Statystyka

Rafał Szyiński 259380, Kajetan Leszak 259321

2024-06-12

1 Wstęp

Do wykonywania projektu będziemy używać dwóch bibliotek:

- *ggplot2* - biblioteka do rysowania wykresów.
- *dplyr* - biblioteka do manipulowania danymi (np. filtrowanie, grupowanie itp.).

```
library(ggplot2)
library(dplyr)
```

Uwaga: Jeśli komendy nie działają należy pobrać poszczególne biblioteki używając komendy `install.packages("packageName")` w konsoli.

2 Opis baza danych

Baza **credit_card.xls** pochodzi z eportalu. Zawiera ona dane o użytkownikach kart kredytowych oraz wykonywanych przez nich transakcjach.

Baza posiada 26280 rekordów opisane przez 13 kolumn, które mówią nam o:

- *custid* - id indywidualnego klienta.
- *date_birth* - data urodzenie danego klienta.
- *birth_year* - rok urodzenia danego klienta.
- *gender* - płeć danego klienta (dostępne opcje: Female, Male).
- *card* - typ używanej karty kredytowej (dostępne opcje: Mastercard, Visa, American Express, Discover, Other).
- *card_data* - data utworzenia karty kredytowej.
- *card_year* - rok utworzenia karty kredytowej.
- *month* - miesiąc w którym karta została użyta (dostępne opcje: January, Febuary, March, April, May, June, July, August, September, October, November, December).
- *quarter* - kwartał w którym karta została użyta (dostępne opcje: Q1, Q2, Q3, Q4).
- *year* - rok w którym karta została użyta.
- *type_trans* - rodzaj dobra, które zostało zakupione (dostępne opcje: Entertainment, Grocery, Retail, Trabel, Other).
- *items* - ilość kupionego dobra.
- *spent* - wartość kupionego dobra.

```
data <- read.csv2("credit_card.xls");
dim(data) # Rozmiary bazy danych [wiersze x kolumny]
```

```
## [1] 26280    13
```

```
colnames(data) # Wypisanie nazw kolumn
```

```
##  [1] "custid"     "date_birth" "birth_year" "gender"     "card"
```

```
##  [6] "card_date"  "card_year"  "month"      "quarter"    "year"
## [11] "type_trans" "items"      "spent"
```

```
summary(data) # Podstawowe statystyki z każdej kolumny
```

```
##     custid           date_birth          birth_year      gender
##  Length:26280       Length:26280       Min.   :1929   Length:26280
##  Class :character   Class :character   1st Qu.:1946   Class :character
##  Mode  :character   Mode  :character   Median :1960   Mode  :character
##                                        Mean   :1960
##                                        3rd Qu.:1975
##                                        Max.   :1990
##      card            card_date           card_year       month
##  Length:26280       Length:26280       Min.   :1991   Length:26280
##  Class :character   Class :character   1st Qu.:1999   Class :character
##  Mode  :character   Mode  :character   Median :2002   Mode  :character
##                                        Mean   :2002
##                                        3rd Qu.:2005
##                                        Max.   :2009
##    quarter              year       type_trans            items
##  Length:26280       Min.   :2007   Length:26280       Min.   : 0.000
##  Class :character   1st Qu.:2007   Class :character   1st Qu.: 0.000
##  Mode  :character   Median :2008   Mode  :character   Median : 2.000
##                     Mean   :2008                      Mean   : 2.359
##                     3rd Qu.:2008                      3rd Qu.: 4.000
##                     Max.   :2008                      Max.   :13.000
##      spent
##  Min.   :   0.0
##  1st Qu.:   0.0
##  Median : 141.8
##  Mean   : 196.3
##  3rd Qu.: 311.3
##  Max.   :1439.4
```

```
glimpse(data) # Przykładowe dane, które występują w każdej kolumnie
```

```
## Rows: 26,280
## Columns: 13
## $ custid     <chr> "8257-BKBEDP-MRF", "8257-BKBEDP-MRF", "8257-BKBEDP-MRF", "8~
## $ date_birth <chr> "12/15/1961", "12/15/1961", "12/15/1961", "12/15/1961", "12~
## $ birth_year <int> 1961, 1961, 1961, 1961, 1961, 1961, 1961, 1961, 1961, 1961,~
## $ gender     <chr> "Female", "Female", "Female", "Female", "Female", "Female",~
## $ card       <chr> "Mastercard", "Mastercard", "Mastercard", "Mastercard", "Ma~
## $ card_date  <chr> "8/9/2003", "8/9/2003", "8/9/2003", "8/9/2003", "8/9/2003",~
## $ card_year  <int> 2003, 2003, 2003, 2003, 2003, 2003, 2003, 2003, 2003, 2003,~
## $ month      <chr> "January", "January", "January", "January", "January", "Jan~
## $ quarter    <chr> "Q1", "Q1", "Q1", "Q1", "Q1", "Q1", "Q1", "Q1", "Q1", "Q1",~
## $ year       <int> 2007, 2007, 2007, 2007, 2007, 2008, 2008, 2008, 2008, 2008,~
## $ type_trans <chr> "Grocery", "Retail", "Entertainment", "Travel", "Other", "G~
## $ items      <int> 2, 9, 1, 3, 8, 5, 10, 0, 1, 3, 5, 9, 0, 1, 3, 0, 9, 0, 4, 4~
## $ spent      <dbl> 167.81, 809.87, 111.09, 579.10, 409.63, 281.34, 1011.05, 0.~
```

3 Wyliczenie podstawowych statystyk

Do obliczenia podstawowych statystyk używa się funkcji `summary()`, która wylicza:

- *Min.* - Wartość minimalną.
- *1st Qu.* - Wartość pierwszego kwartylu (25% wyników jest poniżej tej wartości).
- *Median* - Wartość mediany.
- *Mean* - Wartość średnia.
- *3rd Qu.* - Wartość trzeciego kwartylu (75% wyników jest poniżej tej wartości).
- *Max.* - Wartość maksymalną.

```
summary(data$items) # Podstawowe statystyki dla kolumny items
```

```
##    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##   0.000   0.000   2.000   2.359   4.000  13.000
```

```
summary(data$spent) # Podstawowe statystyki dla kolumny spent
```

```
##    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##     0.0     0.0   141.8   196.3   311.3  1439.4
```

Interpretacja wyników:

- Pierwszy kwartyl jest równy zero dla obu przypadków co oznacza że więcej niż 25% wyników jest równa zero.

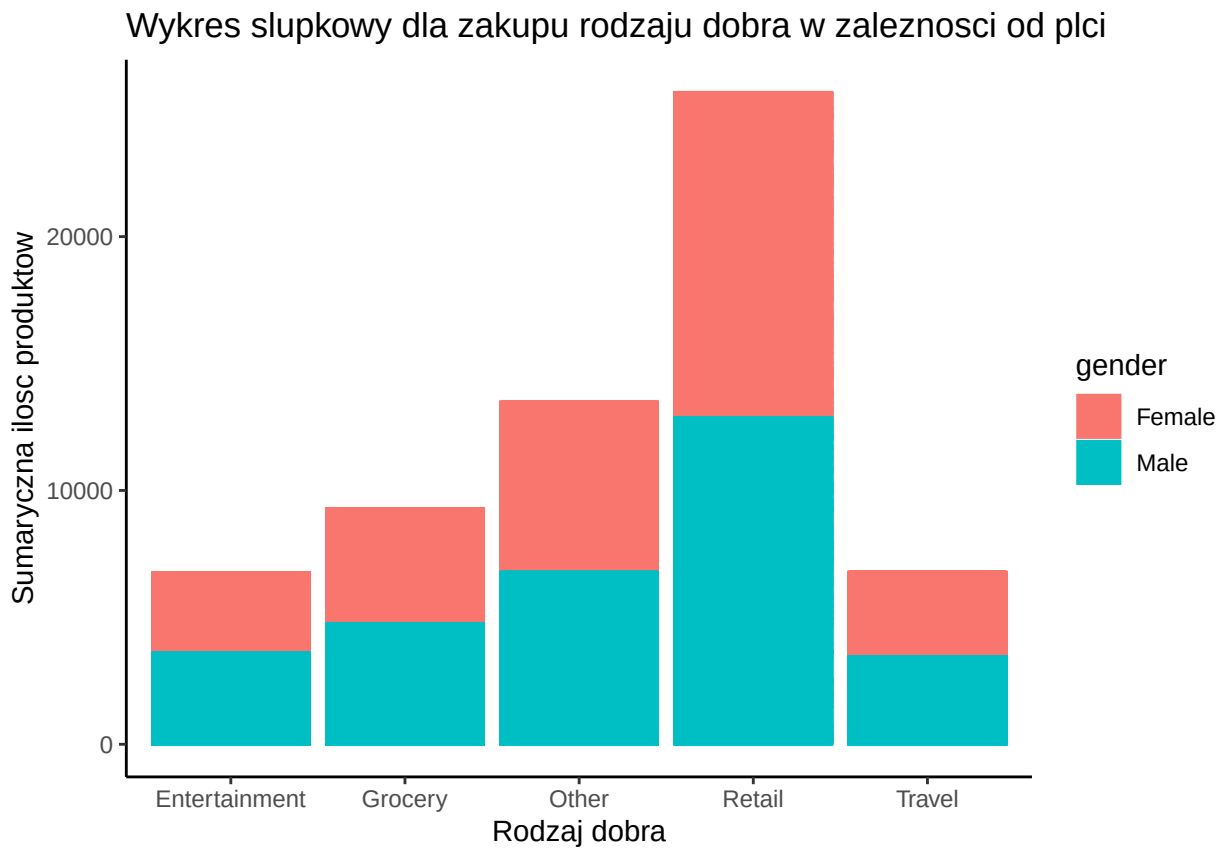
4 Wykresy

4.1 Wykres słupkowy

Problem:

Jak dużo konkretnego dobra (z kolumny *type_trans*) jest kupowane w zależności od płci.

```
ggplot() + # Podstawa do rysowania wykresu
  geom_bar( # Wykres słupkowy
    data=data,  # Używane dane do rysowania
    # Określanie jake dane są na konkretnej osi
    # (x - typ dobra, y - sumaryczna ilość,
    # color i fill = podział względem płci)
    aes(x=type_trans, y=items, color=gender, fill=gender),
    stat="identity" # Zlicza sumaryczną ilość dobra
    ) +
  labs( # Podpisy na wykresie
    title="Wykres slupkowy dla zakupu rodzaju dobra w zaleznosci od plci",
    x="Rodzaj dobra",
    y="Sumaryczna ilosc produktow"
    ) +
  theme_classic() # Ustawianie klasycznego wyglądu wykresu
```



Interpretacja wyników:

- Kobiety kupują więcej dóbr niż mężczyźni.
- Najwięcej transakcji występuje w sprzedaży detalicznej.
- Najmniej transakcji jest na podróże.

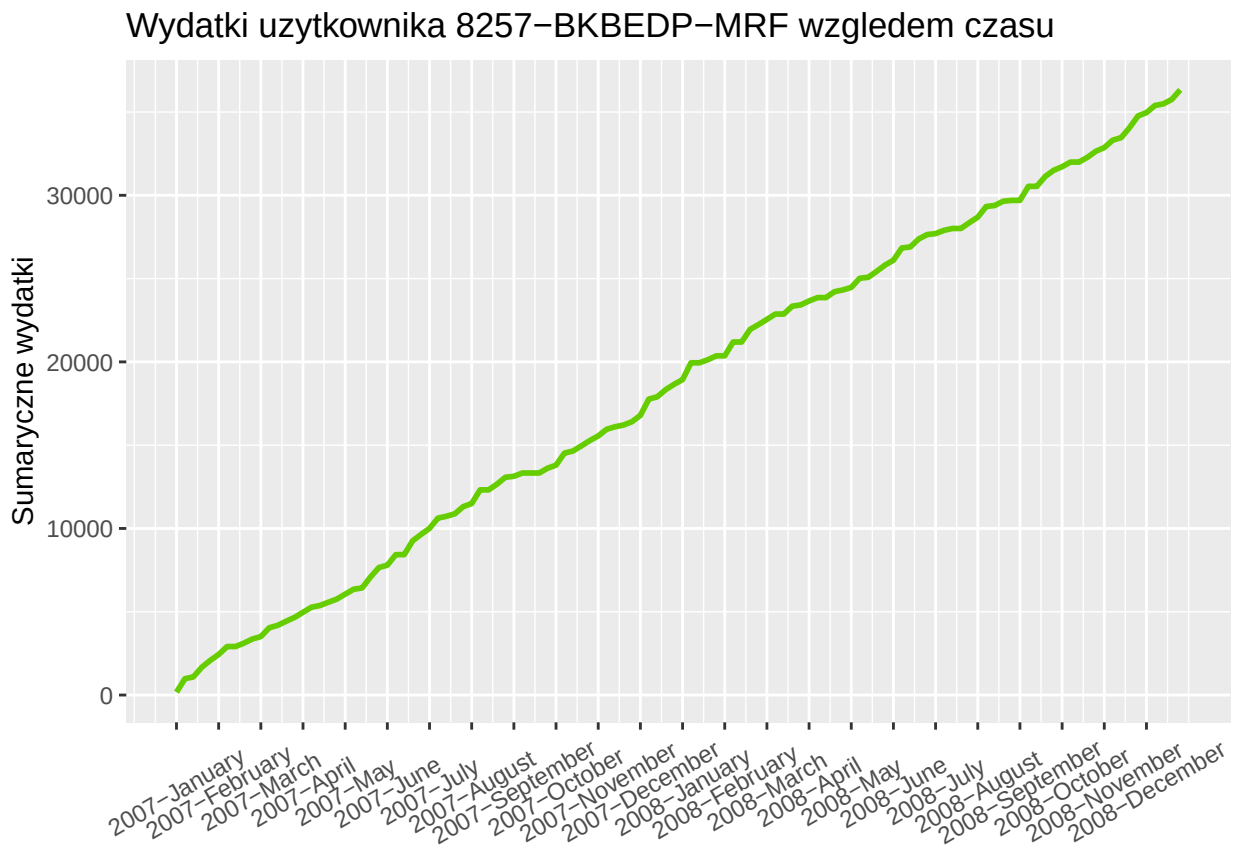
4.2 Wykres liniowy

Problem:

Jaki jest sumaryczny wydatek danego użytkownika (8257-BKBEDP-MRF) względem czasu (podział na rok i miesiąc).

```
# Filtrujemy wysztkie dane pierwszego użytkownika
user_data <- data[data$custid == "8257-BKBEDP-MRF",]

month_numeric <- c("January",
                   "February",
                   "March",
                   "April",
                   "May",
                   "June",
                   "July",
                   "August",
                   "September",
                   "October",
                   "November",
                   "December")
```

```r
# Zamiana miesiąca z słowa na liczbe np. January=1
month <- match(user_data$month, month_numeric)

user_date_spent = data.frame(
  year = user_data$year,
  month = month,
  spent = user_data$spent
  )

# Sortowanie po roku i miesiącu
sorted_user <- user_date_spent[order(user_date_spent$year, user_date_spent$month),]
# Sumaryczny wektor wydatków
sorted_user$spent <- cumsum(sorted_user$spent)
data_length <- length(sorted_user$spent)

ggplot() +
  geom_line( # Wykres liniowy
    data=sorted_user,
    aes(x = seq(from=1, to=data_length), y = spent),
    color = "chartreuse3",
    linewidth = 1
    ) +
  scale_x_continuous(
    breaks=seq(from=1, to=data_length, by=5),
    labels=c(
      paste(rep(2007, 12),
            month_numeric,
            sep="-"),
      paste(rep(2008, 12),
            month_numeric,
            sep="-"))
    ) +
  labs(
    title = "Wydatki uzytkownika 8257-BKBEDP-MRF wzgledem czasu",
    x = NULL,
    y = "Sumaryczne wydatki"
  ) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 30, hjust = 0.5, vjust = 0.5))
```



Interpretacja wyników:

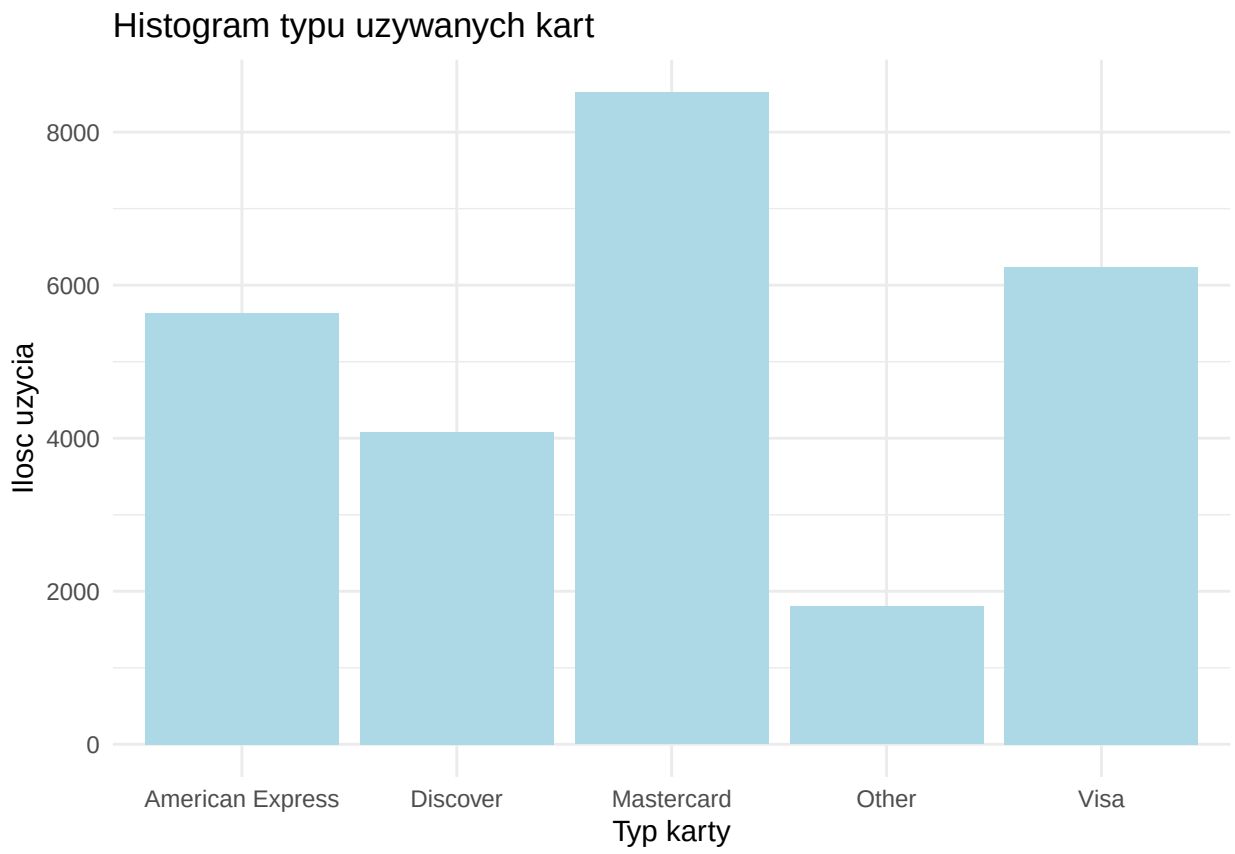
- Użytkownik sumarycznie wydał 36330.45.
- Użytkownik używał karty tylko przez 2 lata.
- Wydatki użytkownika są w miarę stałe (wykres ten jest używany do regresji linowej [ostatni podpunkt projektu], w którym możemy sprawdzić jak bardzo wydatki odstają od stałych).
- Robiąc pochodną wykresu, można określić miesiąc w którym użytkownik wydał najwięcej: $max\left(\frac{d}{dx}f(x)\right)$.

4.3 Histogram

Problem:

Jaki typ karty jest najczęściej używany.

```
ggplot() +
  geom_histogram( # Histogram
    data=data,
    aes(x=card),
    stat="count", # Zliczanie wystąpień
    fill="lightblue") +
  labs(
    title = "Histogram typu uzywanych kart",
    x = "Typ karty",
    y = "Ilosc uzycia"
    ) +
  theme_minimal() # Motyw minimalistyczny
```



Interpretacja wyników:

- Najczęściej używaną kartą jest Mastercard.

4.4 Inne wykresy

Wykres gęstości i pudełko-wąsy są używane w dalszej części projektu.

5 Obserwacje odstające

Obserwacje odstające to punkty danych, które znacząco różnią się od innych obserwacji w zestawie danych.

Problem:

- Wyznacz dane odstające w wydatkach dla osób urodzonych w 1929.
- Pokaż dane odstające w wydatkach dla każdego wieku użytkownika.

5.1 Wykres pudełko-wąsy

Wykres pudełko-wąsy składa się z kilku kluczowych elementów, które pomagają wizualizować różne aspekty zestawu danych, t.j.:

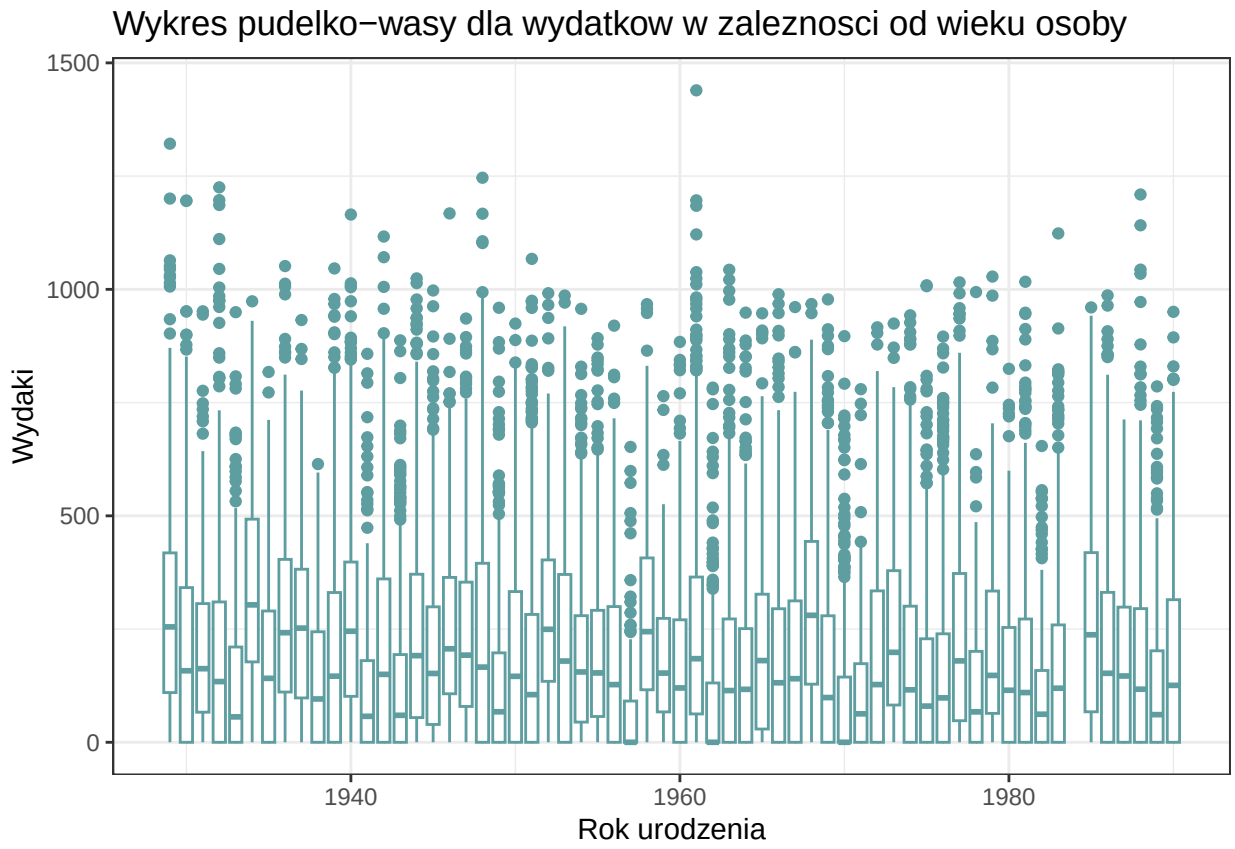
- *Mediana* - Linia wewnątrz pudełka, która przedstawia środkową wartość danych.
- *Pudełko* - Prostokąt, który rozciąga się od pierwszego kwartyla ($Q1$) do trzeciego kwartyla ($Q3$). Obejmuje środkowe 50% danych.
- *Wąsy* - Linie wychodzące z pudełka, które sięgają do najmniejszej i największej wartości w obrębie zasięgu $Q1 - 1.5 \cdot IQR$ i $Q3 + 1.5 \cdot IQR$, gdzie IQR to rozstęp między kwartylowy ($Q3 - Q1$).

- *Obserwacje odstające* - Punkty znajdujące się poza wąsami, które są wartościami ekstremalnymi w zestawie danych (dane które będziemy wyznaczać w tym zadaniu).

```
# Wszystkie wydatki osób urodzonych w 1929
spent_1929 <- data[data$birth_year == 1929,]$spent

q1 <- quantile(spent_1929, 0.25) # Pierwszy kwartyl
q3 <- quantile(spent_1929, 0.75) # Ostatni kwartyl

# Wartość dolnego "wąsa"
lower_whisker <- max(min(spent_1929), q1 - 1.5 * (q3 - q1))
# Wartość górnego "wąsa"
upper_whisker <- min(max(spent_1929), q3 + 1.5 * (q3 - q1))

# Obserwacje odstające
outliers_1929 <- spent_1929[spent_1929 > upper_whisker |
                            spent_1929 < lower_whisker]
outliers_1929
```

```
##  [1] 1044.57 1026.36  934.00 1031.21 1013.86 1006.19 1051.57 1321.55  902.44
## [10] 1064.00 1200.39
```

```
ggplot() +
  geom_boxplot( # Wykres pudełko-wąsy
    data=data,
    aes(x=birth_year, y=spent, group=birth_year),
    color="cadetblue"
    ) +
  labs(
    title = "Wykres pudelko-wasy dla wydatkow w zaleznosci od wieku osoby",
    x = "Rok urodzenia",
    y = "Wydaki",
    ) +
  theme_bw()
```



Interpretacja wyników:

- Dla osób urodzonych w 1929 wartość obserwacji dostających zaczynają się od 880.82 i jest ich 11.
- Nie ma wyników odstających które są mniejsze niż 0.0, ponieważ pierwszy kwartyl jest równy zero.
- Większość wydatków jest mniejsza niż 500.

5.2 Odchylenie standardowe

Wykres gęstości pokazuje, gdzie wartości są najbardziej skoncentrowane. Obszar pod całą krzywą jest równy 1, co oznacza, że wykres gęstości przedstawia rozkład prawdopodobieństwa danej zmiennej.

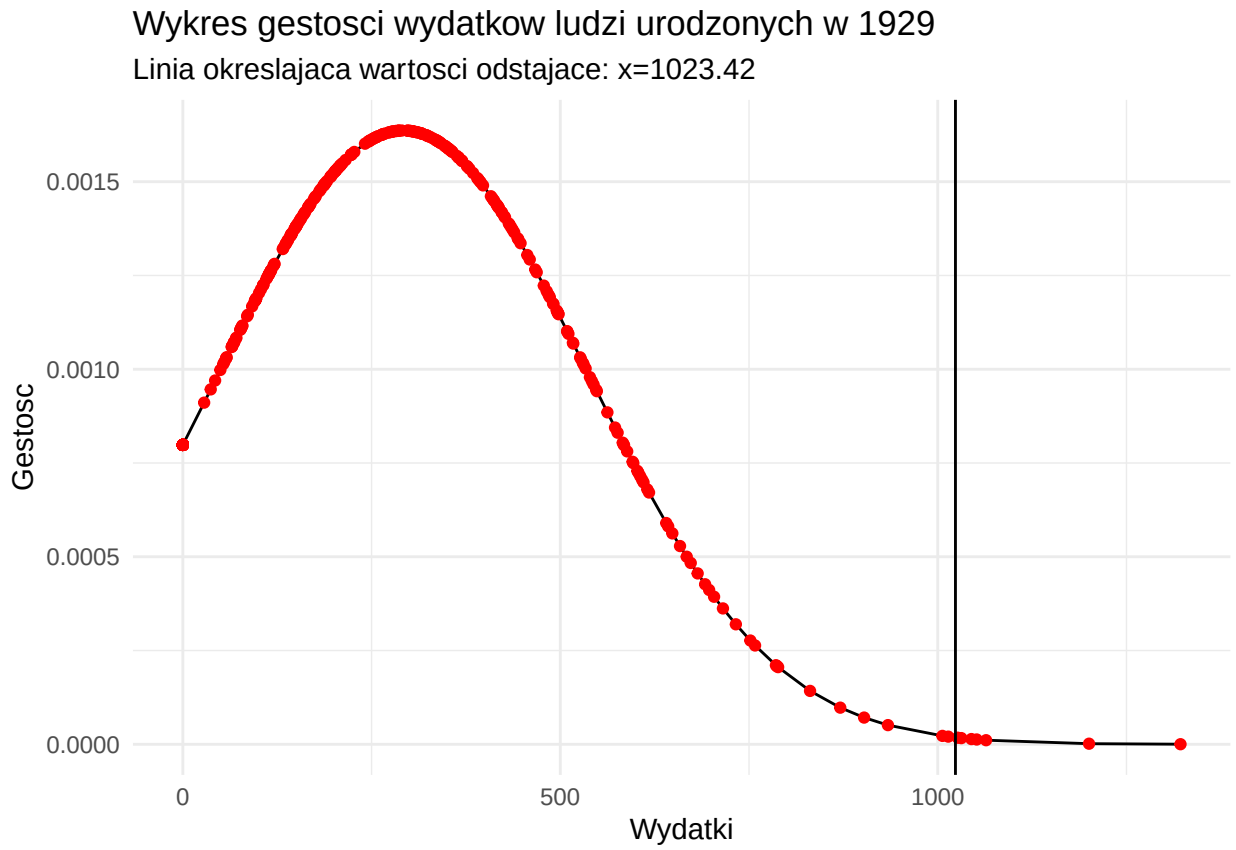
Obserwacje mogą być uznane za odstające, jeśli znajdują się poza określoną liczbą odchyleń standardowych od średniej. Na przykład, dane poza granicami $\mu \pm 3\sigma$ są często uznawane za odstające, ponieważ poza tą wartością znajdują się około 0.1% danych.

```
# Wszystkie wydatki osób urodzonych w 1929
spent_1929 <- data[data$birth_year == 1929,]$spent
mean_spent_1929 <- mean(spent_1929) # Średnia
sd_spent_1929 <- sd(spent_1929) # Odchylenie standardowe

# Funkcja gęstości na podstawie wydatków
norm_spent_1929 <- dnorm(spent_1929, mean_spent_1929, sd_spent_1929)

# Górna granica
upper_threashold <- mean_spent_1929 + 3 * sd_spent_1929
# Dolna granica
lower_threashold <- mean_spent_1929 - 3 * sd_spent_1929
# Wartości odstające
```

```r
outliers_1929 <- spent_1929[spent_1929 > upper_threashold |
                        spent_1929 < lower_threashold]
outliers_1929
```

```
## [1] 1044.57 1026.36 1031.21 1051.57 1321.55 1064.00 1200.39
```

```r
ggplot() +
  geom_line(data=data.frame(x=spent_1929, y=norm_spent_1929), aes(x, y)) +
  geom_point(data=data.frame(x=spent_1929, y=norm_spent_1929), aes(x, y), color="red") +
  geom_vline(xintercept=upper_threashold) +
  labs(
    title = "Wykres gestosci wydatkow ludzi urodzonych w 1929",
    subtitle = sprintf("Linia okreslajaca wartosci odstajace: x=%.02f", upper_threashold),
    x = "Wydatki",
    y = "Gestosc"
  ) +
  theme_minimal()
```



Interpretacja wyników:

- Dla osób urodzonych w 1929 wartość obserwacji dostających zaczynają się od 1026.36 i jest ich 7.
- Nie ma wartości dostających mniejszych od 0 dla osób urodzonych w 1929.
- Średnia wydatków dla osób urodzonych w 1929 wynosi 292.0854.
- Około 66% wartości wydatków dla osób urodzonych w 1929 znajdują się pomiędzy wartościami 48.3 a 535.86 ($\mu \pm \sigma$).

6 Wyliczenie prawdopodobieństwa dla zmiennej

Problem:

- Osoby w jakim wieku używają więcej karty kredytowej.
- Jakie jest prawdopodobieństwo używania karty przez osobę urodzoną w 1969r. ($P(X = 1969)$).
- Jakie jest prawdopodobieństwo używania karty przez osoby urodzone do 1969r. ($P(X <= 1969)$).

6.1 Gerenowanie prób losowych

Aby wygenerować wykres ciągły gęstości należy użyć funkcji `dnorm()`, do którego należy podać dane (x), wartość średnią (mean_x) oraz odchylenie standardowe (sd_x). Analogicznie działa funkcja `pnorm()` generująca wartości dla ciągłego wykresu dystrybuanty.

Aby wygenerować wykres dyskretny wykres gęstości należy użyć funkcji `dbinom()`, do którego należy podać dane (x), ilość prób (length(x)) oraz prawdopodobieństwo sukcesu dla każdej próby (które możemy policzyć $p = \frac{\mu}{length(x)}$). Analogicznie działa funkcja `pbinom()` generująca wartości dla dyskretnego wykresu dystrybuanty.

```
x <- sort(data$birth_year) # Posortowane dane roku urodzenia
mean_x <- mean(x)
sd_x <- sd(x)

# Wartości funkcji gęstości (ciągła)
continuous_dnorm <- dnorm(x, mean_x, sd_x)
# Wartości dystrybuanty (ciągła)
continuous_pnorm <- pnorm(x, mean_x, sd_x)

# Wartości funkcji gęstości (dyskretna)
discreet_dbinom <- dbinom(x, length(x), mean_x / length(x))
# Wartości dystrybuanty (dyskretna)
discreet_pbinom <- pbinom(x, length(x), mean_x / length(x))
```

6.2 Obliczanie prawdopodobieństwa punktowego i przedziałowego

Prawdopodobieństwo punktowe ($P(X = x)$) powinno być równe 0, gdyż pole pod wykresem w danych punkcie jest równe 0 dla wykresu ciągłego.

Jeśli chcemy wyznaczyć prawdopodobieństwo punktowe należy skorzystać z wykresu dyskretnego, które będzie największym przybliżeniem wartości.

```
x_point <- 1969
n <- tail(which(x == x_point),1)

# Prawdopodobieństwo punktowe P(X = 1969)
continuous_dnorm[n] # Ciągłe
```

```
## [1] 0.02009985
```

```
discreet_dbinom[n] # Dyskretne
```

```
## [1] 0.009139813
```

```
# Prawdopodobieństwo przedziałowego P(X <= 1969)
continuous_pnorm[n] # Ciągłe
```

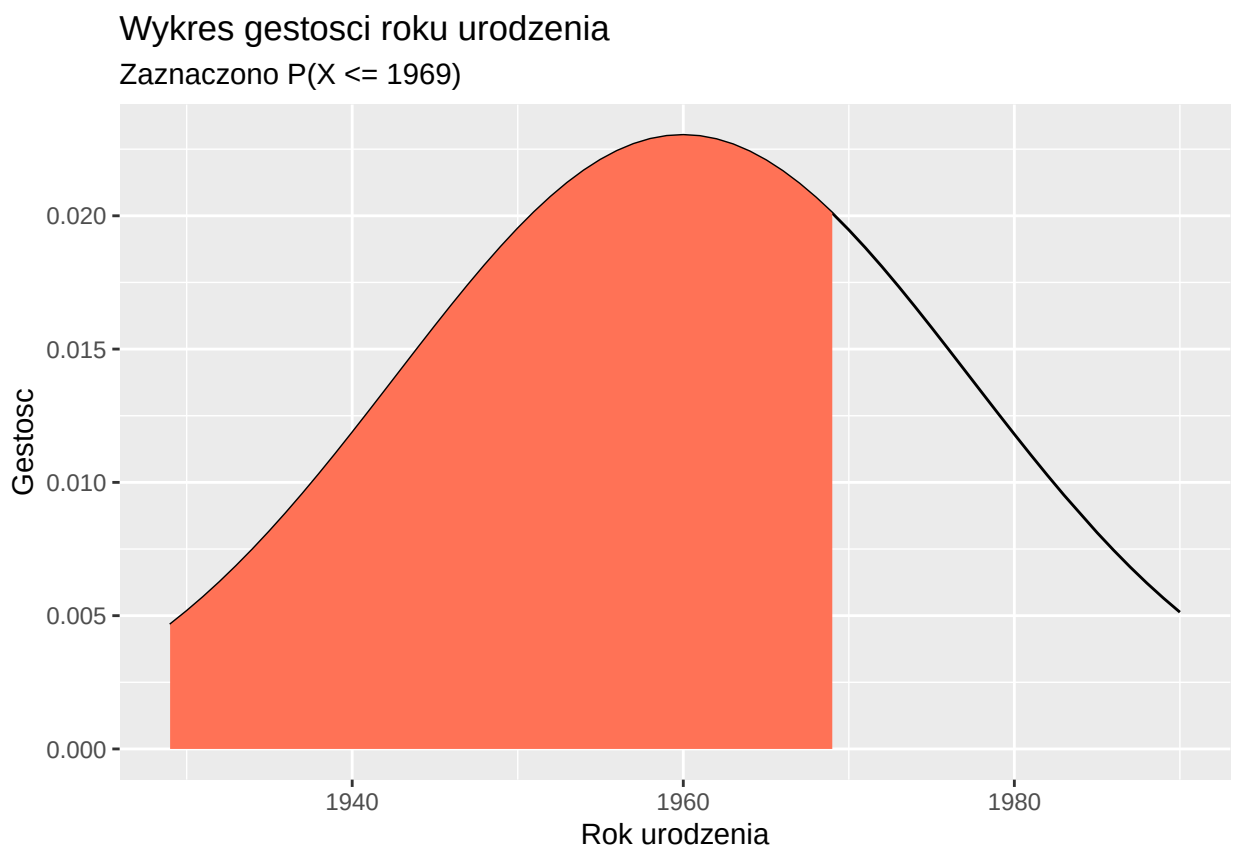
```
## [1] 0.6987881
```

```
discreet_pbinom[n] # Dyskretne
```

```
## [1] 0.5897367
```

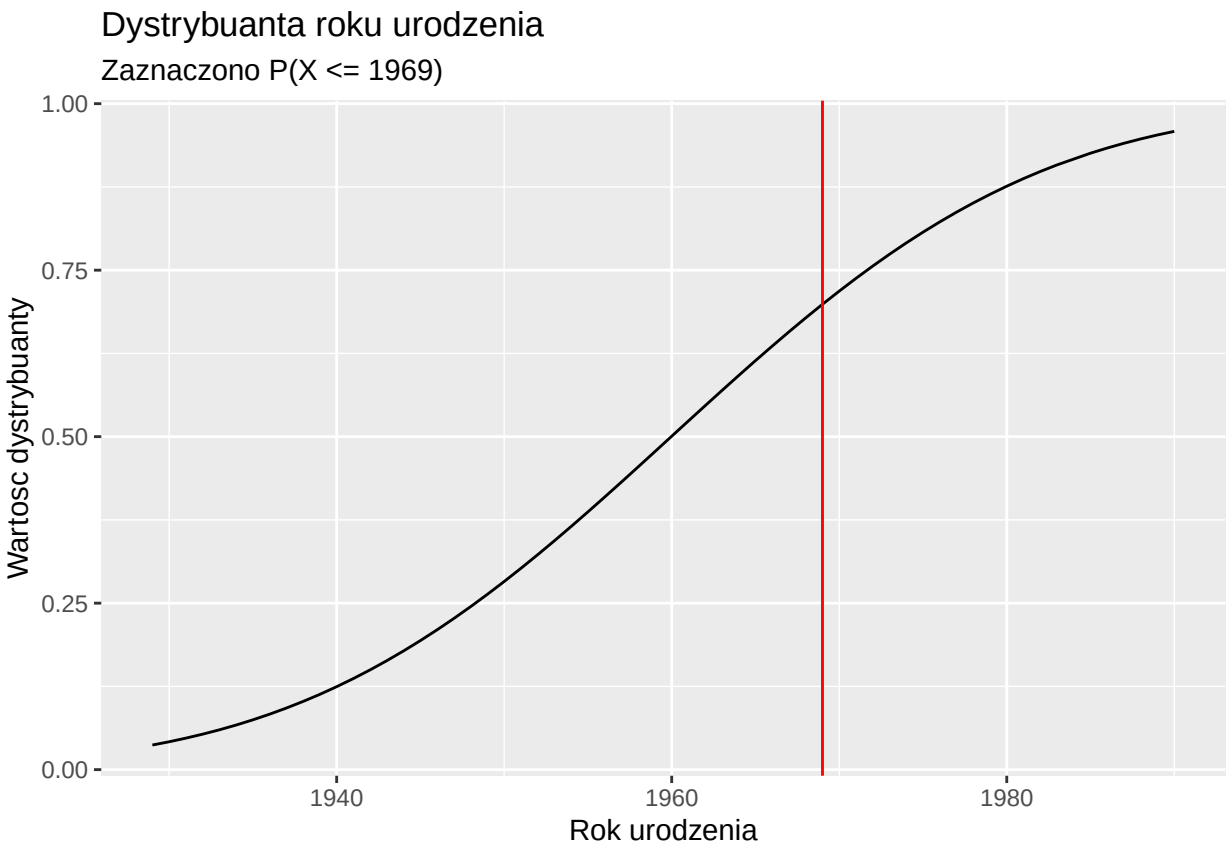
6.3 Wykres ciągły

```
ggplot() +
  geom_line(data=data.frame(x=x, y=continuous_dnorm), aes(x, y)) +
  geom_polygon(
    data=data.frame(
      x=c(min(x), head(x, n), x_point),
      y=c(0, head(continuous_dnorm, n), 0)),
    aes(x, y),
    fill = "coral1"
    ) +
  labs(
    title = "Wykres gestosci roku urodzenia",
    subtitle = sprintf("Zaznaczono P(X <= %i)", x_point),
    x = "Rok urodzenia",
    y = "Gestosc"
  )
```



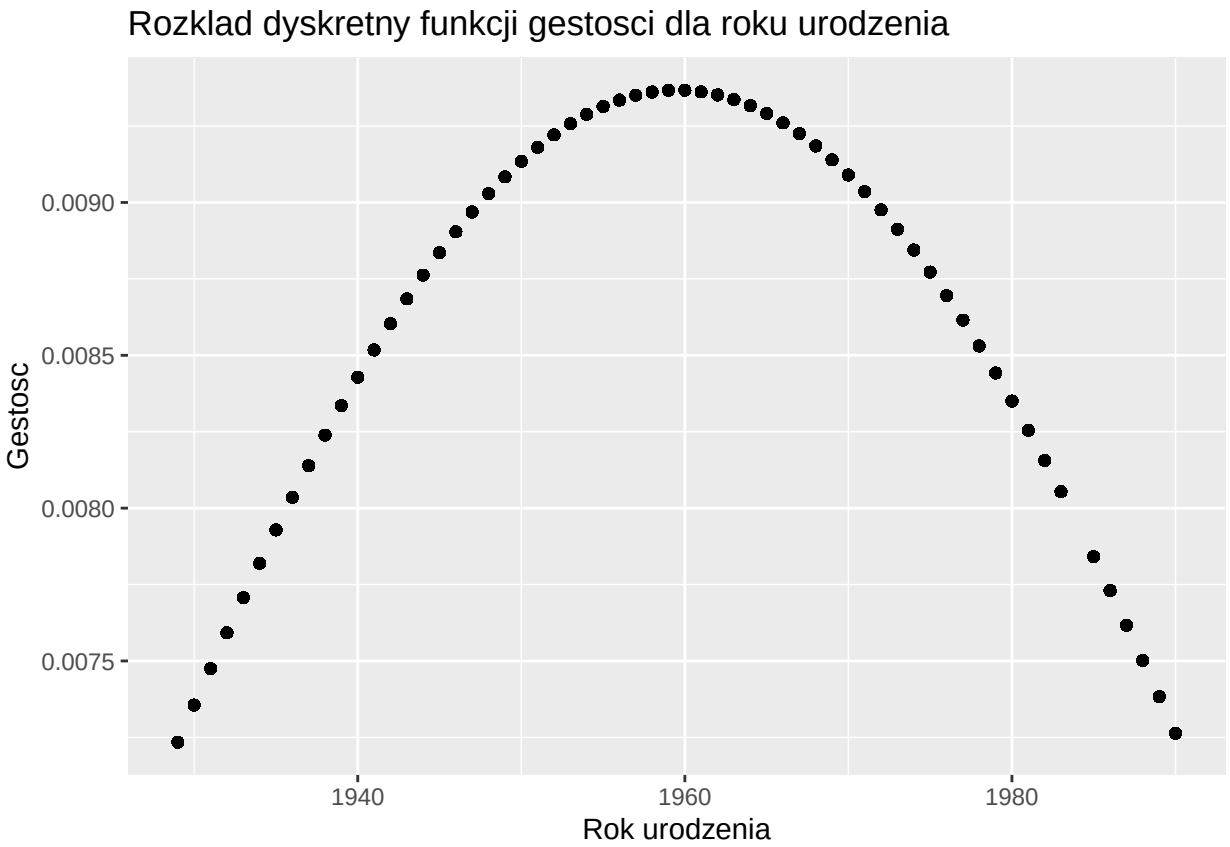

```
ggplot() +
  geom_line(data=data.frame(x=x, y=continuous_pnorm), aes(x, y)) +
  geom_vline(xintercept = x_point, color="red") +
  labs(
```

```
    title = "Dystrybuanta roku urodzenia",
    subtitle = sprintf("Zaznaczono P(X <= %i)", x_point),
    x = "Rok urodzenia",
    y = "Wartosc dystrybuanty"
  )
```

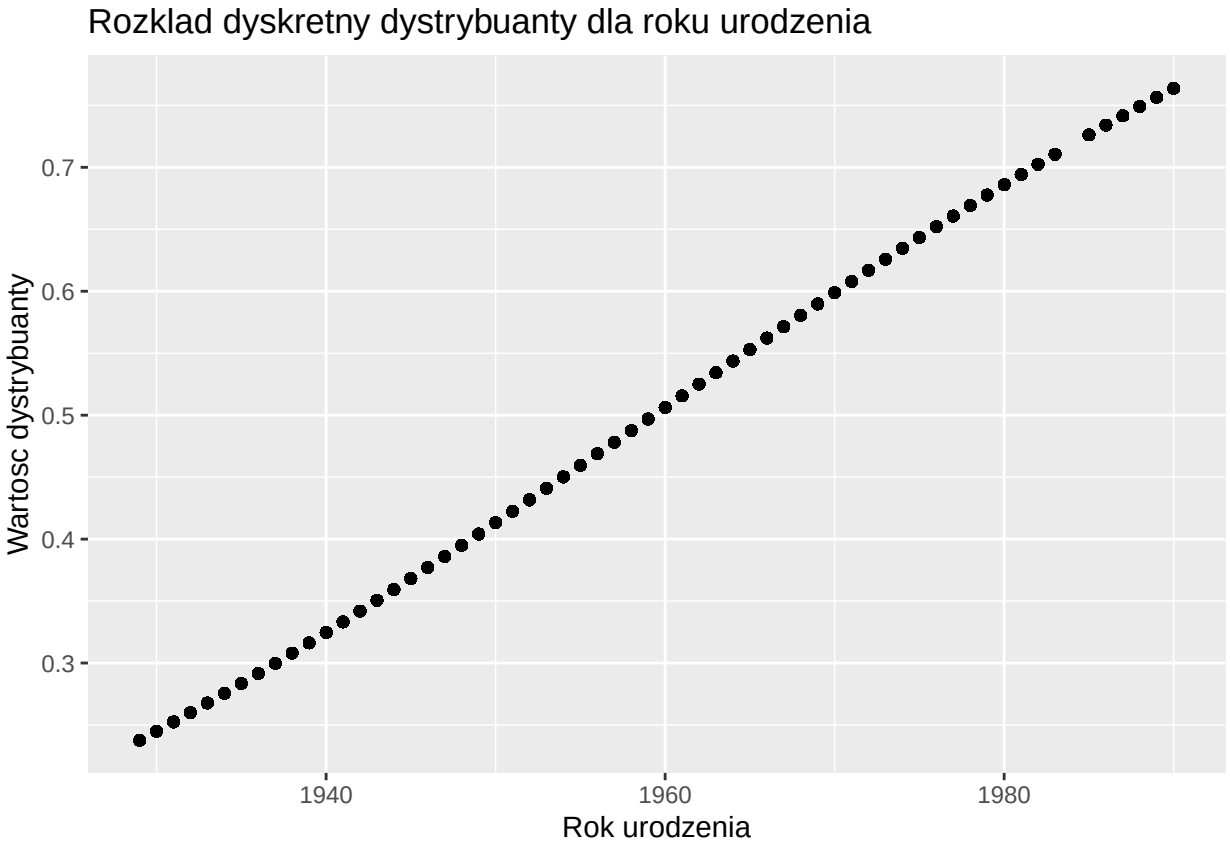


6.4 Wykres dyskretny

```
ggplot() +
  geom_point(data=data.frame(x=x, y=discreet_dbinom), aes(x, y)) +
  labs(
    title = "Rozkład dyskretny funkcji gęstości dla roku urodzenia",
    x = "Rok urodzenia",
    y = "Gęstość"
  )
```




```
ggplot() +
  geom_point(data=data.frame(x=x, y=discreet_pbinom), aes(x, y)) +
  labs(
    title = "Rozkład dyskretny dystrybuanty dla roku urodzenia",
    x = "Rok urodzenia",
    y = "Wartość dystrybuanty"
  )
```



Interpretacja wyników:

- Osoby urodzone około roku 1960, używają najczęściej karty kredytowej.
- Prawdopodobieństwo, że osoba używająca karty (z próby losowej) jest urodzona w 1969 wynosi 0.0091 co jest bardzo bliskie zeru.
- Prawdopodobieństwo, że osoba użynająca karty (z próby losowej) jest urodzona przed 1969 wynosi 0.7.

7 Macierz

Macierz zbudowano z danych *card_year*, *items* i *spent*. Określono parametry pokazujące:

- *is_matrix* - czy zmienna jest macierzą.
- *dimension* - wymiary macierzy (wiersze i kolumny).
- *number_of_row* - ilość wierszy.
- *number_of_col* - ilość kolumn.
- *sum_of_column* - suma wartości w każdej kolumnie.
- *sum_of_first_two_row* - suma dla dwóch pierwszych wierszy.
- *sum_of_all_elements* - suma wszystkich elementów.

```
matrix <- matrix(data$card_year) %>% cbind(data$items) %>% cbind(data$spent)

matrix_data = list(
  is_matrix = is.matrix(matrix),
  dimension = dim(matrix),
  number_of_row = nrow(matrix),
  number_of_col = ncol(matrix),
  sum_of_columns = colSums(matrix),
```

```
  sum_of_first_two_row = rowSums(matrix[1:2,]),
  sum_of_all_elemets = sum(matrix))

matrix_data
```

```
## $is_matrix
## [1] TRUE
##
## $dimension
## [1] 26280     3
##
## $number_of_row
## [1] 26280
##
## $number_of_col
## [1] 3
##
## $sum_of_columns
## [1] 52603560    61990  5157512
##
## $sum_of_first_two_row
## [1] 2172.81 2821.87
##
## $sum_of_all_elemets
## [1] 57823062
```

8 Przedziały ufności

Przedziały ufności są narzędziem statystycznym używanym do oszacowania niepewności związanej z estymacją parametrów populacji na podstawie próby. Wyrażają zakres wartości, w którym z określonym poziomem ufności, mieści się prawdziwa wartość parametru populacyjnego.

Aby wyznaczyć przedział ufności w przypadku gdy populacja ma rozkład normalny, lub próba jest wystarczająco duża, można wyznaczyć za pomocą wzoru:

$$\mu \pm z \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Gdzie z jest wartością z rozkładu normalnego odpowiadającą wybranemu poziomowi ufności.

8.1 Zmienna numeryczna

Zmienna numeryczna to zmienna, która przyjmuje wartości liczbowe i umożliwia wykonywanie na nich operacji arytmetycznych, takich jak dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie.

Problem:

- Ile najczęściej przedmiotów kupują, ludzie z całej populacji, kartą.

```
x <- data$items
n <- length(x)
alpha <- 0.01
z <- qnorm(1 - alpha / 2)

x_mean <- mean(x)
x_sd <- sd(x)
```

```r
x_dnorm <- dnorm(x, x_mean, x_sd)

lower_bound <- x_mean - (z * x_sd / sqrt(n))
upper_bound <- x_mean + (z * x_sd / sqrt(n))

lower_bound
```

```
## [1] 2.317891
```

```r
upper_bound
```

```
## [1] 2.399765
```

Interpretacja wyników:

- Z 99% pewnością możemy stwierdzić, że ilość kupowanych produktów w całej populacji mieści się w przedziale od 2.317891 do 2.399765.
- Zwiększając parametr α przedział ufności zwiększa się.

8.2 Zmienna jakościowa

Przedziały ufności Walda są stosowane do oszacowania przedziałów ufności dla proporcji w próbie binarnej, gdzie wyniki mogą przyjmować jedną z dwóch wartości (np. sukces/porażka).

Problem:

- Jakie jest prawdopodobieństwo, że osoba z populacji używa karty Mastercard.

```r
cards_data <- data %>% group_by(card) %>% summarise(count = n())
n <- length(data$card)
p <- cards_data[cards_data$card == "Mastercard",]$count / n

alpha <- 0.01
z <- qnorm(1 - alpha / 2)

lower_bound <- p - z * sqrt(p * (1 - p) / n)
upper_bound <- p + z * sqrt(p * (1 - p) / n)

lower_bound
```

```
## [1] 0.3167635
```

```r
upper_bound
```

```
## [1] 0.3316383
```

Interpretacja wyników:

- Z 99% pewnością możemy stwierdzić, że prawdopodobieństwo posiadania karty Mastercard przez osobę w populacji mieści się w przedziale od 0.3167635 do 0.3316383.

9 Hipotezy

9.1 Test parametryczny 1

Problem:

- Hipoteza zerowa: Średnia roków urodzenia w populacji wynosi 1960.
- Hipoteza alternatywna: Średnia roków urodzenia w populacji nie jest równa 1960.

```r
birth_year_data <- data$birth_year

t.test(birth_year_data, mu = 1960)
```

```
##
##  One Sample t-test
##
## data:  birth_year_data
## t = -0.25629, df = 26279, p-value = 0.7977
## alternative hypothesis: true mean is not equal to 1960
## 95 percent confidence interval:
##  1959.763 1960.182
## sample estimates:
## mean of x
##  1959.973
```

Interpretacja wyników:

- Statystyka t wynosi -0.25629. Jest to miara odchylenia średniej próby od założonej średniej populacji (1960), wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego.
- Liczba stopni swobody wynosi 26279, co sugeruje, że próbka jest bardzo duża.
- Wartość p wynosi 0.7977. Wartość p określa prawdopodobieństwo uzyskania wyniku tak ekstremalnego jak zaobserwowany, przy założeniu, że hipoteza zerowa jest prawdziwa.
- Przedział ufności 95% dla średniej wynosi od 1959.763 do 1960.182. Oznacza to, że z 95% pewnością możemy stwierdzić, że prawdziwa średnia roków urodzenia w populacji mieści się w tym przedziale.

9.2 Test parametryczny 2

Problem:

- Hipoteza zerowa: Średnie wydatki w latach 1960 i 1970 są równe.
- Hipoteza alternatywna: Średnie wydatki w latach 1960 i 1970 nie są równe.

```r
spent_1960 = data[data$birth_year == 1960,]$spent
spent_1970 = data[data$birth_year == 1970,]$spent

var(spent_1960)
```

```
## [1] 33183.85
```

```r
var(spent_1970)
```

```
## [1] 28905.09
```

```r
t.test(spent_1960, spent_1970)
```

```
##
##  Welch Two Sample t-test
##
## data:  spent_1960 and spent_1970
## t = 5.897, df = 797.21, p-value = 5.464e-09
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  45.81122 91.52689
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 168.56717  99.89811
```

Interpretacje wyników:

- Statystyka t wynosi 5.897. Wysoka wartość statystyki t wskazuje na dużą różnicę między średnimi próbkami w porównaniu z rozproszeniem danych.
- Liczba stopni swobody wynosi 797.21, co jest skutkiem użycia testu t-Welcha, który nie zakłada równości wariancji między próbami.
- Wartość p wynosi 5.464e-09. Jest to bardzo mała wartość, znacznie mniejsza niż typowy poziom istotności (np. 0.05).
- Przedział ufności 95% dla różnicy średnich wynosi od 45.81122 do 91.52689. Oznacza to, że z 95% pewnością możemy stwierdzić, że rzeczywista różnica między średnimi wydatkami w latach 1960 i 1970 mieści się w tym przedziale.

9.3 Test nieparametryczny 1

Problem:

- Hipoteza zerowa: Dane pochodzą z rozkładu normalnego.
- Hipoteza alternatywna: Dane nie pochodzą z rozkładu normalnego.

```
spent_1960 <- data[data$birth_year == 1960,]$spent
shapiro.test(spent_1960)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  spent_1960
## W = 0.85478, p-value < 2.2e-16
```

Interpretacja wyników:

- Statystyka W wynosi 0.85478. Wartość ta jest używana do oceny, jak dobrze dane pasują do rozkładu normalnego. Wartość W bliska 1 sugeruje, że dane są normalnie rozłożone, natomiast wartość znacznie mniejsza od 1 sugeruje, że dane nie są normalnie rozłożone.

9.4 Test nieparamteryczny 2

Problem:

- Hipoteza zerowa: Rozkłady spent_1960 i spent_1970 są identyczne, czyli nie ma różnicy w medianach wydatków między 1960 a 1970 rokiem.
- Hipoteza alternatywna: Rozkłady spent_1960 i spent_1970 różnią się, co oznacza, że istnieje różnica w medianach wydatków między 1960 a 1970 rokiem.

```
wilcox.test(spent_1960, spent_1970)
```

```
##
##  Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data:  spent_1960 and spent_1970
## W = 138673, p-value = 1.682e-14
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Interpretacja wyników:

- Statystyka W wynosi 138673. Jest to suma rang dla jednej z grup, używana do oceny różnic między grupami.
- Wartość p wynosi 1.682e-14. Jest to bardzo mała wartość, znacznie mniejsza niż typowy poziom istotności (np. 0.05).

10 Regresja liniowa

10.1 Przygotowanie danych

Powtórzony kod z wykresu liniowego.

```
user_data <- data[data$custid == "8257-BKBEDP-MRF",]

month_numeric <- c("January",
                   "February",
                   "March",
                   "April",
                   "May",
                   "June",
                   "July",
                   "August",
                   "September",
                   "October",
                   "November",
                   "December")

month <- match(user_data$month, month_numeric)

user_date_spent = data.frame(
  year = user_data$year,
  month = month,
  spent = user_data$spent
  )

sorted_user <- user_date_spent[order(user_date_spent$year, user_date_spent$month),]

sorted_user$spent <- cumsum(sorted_user$spent)
data_length = length(sorted_user$spent)

# Obliczanie regresji liniowej
x <- seq(from=1, to=data_length)
model <- lm(sorted_user$spent ~ x)
y <- model$coefficients[2] * x + model$coefficients[1]
model
```

```
##
## Call:
## lm(formula = sorted_user$spent ~ x)
##
## Coefficients:
## (Intercept)            x
##       523.1        297.1
```

10.2 Wykres

```
ggplot() +
  geom_point(
    data=sorted_user,
    aes(x = seq(from=1, to=data_length), y = spent),
    size = 0.7
```

```
  ) +
geom_line(
  data=data.frame(x=x, y=y),
  aes(x = x, y = y),
  color = "blue"
  ) +
scale_x_continuous(
  breaks= seq(from=1, to=data_length, by=5),
  labels=c(
    paste(rep(2007, 12), month_numeric, sep="-"),
    paste(rep(2008, 12), month_numeric, sep="-"))
  ) +
labs(
  title = "Wydatki użytkownika 8257-BKBEDP-MRF\n
  względem czasu (regresja liniowa)",
  subtitle = sprintf("a = %.02f, b = %.02f", model$coefficients[2], model$coefficients[1]),
  x = NULL,
  y = "Sumaryczne wydatki"
) +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 30, hjust = 0.5, vjust = 0.5))
```