

WdT – Wstęp do teleinformatyki

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

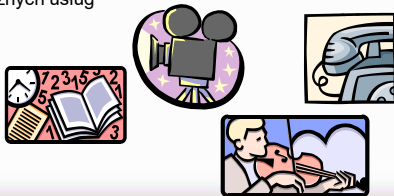


W telekomunikacji – uwzględnia się formę wiadomości, nie interpretując treści.

Co to jest teleinformatyka?

Telekomunikacja + informatyka

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



Wiadomości i sygnały

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

Przykłady:

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

Wiadomością jest stan świecenia układu dwóch różnobarwnych świateł na przejściu dla pieszych – dowiadujemy się, czy dozwolone jest wkroczenie na jezdnię

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

Wiadomości i sygnały

Za sygnał w telekomunikacji uważamy przebieg (w funkcji czasu) wielkości fizycznej. (zjawisko fizyczne) W ogólności, 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 wkroczenia na jezdnię uzyskujemy obserwując stan jasności świecenia świateł sygnalizatora.

Wiadomość o dźwięku uzyskujemy słuchając muzyki

Prawo Moore'a



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
Zauważył, 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 przekazywniku (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 przekazywnika 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 przekazywników itp.) zmieniają się linearnie 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 informację 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.



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

□ wg Shannona dla inżynierskich problemów związanych z projektowaniem efektywnych systemów transmisji informacji ten problem wydaje się nieistotny;

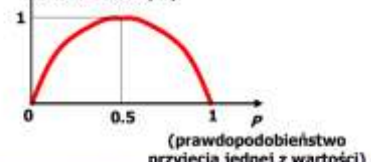
□ w czasach Shannona badania semantyczne uznawane były za nienaukowe również przez całą reszce amerykańskich lingwistów (np. Bloomfelda i dystrybucjonistów amerykańskich).

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)

Zawartość informacji w pojedynczym znaku binarnym

H (ilość 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 udowodnił, 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:

$S/N = 1000$ (30 dB)

$W = 3000$ 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 znamienych 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, $n = 4$

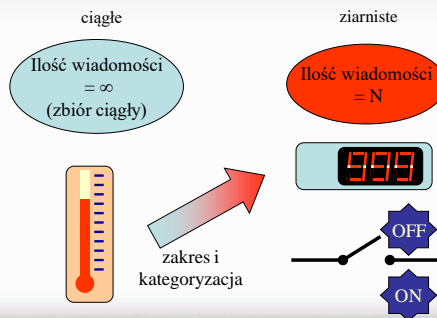
$K = 1200$ bit/s

Przepływność a opóźnienie

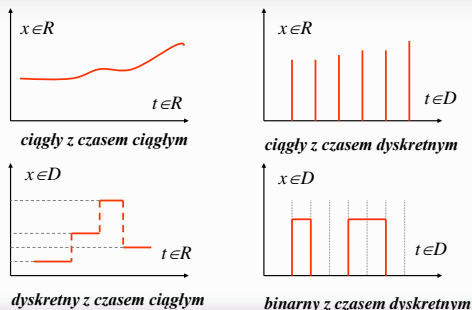
Porównajmy:

- Czas przejścia 1 bitu przez łącze = czas przebycia 1 km \times długość łącza (w km)
- Czas wprowadzania wiadomości do łącza = liczba bitów w wiadomości / szybkość wprowadzania bitów (przepływność)

Źródła wiadomości



Przykłady sygnałów (telekomunikacyjnych)



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!!!

$$H = -\sum_{k=1}^N p_k \cdot \log_2(p_k)$$

ilość informacji w źródle ziarnistym

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

$$H = 1 \text{ (shannon, bit)}$$

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 zbioru wiadomości A symbole β ze zbioru symboli B.

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

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

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

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

$$\beta_i \in \{0,1\} \quad i=0..k-1$$

Przykłady:

α_i (wiadomość)			β_i			
		kod #1	kod #2	kod #3	kod #4	kod #5
cała n.	→	FFWD	33	00	000	
1/4 n.	→	HFWD	21	01	010	
Wstecz	←	RET	8	10	100	
Stop	→	STP	0	11	011	

H=1,251 sh

H=2,0 sh

max 2^k
wiadomości

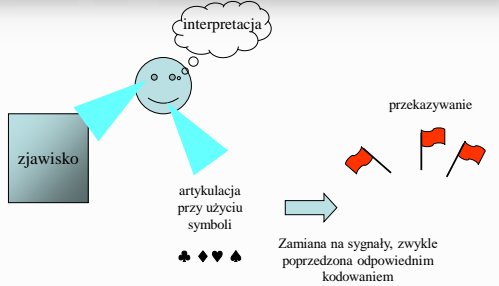
SNR, BER

■ **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)

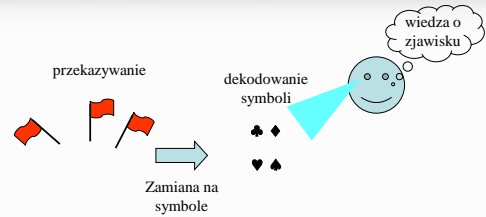
26

Proces przekazywania wiadomości



Bezpośrednie przekazywanie na odległość symboli służących do artykulacji wiadomości jest zwykle niemożliwe

Proces przekazywania wiadomości cd.



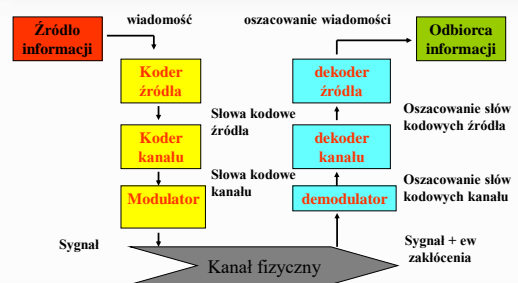
Jeżeli nie potrafimy określić, jakie wiadomości są potrzebne dla uzyskania wiedzy o danym zjawisku – przedmiotem przekazywania może być bezpośrednio sygnał (sygnały) fizyczny wytwarzany przez zjawisko.

Przykład: w dużej mierze muzyka.

W Modelu Shannona mamy następujące elementy:

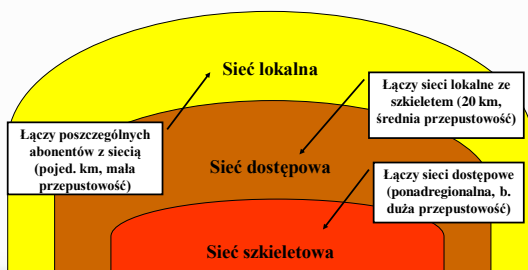
- nadawca/źródło informacji,
- przekaznik,
- sygnał nadany,
- kanał transmisji (tutaj może wystąpić szum),
- sygnał odebrany,
- odbiornik,
- odbiorca.

Model kanału telekomunikacyjnego



Model podsieci komunikacyjnej

Z uwagi na różne wymagania – różne rozwiązania techniczne; konieczność zapewnienia współdziałania



Usługi sieci telekomunikacyjnej

Przedmiotem funkcjonalności (komercyjnej oferty) sieci telekomunikacyjnej są usługi telekomunikacyjne polegające na przekazywaniu:

- Mowy, danych, interaktywnych obrazów ruchomych
 - t. porozumiewawcza
- Dźwięków, obrazów ruchomych
 - t. rozsiewcza
- Jednokierunkowa transmisja danych
 - t. zbiorcza

Telefonia,
Wideotelef.,
Sieci pakiet.,
Radio,
Telewizja

Monitoring

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 realizowanym 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.

Dziękuję za uwagę !