



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Podstawy telekomunikacji

Lab 6. Kodowanie sygnałów

dr inż. Szymon Szott

**Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Katedra Telekomunikacji**

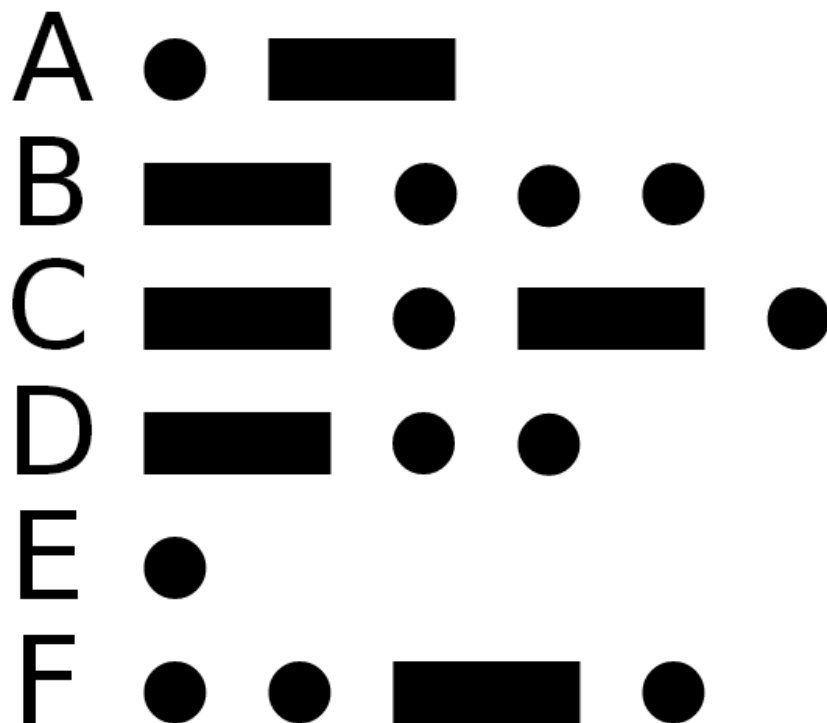
Kraków, 2014-01-07

Przebieg ćwiczenia

- Kodowanie
 - Źródłowe
 - Huffmana
 - Entropia
 - Kanałowe
 - Hamminga

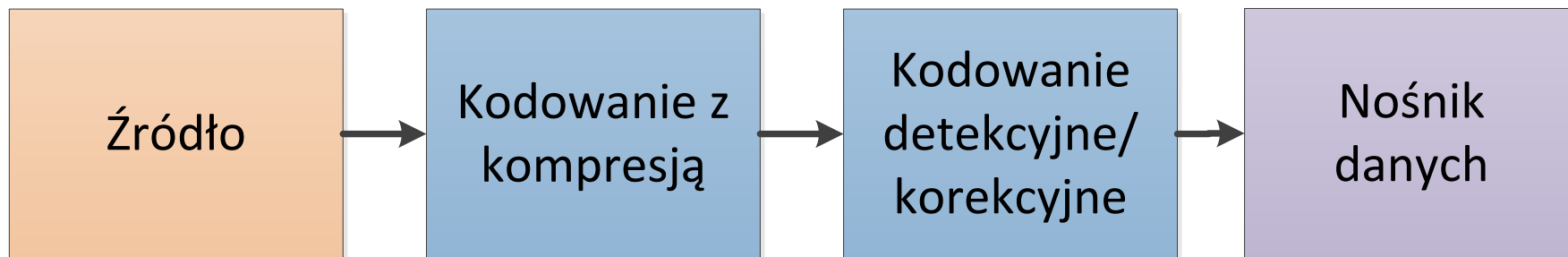
KODOWANIE

Kodowanie (binarne) jako sposób reprezentacji danych

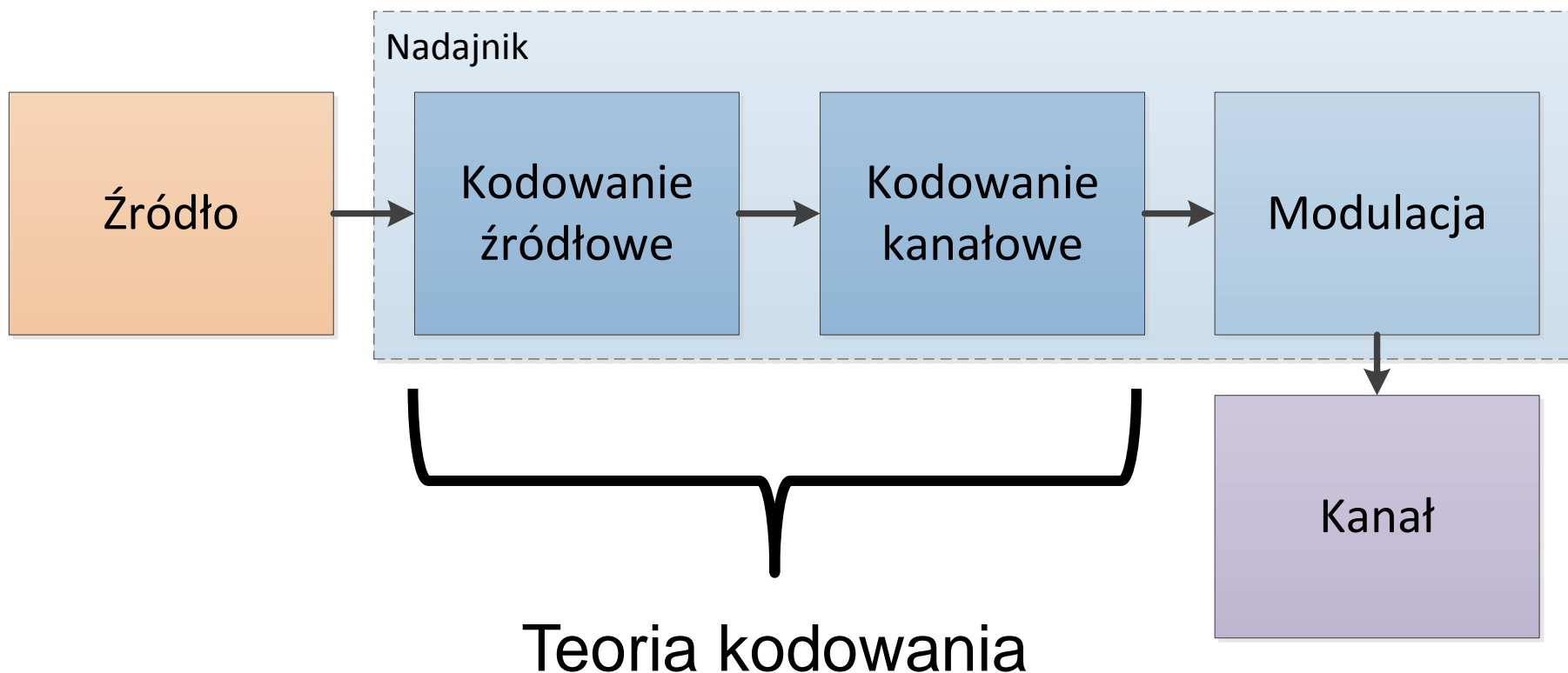


czerwony	FF0000
zielony	00FF00
niebieski	0000FF
żółty	FFFF00
biały	FFFFFF

Kodowanie w informatyce



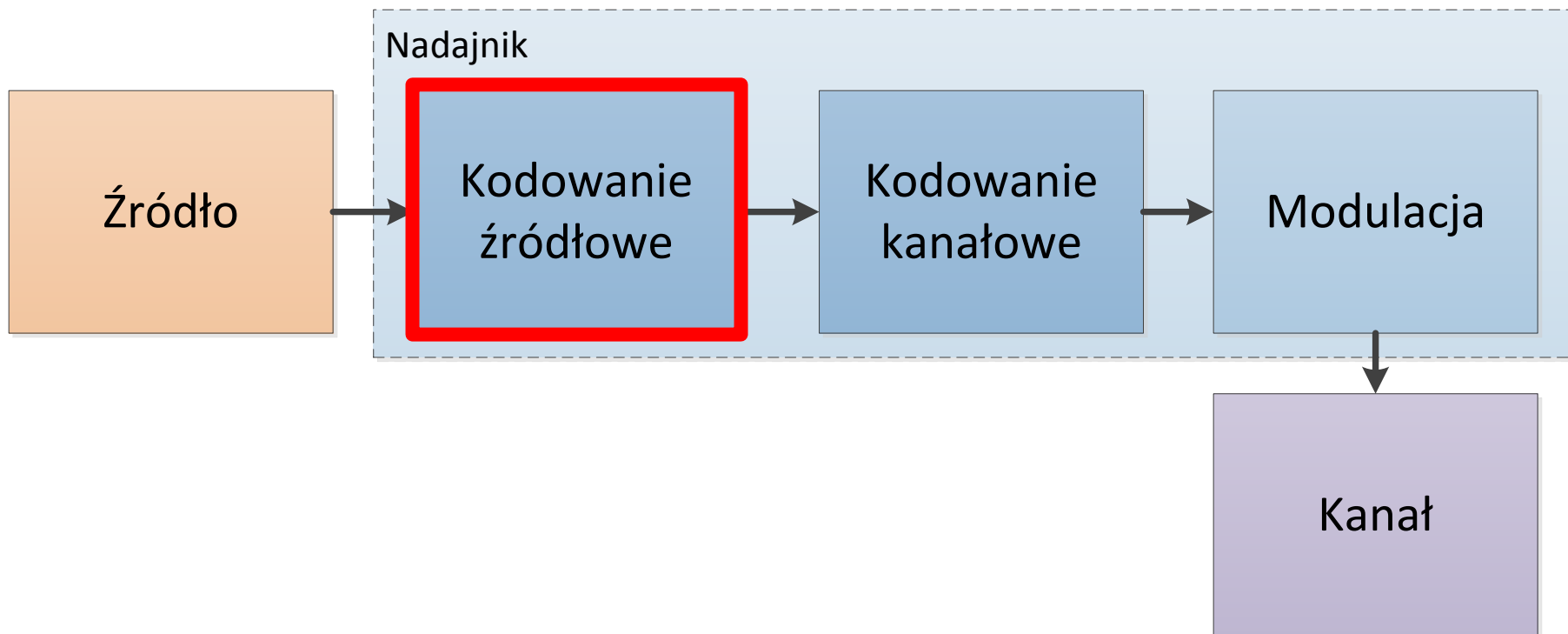
Kodowanie w telekomunikacji



Teoria kodowania



Kodowanie źródłowe



Kodowanie źródłowe

- Co może być źródłem?
 - Obraz
 - Ruchomy
 - Nieruchomy
 - Dźwięk
 - Dane komputerowe
- Główny cel
 - Kompresja danych

Przykłady kodowania źródłowego

- Obraz nieruchomy
 - TIFF, JPEG, GIF, PNG
- Obraz ruchomy
 - MPEG-2, MPEG-4
- Dźwięk
 - WAV, MP3, FLAC
- Dane komputerowe
 - ZIP

Kodowanie Huffmana

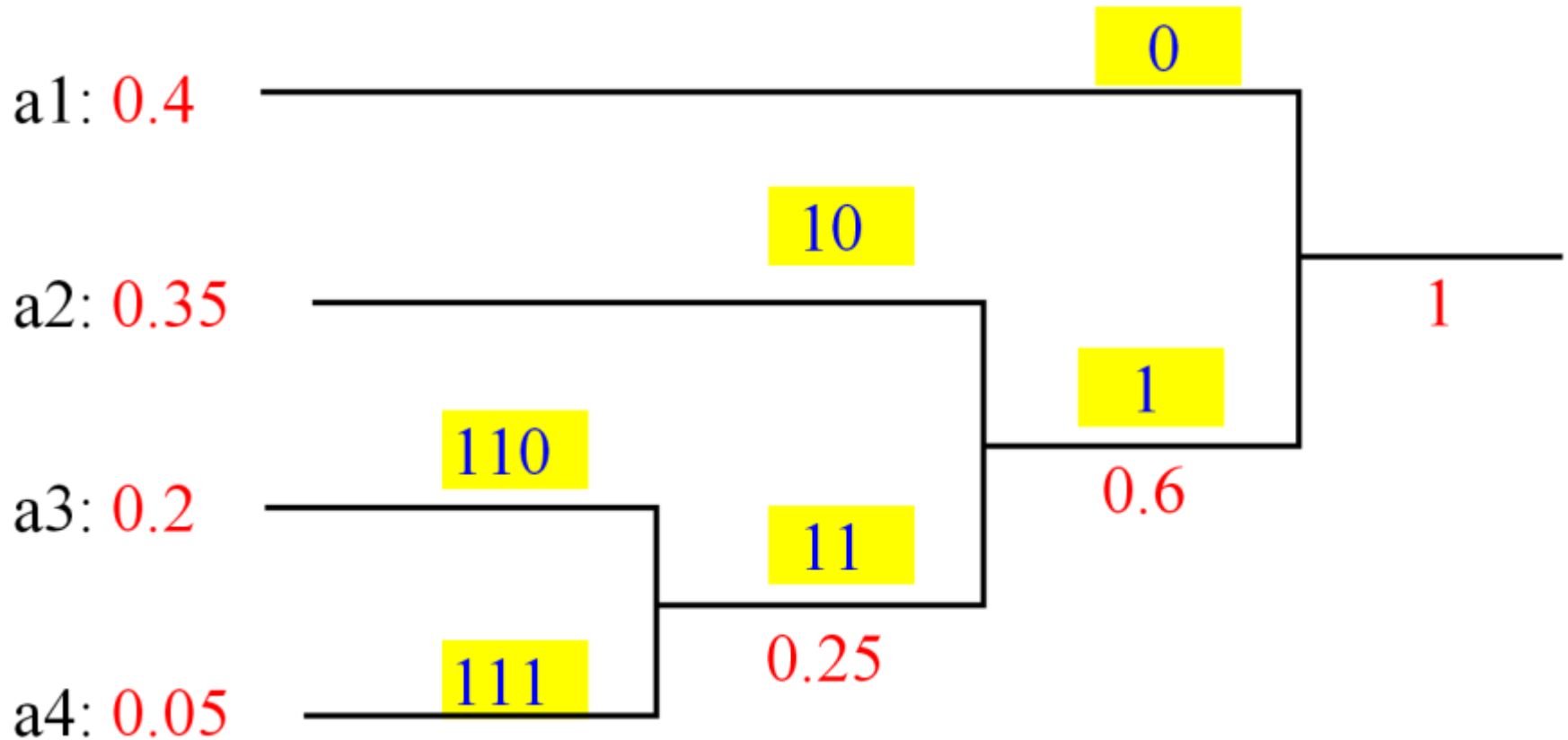
- Metoda kompresji bezstratnej
- Używane w MP3 i JPEG
- Dane wejściowe
 - Zbiór symboli S
 - Zbiór prawdopodobieństw symboli P
- Dane wyjściowe
 - Binarne słowa kodowe
 - Długość odwrotnie proporcjonalna do p_i
 - Jednoznacznie dekodowalne

Kodowanie Huffmana

Podstawowe kroki

1. Ułożyć symbole w kolejności malejącego prawdopodobieństwa
2. Znaleźć dwa symbole o najmniejszym prawdopodobieństwie
3. Przypisać jednemu symbolowi „0”, drugiemu „1”
4. Połączyć te dwa symbole w jeden o sumarycznej wartości prawdopodobieństwa
5. Powtórzyć od kroku 1 aż do skończenia symboli

Przykład kodowania Huffmana



Miara efektywności

- Średnia długość słów kodowych [bity/symbol]

$$l_{\text{śr}} = \sum p_i l_i$$

- Dla przykładu z poprzedniego slajdu
 - Kodowanie o stałej długości znaku

$$l_{\text{śr}} = 2 \times (0,4 + 0,35 + 0,2 + 0,05) = 2$$

- Kodowanie Huffmana

$$l_{\text{śr}} = 0,4 \times 1 + 0,35 \times 2 + 0,2 \times 3 + 0,05 \times 3 = 1,85$$

Miara informacji

$$H = - \sum p_n \log_2 p_n$$

- Entropia
 - Miara niepewności zmiennej losowej
 - Średnia ilość informacji w pojedynczej wiadomości
 - Przykład: rzut kostką 8-ścienną

Podstawowe twierdzenie Shannona

- Średnia długość słów kodowych jest ograniczona przez entropię źródła

$$H \leq l'_{\text{sr}}$$

- Dla przykładu z kodem Huffmana
 - $l'_{\text{sr}} = 1,85$
 - $H = ?$

Kodowanie Huffmana

Podstawowe kroki

1. Ułożyć symbole w kolejności malejącego prawdopodobieństwa
2. Znaleźć dwa symbole o najmniejszym prawdopodobieństwie
3. Przypisać jednemu symbolowi „0”, drugiemu „1”
4. Połączyć te dwa symbole w jeden o sumarycznej wartości prawdopodobieństwa
5. Powtórzyć od kroku 1 aż do skończenia symboli

Zadanie #1

Wyznaczyć kod Huffmana dla następujących symboli i prawdopodobieństw

♠	0,4
♥	0,25
♦	0,2
♣	0,15

Zadanie #2

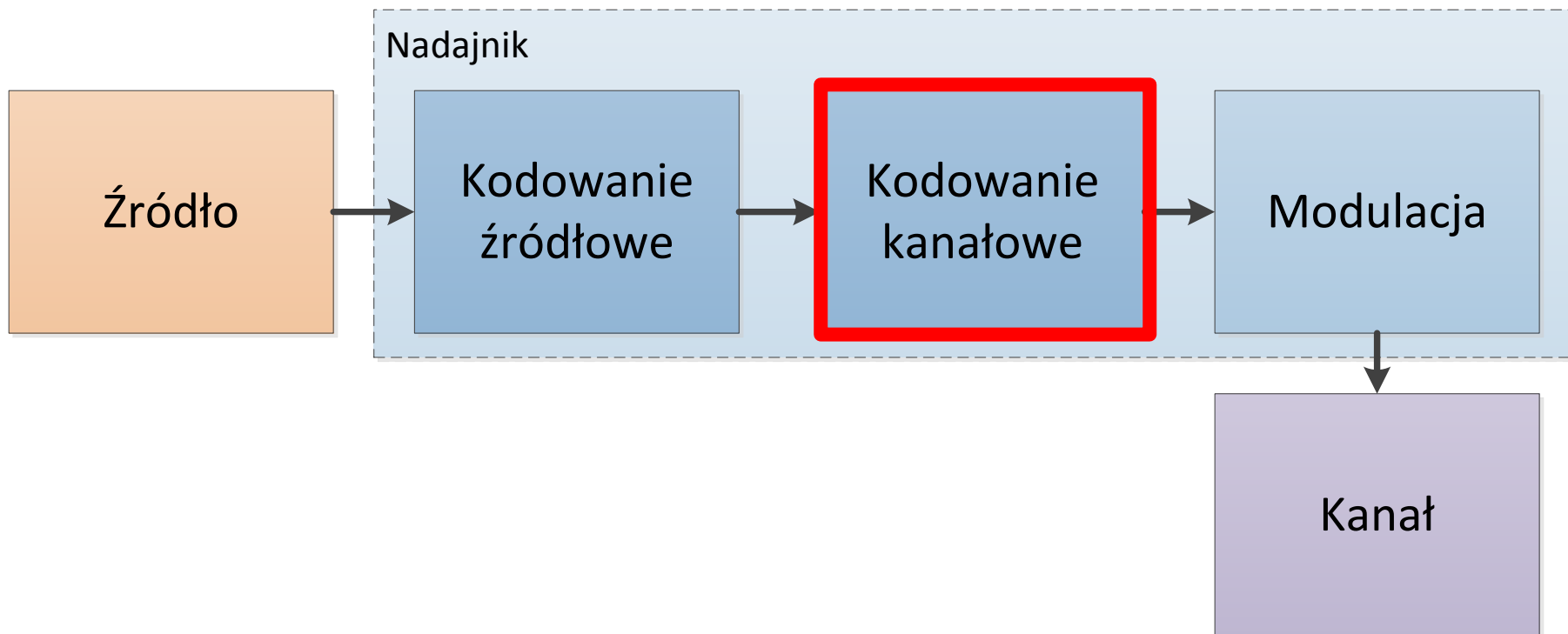
Wyznaczyć kod Huffmana dla zakodowania własnego imienia i nazwiska

- Uwzględniając znak odstępu
- Rozróżniając wielkość liter

Weryfikacja

<http://tinyurl.com/huffmancoding>

Kodowanie kanałowe



Kodowanie kanałowe

- Jaki może być kanał?
 - Linia telefoniczna
 - Kanał radiowy
 - Płyta CD
- Główny cel
 - Detekcja i korekcja błędów
- Forward Error Correction (FEC)

Sposoby detekcji i korekcji błędów

- Kod z powtarzaniem
- Bit parzystości
- Suma kontrolna
- Kodowanie cykliczne
- Kodowanie korekcyjne
 - Kod Hamminga

Kod z powtarzaniem

- n -krotne powtórzenie każdego bitu
- Zaleta: prostota implementacji
- Wada: niska wydajność
- Przykład: kod (3,1)

– Sygnał	1 0 1
– Kod nadany	111000111
– Kod odebrany	110001011
– Detekcja	1 0 1

Kontrola parzystości

- Dodatkowy bit parzystości

$$\text{parzystość} = x_0 \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_{n-1}$$

- Zaleta: prostota implementacji
- Wada: detekcja tylko błędów nieparzystych
- Przykład
 - 1011 **1**
 - 1001 **0**

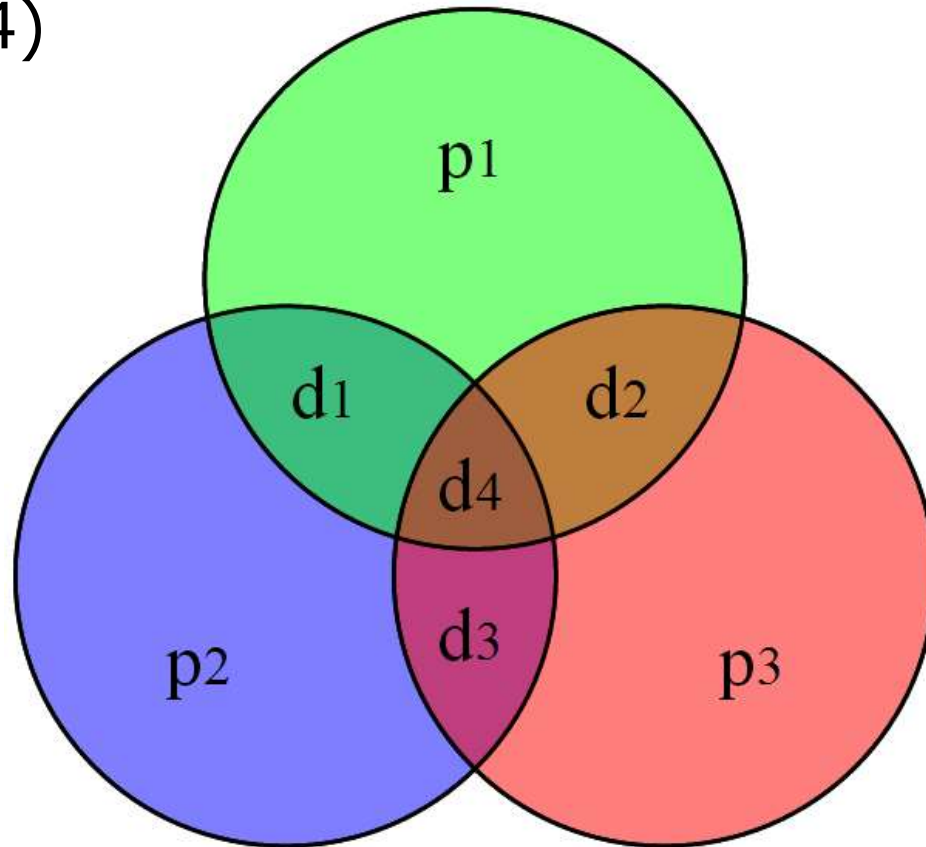
\oplus – XOR (alternatywa wykluczająca)

Suma kontrolna (*checksum*)

- Liczba uzyskana w wyniku operacji matematycznych na zbiorze danych
- Szczególne przypadki
 - Bit parzystości
 - Cyfra kontrolna, np. w NIP
 - Skrót (*hash*), np. MD5
 - Kodowanie cykliczne (CRC)

Kody korekcyjne

- Hamming (7,4)



- Kolejność wysyłania: $p_1, p_2, d_1, p_3, d_2, d_3, d_4$