

WdT – Wstęp do teleinformatyki

Co to jest teleinformatyka?

Telekomunikacja + informatyka

Połączenie urządzeń komputerowych, sieci lokalnych, oddalonych od siebie na większą odległość, połączenie różnych usług

Wiadomości i sygnały

Za sygnał w telekomunikacji uważamy przebieg (w funkcji czasu) wielkości fizycznej. (zjawisko fizyczne) W ogóle, sygnałem jest także każdy umowny znak.

Uwaga:
W rzeczywistości człowiek uzyskuje wiadomości obserwując sygnał (sygnały) i dokonując odpowiedniej kategoryzacji wyników obserwacji.

Na przykład:
Wiadomość o stanie temperatury uzyskujemy obserwując wysokość słupka rtęci w termometrze
Wiadomość o zezwoleniu wjazdu na jezdnię uzyskujemy obserwując stan jasności świecenia światła sygnalizatora.
Wiadomość o dźwięku uzyskujemy słuchając muzyki

Co to jest telekomunikacja?

Telekomunikacja jest dziedziną działalności ludzkiej dotyczącej przekazywania na odległość wiadomości za pośrednictwem sygnałów.

- znaki pisma
- mowa
- muzyka i inne dźwięki
- obrazy nieruchome
- obrazy ruchome
- dane alfa-numeryczne
- sygnały pomiarowe

W telekomunikacji – uwzględnia się formę wiadomości, nie interpretując treści.

Wiadomości i sygnały

Za wiadomość uważamy każdy czynnik zmniejszający stopień niewiedzy (nieokreśloności) o danym zjawisku. (pojęcie abstrakcyjne)

Przykłady:

Wiadomością jest zdanie: „Dziś w tym miejscu, temperatura powietrza wynosi plus 33 stopnie Celsjusza” – dowiadujemy się jaką jest miara intensywności pewnego zjawiska fizycznego.

Wiadomością jest stan świecenia układu dwóch różnobarwnych światel na przejściu dla pieszych – dowiadujemy się, czy dozwolone jest wjazd na jezdnię.

Wiadomością jest zdanie: „Struna gitary wydaje dźwięk C w pierwszej oktawie” - dowiadujemy się jaką jest miara intensywności pewnego zjawiska fizycznego.

Prawo Moore'a

Rok	Szerokość pasma podwajająca się co dwa miesiące (1995-2010)	Moc przetwarzania podwajająca się co 18 miesięcy (1995-2010)
1995	~100	~100
2000	~1000	~200
2005	~10000	~400
2010	~100000	~800

Źródło: CANARIE Inc.

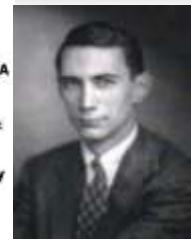
Najogólniejsza charakterystyka interesującego nas problemu:

Podać kryterium oceny różnych systemów komunikacyjnych **pod względem ich zdolności do przesyłania informacji**.

Uwaga: nie będzie nas dziś interesowała treść komunikatu. Informacja będzie traktowana jak własność fizyczna.

Claude E. Shannon - którego teoria jest fundamentalna dla pojęcia informacji - w pracy A Mathematical Theory of Communication (w: "The Bell System Technical Journal", Vol. 27, pp. 379–423, 623–656, July, October, 1948.) powołuje się na dokonania Nyquista i Hartleya, jako tych, w których znajdują się spostrzeżenia istotne dla jego teorii.

Claude Elwood Shannon 1916 – 2001



- 1916 – urodził się w stanie Michigan, USA

- **Studia:**

- University of Michigan in Ann Arbor
- Massachusetts Institute of Technology (MIT): kierunki: elektrotechnika i matematyka

- **Praca dyplomowa**

Wykazał możliwość zastosowania algebry Boole'a do projektowania układów przełączających (podstawy teorii automatów) „praca dyplomowa o największym znaczeniu w XX wieku”

Claude E. Shannon: szyfrowanie

- **1940 — Doktorat w MIT**
- **Rok pracy w the Institute for Advanced Study w Princeton N.J.**
- **1941 – 1956 Bell Laboratories; praca nad systemami szyfrowania**
- Zauważyl, że kodowanie cyfrowe może nie tylko uchronić informację przed niepowołanym odczytaniem, ale także przed innymi postaciami zakłóceń.**

Nyquist (Harry Nyquist – 1889-1976) uważa, że dwa czynniki mają podstawowe znaczenie dla efektywnej transmisji sygnału w fizycznie idealnym przekaźniku (tzn. takim, który nie zawiera żadnych fizycznych ograniczeń prędkości):

- kształt sygnału oraz
- reprezentujący przekazywaną wiadomość kod (kod idealny to będzie taki, który przy optymalnym kształcie sygnału i braku fizycznych ograniczeń przekaźnika określa prędkość transmisji).



Według Nyquista prędkość transmisji przy idealnym kodzie i optymalnym kształcie sygnału jest proporcjonalna do logarytmu ilości znaków, które mogą być użyte do zakodowania wiadomości. Nyquist wprowadza do teorii informacji funkcję logarytmiczną.

Uzasadnienie wykorzystania funkcji logarytmicznej w pomiarze wartości informacyjnej (Shannon):

- Parametry o istotnym technicznym znaczeniu (czas, ilość przekaźników itp.) zmieniają się liniarnie razem z logarytmem ilości możliwości.
- Funkcja logarytmiczna odpowiada "intuicjom" odnośnie właściwej miary informacji.
- Jest najbardziej poręczna: wiele skończonych operacji daje się w prosty sposób przedstawić przy pomocy logarytmu.

Wnioski Ralpha Hartleya (1888-1970) z roku 1928:

- różnice między fizycznymi ciągami symboli są podstawowym czynnikiem wpływającym na wartość informacyjną ciągu,
- bierzemy zatem zbiór ciągów symboli a nie pojedyncze symbole, żeby ustalić wartość informacyjną symbolu
- oraz traktujemy informacje jako wskazanie przez fizyczny ciąg symboli na coś innego niż on sam.



Deklarowanym celem Shannona było:

- (...) rozważyć pewne ogólne problemy związane z systemami komunikacyjnymi.
- Fundamentalnym problemem komunikacji jest problem reprodukcji w jednym miejscu albo dokładnie albo przynajmniej w zbliżony sposób wiadomości wybranej w innym miejscu. (...) Istotnym aspektem jest to, że pewna wiadomość jest jedną wybraną ze zbioru możliwych wiadomości. System musi być zaprojektowany tak, żeby działać dla każdego możliwego wyboru, nie tylko dla tego, który faktycznie został dokonany, choćby dlatego, że ten wybór nie jest znany w momencie projektowania systemu.



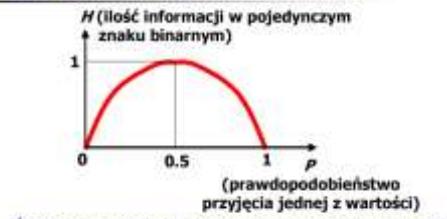
Claude E. Shannon: teoria informacji

- Shannon wykazał, że informację można mierzyć (ilość informacji w danej wiadomości jest określona przez prawdopodobieństwo, że spośród wszystkich przesyłanych wiadomości, ta konkretna wiadomość będzie wybrana)
- Zdefiniował podstawową jednostkę informacji, bit (jest to wiadomość reprezentowana przez jeden z dwóch możliwych stanów)

Komunikat ma zawsze pewną treść - dla Shannona problem treści - znaczenia komunikatu - jest jednak irrelevantny. Dlaczego?

- wg Shannona dla inżynierczych problemów związanych z projektowaniem efektywnych systemów transmisji informacji ten problem wydaje się nieistotny;
- w czasach Shannona badania semantyczne uznawane były za nienaukowe również przez całą resztę amerykańskich lingwistów (np. Bloomfelta i dystrybucjonistów amerykańskich).

Zawartość informacji w pojedynczym znaku binarnym



Średnia zawartość informacji osiąga maksimum (1 bit) dla $P = 0.5$, a więc gdy oba zdarzenia są jednakowo prawdopodobne

1948 – matematyczne podstawy teorii komunikacji – Shannon udowadnia, że nieprawdą jest, iż zwiększenie szybkości przesyłu zwiększa prawdopodobieństwo błędu – o ile szybkość nie przekracza pojemności kanału przesyłowego

W uproszczeniu prawo to mówi, że maksymalna prędkość transmisji jest zależna od:

- szerokości pasma częstotliwościowego
- stosunku sygnału do "szumu" dla linii.

Ponieważ szerokość pasma komutowanych linii telefonicznych jest definiowana przez standardy techniczne, przepustowość zależy przede wszystkim od szumu w linii telefonicznej.

Claude E. Shannon: granica pojemności kanału

$$C = W \log_2(1 + S/N)$$

C – przepływność w bit/s

W – szerokość pasma w Hz

S/N – stosunek mocy sygnału do mocy szumu

Przykład:

$$S/N = 1000 \text{ (} 30 \text{ dB)}$$

$$W = 3000 \text{ Hz}$$

$$C = ?$$

Przepływność, szybkość generowania znaków

- Przepływność**
Ilość informacji przesyłanej w jednostce czasu
Jednostka: bit/s
- Szybkość generowania znaków**
Szybkość z jaką następują zmiany momentów znamiennych sygnału
Jednostka: bod (od nazwiska J.-M.-E. Baudot): jedna zmiana na sekundę

Przepływność a szybkość generowania znaków

$$K = V \log_2 n$$

K przepływność w bit/s
 V szybkość generowania znaków w bodach
 n liczba wartości sygnału

Przykład

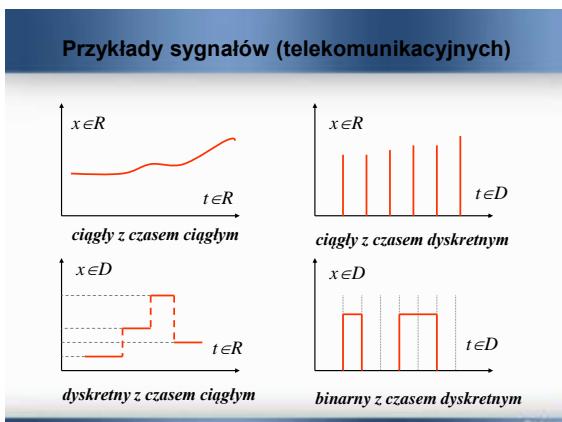
$V = 600$ bodów, $n = 2$
 $K = 600$ bit/s
 $V = 600$ bodów, $n = 4$
 $K = 1200$ bit/s

Przepływność a opóźnienie

Porównajmy:

- Czas przejścia 1 bitu przez łączne = czas przebycia 1 km × długość łącza (w km)
- Czas wprowadzania wiadomości do łączna = liczba bitów w wiadomości / szybkość wprowadzania bitów (przepływność)

Źródła wiadomości



Ilość i miara ilości informacji w źródle

Otrzymanie określonej wiadomości obarczone jest niepewnością (prawdopodobieństwo).

Im mniej prawdopodobna jest wiadomość, tym jej otrzymanie dostarcza więcej informacji i vice versa!!!

$$H = -\sum_k p_k \cdot \log_2(p_k)$$

ilość informacji w źródle ziarnistym

Jeżeli w źródle są 2 wiadomości (ON/OFF) i $p_0=p_1=1/2$

$H=1$ (shannon, bit)

przyjęto jako miarę ilości informacji

Reprezentacja wiadomości (kodowanie)

Dla potrzeb przetwarzania i przesyłania wiadomości celowe jest ich zakodowanie tj. przypisanie każdej wiadomości stosownych symboli

Kod jest to wzajemnie jednoznaczna funkcja "f" przyporządkowująca wiadomościom α ze zbiuru wiadomości A symbolem β ze zbiuru symboli B.

$$\beta_i = f(\alpha_i) \quad i=0..n-1 \quad n - \text{liczba wiadomości}$$

$$\alpha = f^{-1}(\beta) \quad i=0..n-1$$

W telekomunikacji do zakodowania wiadomości powszechnie stosuje się ciągi symboli binarnych.

$$\alpha \leftrightarrow b_k..b_{k-2}..b_1b_0 \quad i=0..n-1 \quad k - \text{długość ciągu}$$

$$\beta_i \in \{0,1\} \quad i=0..n-1 \quad k = \max 2^k \text{ wiadomości}$$

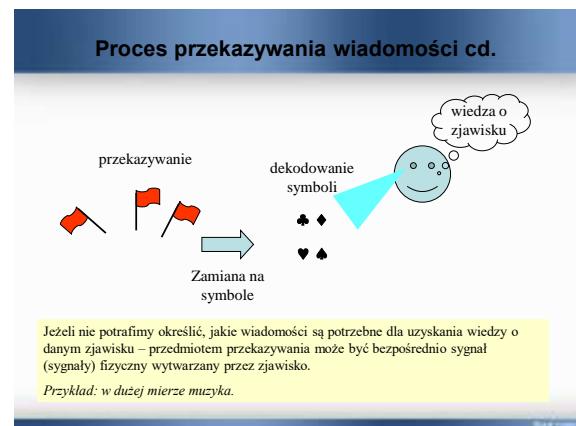
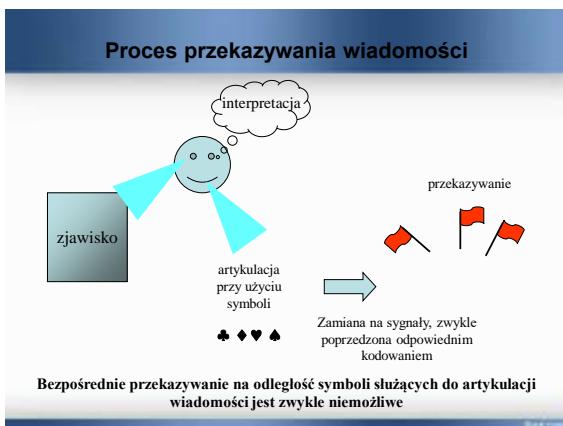
Przykłady:

α (wiadomość)	β_i	H=1,251 sh	H=2,0 sh
cała n.	kod #1 kod #2 kod #3 kod #4 kod #5	FFWD 33 00 000	p=0,7
$\frac{1}{2}$ n.	HFWD 21 01 010	p=0,25	p=0,25
Wstecz	RET 8 10 100	p=0,02	p=0,25
Stop	STP 0 11 011	p=0,1	p=0,25

SNR, BER

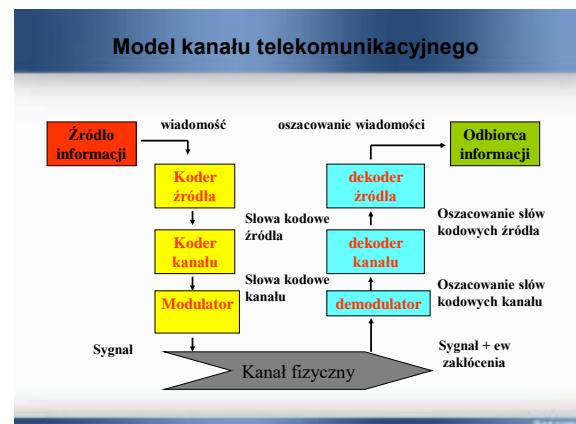
- SNR: Signal-to-Noise Ratio**
Stosunek mocy sygnału do mocy szumu
- BER: Bit Error Rate**
Stopa błędów (miara jakości systemu określająca stosunek liczby bitów przesłanych z błędami do całkowitej liczby wysłanych bitów)

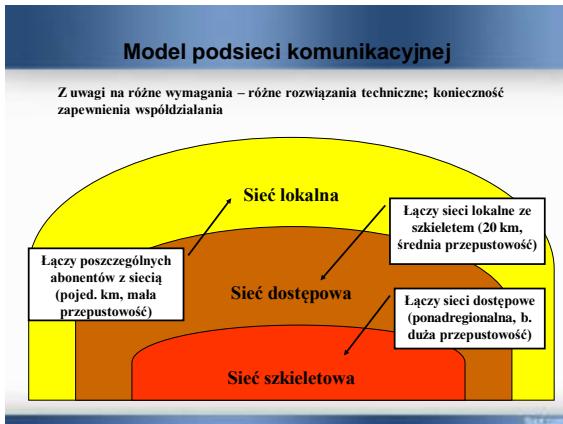
26



W Modelu Shannona mamy następujące elementy:

- nadawca/źródło informacji,
- przekaźnik,
- sygnał nadany,
- kanał transmisji (tutaj może wystąpić szum),
- sygnał odbiorany,
- odbiornik,
- odbiorca.





- ### Problem oceny jakości w telekomunikacji
- zadaniem telekomunikacji jest wierne przekazanie wiadomości.
 - z uwagi na ograniczenia fizyczne i techniczno-ekonomiczne nie jest to możliwe.
 - w sieci t. błędy przekazu powstają w poszczególnych połączeniach (p-p) oraz w węzłach.
 - poziom błędów w praktycznie realizowalnym przekazie musi podlegać ocenie – kontrola stanu sieci, porównywanie rozwiązań technicznych.
 - kryteria oceny zależą od rodzaju przekazywanych wiadomości – inne dla przekazu telewizyjnego, danych interaktywnych, mowy itp..
 - wielkość błędów przekazu jest złożoną funkcją parametrów jakości pracy połączeń i węzłów.

