

UNIWERYSTET JAGIELLOŃSKI

PYTANIA DO EGZAMINU LICENCJACKIEGO NA KIERUNKU INFORMATYKA

Małgorzata DYMEK



Rok akademicki 2019/2020

Spis treści

1	Zasada indukcji matematycznej.	2
2	Porządki częściowe i liniowe. Elementy największe, najmniejsze, maksymalne i minimalne.	3
3	Relacja równoważności i zbiór ilorazowy.	4
4	Metody dowodzenia twierdzeń: wprost, nie wprost, przez kontrapozycję.	5
5	Metody numeryczne rozwiązywania równań nieliniowych: bisekcji, siecznych, Newtona.	6
6	Rozwiązywanie układów równań liniowych: metoda eliminacji Gaussa, metody iteracyjne Jacobiego i Gaussa-Seidla.	7
6.1	Metoda eliminacji Gaussa	7
6.2	Metoda iteracyjna Jacobiego	8
6.2.1	Algebraicznie	8
6.2.2	Macierzowo	8
6.3	Metoda iteracyjna Gaussa-Seidla	8
6.3.1	Algebraicznie	8
6.3.2	Macierzowo	8
7	Wartości i wektory własne macierzy: numeryczne algorytmy ich wyznaczania.	9
8	Interpolacja wielomianowa: metody Lagrange’a i Hermite’a. Efekt Rungego.	10
9	Zmienne losowe dyskretne. Definicje i najważniejsze rozkłady.	11
10	Zmienne losowe ciągłe. Definicje i najważniejsze rozkłady.	12
10.1	Rozkład jednostajny	12
10.2	Rozkład wykładniczy	12
10.3	Rozkład normalny	13
10.4	Rozkład Gamma, Wzór Gamma-Poisona	14
11	Łącuchy Markowa. Rozkład stacjonarny.	15

12 Testy statystyczne: test z, test t-Studenta, test chi-kwadrat.	17
12.1 Z-test	17
13 Wzór Bayesa i jego interpretacja.	19
14 Istnienie elementów odwrotnych względem mnożenia w strukturze $(Zm, +, *)$ w zależności od liczby naturalnej m. Rozszerzony algorytm Euklidesa.	20
15 Ortogonalność wektorów w przestrzeni R_n ; związki z liniową niezależnością. Metoda ortonormalizacji Grama-Schmidta.	20
16 Liczby Stirlinga I i II rodzaju i ich interpretacja.	21
17 Twierdzenia Eulera i Fermata; funkcja Eulera.	22
18 Konfiguracje i t-konfiguracje kombinatoryczne.	23
19 Cykl Hamiltona, obwód Eulera, liczba chromatyczna - definicje i twierdzenia.	24
20 Algorytm Forda-Fulkersona wyznaczania maksymalnego przepływu.	25
21 Rozwiązywanie równan rekurencyjnych przy użyciu funkcji tworzących (generujących) oraz przy użyciu równania charakterystycznego.	25
22 Ciąg i granica ciągu liczbowego, granica funkcji.	26
23 Ciągłość i pochodna funkcji. Definicja i podstawowe twierdzenia.	27
24 Ekstrema funkcji jednej zmiennej. Definicje i twierdzenia.	28
25 Całka Riemanna funkcji jednej zmiennej.	29
26 Pochodne cząstkowe funkcji wielu zmiennych; różniczkowalność i różniczka funkcji.	30
27 Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Definicje i twierdzenia.	31

28 Twierdzenie o zmianie zmiennych w rachunku całkowym; współrzędne walcowe i sferyczne.	32
29 Metody dowodzenia poprawności pętli.	33
30 Odwrotna Notacja Polska: definicja, własności, zalety i wady, algorytmy.	33
31 Modele obliczeń: maszyna Turinga.	33
32 Modele obliczeń: automat skończony, automat ze stosem.	33
33 Złożoność obliczeniowa - definicja notacji: O , Ω , Θ .	34
34 Złożoność obliczeniowa - pesymistyczna i średnia.	35
35 Metoda "dziel i zwyciężaj"; zalety i wady.	36
36 Lista: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.	36
37 Kolejka i kolejka priorytetowa: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.	36
38 Algorytmy sortowania QuickSort i MergeSort: metody wyboru pivotu w QS; złożoności.	37
39 Algorytm sortowania bez porównań (sortowanie przez zliczanie, sortowanie kubełkowe oraz sortowanie pozycyjne).	38
40 Reprezentacja drzewa binarnego za pomocą porządków (preorder, inorder, postorder).	39
41 Algorytmy wyszukiwania następnika i poprzednika w drzewach BST; usuwanie węzła.	40
42 B-drzewa: operacje i ich złożoność.	40
43 Drzewa AVL: rotacje, operacje z wykorzystaniem rotacji i ich złożoność.	40
44 Algorytmy przeszukiwania wszerz i w głąb w grafach.	40

45 Algorytmy wyszukiwania najkrótszej ścieżki (Dijkstry oraz Bellmana-Forda).	40
46 Programowanie dynamiczne: podział na podproblemy, porównanie z metodą "dziel i zwyciężaj".	40
47 Algorytm zachłanny: przykład optymalnego i nieoptymalnego wykorzystania.	40
48 Kolorowania wierzchołkowe (grafów planarnych) i krawędziowe grafów, algorytmy i ich złożoności.	40
49 Algorytmy wyszukiwania minimalnego drzewa rozpinającego: Boruvki, Prima i Kruskala.	40
50 Najważniejsze algorytmy wyznaczania otoczki wypukłej zbioru punktów w układzie współrzędnych (Grahama, Jarvisa, algorytm przyrostowy (quickhull)).	40
51 Problemy P, NP, NP-zupełne i zależności między nimi. Hipoteza P vs. NP.	40
52 Automat minimalny, wybrany algorytm minimalizacji.	40
53 Lemat o pompowaniu dla języków regularnych.	40
54 Warunki równoważne definicji języka regularnego: automat, prawa kongruencja syntaktyczna, wyrażenia regularne.	40
55 Automaty niedeterministyczne i deterministyczne (w tym ze stosem); determinizacja.	40
56 Problemy rozstrzygalne i nierozstrzygalne w teorii języków.	40
57 Klasy języków w hierarchii Chomsky'ego oraz ich zamkniętość ze względu na operacje boolowskie, homomorfizmy, itp.	40
58 Reprezentacja liczb całkowitych; arytmetyka.	41
59 Reprezentacja liczb rzeczywistych; arytmetyka zmiennopozycyjna.	41

60 Różnice w wywołaniu funkcji statycznych, niestatycznych i wirtualnych w C++.	41
61 Sposoby przekazywania parametrów do funkcji (przez wartość, przez referencję). Zalety i wady.	41
62 Wskaźniki, arytmetyka wskaźników, różnica między wskaźnikiem a referencją w C++.	41
63 Podstawowe założenia paradygmatu obiektowego: dziedziczenie, abstrakcja, enkapsulacja, polimorfizm.	41
64 Funkcje zaprzyjaźnione i ich związek z przeładowaniem operatorów w C++.	41
65 Programowanie generyczne na podstawie szablonów w języku C++.	41
66 Podstawowe kontenery w STL z szerszym omówieniem jednego z nich.	41
67 Obsługa sytuacji wyjątkowych w C++.	41
68 Obsługa plików w języku C.	41
69 Model wodospadu a model spiralny wytwarzania oprogramowania.	41
70 Diagram sekwencji i diagram przypadków użycia w języku UML.	41
71 Klasyfikacja testów.	41
72 Model Scrum: struktura zespołu, proces wytwarzania oprogramowania, korzyści modelu.	41
73 Wymagania w projekcie informatycznym: klasyfikacja, źródła, specyfikacja, analiza.	41
74 Analiza obiektowa: modele obiektowe i dynamiczne, obiekty encjowe, brzegowe i sterujące.	41
75 Wzorce architektury systemów.	41

76 Relacyjny model danych, normalizacja relacji (w szczególności algorytm doprowadzenia relacji do postaci Boyce'a-Codda), przykłady.	42
77 Indeksowanie w bazach danych: drzewa B+, tablice o organizacji indeksowej, indeksy haszowe, mapy binarne.	42
78 Podstawowe cechy transakcji (ACID). Metody sterowania współbieżnością transakcji, poziomy izolacji transakcji, przykłady.	42
79 Złączenia, grupowanie, podzapytania w języku SQL.	42
80 Szeregowalność harmonogramów w bazach danych.	42
81 Definicja cyfrowego układu kombinacyjnego - przykłady układów kombinacyjnych i ich implementacje.	42
82 Definicja cyfrowego układu sekwencyjnego - przykłady układów sekwencyjnych i ich implementacje.	42
83 Minimalizacja funkcji logicznych.	42
84 Programowalne układy logiczne PLD (ROM, PAL, PLA).	42
85 Schemat blokowy komputera (maszyna von Neumanna).	42
86 Zarządzanie procesami: stany procesu, algorytmy szeregowania z wywłaszczaniem.	42
87 Muteks, semafor, monitor jako narzędzia synchronizacji procesów.	42
88 Pamięć wirtualna i mechanizm stronicowania.	42
89 Systemy plikowe - organizacja fizyczna i logiczna (na przykładzie wybranego systemu uniksopodobnego).	42
90 Model ISO OSI. Przykłady protokołów w poszczególnych warstwach.	42
91 Adresowanie w protokołach IPv4 i IPv6.	42
92 Najważniejsze procesy zachodzące w sieci komputerowej od momentu wpisania adresu strony WWW do wyświetlenia strony w prze-	

główny (komunikat HTTP, segment TCP, system DNS, pakiet IP, ARP, ramka).	42
93 Działanie przełączników Ethernet, sieci VLAN, protokół STP.	42
94 Rola routerów i podstawowe protokoły routingu (RIP, OSPF).	42
95 Szyfrowanie z kluczem publicznym, podpis cyfrowy, certyfikaty.	42
96 Wirtualne sieci prywatne, protokół IPsec.	42

Matematyczne podstawy informatyki

1 Zasada indukcji matematycznej.

Przykład: $2^1 + 2^2 + \dots + 2^n = 2^{n+1} - 2$, Nierówność Bernoulliego dla $h \geq -1$ $(1+h)^2 \geq 1 + n * h$, $\forall n \in \mathbb{N}^+$, $1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2} \forall n \in \mathbb{N}$

2 Porządki częściowe i liniowe. Elementy największe, najmniejsze, maksymalne i minimalne.

Przykłady - sprawdź czy porządek: $xRy \Leftrightarrow x|y$

3 Relacja równoważności i zbiór ilorazowy.

Przykład: $xRy \Leftrightarrow x \equiv_3 y$.

4 Metody dowodzenia twierdzeń: wprost, nie wprost, przez kontrapozycję.

5 Metody numeryczne rozwiązywania równań nieliniowych: bisekcji, siecznych, Newtona.

6 Rozwiązywanie układów równań liniowych: metoda eliminacji Gaussa, metody iteracyjne Jacobiiego i Gaussa-Seidla.

6.1 Metoda eliminacji Gaussa

Obliczając rząd macierzy metodą Gaussa należy za pomocą operacji elementarnych na wierszach sprowadzić macierz do macierzy schodkowej. Wtedy wszystkie niezerowe wiersze są liniowo niezależne i można łatwo odczytać rząd macierzy.

$$\begin{aligned}
 & \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & -2 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 1 & -2 \\ 2 & -1 & 4 & 0 \end{bmatrix} \xrightarrow{w_2-2w_1, w_3+w_1, w_4-2w_1} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -4 \end{bmatrix} \xrightarrow{w_2 \leftrightarrow w_3} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 1 & 0 & -4 \end{bmatrix} \sim \\
 & \xrightarrow{w_4-w_2} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \end{bmatrix} \xrightarrow{w_4-w_3} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Metody iteracyjne

Ogólna postać metody iteracyjnej:

$$Ax = b$$

$$Qx^{n+1} = (Q - A)x^n + b = \tilde{b}$$

$$x^0 = (0, 0, 0)$$

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 & 3 \\ 2 & 4 & 2 \\ 2 & -1 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} 5x_1 + (-2)x_2 + 3x_3 = 10 \\ 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 0 \\ 2x_1 + (-1)x_2 + (-4)x_3 = 0 \end{cases}$$

6.2 Metoda iteracyjna Jacobiego

6.2.1 Algebraicznie

$$\begin{cases} x_1^{N+1} = \frac{1}{5}(10 + 2x_2^N - 3x_3^N) \\ x_2^{N+1} = \frac{1}{4}(-2x_1^N - 2x_3^N) \\ x_3^{N+1} = -\frac{1}{4}(x_2^N - 2x_1^N) \end{cases}$$

6.2.2 Macierzowo

$$Q = D \quad (\text{diagonalna})$$

6.3 Metoda iteracyjna Gaussa-Seidla

6.3.1 Algebraicznie

$$\begin{cases} x_1^{N+1} = \frac{1}{5}(10 + 2x_2^N - 3x_3^N) \\ x_2^{N+1} = \frac{1}{4}(-2x_1^N - 2x_3^{N+1}) \\ x_3^{N+1} = -\frac{1}{4}(x_2^{N+1} - 2x_1^{N+1}) \end{cases}$$

6.3.2 Macierzowo

$$Q = L + D \quad (\text{diagonalna i dolnotrójkątna})$$

7 Wartości i wektory własne macierzy: numeryczne algorytmy ich wyznaczania.

8 Interpolacja wielomianowa: metody Lagrange'a i Hermite'a. Efekt Rungego.

9 Zmienne losowe dyskretne. Definicje i najważniejsze rozkłady.

10 Zmienne losowe ciągłe. Definicje i najważniejsze rozkłady.

10.1 Rozkład jednostajny

Zadanie 10.1 Zmienna losowa X ma rozkład jednostajny na odcinku $[2, 6]$. Wykonaj polecenia:

1. zapisz wzór na gęstość zmiennej losowej X
2. oblicz prawdopodobieństwo zdarzenia że $X \in [3, 3.5]$
3. oblicz prawdopodobieństwo zdarzenia że $X \in (3, 3.5)$

Rozwiązanie:

1. wzór na gęstość zmiennej losowej X to

$$\chi_{[2,6]}(x) = \begin{cases} \frac{1}{4} & \text{gdy } x \in [2, 6] \\ 0 & \text{gdy } x \notin [2, 6] \end{cases}$$

2. prawdopodobieństwo zdarzenia, że $X \in [3, 3.5]$ to

$$P(X \in [3, 3.5]) = \int_3^{3.5} \frac{1}{4} dx = \frac{1}{4}(3.5 - 3) = \frac{1}{8}$$

3. prawdopodobieństwo zdarzenia że $X \in (3, 3.5)$ to

$$P(X \in (3, 3.5)) = P(X \in [3, 3.5]) = \frac{1}{8}$$

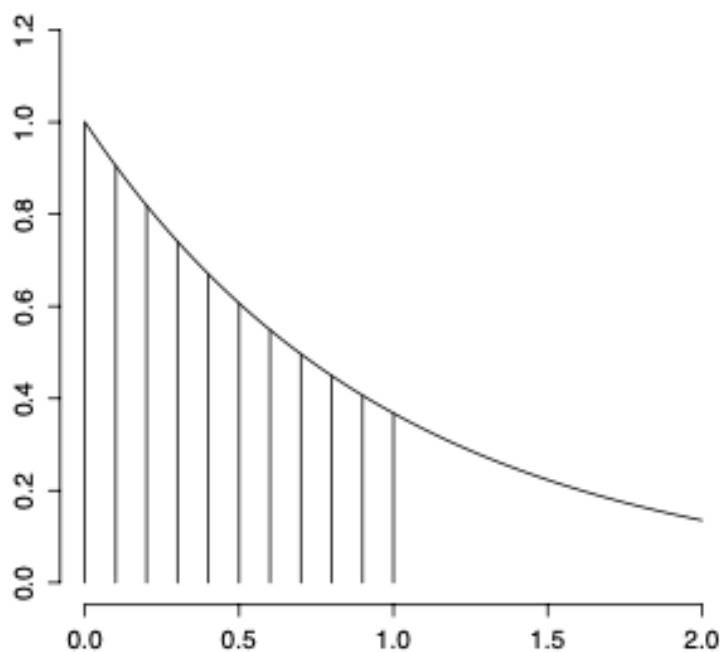
10.2 Rozkład wykładniczy

Zadanie 10.2 Zmienna losowa X ma rozkład wykładniczy z parametrem $\lambda = 1$. Wykonaj polecenia:

1. narysuj gęstość/ zapisz wzór na gęstość zmiennej losowej X
2. na powyższym rysunku przedstaw prawdopodobieństwo zdarzenia że $X \in [0, 1]$
3. oblicz prawdopodobieństwo zdarzenia że $X \in [0, 1]$

Rozwiązanie:

Punkty 1 i 2:



Punkt 3 - prawdopodobieństwo zdarzenia że $X \in [0, 1]$ wynosi

$$P(X \in [0, 1]) = \int_0^1 f(x) dx = \int_0^1 e^{-x} dx = [-e^{-x}]_{x=0}^{x=1} = 1 - e^{-1}$$

10.3 Rozkład normalny

Zadanie 10.3 Zmienna losowa X ma rozkład normalny o parametrach $\mu = 0$ oraz $\sigma = 1$. Podaj prawdopodobieństwo, że X osiąga wartości dodatnie.

Rozwiązanie:

Wykres tej funkcji jest parzysty, a pole całego wykresu wynosi 1 więc z połowy jest $\frac{1}{2}$.

$$P(X > 0) = \int_0^{\infty} f(x)dx = \frac{1}{2}$$

10.4 Rozkład Gamma, Wzór Gamma-Poisona

Zadanie 10.4 *Kompilacja programu składa się z 3 części przetwarzanych przez kompilator sekwencyjnie, jedna po drugiej. Czas przetwarzania każdej z części ma rozkład wykładniczy ze średnim czasem 5 minut, niezależnym od czasu przetwarzania pozostałych części.*

1. oblicz wartość oczekiwaną i wariancję całkowitego czasu kompilacji
2. oblicz prawdopodobieństwo, że cały proces kompilacji zostanie przeprowadzony w czasie mniejszym niż 12 minut.

Rozwiązanie:

Całkowity czas kompilacji opisuje zmienna losowa o rozkładzie $Gamma(T \sim \Gamma(\alpha = 3, \lambda = \frac{1}{5}))$. Wartość oczekiwana i wariancja całkowitego czasu kompilacji to

$$E(X) = \frac{\alpha}{\lambda} = \frac{3}{\frac{1}{5}} = 15$$

$$Var(x) = \frac{\alpha}{\lambda^2} = \frac{3}{\frac{1}{25}} = 75$$

Prawdopodobieństwo, że cały proces kompilacji zostanie przeprowadzony w czasie mniejszym niż 12 minut liczymy korzystając z formuły Gamma-Poisona.

$$P(T < t) = P(X \geq \alpha),$$

gdzie $X \sim Poisson(\lambda * t = \frac{1}{5} * 12 = 2.4)$ oraz $\alpha = 3$, $t = 12$. Mamy więc:

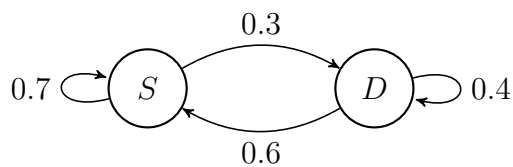
$$P(T < 12) = P(X \geq 3) = 1 - P(0) - P(1) - P(2) = 1 - F_X(2) = 1 - 0.5697 = 0.43$$

11 Łącuchy Markowa. Rozkład stacjonarny.

Zadanie 11.1 W pewnym mieście każdy dzień jest słoneczny albo deszczowy. Po dniu słonecznym dzień słoneczny następuje z prawdopodobieństwem 0.7, a po dniu deszczowym z prawdopodobieństwem 0.4.

1. Narysuj łańcuch markowa oraz wyznacz macierz przejścia dla niego.
2. W poniedziałek padało. Stwórz prognozę na wtorek, środę i czwartek.
3. Meteorolodzy przewidują 80% szans na deszcz w poniedziałek. Stwórz prognozę na wtorek, środę i czwartek.
4. Znajdź rozkład stacjonarny.

1. Łańcuch Markowa:



Macierz przejść:

$$\begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$$

2.

Wtorek:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$$

Środa:

$$\begin{bmatrix} 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.52 & 0.48 \end{bmatrix}$$

Czwartek:

$$\begin{bmatrix} 0.52 & 0.48 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.556 & 0.444 \end{bmatrix}$$

3.

Wtorek:

$$\begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.46 & 0.54 \end{bmatrix}$$

Środa:

$$\begin{bmatrix} 0.46 & 0.54 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.538 & 0.462 \end{bmatrix}$$

Czwartek:

$$\begin{bmatrix} 0.538 & 0.462 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5614 & 0.4386 \end{bmatrix}$$

4. Macierz przejść:

$$\begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$$

Rozwiązujemy układ równań:

$$\begin{cases} \pi P = \pi \\ \pi_1 + \pi_2 = 1 \end{cases}$$

$$\pi P = \begin{bmatrix} \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7\pi_1 + 0.4\pi_2 & 0.3\pi_1 + 0.6\pi_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} 0.7\pi_1 + 0.4\pi_2 = \pi_1 \\ 0.3\pi_1 + 0.6\pi_2 = \pi_2 \\ \pi_1 + \pi_2 = 1 \end{cases}$$

Stąd otrzymujemy

$$\begin{bmatrix} \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{4}{7} & \frac{3}{7} \end{bmatrix}$$

12 Testy statystyczne: test z, test t-Studenta, test chi-kwadrat.

Generalnie:

- Z-testów używamy do sprawdzenia czy testowana próba pasuje do zadanej populacji lub do porównywania dwóch **dużych** ($n \geq 30$) prób
- T-testów używamy do porównywania dwóch **małych** ($n < 30$) prób testowych ze sobą
 - Próby mogą być niezależne - np. wyniki sprawdzianów w dwóch grupach
 - Mogą być również zależne (dotyczyć jednej i tej samej grupy) - np. waga przed zastosowaniem diety i po
 - Może również służyć do porównywania próby do zadanej wartości (np. średniej) - podobnie jak Z-testy (?)
- Chi-kwadrat używamy do ustalania **goodness of fit** dla próbki względem populacji

12.1 Z-test

Zadanie 12.1 *Inżynier jakości znajduje 10 wadliwych produktów w próbie 500 egzemplarzy pewnego komponentu od wytwórcy A. Wśród 400 egzemplarzy od wytwórcy B znajduje 12 wadliwych. Firma komputerowa, korzystająca z tych komponentów twierdzi, że jakość wyrobów od obu producentów jest taka sama. Sprawdź, czy na 5% poziomie istotności istnieją wystarczające dowody do odrzucenia tego twierdzenia.*

H_0 : Jakość wyrobów obu producentów jest taka sama

H_a : Jakość wyrobów obu producentów jest różna

Obliczamy proporcje dla obu prób:

$$p_1 = \frac{10}{500} = \frac{1}{50}$$

$$p_2 = \frac{12}{400} = \frac{3}{100}$$

oraz proporcję dla próby połączonej:

$$\bar{p} = \frac{10 + 12}{500 + 400} = \frac{11}{450}$$

Następnie używamy wzoru:

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$Z = \frac{\frac{1}{50} - \frac{3}{100}}{\sqrt{\frac{11}{450}\left(1 - \frac{11}{450}\right)\left(\frac{1}{500} + \frac{1}{400}\right)}} = \frac{-\frac{1}{100}}{\sqrt{\frac{4829}{45000000}}} \approx -0.9653$$

Odczytujemy z tablic dla Z-testów wartość dla **-0.9653** i jest to **0.1685**

W naszej hipotezie mamy pytanie o równość więc bierzemy pod uwagę obie końcówki przedziału (?). Mamy sprawdzić prawdziwość naszej hipotezy na 5% poziomie istotności, więc na każdą końcówkę mamy po 2.5%.

$0.1685 < 2.5$ więc możemy odrzucić hipotezę zerową twierdząc, że jakość wyrobów obu producentów jest różna

13 Wzór Bayesa i jego interpretacja.

- 14 Istnienie elementów odwrotnych względem mnożenia w strukturze $(\mathbb{Z}_m, +, *)$ w zależności od liczby naturalnej m . Rozszerzony algorytm Euklidesa.
- 15 Ortogonalność wektorów w przestrzeni R_n ; związki z liniową niezależnością. Metoda ortonormalizacji Grama-Schmidta.

16 Liczby Stirlinga I i II rodzaju i ich interpretacja.

17 Twierdzenia Eulera i Fermata; funkcja Eulera.

18 Konfiguracje i t-konfiguracje kombinatoryczne.

**19 Cykl Hamiltona, obwód Eulera, liczba chroma-
tyczna - definicje i twierdzenia.**

- 20 Algorytm Forda-Fulkersona wyznaczania maksymalnego przepływu.
- 21 Rozwiązywanie równań rekurencyjnych przy użyciu funkcji tworzących (generujących) oraz przy użyciu równania charakterystycznego.

22 Ciąg i granica ciągu liczbowego, granica funkcji.

23 Ciągłość i pochodna funkcji. Definicja i podstawowe twierdzenia.

24 Ekstrema funkcji jednej zmiennej. Definicje i twierdzenia.

25 Całka Riemanna funkcji jednej zmiennej.

**26 Pochodne cząstkowe funkcji wielu zmiennych;
różniczkowalność i różniczka funkcji.**

27 Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Definicje i twierdzenia.

28 Twierdzenie o zmianie zmiennych w rachunku całkowym; współrzędne walcowe i sferyczne.

Teoretyczne podstawy informatyki

- 29** Metody dowodzenia poprawności pętli.
- 30** Odwrotna Notacja Polska: definicja, własności, zalety i wady, algorytmy.
- 31** Modele obliczeń: maszyna Turinga.
- 32** Modele obliczeń: automat skończony, automat ze stosem.

33 Złożoność obliczeniowa - definicja notacji: O , Ω , Θ .

34 Złożoność obliczeniowa - pesymistyczna i średnia.

- 35 Metoda "dziel i zwyciężaj"; zalety i wady.
- 36 Lista: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.
- 37 Kolejka i kolejka priorytetowa: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.

**38 Algorytmy sortowania QuickSort i MergeSort:
metody wyboru pivota w QS; złożoności.**

- 39 Algorytm sortowania bez porównań (sortowanie przez zliczanie, sortowanie kubełkowe oraz sortowanie pozycyjne).

- 40 Reprezentacja drzewa binarnego za pomocą porządków (preorder, inorder, postorder).

- 41 Algorytmy wyszukiwania następnika i poprzednika w drzewach BST; usuwanie węzła.
- 42 B-drzewa: operacje i ich złożoność.
- 43 Drzewa AVL: rotacje, operacje z wykorzystaniem rotacji i ich złożoność.
- 44 Algorytmy przeszukiwania wszerz i w głąb w grafach.
- 45 Algorytmy wyszukiwania najkrótszej ścieżki (Dijkstry oraz Bellmana-Forda).
- 46 Programowanie dynamiczne: podział na podproblemy, porównanie z metodą "dziel i zwyciężaj".
- 47 Algorytm zachłanny: przykład optymalnego i nieoptymalnego wykorzystania.
- 48 Kolorowania wierzchołkowe (grafów planarnych) i krawędziowe grafów, algorytmy i ich złożoności.
- 49 Algorytmy wyszukiwania minimalnego drzewa rozpinającego: Boruvki, Prima i Kruskala.
- 50 Najważniejsze algorytmy wyznaczania otoczki wypukłej zbioru punktów w układzie współrzędnych (Grahama₄₆ Jarvisa, algorytm przyrostowy (quickhull)).
- 51 Problemy P, NP, NP-zupełne i zależności między nimi. Hipoteza P vs. NP.
- 52 Automat minimalny, wybrany algorytm mini-

- 58 Reprezentacja liczb całkowitych; arytmetyka.
- 59 Reprezentacja liczb rzeczywistych; arytmetyka zmiennopozycyjna.
- 60 Różnice w wywołaniu funkcji statycznych, niestatycznych i wirtualnych w C++.
- 61 Sposoby przekazywania parametrów do funkcji (przez wartość, przez referencję). Zalety i wady.
- 62 Wskaźniki, arytmetyka wskaźników, różnica między wskaźnikiem a referencją w C++.
- 63 Podstawowe założenia paradygmatu obiektowego: dziedziczenie, abstrakcja, enkapsulacja, polimorfizm.
- 64 Funkcje zaprzyjaźnione i ich związek z przeładowaniem operatorów w C++.
- 65 Programowanie generyczne na podstawie szablonów w języku C++.
- 66 Podstawowe kontenery w STL z szerszym omówieniem jednego z nich.
- 67 Obsługa sytuacji wyjątkowych w C++.
- 68 Obsługa plików w języku C.
- 69 Model wodospadu a model spiralny wytwarzania oprogramowania.
- 70 Diagram sekwencji i diagram przypadków użycia w języku UML.

- 76 Relacyjny model danych, normalizacja relacji (w szczególności algorytm doprowadzenia relacji do postaci Boyce'a-Codda), przykłady.
- 77 Indeksowanie w bazach danych: drzewa B+, tablice o organizacji indeksowej, indeksy haszowe, mapy binarne.
- 78 Podstawowe cechy transakcji (ACID). Metody sterowania współbieżnością transakcji, poziomy izolacji transakcji, przykłady.
- 79 Złączenia, grupowanie, podzapytania w języku SQL.
- 80 Szeregowalność harmonogramów w bazach danych.
- 81 Definicja cyfrowego układu kombinacyjnego - przykłady układów kombinacyjnych i ich implementacje.
- 82 Definicja cyfrowego układu sekwencyjnego - przykłady układów sekwencyjnych i ich implementacje.
- 83 Minimalizacja funkcji logicznych.
- 84 Programowalne układy logiczne PLD (ROM, PAL, PLA).
- 85 Schemat blokowy komputera (maszyna von Neumanna).
- 86 Zarządzanie procesami: stany procesu, algorytmy szeregowania z wywłaszczaniem.