



Politechnika
Wrocławska

Niezawodność i diagnostyka układów cyfrowych 2

Projekt – etap 1

Opracowanie symulatora

Szymon Datko

szymon.datko@pwr.edu.pl

Wydział Elektroniki,
Politechnika Wrocławska

semestr letni 2020/2021



W skrócie

Przykładowe tematy:

1. System transmisji danych.

- ▶ Transmisja w systemie ARQ (Automatic Repeat Request).
- ▶ Transmisja w systemie FEC (Forward Error Correction).
- ▶ Przesył z wykorzystaniem modulacji PSK (Phase-Shift Keying).
- ▶ Unikanie utraty synchronizacji w transmisji (Scrambling).

2. Ogólny system szeregowo-równoległy w czasie.

- ▶ Badanie wpływu i opłacalności redundancji na działanie instalacji.
 - Symulacja szeregowej linii energetycznej – przez ile dni mamy prąd?
 - Symulacja układu wind o znanym średnim czasie życia – czy jesteśmy skazani na schody?

Cel etapu:

- ▶ przygotowanie narzędzia, symulującego działanie jakiegoś modelu,
- ▶ zarejestrować i zwrócić interesujące dane z przebiegu jego działania.

Kwestie formalne

- Przed wyruszeniem w projekt, należy wybrać drużynę.
- Przygotować dokument ze spisem najważniejszych postanowień.
 - ▶ Skład osobowy zespołu.
 - ▶ Realizowany temat.
 - ▶ Planowane narzędzia i technologie do wykonania pracy.
 - ▶ Zgrubny opis co/jak zrealizować (np. jakie wykorzystać algorytmy).
 - ▶ Całość: maksymalnie 1 kartka A4.
- Dokument trzeba będzie przedstawić i omówić na zajęciach/konsultacjach.
- Przygotowany dokument trzeba będzie też wstawić do systemu ePortal.
- Gotowy dokument może stanowić wstęp do końcowego sprawozdania.
- Kwestie ocen za każdy etap zostaną indywidualnie ustalone z każdą grupą.

Część I

Elementy teorii

Metoda Monte Carlo

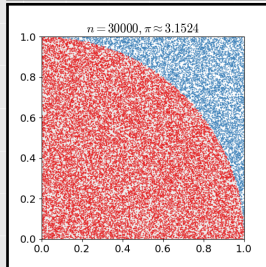
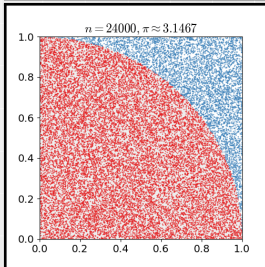
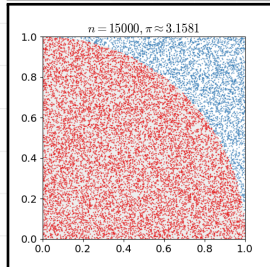
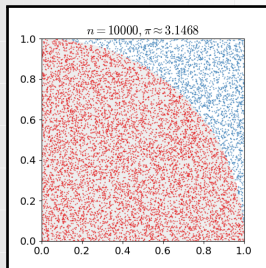
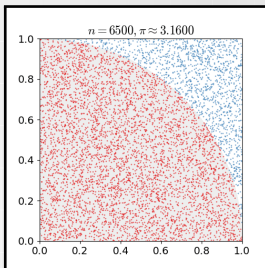
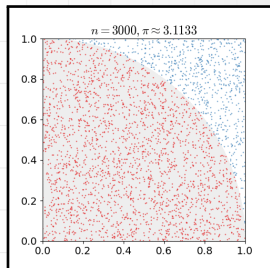
- Sposób matematycznego modelowania złożonych procesów (symulacja).
- W szczególności takich, które cechują się nietrywialną losowością.
- Celem jest wyznaczenie charakterystyk modelowanego systemu, nawet jeśli złożoność procesu uniemożliwia podejście analityczne do problemu.

- Podstawa: potrafimy prosto opisać zachowanie i parametry systemu.
- Z pojedynczego uruchomienia symulacji otrzymujemy możliwe wyjście.
- Seria wielu obserwacji pozwala przybliżyć rozkład oczekiwanych wyników.
- Im więcej powtórzeń eksperymentu, tym dokładniej uzyskane przybliżenie odzwierciedla faktyczne zachowanie się modelowanego systemu / procesu.

- ▶ Przygotowane narzędzie będzie opierało się na opisanej wyżej metodzie.

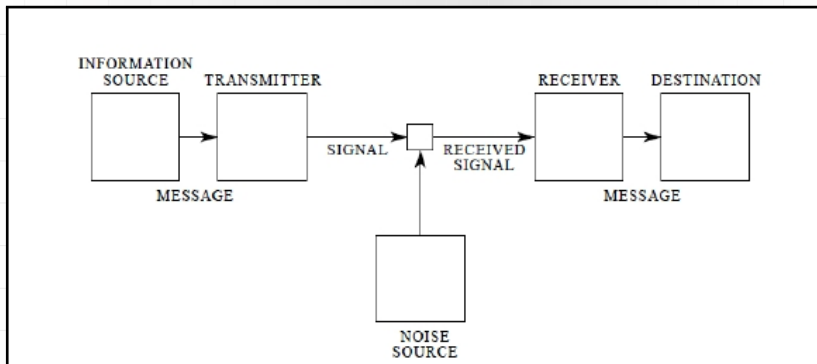
Metoda Monte Carlo – przykład działania

Wyznaczanie liczby π – losowanie z testowaniem odległości od punktu $(0, 0)$.



Model transmisji

Shannon i Weaver, 1948



- ▶ Uproszczony model wymiany informacji pomiędzy źródłem a celem.
- ▶ Nadajnik i odbiornik służą dopasowaniu informacji do natury kanału.
- ▶ W kanale komunikacyjnym występują szумы, które utrudniają przekaz.

Źródło obrazka:

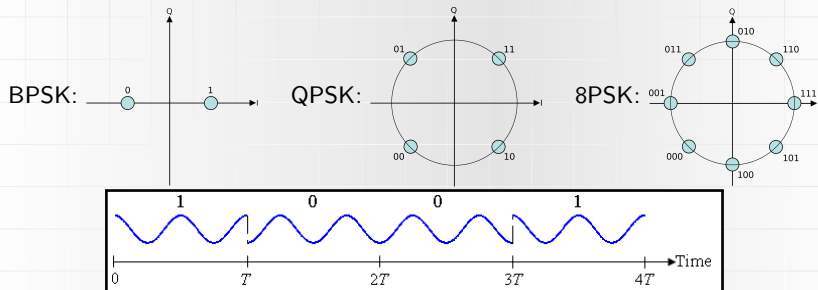
https://www.researchgate.net/figure/Transmission-model-of-Shannon-and-Weaver-1948_fig1_242012257

Binary symmetric channel



- ▶ Jeden z prostszych modeli komunikacji z uwzględnieniem szumu w kanale.
- ▶ Zakładamy, że istnieje pewne małe, niezerowe prawdopodobieństwo p , z którym aktualnie przesyłany bit zostanie zamieniony na przeciwny.
- ▶ W projekcie: minimalizujemy wpływ ewentualnie powstałych błędów poprzez proces odpowiedniego kodowania i dekodowania pakietów danych.

Modulacja sygnału z kluczowaniem fazy



- ▶ Proces służy przekształceniu danych w sygnał możliwy do propagacji.
- ▶ Przykład kodowania dla modulacji BPSK (tu: pierwszy wykres wskazowy):

$$\varphi(t) = \begin{cases} U_0 \cdot \cos(\omega \cdot t) & \text{gdy kodujemy bit 1,} \\ U_0 \cdot \cos(\omega \cdot t + \pi) & \text{gdy kodujemy bit 0.} \end{cases}$$

- ▶ Dekodowanie polega na odnalezieniu najbardziej prawdopodobnego stanu dla aktualnie zarejestrowanej wartości sygnału φ_{t_x} w chwili t_x .
- ▶ Warto rozważyć nie tylko zmianę fazy (argument funkcji $\cos()$), ale także zmianę amplitudy sygnału (U_0) – realizujemy wtedy modulację QAM.

Część II

Wskazówki do tematów

Wskazówki do tematu: system ARQ

- Przygotować generator danych.
 - ▶ Zasadniczo wystarczy generować losowy ciąg zer i jedynek.
- Zaimplementować zachowanie nadajnika – kodera.
 - ▶ Podstawą jest podział danych na pakiety o ustalonej długości.
 - ▶ Każdy przygotowany pakiet jest dodatkowo kodowany algorytmem.
- Zrealizować symulację przesyłu pakietów przez kanał z zaszumieniem.
 - ▶ Na przykład zgodnie z modelem *binary symmetric channel*.
- Zaimplementować zachowanie odbiornika – dekodera.
 - ▶ Należy określić, czy odebrany pakiet zawiera błędy (dekodowanie).
 - ▶ Jeżeli podczas transmisji wystąpił wykryty błąd, to należy zasymulować ponowne przesłanie pakietu – do skutku, aż nie zaobserwujemy błędów.
- ▶ Ile pakietów przesłano bez błędów, a ile wymagało jednego, dwóch, trzech, czterech lub więcej powtórzeń? Ile wystąpiło błędów niewykrytych?
- ▶ Czy opłaca się wysłać i weryfikować pakiety pojedynczo, czy można grupowo?
- ▶ Na ocenę wpłynie liczba algorytmów kodowania oraz modeli szumu/kanału.

Wskazówki do tematu: system FEC

- Przygotować generator danych.
 - ▶ Zasadniczo wystarczy generować losowy ciąg zer i jedynek.
- Zaimplementować zachowanie nadajnika – kodera.
 - ▶ Podstawą jest podział danych na pakiety o ustalonej długości.
 - ▶ Każdy przygotowany pakiet jest dodatkowo kodowany algorytmem.
- Zrealizować symulację przesyłu pakietów przez kanał z zaszumieniem.
 - ▶ Na przykład zgodnie z modelem *binary symmetric channel*.
- Zaimplementować zachowanie odbiornika – dekodera.
 - ▶ Należy określić, czy odebrany pakiet zawiera błędy (dekodowanie).
 - ▶ Jeżeli podczas transmisji wystąpił wykryty błąd, to należy podjąć próbę naprawienia pakietu (w razie niepowodzenia nie ma ponownego przesyłu).
- ▶ Ile pakietów przesłano bez błędów, ile miało błędy, które udało się naprawić, a ilu błędów nie udało się naprawić? Ile wystąpiło błędów niewykrytych w transmisji?
- ▶ Jak duży jest nadmiar kodowy i jak wpływa on na efektywność transmisji?
- ▶ Na ocenę wpłynie liczba algorytmów kodowania oraz modeli szumu/kanału.

Wskazówki do tematu: modulacja PSK

- Przygotować generator danych.
 - ▶ Zasadniczo wystarczy generować losowy ciąg zer i jedynek.
- Zaimplementować zachowanie nadajnika – modulatora.
 - ▶ Dane dzielimy na pakiety według możliwości wybranego modulatora.
 - ▶ Pakiety przeliczamy na wartości składowe nadawanego sygnału.
- Zrealizować symulację przesyłu pakietów przez kanał z zaszumieniem.
 - ▶ Składowe sygnału ulegają zmianie o losową wartość z jakiegoś rozkładu.
- Zaimplementować zachowanie odbiornika – demodulatora.
 - ▶ Na podstawie odebranych wartości sygnału, wyznaczyć bity danych.
 - ▶ Określić, czy w ramach transmisji wystąpiły błędy – jakie i ile ich było.
- ▶ Ile pakietów przesłano bez błędów, w ilu wystąpiły pojedyncze przekształcenia, a ile pakietów doświadczyło bardziej dotkliwych zaburzeń?
- ▶ Jaka jest odporność systemu, zależnie od liczby stanów modulatora?
- ▶ Na ocenę wpłynie liczba rodzajów modulacji oraz modeli szumu/kanału.

Wskazówki do tematu: scrambling

- Przygotować generator danych.
 - ▶ Interesujące będzie generowanie ciągu z ustaloną proporcją zer/jedynek.
- Zaimplementować zachowanie nadajnika.
 - ▶ Pierwszym krokiem będzie wprowadzenie pseudolosowości w danych.
 - ▶ Następnie nastąpi podział danych na pakiety o ustalonej długości.
- Zasymulować przesył pakietów z zachowaniem odbiornika.
 - ▶ Założmy, że prawdopodobieństwo uszkodzenia jest wprost proporcjonalne do długości najdłuższej niezmiennych sekwencji zer lub jedynek w pakiecie.
 - ▶ Zliczyć ile w pakiecie występuje niezmiennych sekwencji o różnej długości, np. dla 11010111 to 3x 1-bit (0, 1, 0), 1x 2-bity (11) i 1x 3-bity (111).
 - ▶ Zdefiniować funkcję prawdopodobieństwa, której wartość stopniowo rośnie dla kolejnych liczb n , oznaczających długości zaobserwowanej sekwencji.
 - ▶ Wyznaczyć, czy dany pakiet został uszkodzony w bieżącej symulacji.
- ▶ Ile pakietów przesłano bez błędów, a ile miało błędy w tym modelu?
- ▶ Jak długie były obserwowane sekwencje w ramach całej transmisji?
- ▶ Na ocenę wpłynie liczba algorytmów scramblingu oraz modeli szumu/kanału.

Wskazówki do tematu ogólnego z czasem

- Podstawowym parametrem rozważanego systemu będzie czas t .
 - ▶ Wszystkie operacje będziemy wykonywać w pętli dla kolejnych wartości t .
- Określenie parametrów i zachowania symulowanego modelu.
 - ▶ Jakie są elementy systemu i ich zależności, czym cechuje się ich działanie?
 - ▶ Kiedy możemy powiedzieć, że dany system lub jego część jest sprawna?
- Na początku symulacji należy wybrać wartości wszystkich parametrów.
 - ▶ Będą one określały warunki początkowe w ramach danej symulacji.
 - ▶ Wartości te mogą pochodzić z jakiegoś rozkładu losowego.
- Podczas trwania symulacji, wykonujemy kolejno określone kroki.
 - ▶ Sprawdzamy, czy w danej chwili doszło do jakiegoś zdarzenia.
 - ▶ Aktualizujemy informacje o bieżącym stanie elementów systemu.
 - Każde zdarzenie może mieć charakter całkowicie losowy (sprawdzamy warunek w każdej chwili t) lub być już zaplanowaną wcześniej akcją (np. wylosowanie momentu jako reakcji na inne zaszcze zdarzenie).
 - ▶ Na ocenę wpływu złożoności modelu (liczba elementów i czynników losowych).