

Lekcja 1

Przesyłanie informacji

Cel

Przedstawienie podstawowych pojęć związanych z różnymi postaciami informacji oraz jej przesyłaniem.

Efekty kształcenia

- Uczeń potrafi wymienić przykłady różnych postaci informacji.
- Uczeń potrafi zdefiniować pojęcie sygnału oraz podać przykładowe formy sygnału.
- Uczeń potrafi zdefiniować oraz podać podstawowe cechy sygnałów analogowych i cyfrowych.



1. Czym jest informacja?

Pojęciem informacji posługujemy się na co dzień tak często, że nie widzimy potrzeby dokładniejszego zdefiniowania, czym właściwie ona jest. W telewizji spotykamy się z programami informacyjnymi, w gazetach - z rubryką „Informacje codzienne”, w Internecie - z portalami informacyjnymi. Każde duże miasto lub ośrodek turystyczny nie może obejść się bez „Informacji turystycznej”. Dawno niewidzianego znajomego chętnie wypytujemy o ciekawe informacje z ostatniego okresu.

Czym zatem jest informacja? Nie będziemy się tutaj starać podać pełnej, naukowej definicji tego pojęcia. Zamiast tego spróbujemy scharakteryzować je w sposób najbardziej dla nas użyteczny tak, byśmy byli w stanie zrozumieć na czym polega przesyłanie informacji we współczesnych sieciach telekomunikacyjnych.

Podstawową cechą **informacji** jest to, że **zmniejsza niewiedzę odbiorcy**.

Popatrzmy na prosty przykład. Przypuśćmy, że nasz kolega rzucił monetą tak, że wynik jest mu znany, ale nie nam. Mamy tu do czynienia z najbardziej elementarną postacią niewiedzy, gdyż możliwe są tylko dwa wyniki rzutu monetą: orzeł (O) albo reszka (R). Zatem odpowiedź „tak” lub „nie” na jedno nasze pytanie: „czy jest to orzeł?”, dostarczy nam pełnej informacji o wyniku rzutu. Jeżeli odpowiedzią będzie „tak”, otrzymamy potwierdzenie, że wypadł orzeł, jeżeli „nie” - musiała to być reszka. Taką elementarną **ilość informacji** nazywamy **1 bitem**.



Ciekawostka. *Nauka znacznie lepiej sobie radzi z dokładnym zdefiniowaniem i mierzeniem ilości informacji, niż tego, czym faktycznie jest informacja. Podobnie jest z wieloma innymi pojęciami jak np. czasem czy energią.*

Jak to jest w przypadku rzutu dwiema monetami? Możliwe są cztery wyniki: OO, OR, RO, RR. Czy zatem ilość informacji wyniku, to aż 4 bity tzn. czy potrzebne są aż cztery pytania o możliwej odpowiedzi „tak” lub „nie”? Na szczęście - nie. Zauważmy, że wystarczą tak naprawdę dwa pytania: „czy na pierwszej monecie wypadł orzeł?” oraz „czy na drugiej monecie wypadł orzeł”. Informacja o wyniku rzutu dwiema monetami zawiera zatem tylko 2 bity.



Ćwiczenie. Poprośmy kolegę by pomyślał liczbę naturalną w zakresie od 1 do 8 i zapisał ją na kartce tak, byśmy tego nie widzieli. Ile w najgorszym razie potrzebujemy zadać pytań, na które kolega może odpowiedzieć „tak” lub „nie”, by ustalić, jaka to jest liczba?



Dyskusja. Oczywiście, jeśli będziemy pytać po kolei: „czy to jest 1?”, „czy to jest 2?”, itd. w najgorszym razie potrzebować będziemy ośmiu pytań (jeśli pechowo się zdarzy, że kolega wybrał liczbę 8). Ale możliwa jest sprytniejsza strategia. Zapytajmy: „czy jest to liczba w zakresie od 1 do 4?”. Po tym jednym pytaniu będziemy w stanie odrzucić połowę możliwych wyników. Jeżeli otrzymamy przykładowo odpowiedź „tak”, możemy w drugiej kolejności zapytać: „czy jest to liczba w zakresie od 1 do 2?”. Znowu w ten sposób odrzucimy połowę wyników. Przykładowo, odpowiedź „nie” będzie znaczyła, że szukaną liczbą musi być 3 lub 4. Niejasność tę możemy już wyjaśnić w ostatnim, trzecim pytaniu. Ponadto, dwa pytania na pewno nie wystarczą w ogólnym przypadku. Informacja nt. wybranej liczby naturalnej w zakresie od 1 do 8 zawiera zatem 3 bity.

Nasza niewiedza często dotyczy skończonego zbioru wartości, jak w przykładach powyżej. Nietrudno wymyślić inne przykłady:

- wynik rzutu kostką (zakres od 1 do 6),
- liczba osób obecnych w klasie (na pewno nie większa niż liczba wszystkich uczniów w klasie),
- liczba wolnych miejsc na parkingu (ograniczona liczbą wszystkich miejsc parkinowych),
- nazwa ulicy w nieznanym nam mieście, przy której znajduje się muzeum archeologiczne (liczba ulic w mieście jest skończona),
- numer na liście wyborczej kandydata, który wygrał wybory prezydenckie (lista kandydatów ustalona jest przez Państwową Komisję Wyborczą przed rozpoczęciem głosowania), itp..

W każdym z tych przypadków uzyskanie informacji polega na ustaleniu, który element ze skończonego zbioru możliwych wartości faktycznie się zrealizował.

Często jednak chcemy uzyskać informację o wartościach ze zbioru nieskończonego, którego elementy mogą zmieniać się w sposób ciągły i nie są bezpośrednio policzalne, np.:

- temperatura powietrza w stopniach Celsjusza,
- aktualna szybkość poruszania się samochodu, którym jedziemy, podana w km/h,
- wysokość najwyższego budynku w naszym mieście podana w metrach, itp..

Wiele wielkości ciągłych możemy potraktować jako elementy zbioru skończonego, jeżeli ograniczymy dokładność ich podawania oraz przedział ich zmienności. Np. w przypadku temperatury powietrza w Polsce możemy się ograniczyć do zakresu od -50 do 50 stopni Celsjusza z dokładnością do 1 stopnia. Liczba możliwych wyników ograniczy się wtedy do 101 możliwych wartości.

Obrazy, zdjęcia, filmy, utwory muzyczne również niosą pewną informację i to niezależnie od tego, czy świadomie je tak odbieramy (np. odczytujemy ze zdjęcia, kto był obecny podczas pewnego historycznego zdarzenia), czy są dla nas wyłącznie źródłem wrażeń estetycznych. Zwróćmy uwagę, że każde zdjęcie możemy rozbić na zbiór pikseli, z których każdy ma pewien kolor i jasność. Przyporządkowanie kolorów i jasności do pikseli zdjęcia czy obrazu nie jest nam z góry znane i może odbyć się na olbrzymią liczbę sposobów. Dopiero patrząc na zdjęcie obserwujemy, który z tych sposobów faktycznie się zrealizował. Odbieramy w ten sposób informację dokładnie tak samo, gdy patrzymy na wynik rzutu kostką, czy odczytujemy temperaturę powietrza na termometrze za oknem.

2. Postacie informacji. Kodowanie

Powróćmy do przykładu z jedną monetą – kolega wykonał rzut, sprawdził wynik, ale dla nas ten wynik jest jeszcze nieznan. Pytamy: „Czy jest to orzeł?”. Co uznamy, za odpowiedź na nasze pytanie, a tym samym – przekazanie informacji?

Oczywiście, spodziewamy się usłyszeć określoną wypowiedź – słowo „tak” lub „nie”. Z fizycznego punktu widzenia, organy mowy naszego kolegi staną się źródłem fali

akustycznej (dźwiękowej), której cechy rozpoznamy w momencie, gdy dotrze do naszych uszu jako jedno z tych słów.

Ale możliwości jest znacznie więcej. Kolega może:

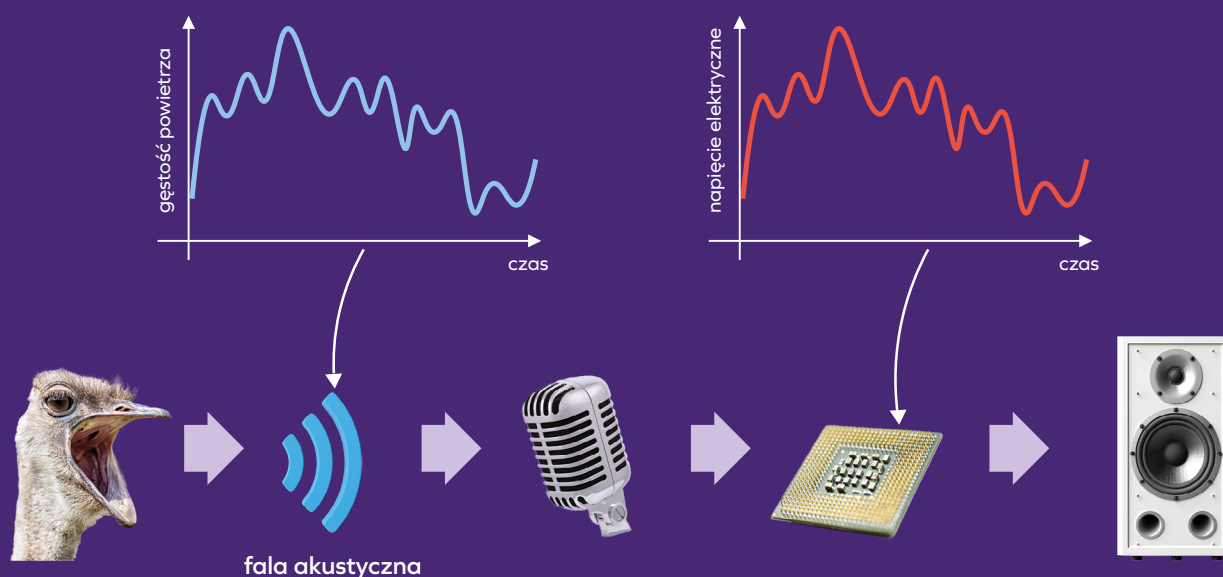
- skinąć lub pokręcić głową,
- może zapisać na kartce „tak” lub „nie” i pokazać nam odpowiedź,
- może wyjść do pomieszczenia obok, gdzie znajduje się mikrofon połączony z głośnikiem w naszym pokoju i przekazać informację z wykorzystaniem tego systemu,
- może zastukać w stół raz lub dwa razy, itp..

Pierwszy sposób uznamy za równie dobry, jak bezpośrednia odpowiedź „tak/nie”. W naszym kręgu kulturowym jednoznacznie wiążemy te gesty odpowiednio z potwierdzeniem lub zaprzeczeniem. Drugi sposób wymaga od nas umiejętności czytania, ale zasadniczo przekazuje tę samą informację. Zauważmy, że w obu tych sposobach odbieramy informację jako wrażenia wzrokowe na poziomie fizycznym przekazywane przez światło.

W sposobie trzecim fala akustyczna nie dociera do nas bezpośrednio. Najpierw w mikrofonie przekształcana jest na drgania napięcia elektrycznego, które przekazywane jest przewodem do głośnika, w którym ponownie zmienia się w falę akustyczną i dociera do naszych uszu (Rys. 1).

Sposób czwarty, aby niósł dla nas użyteczną informację, wymaga wcześniejszego umówienia się, co oznacza jedno, a co dwa stuknięcia w stół, gdyż przyporządkowanie to może być zupełnie dowolne. Jeżeli ustalimy, że jedno stuknięcie oznacza „tak”, zaś dwa – „nie”, uzyskujemy informację analogicznie jak przy skinięciu/kręceniu głową.

Widzimy zatem, że po pierwsze informacja może mieć różne podłoże fizyczne (fala akustyczna, bodziec wizualny, zmienne napięcie elektryczne), po drugie może być w różny sposób „zakodowana”, zaś kod musi być znany zarówno nadawcy, jak i odbiorcy, by przekaz informacji był skuteczny. Kodowanie jest przypisaniem znakom z jednego zbioru znaków z innego zbioru (np. „tak” – skinięcie, „nie” – kręcenie głową; alfabet Morse’a, itp.).



Rys. 1. Różne postaci sygnału niosące tę samą informację.

Wielkość fizyczną zmieniającą się odpowiednio do niesionej informacji będziemy nazywać **sygnałem**. Pomiedzy nadawcą i odbiorcą sygnał może wielokrotnie zmieniać swoją postać, nie zmieniając przy tym faktycznie niesionej informacji.

3. Przykłady sygnałów

Przesyłanie informacji głosowej jest dla nas jednym z podstawowych sposobów porozumiewania się. Przypatrzmy się jak przesyłanie informacji odbywa się na przykładzie komunikatu głosowego.

Wszystko zaczyna się od myśli, czyli impulsów elektrycznych w mózgu. Wola nadawcy zostaje ukierunkowana na wypowiedzenie określonego słowa, np. „kot” (Rys. 2).

- Mózg nadawcy, za pośrednictwem układu nerwowego, przesyła impulsy do organów mowy (sygnał elektryczny).
- Impulsy te doprowadzają do odpowiedniego ustawienia języka, ust, szczęki oraz napięcia strun głosowych przy wypuszczaniu powietrza. Zauważmy, że charakterystyczne ustawienie organów mowy również jest pewnego rodzaju sygnałem – wiemy, że niektórzy posiadli umiejętność czytania z „ruchu warg” (sygnał wizualny).
- Strumień powietrza wypychany przez opadającą klatkę piersiową pobudza struny głosowe do drgań (sygnał wibracyjny). Ustawienie jamy ustnej i nosowej oraz warg tworzy komorę rezonansową i wzmacnia odpowiednie częstotliwości (emisja samogłoski). Ruchy języka oraz warg blokują w odpowiednich momentach strumień powietrza (spółgłoski). Z ust emitowana jest specjalnie ukształtowana fala akustyczna (sygnał dźwiękowy).
- Dźwięk rozchodzi się w powietrzu wokół nadawcy, jako zagęszczenia i rozrzedzenia powietrza. Rolę sygnału dogrywa zatem zmienna gęstość powietrza.
- Dźwięk dociera do ucha odbiorcy. Pobudza do drgań błonę bębenkową w jego uchu (sygnał wibracyjny).



Rys. 2. Komunikat głosowy jako przesyłanie informacji sygnałami o różnej postaci.

- Drgania błony zostają przekształcone na sygnały elektryczne w nerwie słuchowym i poprzez układ nerwowy docierają do mózgu odbiorcy, który interpretuje je jako słowo „kot” (sygnał elektryczny). Przekaz informacji odbył się pomyślnie.

Rozmowa jest pewną formą wymiany informacji, która odbywa się naprzemiennie. Telefonnia umożliwia realizację rozmowy praktycznie przy dowolnych odległościach pomiędzy rozmówcami. W przypadku klasycznej telefonii drgania powietrza są przetwarzane na drgania prądu elektrycznego w przewodach. W telefonii mobilnej dochodzi do przekształcenia dźwięku na drgania pola elektromagnetycznego (patrz Lekcja 2).



Ćwiczenie. Rozpoznaj co jest sygnałem w różnych sposobach przesyłania informacji, tzn. jaka wielkość lub wielkości fizyczne ulegają zmianie na trasie przekazu informacji pomiędzy nadawcą i odbiorcą:

- Mruganie latarką.
- Stukanie w ścianę do sąsiedniego pomieszczenia.
- Komunikaty dworcowe dotyczące opóźnienia pociągu (możesz rozpatrzyć dwa rodzaje komunikatów: wyświetlanych na ekranach oraz emitowanych przez głośniki).

4. Sygnały analogowe i cyfrowe

Jak zobaczyliśmy wcześniej, możemy mieć do czynienia z sygnałami, które mogą przyjąć tylko kilka możliwych wartości lub takimi, które zasadniczo mogą przyjąć dowolną wartość z określonego przedziału.

Sygnałem analogowym będziemy nazywali sygnał, którego wartość może zmieniać się w sposób ciągły. Przykładowo, wynik pomiaru temperatury powietrza przez elektroniczny termometr znajdujący się za oknem możemy przetworzyć na napięcie elektryczne w przewodzie łączącym termometr z aparaturą wewnątrz pomieszczenia. Jeżeli wartość napięcia jest proporcjonalna do wartości temperatury, sygnał w przewodzie jest przykładem sygnału analogowego.

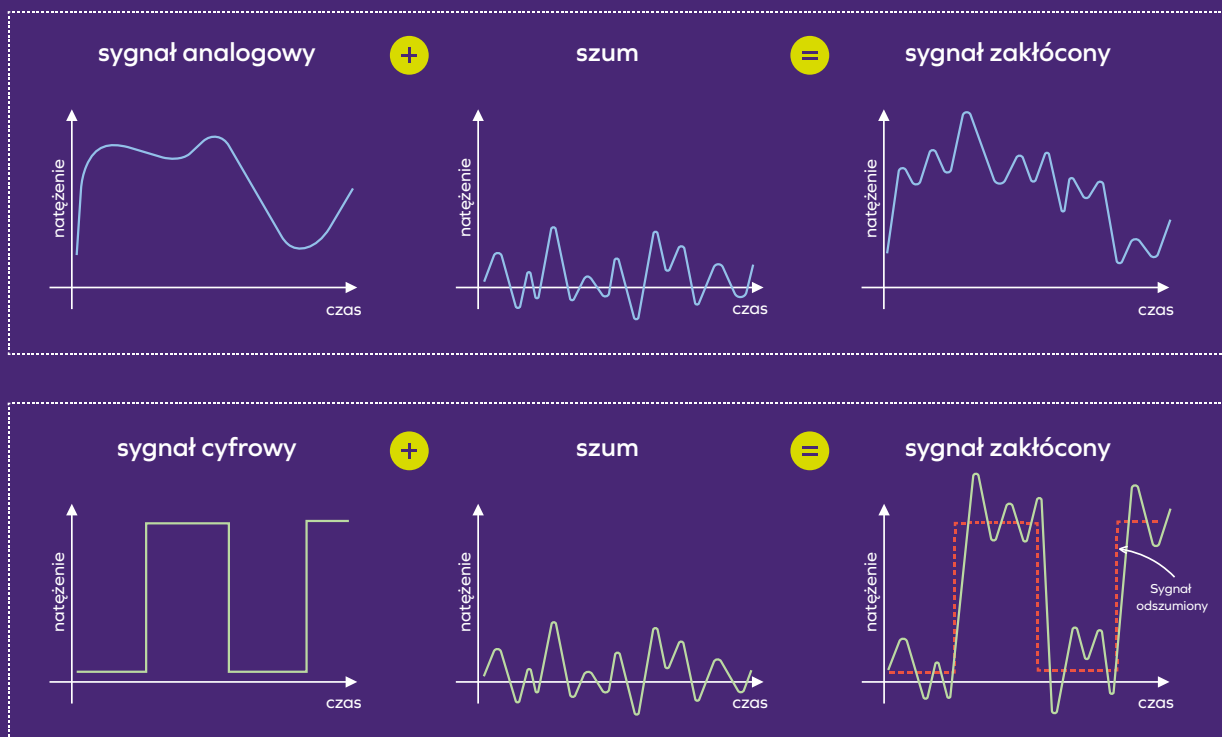
Z drugiej strony, sygnał, którego wartość ograniczona jest tylko do skończonego zbioru wartości, nazywamy **sygnałem cyfrowym**. Bardzo często sygnały cyfrowe przyjmują tylko dwie wartości – mówimy wtedy o sygnale dwuwartościowym lub **binarnym**. Przykładowo, sygnał nadający wyniki wielokrotnego rzutu monetą byłby sygnałem binarnym. Mógłby to być sygnał elektryczny o dwóch wartościach napięcia: „orzeł” – 1 V, „reszka” – 5 V.

W przyszłych lekcjach zobaczymy, że w pewnych przypadkach możemy sygnał analogowy przekształcić na sygnał cyfrowy bez utraty informacji (Lekcja 9).

Oba rodzaje sygnałów mają swoje wady i zalety. Zaletą sygnału analogowego jest to, że oddają bezpośrednio zmienność informacji mającej charakter ciągły (temperatura, szybkość samochodu, itp.). Informacja ciągła może być łatwo przetworzona na sygnał analogowy u nadawcy, a potem łatwo odtworzona u odbiorcy. Wadą sygnału analogowego jest duża wrażliwość na zakłócenia. Jeżeli na sygnał użyteczny nałożą się szum (przypadkowe zakłócenia o trudnym do przewidzenia charakterze), odbiorca nie jest

w stanie łatwo odróżnić informacji użytecznej od szumu, czyli dokonać, tzw. odszumienia. Zmienność wartości sygnału może wynikać zarówno z zawartości informacyjnej (np. zmian wartości temperatury), jak i przypadkowych zmian szumu wprowadzonych gdzieś pomiędzy nadawcą i odbiorcą (Rys. 3). O pewnych możliwościach eliminacji szumu w sygnałach analogowych powiemy w Lekcji 4.

Wady tej nie ma sygnał cyfrowy, jeżeli tylko zakłócenia nie przekraczają połowy wartości odstępu pomiędzy zdefiniowanymi poziomami sygnału. Nawet jeśli sygnał ulegnie zakłóceniu, nadal jesteśmy w stanie rozpoznać, jaki poziom sygnału był w rzeczywistości wyemitowany przez nadawcę (Rys. 3). Inną zaletą sygnału cyfrowego jest to, że może być łatwo przetwarzany przez komputery i cyfrowe układy elektroniczne (np. filtry cyfrowe). Wadą jest konieczność wprowadzenia odpowiednich przetworników do przetwarzania informacji ciągłej do postaci cyfrowej (u nadawcy) oraz w przeciwnym kierunku (u odbiorcy). Zazwyczaj taki przetworzony sygnał w niczym nie przypomina przebiegu wielkości fizycznej reprezentującej oryginalną informację.



Rys. 3. Porównanie wrażliwości na zakłócenia sygnałów analogowego i cyfrowego.



Doświadczenie

Do przeprowadzenia eksperymentu potrzeba pięciu osób. Dwie będą pełnić funkcję nadawcy i odbiorcy informacji, trzy pozostałe – zakłócczy, czyli osób, które wprowadzają pewne zakłócenia w łańcuchu komunikacyjnym między nadawcą i odbiorcą. Nadawca i zakłócczy otrzymują kilkanaście czystych karteczek oraz pisak. Nadawca i odbiorca siadają naprzeciw siebie, a zakłócczy pomiędzy nimi (Rys. 4).



Rys. 4. Eksperyment z przesyłaniem informacji.

Eksperyment 1

Nadawca zapisuje na kartce dowolną liczbę (nie musi być całkowita) z przedziału 10 – 50 tak, żeby nikt poza nim jej nie widział, po czym przekazuje kartkę do pierwszego zakłócczy. Ten odczytuje ukradkiem liczbę, po czym na swojej kartce zapisuje taką samą liczbę lub powiększa ją o 1, ewentualnie pomniejsza o 1. Następnie przekazuje swoją kartkę do zakłócczy drugiego, który może zrobić dokładnie to samo, po czym przekazuje kartkę do zakłócczy trzeciego, a ten po ewentualnej zmianie liczby otrzymanej od zakłócczy drugiego przekazuje swoją kartkę odbiorcy. Eksperyment można powtórzyć kilka razy.

Spróbuj odpowiedzieć na pytania:

- Jakiego rodzaju sygnał został tu przekazany – analogowy czy cyfrowy?
- Czy odbiorca po odczytaniu liczb, które do niego dotarły jest w stanie określić, jakie liczby zapisał na swoich kartkach nadawca?
- Jeżeli nie, czy jest w stanie to zrobić w przybliżeniu? Jak bardzo się może pomylić w najgorszym przypadku?

Eksperyment 2

Przebieg eksperymentu jest dokładnie taki sam jak w Eksperymencie 1 z jedną, małą różnicą – nadawca może napisać na kartce tylko jedną z dwóch liczb: 10 albo 50. Informacja przechodzi przez zakłócaaczy, którzy mogą zmieniać otrzymaną liczbę jak wcześniej, po czym dochodzi do odbiorcy. Eksperyment można powtórzyć kilka razy.

Spróbuj teraz odpowiedzieć na pytania:

- Jakiego rodzaju sygnał został tu przekazany – analogowy czy cyfrowy?
- Czy odbiorca po odczytaniu liczb, które do niego dotarły jest w stanie określić, jakie liczby zapisał na swoich kartkach nadawca?
- Czy może to zrobić bezbłędnie? A gdyby zakłócaaczy było znacznie więcej? Ilu musiałoby ich być, by odbiorca stracił pewność odtworzenia nadanej informacji?



Słowniczek

Bit – ilość informacji, zawarta w odpowiedzi „tak” lub „nie” na zadane pytanie.

Informacja – zbiór danych, który zmniejsza niewiedzę odbiorcy.

Kodowanie – przyporządkowanie znakom z jednego zbioru znaków z innego zbioru.

Sygnał – wielkość fizyczna zmieniająca się zgodnie z przekazywaną informacją.

Sygnał analogowy – sygnał, którego wartość może zmieniać się w sposób ciągły.

Sygnał binarny – sygnał, który w momencie nadawania może przyjąć tylko dwie możliwe wartości; jest rodzajem sygnału cyfrowego.

Sygnał cyfrowy – sygnał, który w momencie nadawania może przyjmować tylko wartości ze skończonego zbioru.



Materiały zewnętrzne

1. Elżbieta Kuligowska „Wszystko we Wszechświecie jest informacją? Najważniejsze fakty dotyczące pozornej oczywistości”.

Zeskanuj QR kod



2. Aplikacja Akinator. Gracz wymyśla postać (realną lub fikcyjną), a zadaniem aplikacji jest odgadnięcie tej postaci w serii pytań, na które gracz odpowiada tak/nie. Wymyśl dowolną postać i określ ile bitów informacji musiałeś przekazać, by aplikacja odgadła poprawną odpowiedź (możesz przyjąć, że odpowiedź „nie wiem” nie przekazuje żadnej informacji, zaś „chyba tak” lub „chyba nie” są równoważne „tak” lub „nie”).

Zeskanuj QR kod



Praca domowa

Treść zadania

W zamkniętym pomieszczeniu znajduje się osoba, która wystukuje palcem na ścianie komunikat zakodowany alfabetem Morse'a. W pomieszczeniu po drugiej stronie ściany druga osoba z latarką odsłuchuje komunikat i na bieżąco przekazuje tę samą treść na zewnątrz przez okno odpowiednio mrugając latarką. Uporządkuj w kolejności następujące po sobie postaci sygnалу niosącego informację (podobnie jak na Rys. 2) od nadawcy w zamkniętym pomieszczeniu do emisji na zewnątrz oraz skomentuj szczegółowo poszczególne etapy.

Pojęcia do wykorzystania:

- Sygnał elektryczny (układ nerwowy).
- Sygnał elektryczny (układ elektryczny latarki).
- Sygnał elektryczny (mózg).
- Sygnał akustyczny (fala dźwiękowa w powietrzu).
- Sygnał świetlny (żarówka).
- Sygnał wibracyjny (błona bębenkowa w uchu).
- Sygnał wibracyjny (ściana).