

Opis przedmiotu		
<b>PODSTAWY TEORII INFORMACJI</b>		
Kod przedmiotu	1120-IN000-ISP- <del>XXXX</del>	
Nazwa przedmiotu	Podstawy teorii informacji	
Nazwa przedmiotu w angielskim	Fundamentals of information theory	
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów</b>		
Poziom kształcenia	Studia pierwszego stopnia	
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne	
Kierunek studiów	Informatyka i Systemy Informacyjne	
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki	
Specjalność	-	
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Jednostka realizująca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Koordynator przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>		
Blok przedmiotów	Podstawowe	
Poziom przedmiotu	Podstawowy	
Grupa przedmiotów	Obowiązkowe	
Status przedmiotu	Obowiązkowy	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Semestr nominalny	2	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni	
Wymagania wstępne/przedmioty poprzedzające	Analiza matematyczna 1, Algebra liniowa z geometrią 1	
Limit liczby studentów	Liczba grup: bez ograniczeń Ćwiczenia – liczba studentów w grupie jest zgodna z ograniczeniami obowiązującymi w Politechnice Warszawskiej	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>		
Cel przedmiotu	Celem jest przekazanie wiedzy oraz umiejętności dotyczących podstaw teorii informacji, w tym efektywnych reprezentacji sygnałów oraz sposobów modelowania źródeł, liczenia i rozumienia informacji, wykorzystanych do formowania skutecznego przekazu od strony syntaktycznej, semantycznej i pragmatycznej.	
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 2.6.	
Formy zajęć i ich wymiar	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	15
	Projekt	0

Treści kształcenia	<p>Wykład:</p> <p>Pojęcie sygnału fizycznego, jako efektu pomiaru w określonym układzie-systemie, oraz jego reprezentacji analogowej; definicja procesu pomiaru, określenie uwarunkowań fizycznych, organizacyjnych, problem celowości i przypadkowości, odbierania i nadawania/przekazu.</p> <p>Przykłady sygnałów, ich matematyczna reprezentacja, przestrzenie, bazy, różnicowanie cech sygnałów, miary jakości.</p> <p>Przegląd prostych metod analizy sygnałów analogowych, ich reprezentacji amplitudowych, częstotliwościowych, fazowych, czasowo-częstotliwościowych, skalowalnych; podstawowe filtry kształtujące.</p> <p>Sygnały cyfrowe, przetworniki analogowo-cyfrowe, reguły próbkowania i kwantyzacji, schematy równomierne i adaptacyjne, zasady rekonstrukcji sygnałów analogowych, kontrola jakości - przykłady zniekształceń aliasingu, efektów Gibbsa itp. sygnałów audio, obrazów.</p> <p>Rozumienie pojęcia informacji: intuicja i definicje potoczne, przykłady, dyskusja kluczowego znaczenia informacji w kontekście rozwoju nowoczesnych technologii, fizyki, biologii, kosmologii itd. (Wiener: informacja nie jest ani materią ani energią; Bateson: informacja jest różnicą, która robi różnicę); pojęcie informacji kwantowej.</p> <p>Fundamentalna definicja pojęcia informacji, cechy informacji i sposoby ich opisu; model przekazu informacji, kanału, schematu nadawca-odbiorca; problem obiektywizacji subiektywnych modeli użytkowników, kryteriów optymalizacji.</p> <p>Matematyczna (statystyczna) teoria informacji C.E. Shannona: modele źródeł, miary ilości informacji, podstawowe twierdzenia o kodowaniu; konsekwencje układowe i systemowe; inne syntaktyczne teorie informacji; inne teorie syntaktyczne: kombinatoryczna i algorytmiczna; entropia Gibbsa (miara nieuporządkowania w zamkniętym systemie cząstki w równowadze pod względem rozkładu prawdopodobieństwa energii).</p> <p>Kody jednoznacznie dekodowalne: warunki bijekcji, przykłady kodów, kody optymalne.</p> <p>Analityczna teoria sieci informacji Kołmogorowa, pojęcie <math>\epsilon</math>-entropii, przykłady jej wyznaczania, praktyczne znaczenie tej teorii w konstrukcji skutecznych metod kompresji z selekcją informacji.</p> <p>Semantyczne i pragmatyczne teorie informacji, podkreślające znaczenie i walory poznawcze elementów przekazu informacji; przykłady: pierwsze językowe koncepcje Carnapa i Bar-Hillela (im większa jest liczba zdań, które słowo może sugerować w modelu języka, tym słowo zawiera więcej informacji semantycznej); Floridi i poznawcza, filozoficzna koncepcja informacji (znaczenie, prawda i wiedza); kompleksowy model teorii informacji (Stanford); problem prawdy w teorii informacji; modele generacji informacji semantycznej; reprezentacje i pomiary semantycznej informacji.</p> <p>Modelowanie systemu informacji: obiekty obserwowane (mierzone, opisane ontologią, poznawane) w określonym środowisku (specyficzne uwarunkowania) – pomiar właściwości obiektów formułujący informację – poznanie poprzez postrzeganie informacji – decydowanie w odniesieniu do wiedzy dziedzinowej – wykonanie zamiarów poprzez inteligentne działania na obserwowane (albo analogiczne) obiekty; wykorzystanie systemu informacji do budowania wiedzy (indukcja) służącej inteligentnej realizacji określonych celów (metodą dedukcji).</p> <p>Realistyczne przykłady zastosowań teorii informacji: aplikacje multi-</p>
--------------------	---

	<p>medialne (przeglądanie zasobów po zawartości, interaktywne transmisje, rozpoznawanie obiektów, interpretacja ich stanu, dynamiki zachowań, trendów rozwoju), systemy informatyki medycznej (wspomaganie decyzji klinicznych, dobór formy terapii, interpretacja diagnozy), rekonstrukcje obiektów na podstawie pomiarów/reprezentacji rzadkich (problem pomiarów celowanych, losowych z modelem wiedzy oraz projekcji reprezentatywnych).</p> <p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pomiar i reprezentacja sygnałów: rejestracja sygnałów analogowych, analiza w przestrzeniach wielkoskalowych, efekty próbkowania i kwantyzacji, filtracje i przekształcenia jakościowe sygnałów cyfrowych, analiza jakościowa;</li> <li>2. Syntaktyczne modelowanie informacji: licznie entropii za pomocą modeli bez pamięci i z pamięcią, kody symboli, blokowe i strumieniowe, eksperymentalna optymalizacja kodowania na zbiorach testowych o różnych właściwościach;</li> <li>3. Semantyczne modelowanie informacji: konstrukcja kodeków strukturalnych, definiowanie miar i kryteriów znaczeniowych, eksperymentalna weryfikacja jakości przekazu informacji, porównanie miar obliczeniowych i subiektywnych; obiektywizacja semantycznych kryteriów/modeli informacji;</li> <li>4. Multimedialny przekaz informacji: ocena skuteczności systemów wyszukiwania treści, konstrukcja deskryptorów poznawczych dla sygnałów wideo, audio, pojedynczych obrazów; opracowanie informatywnych skrótów wybranych przekazów, ocena efektów poznawczych;</li> <li>5. Pragmatyka przekazu informacji: wspomaganie decyzji diagnostycznych/terapeutycznych, rekonstrukcja poznawcza na podstawie klinicznych pomiarów rzadkich (realne ograniczenia czasowe, ilościowe i jakościowe, brak dużych zasobów); wykorzystanie modeli ontologicznych w formułowaniu optymalnego przekazu treści poznawczej.</li> </ol>
Metody dydaktyczne	<p>Wykład: wykład informacyjno-problemowy</p> <p>Laboratorium: samodzielne rozwiązywanie zadań w laboratorium</p>
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	<p>Student może otrzymać do 10 pkt za aktywność (dyskusja podejmowanych problemów, rozwiązywanie zadań dodatkowych), 40 pkt za ćwiczenia laboratoryjne (5x8pkt) i 50 pkt za kolokwium końcowe. Próg zaliczenia wynosi 51 pkt, a rozkład progów kolejnych ocen to sekwencja 61, 71, 81 i 91 pkt.</p>
Metody sprawdzania efektów uczenia się	<p>Patrz TABELA 2.6.</p>
Egzamin	<p>Nie</p>
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. Przelaskowski, Kompresja danych: podstawy, metody bezstratne, kodery obrazów, BTC, 2005</li> <li>2. J. Seidler, Nauka o informacji, t. I i II, WNT, Warszawa, 1983</li> <li>3. Marian Mazur, Jakościowa teoria informacji. WNT, Warszawa 1970, s. 223.</li> <li>4. Gareth A. Jones and J. Mary Jones, Information and Coding Theory, Springer, 2000.</li> <li>5. T.M. Cover, J.A. Thomas, "Elements of Information Theory", 2nd Edition, Wiley &amp; Sons, Hoboken, New Jersey, 1991</li> <li>6. David J.C. MacKay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003.</li> <li>7. I.H. Witten, A. Moffat, T.C. Bell, „Managing Gigabytes. Compressing and Indexing Documents and Images”, Morgan Kaufmann Publishers, 2nd edition, 1999</li> </ol>

	8. K. Sayood, „Introduction to Data Compression”, Third Edition, Morgan Kaufmann Publishers, 2006 (wyd. pol: „Kompresja danych: wprowadzenie”, READ ME, 2002) 9. M. Nelson, „The Data Compression Book”, 2nd edition, MIS:Press,1995 10. A. Neubauer, J. Freudenberger, V.Kuhn, „Coding theory. Algorithms, architectures and Applications”, Wiley, 2007 11. D.J.C. MacKay: „Information Theory, Inference, and Learning Algorithms”, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2003 12. Ming Li, Paul Vitanyi, An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications. Springer, 1997. 13. L. Brillouin: „Nauka a teoria informacji”, PWN, Warszawa, 1969 14. W. Sobczak, W. Malina: „Metody selekcji i redukcji informacji”, WNT, Warszawa, 1985
Witryna www przedmiotu	pti.mini.pw.edu.pl
<b>D. Nakład pracy studenta</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się	1. godziny kontaktowe – 50 h; w tym a) obecność na wykładach – 30 h b) obecność na laboratoriach – 15 h c) konsultacje – 5 h 2. praca własna studenta – 60 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 10 h b) przygotowanie do kolokwium – 20 h c) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 30 h Razem 110 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	1. obecność na wykładach – 30 h 2. obecność na laboratoriach – 15 h 3. konsultacje – 5 h Razem 50 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1. obecność na laboratoriach – 15 h 2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 30 h Razem 45 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe</b>	
Uwagi	-

TABELA 2.6. EFEKTY PRZEDMIOTOWE

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku
<b>WIEDZA</b>			
W01	Ma elementarną wiedzę w zakresie teorii informacji potrzebną do zrozumienia metod pomiaru sygnałów, ich ucyfrowienia, kształtowania przekazu informacji, jej odbioru i użytkowania we współczesnych systemach obliczeniowych, komunikacyjnych i decyzyjnych	I.P6S_WG.o	K_W03 K_W02
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę fizyczną i matematyczno-informatyczną do konstrukcji i wykorzystania form reprezentacji sygnałów, źródeł informacji oraz realnych modeli użytkowych	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U01 K_U02

TABELA 2.6. EFEKTY PRZEDMIOTOWE

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunku Informatyka i Systemy Informacyjne

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku
U02	Potrafi pozyskiwać wiedzę i informacje z literatury oraz innych źródeł, przetwarzać je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U05
U03	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary, konsultacje i oceny subiektywne oraz symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski użytkowe	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U08
U04	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U02
U05	Posługuje się językiem angielskim w zakresie podstawowych zagadnień informatyki oraz teorii informacji	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U07
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	Potrafi pracować indywidualnie, w tym także potrafi zarządzać swoim czasem oraz podejmować zobowiązania i dotrzymywać terminów	I.P6S_KR	K_K05
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób sprawdzania			
Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób oceny	
W01	wykład	sprawdzian pisemny	
U01, U02, U03, U04, U05, K01	laboratorium	punktowa ocena aktywności na zajęciach oraz raportu końcowego	

Celem jest przekazanie wiedzy oraz umiejętności dotyczących podstaw teorii informacji, w tym efektywnych reprezentacji sygnałów oraz sposobów modelowania źródeł, liczenia i rozumienia informacji, wykorzystanych do formowania skutecznego przekazu od strony syntaktycznej, semantycznej i pragmatycznej.

1. Definiowanie i rozumienie informacji (2 wykłady)
  - a. Świat (przyroda) i ludzie (nauka, poznanie, wiedza, rozwój)
  - b. Modele
    - i. Poziom niepewności
    - ii. Znaczenie, specyfika treści (semantyka)
    - iii. Prawda
  - c. Użyteczność (przyroda, technologia i człowiek)
2. Efektywne reprezentacje sygnałów – nośników informacji (3 wykłady)
  - a. Pomiary/zdobywanie informacji
  - b. Transformacje, predykcje, przekształcenia
3. Modelowanie źródeł informacji (3 wykłady)
  - a. Statystyczne, analityczne
  - b. Semantyczne, specjalistyczne (dziedzinowe)
4. Pomiary informacji (2 wykłady)
  - a. Liczenie/metryki
  - b. Postrzeganie, rozumienie, wyjaśnianie
  - c. Wykorzystanie (pragmatyczne)
5. Formowanie i wykorzystanie przekazu informacji (4 wykłady)
  - a. Specyfika pomiaru/procesu pozyskiwania informacji
  - b. Kodowanie, kompresja, transmisja
  - c. Syntaktyka i semantyka przekazu
  - d. Pragmatyka odbioru
  - e. Przykłady zastosowań

Wykład:

Pojęcie sygnału fizycznego, jako efektu pomiaru w określonym układzie-systemie, oraz jego reprezentacji analogowej: definicja procesu pomiaru, określenie uwarunkowań fizycznych, organizacyjnych, problem celowości i przypadkowości, odbierania i nadawania/przekazu. (W1)

Przykłady sygnałów, ich matematyczna reprezentacja, przestrzenie, bazy, transformacje, różnicowanie cech sygnałów, miary jakości. Przegląd prostych metod analizy sygnałów analogowych, ich reprezentacji amplitudowych, częstotliwościowych, fazowych, czasowo-częstotliwościowych, skalowalnych; podstawowe filtry kształtujące. (W1)

Sygnały cyfrowe, przetworniki analogowo-cyfrowe, reguły próbkowania i kwantyzacji, schematy równomierne i adaptacyjne, zasady rekonstrukcji sygnałów analogowych, kontrola jakości - przykłady zniekształceń aliasingu, efektów Gibbsa itp. sygnałów audio, obrazów. (W1)

Rozumienie pojęcia informacji: intuicja i definicje potoczne, przykłady, dyskusja kluczowego znaczenia informacji w kontekście rozwoju nowoczesnych technologii, fizyki, biologii, kosmologii itd. (Wiener: informacja nie jest ani materią ani energią; Bateson: informacja jest różnicą, która robi różnicę); pojęcie informacji kwantowej. (W1)

Fundamentalna definicja pojęcia informacji, cechy informacji i sposoby ich opisu; model przekazu informacji, kanału, schematu nadawca-odbiorca; problem obiektywizacji subiektywnych modeli użytkowników, kryteriów optymalizacji. (W1)

Matematyczna (statystyczna) teoria informacji C.E. Shannona: modele źródeł, miary ilości informacji, podstawowe twierdzenia o kodowaniu; konsekwencje układowe i systemowe; inne syntaktyczne teorie informacji; inne teorie syntaktyczne: kombinatoryczna i algorytmiczna; entropia Gibbsa (miara nieuporządkowania w zamkniętym systemie cząstki w równowadze pod względem rozkładu prawdopodobieństwa energii).

Kody jednoznacznie dekodowalne: warunki bijekcji, przykłady kodów, kody optymalne.

Analityczna teoria sieci informacji Kołmogorowa, pojęcie  $\varepsilon$ -entropii, przykłady jej wyznaczania, praktyczne znaczenie tej teorii w konstrukcji skutecznych metod kompresji z selekcją informacji.

Semantyczne i pragmatyczne teorie informacji, podkreślające znaczenie i walory poznawcze elementów przekazu informacji; przykłady: pierwsze językowe koncepcje Carnapa i Bar-Hillela (im większa jest liczba zdań, które słowo może sugerować w modelu języka, tym słowo zawiera więcej informacji semantycznej); Floridi i poznawcza, filozoficzna koncepcja informacji (znaczenie, prawda i wiedza); kompleksowy model teorii informacji (Stanford); problem prawdy w teorii informacji; modele generacji informacji semantycznej; reprezentacje i pomiary semantycznej informacji.

Modelowanie systemu informacji: obiekty obserwowane (mierzone, opisane ontologią, poznawane) w określonym środowisku (specyficzne uwarunkowania) – pomiar właściwości obiektów formułujący informację – poznanie poprzez postrzeganie informacji – decydowanie w odniesieniu do wiedzy dziedzinowej – wykonanie zamiarów poprzez inteligentne działanie na obserwowane (albo analogiczne) obiekty; wykorzystanie systemu informacji do budowania wiedzy (indukcja) służącej inteligentnej realizacji określonych celów (metodą dedukcji).

Realistyczne przykłady zastosowań teorii informacji: aplikacje multimedialne (przeglądanie zasobów po zawartości, interaktywne transmisje, rozpoznawanie obiektów, interpretacja ich stanu, dynamiki zachowań, trendów rozwoju), systemy informatyki medycznej (wspomaganie decyzji klinicznych, dobór formy terapii, interpretacja diagnozy), rekonstrukcje obiektów na podstawie pomiarów/reprezentacji rzadkich (problem pomiarów celowanych, losowych z modelem wiedzy oraz projekcji reprezentatywnych).

#### Laboratorium:

1. Pomiar i reprezentacja sygnałów: rejestracja sygnałów analogowych, analiza w przestrzeniach wielkoskalowych, efekty próbkowania i kwantyzacji, filtracje i przekształcenia jakościowe sygnałów cyfrowych, analiza jakościowa;
2. Syntaktyczne modelowanie informacji: licznie entropii za pomocą modeli bez pamięci i z pamięcią, kody symboli, blokowe i strumieniowe, eksperymentalna optymalizacja kodowania na zbiorach testowych o różnych właściwościach;
3. Semantyczne modelowanie informacji: konstrukcja kodeków stratnych, definiowanie miar i kryteriów znaczeniowych, eksperymentalna weryfikacja jakości przekazu informacji, porównanie miar obliczeniowych i subiektywnych; obiektywizacja semantycznych kryteriów/modeli informacji;
4. Multimedialny przekaz informacji: ocena skuteczności systemów wyszukiwania treści, konstrukcja deskryptorów poznawczych dla sygnałów wideo, audio, pojedynczych obrazów; opracowanie informatywnych skrótów wybranych przekazów, ocena efektów poznawczych;
5. Pragmatyka przekazu informacji: wspomaganie decyzji diagnostycznych/terapeutycznych, rekonstrukcja poznawcza na podstawie klinicznych pomiarów rzadkich (realne ograniczenia czasowe, ilościowe i jakościowe, brak dużych zasobów); wykorzystanie modeli ontologicznych w formułowaniu optymalnego przekazu treści poznawczej.