


**KAPITAŁ LUDZKI**  
 NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

 Projekt współfinansowany przez  
 Unię Europejską w ramach  
 Europejskiego Funduszu  
 Społecznego

**UNIA EUROPEJSKA**  
 EUROPEJSKI  
 FUNDUSZ SPOŁECZNY


<b>Nazwa przedmiotu</b>		<b>Kod ECTS</b>	
Information Theory		11.1.0660	
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>			
Instytut Informatyki			
<b>Studia</b>			
<b>wydział</b>	<b>kierunek</b>	<b>poziom</b>	<b>drugiego stopnia</b>
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Modelowanie matematyczne i analiza danych	forma	stacjonarne
		moduł	wszystkie
		specjalnościowy	wszystkie
		specjalizacja	wszystkie
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>			
prof. UG, dr hab. Karol Horodecki; dr Michał Studziński; mgr Chithra Raj			
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>		<b>Liczba punktów ECTS</b>	
<b>Formy zajęć</b>		5	
Wykład, Ćw. audytoryjne			
<b>Sposób realizacji zajęć</b>			
zajęcia w sali dydaktycznej			
<b>Liczba godzin</b>			
Ćw. audytoryjne: 30 godz., Wykład: 30 godz.			
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>			
2021/2022 letni			
<b>Status przedmiotu</b>		<b>Język wykładowy</b>	
fakultatywny (do wyboru)		angielski	
<b>Metody dydaktyczne</b>		<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- discussion,</li> <li>case analysis,</li> <li>problem solving</li> <li>- problem lecture,</li> <li>lecture with multimedia presentation</li> </ul>		<b>Sposób zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zaliczenie na ocenę</li> <li>- Egzamin</li> </ul>	
		<b>Formy zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Exercises: tests,</li> <li>Lecture: written exam</li> </ul>	
		<b>Podstawowe kryteria oceny</b>	
<b>Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się</b>			
<b>Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi</b>			
<b>A. Wymagania formalne</b>			
None.			
<b>B. Wymagania wstępne</b>			
Basic knowledge of mathematics at high school level is required.			
<b>Cele kształcenia</b>			
The student will acquire basic knowledge in the field of application of the main concepts of information theory such as entropy, mutual information or relative entropy and their properties. He will also learn the capacities of communication channels and methods of estimating them. Acquiring this knowledge will result in understanding of the possibilities and limitations of communication as well as will provide an introduction to other courses of quantum information theory. The student will be able to apply the knowledge learned in whatever context it can be used, including physics, statistics and cryptography.			
<b>Treści programowe</b>			
The course contents includes presentation of the following concepts (lecture and exercises will be devoted to the same topics):			
1. Shannon entropy function, its interpretation and properties,			

2. Entropy functions of many variables, including conditional entropy, mutual information, relative entropy, conditional mutual information and their properties, including data processing inequality and the chain principle for conditional mutual information
3. "Asymptotic Equipartition Property" theorem, compression codes (including Huffman's), Lempel-Zif compression algorithm
4. Error correction codes (Huffman, CSS, other line codes)
5. The concept of typical and total typical sequences, Shannon's theorem on the capacity of a communication channel, random code technique
6. Capacities of selected communication channels (among others, broadcast channel, multiple access channel, erasure channel) and Slepian-Wolf theorem on joint coding
7. Interpretation of relative entropy in the context of betting
8. Kolmogorov complexity and Kraft and Mc Millan inequality
9. The use of IT in cryptography (secure key agreement) including the Csisar & Koerner theorem and the protocol increasing security by means of two-way communication by U. Maurer and non-increasing (so-called monotonous) security functions.
10. Application of IT in quantum communication: von-Neumann entropy versus Shannon entropy similarities and differences; quantum conditional entropy versus Shannon's conditional entropy - comparison.

### Wykaz literatury

#### A. Literature required to pass the course

- E. Shannon, W. Weaver "The Mathematical Theory of Communication"
- Thomas M. Cover, Joy A. Thomas "Elements of Information theory"
- R. W. Yeung "A First Course in Information Theory"
- chapters of M. Nielsen, I. Chuang „Quantum Information and Computation” concerning IT

#### B. Extracurricular readings

- other chapters of M. Nielsen, I. Chuang „Quantum Information and Computation”

### Kierunkowe efekty uczenia się

#### Wiedza

- Student can define basic notions including entropy, mutual information, code, channel capacity, relative entropy, Kolmogorov complexity etc.
- Student knows the proofs of the main facts such as Asymptotic Equipartition Property, Shannon's theorem etc., as well as knows basic methods such as compression algorithms.

#### Umiejętności

- Student is proving certain information-theoretic properties of a complex systems such as channels and their capacities, and is interpreting the results.
- The student is able to apply introduced methods and concepts in various context of information theory including other fields (such as physics, statistics or cryptography).

#### Kompetencje społeczne (postawy)

### Kontakt

karol.horodecki@ug.edu.pl