: Autonomous intelligent vehicles: theory, algorithms, and implementation. Springer-Verlag, London, 2011.
13. Dasarathy, B.V.: Sensor fusion potential exploitation-innovative architectures and illustrative applications. Proceedings of the IEEE, vol. 85, no. 1, pp. 24-38, 1997.
14. Farbod, F.: Autonomous Robots. Springer, 2009, ISBN 978-0-387-09537-0.
15. Ghahroudi, M.R., Sabzevari, R.: Multisensor data fusion strategies for advanced driver assistance systems. In: N. Milisavljevic (Ed.), Sensor and Data Fusion, pp. 141-166. I-Tech Education and Publishing KG, Croatia, 2009.
16. Gingras, D.: An overview of positioning and data fusion techniques applied to land vehicle navigation systems. In: H. Guo (Ed.), Automotive informatics and communicative systems: principles in vehicular networks and data exchange, pp. 219-246. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA, 2009.
17. Hall, D.L., Steinberg, A.: Dirty secrets in multisensor data fusion. Technical report, doi: 10.1201/9781420038545.ch21, 2001.
18. Hong, C.: Autonomous Intelligent Vehicles. Springer, 2011, ISBN 978-1-4471-2279-1.
19. Jurgen, R.K.: Autonomous vehicles for safer driving. SAE International, Wallendale, PA, USA, 2013.
20. Karsten, B., von Puttkamer, E.: Autonomous Land Vehicles. Springer, 2009, ISBN 978-3-8348-0421-1.
21. Kiencke, U., Nielsen, L.: Automotive control systems: for engine, driveline, and vehicle. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2005.
22. Liggins, M., Hall, D., Llinas, J.: Handbook of multisensor data fusion: theory and practice. CRC press, 2017.
23. Luo, R.C., Yih, C-C., Su, K.L.: Multisensor fusion and integration: approaches, applications, and future research directions. IEEE Sensors Journal, vol. 2, no. 2, pp. 107-119, 2002.
24. Lytrivis, P., Thomaidis, G., Amditis, A.: Sensor data fusion in automotive applications. In: N. Milisavljevic (Ed.), Sensor and Data Fusion, pp. 123-140. I-Tech Education and Publishing KG, Croatia, 2009.

25. Mazur, M.: Cybernetyka i charakter. Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa, 1976.
26. Mitchell, H.B.: Multi-sensor data fusion. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.
27. Ozguner, U., Acarman, T., Redmill, K.: Autonomous ground vehicles. Artech House, Boston, London, 2010.
28. Publikacje organizacji IEEE związane z motoryzacją: IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, IEEE Intelligent Systems. [www.ieeeexplore.ieee.org](http://www.ieeeexplore.ieee.org).
29. Publikacje organizacji SAE International związane z motoryzacją: Automotive Engineering International, SAE Transactions. [www.sae.org](http://www.sae.org).
30. Siegwart, R., Nourbakhsh, I.R.: Introduction to autonomous mobile robots. Bradford Company, Scituate, MA, USA, 2004.
31. Siegwart, R., Nourbakhsh, I.R., Scaramuzza, D.: Autonomous mobile robots. Massachusetts Institute of Technology, 2004.
32. Suzuki, T., Takahashi, M.: Obstacle avoidance for autonomous mobile robots based on position prediction using fuzzy inference. In: Proceedings of the 6th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics – Robotics and Automation, pp. 299-304, Milan, Italy, July 2-5, 2009.
33. Qu, Z.: Cooperative control of dynamical systems: applications to autonomous vehicles. Springer-Verlag, London, 2009.
34. Wald, L.: Definitions and terms of references in data fusion. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 32, pp. 2-6, Valladolid, Spain, 1999.
35. White, F.E.: Data fusion lexicon. Technical report, The Data Fusion Subpanel of the Joint Directors of Laboratories, Technical Panel for C3, San Diego, CA, USA, 1991.
36. Yenkanchi, S.: Multi sensor data fusion for autonomous vehicles. Master thesis, University of Windsor, Ontario, Canada, 2016.

## **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

Poniższa lista zawiera najważniejsze publikacje naukowych osób prowadzących zajęcia związanych z tematyką modułu:

1. Markiewicz, P., Długosz, M., Skruch, P.: Review of tracking and object detection systems for advanced driver assistance and autonomous driving applications. In: W. Mitkowski, J. Kacprzyk, K. Oprzędkiewicz, P. Skruch (Eds.), Trends in Advanced Intelligent Control, Optimization and Automation: Proceedings of KKA 2017 – The 19th Polish Control Conference, Kraków, Poland, June 18-21, 2017, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 577, pp. 224-237, Springer International Publishing, Switzerland, 2017.
2. Skruch, P.: Samochodowe systemy elektroniczne (cz. I). Autonaprawa, nr 12, ss. 14-15, 2009.
3. Skruch, P.: Samochodowe systemy elektroniczne (cz. II). Autonaprawa, nr 1, ss. 24-26, 2010.
4. Skruch, P.: Samochodowe systemy elektroniczne (cz. III). Autonaprawa, nr 3, ss. 14-16, 2010.
5. Skruch, P.: Z lidarem bezpiecznie. Autonaprawa, nr 12, s. 32-33, 2015.
6. Skruch, P.: Automatykacja kierowania pojazdami. Autonaprawa, nr 12, s. 30-32, 2016.
7. Skruch, P.: Radar patrzy wokół i w przyszłość. Autonaprawa, nr 3, s. 11, 2017.
8. Skruch, P.: An educational tool for teaching vehicle electronic system architecture. International Journal of Electrical Engineering Education, vol. 48, no. 2, pp. 174-183, 2011.
9. Skruch, P.: Control systems in semi and fully automated cars. In: W. Mitkowski, J. Kacprzyk, K. Oprzędkiewicz, P. Skruch (Eds.), Trends in Advanced Intelligent Control, Optimization and Automation – Proceedings of KKA 2017 – The 19th Polish Control Conference, Kraków, Poland, June 18-21, 2017, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 577, pp. 155-167. Springer International Publishing, Switzerland, 2017.
10. Skruch, P., Buchała, G.: Model-based real-time testing of embedded automotive systems. SAE International Journal of Passenger Cars – Electronic and Electrical Systems, vol. 7, no. 2, 2014, doi: 10.4271/2014-01-0188.
11. Skruch, P., Długosz, M., Cieśla, A.: Kluczowe elementy jazdy autonomicznej na przykładzie elektrycznego pojazdu demonstracyjnego EVE. Napędy i sterowanie, nr 11, s. 70-74, 2015.
12. Skruch, P., Długosz, M., Markiewicz, P.: A formal approach for the verification of control systems in autonomous driving applications. In: W. Mitkowski, J. Kacprzyk, K. Oprzędkiewicz, P. Skruch (Eds.), Trends in Advanced Intelligent Control, Optimization and Automation – Proceedings of KKA 2017 – The

19th Polish Control Conference, Kraków, Poland, June 18-21, 2017, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 577, pp. 178-189. Springer International Publishing, Switzerland, 2017.

13. Skruch, P., Dlugosz, M., Mitkowski, W.: Stability analysis of a series of cars driving in adaptive cruise control mode. In: W. Mitkowski, J. Kacprzyk, K. Oprędkiewicz, P. Skruch (Eds.), Trends in Advanced Intelligent Control, Optimization and Automation - Proceedings of KKA 2017 - The 19th Polish Control Conference, Kraków, Poland, June 18-21, 2017, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 577, pp. 168-177. Springer International Publishing, Switzerland, 2017.

14. Skruch, P., Dlugosz, R., Kogut, K., Markiewicz, P., Sasin, D., Rozewicz, M.: The simulation strategy and its realization in the development process of active safety and advanced driver assistance systems. SAE Technical Paper 2015-01-1401, 2015, doi:10.4271/2015-01-1401.

15. Skruch, P., Panek, M., Kowalczyk, B.: Model-based testing in embedded automotive systems. In: J. Zander-Nowicka, I. Schieferdecker, P. J. Mosterman (Eds.), Model-Based Testing for Embedded Systems, pp. 545-575, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2011.

### **Informacje dodatkowe**

1. Do każdego ćwiczenia przygotowana jest instrukcja (konspekt) zawierająca wiadomości teoretyczne i zadania do wykonania. Konspekt musi być przeczytany przed zajęciami (w domu), tak aby na zajęciach nie tracić czasu na jego zrozumienie. Czas na zajęciach powinien być poświęcony na przeanalizowanie przykładów i zrobienie zadań do sprawozdania.

2. Praca na zajęciach laboratoryjnych odbywa się przy stanowiskach laboratoryjnych w grupach liczących maksymalnie 3 osoby.

3. W pozostałych kwestiach nie objętych sylabussem ma zastosowanie regulamin studiów AGH.