Politechnika Wrocławska
Wydział Matematyki

Skład grupy:	Agata Sobczak 268873
	Jakub Franczak 262271
	Katarzyna Kudełko 268762
Prowadząca laboratorium:	dr inż. Aleksandra Grzesiek
Prowadząca wykładu:	dr hab. Alicja Jokiel-Rokita

Analiza Danych Ankietowych

Raport 2.

Lista 2.

WROCŁAW 10.12.2023

Spis treści

1 Zadanie 1.

1.1 Cel zadania

Celem zadania jest zweryfikowanie czy na poziomie istotności 0.05 są podstawy do odrzucenia hipotezy o niezależności temperatury i wystąpienia uszkodzeń w promach kosmicznych.
Hipoteza zerowa- prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia promu kosmicznego jest takie same dla temperatury otoczenia dla co najwyżej $65°F$ i powyżej $65°F$.
Hipoteza alternatywna- zależność wystąpienia uszkodzenia promu kosmicznego dla temperatury otoczenia dla co najwyżej $65°F$ i powyżej $65°F$.

	Brak uszkodzeń	Obecność uszkodzeń
Do 65 stopni F	0	4
Powyżej 65 stopni F	17	3

Tabela 1: Tabela dwudzielcza dla zmiennych temperatura i obecność uszkodzeń

1.2 *Fisher.test* i *prop.test*

```
#fisher.test() i prop.test()

Starty_wahadłowców <- matrix(c(0,4,17,3), nrow = 2, byrow = TRUE,
              dimnames = list(Temperatura = c("Do 65 stopni F", "Powyżej 65 stopni F"),
                              Uszkodzenia_pierścieni = c("Brak uszkodzeń", "Obecność uszkodzeń")))

fisher.test(Starty_wahadłowców,conf.level = 0.95)

prop.test(Starty_wahadłowców,conf.level = 0.95)
```

	fisher.test	*prop.test*
p- wartość	0.003294	0.004927

Tabela 2: p- wartość testów *fisher.test* i *prop.test*

1.3 Wnioski

Tabela 2 pokazuje, że oba testy mają podobną p- wartość, która na poziomie istotności $\alpha = 0.05$ daje podstawy do odrzucenia hipotezy o niezależności temperatury otoczenia i wystąpienia uszkodzeń pierścieni na promie kosmicznym.

2 Zadanie 2.

2.1 Cel zadania

Celem zadania jest analiza danych zawartych w pliku Reakcja.csv, które obejmują informacje o 200 reakcjach na lek.
Informacje obejmują:

- *Reakcja* (0 - nie nastąpiła poprawa, 1 - nastąpiła poprawa),
- *Dawka* (w skali logarytmicznej),
- *Rodzaj* (0 - pierwsza firma farmaceutyczna, 1- druga firma farmaceutyczna)
- *Miejsce* (0 - dom, 1- szpital)

```
# Wczytywanie danych
dane <- read.csv("Reakcja.csv",sep = ";")
dane
```

2.2 (a) Czy skuteczność leczenia jest niezależna od wielkości dawki?

Reakcja	Dawka					SUMA
	-2	-2.301	-2.602	-2.903	-3.204	
0	21	25	32	32	37	147
1	19	15	8	8	3	53
SUMA	40	40	40	40	40	200

Tabela 3: Tabela wielodzielcza dla *Reakcja* i *Dawka*

```
skuteczność_dawka <- matrix(c(21,25,32,32,37,19,15,8,8,3), nrow = 2, byrow = TRUE,
                            dimnames = list(Reakcja = c("Nie nastąpiła poprawa", "Nastąpiła poprawa"),
                            Dawka = c("Dawka:-2","Dawka:-2,301","Dawka:-2,602","Dawka:-2,903","Dawka:-3,204")))

fisher.test(skuteczność_dawka)
```

p- wartość wynosi 0.0002993, co na poziomie istotności $\alpha = 0.05$ daje podstawy do odrzucenia hipotezy o niezależności skuteczności leczenia od wielkości dawki.

2.3 (b) Czy skuteczność leczenia jest niezależna od rodzaju leku?

Reakcja	Rodzaj		SUMA
	0	1	
0	76	71	147
1	24	29	53
SUMA	100	100	200

Tabela 4: Tabela wielodzielcza dla *Reakcja* i *Rodzaj*

```r
skuteczność_rodzaj <- matrix(c(76,71,24,29), nrow = 2, byrow = TRUE,
                             dimnames = list(Reakcja = c("Nie nastąpiła poprawa", "Nastąpiła poprawa"),
                             Rodzaj = c("0","1")))

fisher.test(skuteczność_rodzaj)
```

p-wartość wynosi 0.5218, co na poziomie istotności $\alpha = 0.05$ nie daje podstawy do odrzucenia hipotezy o niezależności skuteczności leczenia od rodzaju.

2.4 (c) Czy skuteczność leczenia jest niezależna od miejsca leczenia?

Skuteczność	Miejsce		SUMA
	0	1	
0	86	61	147
1	14	39	53
SUMA	100	100	200

Tabela 5: Tabela wielodzielcza dla *Reakcja* i *Miejsce*

```r
skuteczność_miejsce <- matrix(c(86,61,14,39), nrow = 2, byrow = TRUE,
                              dimnames = list(Reakcja = c("Nie nastąpiła poprawa", "Nastąpiła poprawa"),
                                        Miejsce = c("0","1")))

fisher.test(skuteczność_miejsce)
```

p- wartość wynosi $9.773e - 05$, co na poziomie istotności $\alpha = 0.05$ daje podstawy do odrzucenia hipotezy o niezależności skuteczności leczenia od miejsca.

3 Zadanie 3.

3.1 Cel zadania

Celem zadania jest zweryfikowanie hipotezy o niezależności stopnia zadowolenia z pracy i wynagrodzenia, korzystając z funkcji *chisq.test* na podstawie podanych danych.

Tablica 1: Dane do zadania 3.i 6.

	Stopień zadowolenia z pracy				
Wynagrodzenie	b. niezadow.	niezadow.	zadow.	b. zadow.	Suma
poniżej 6000	32	44	60	70	206
6000-15000	22	38	104	125	289
15000-25000	13	48	61	113	235
powyżej 25000	3	18	54	96	171
Suma	62	108	319	412	901

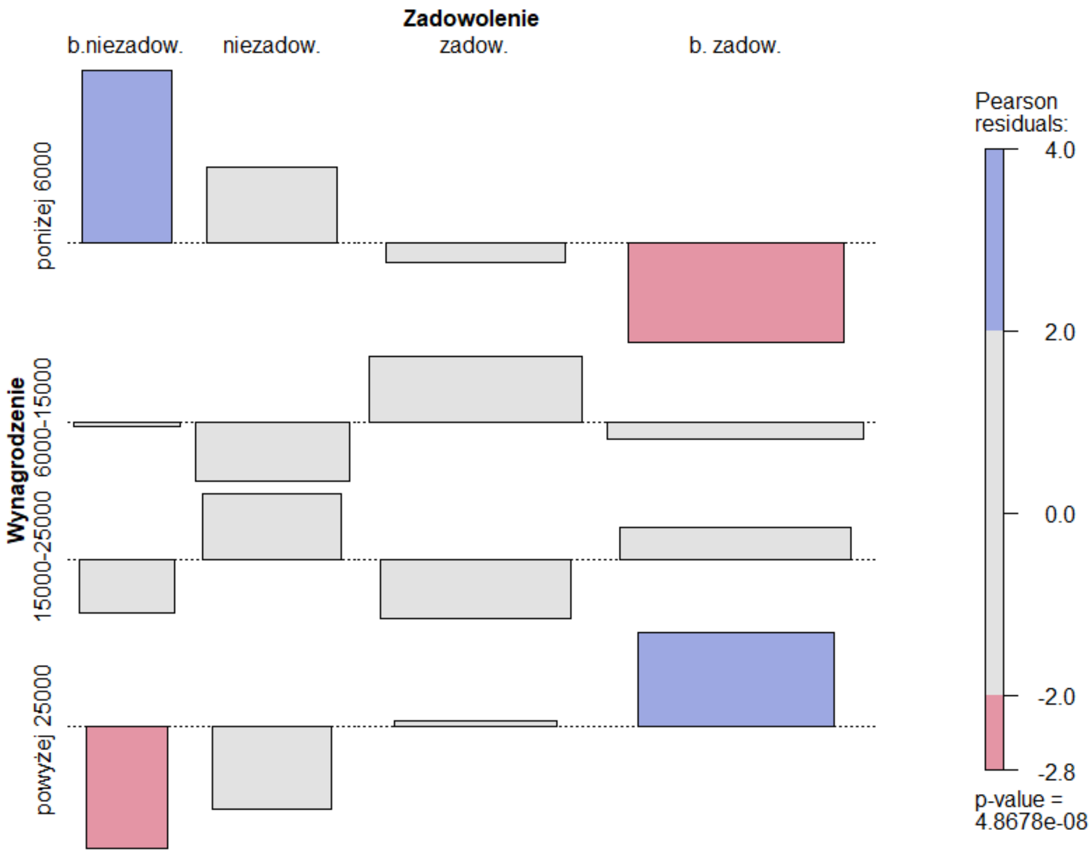
Rysunek 1: Tablica zawierająca dane o stopniu zadowolenia z pracy i wynagrodzenia

3.2 *chisq.test*

```
wynagrodzenie_zadowolenie <- matrix(c(32,44,60,70,22,38,104,125,13,48,61,113,3,18,54,96), nrow = 4, byrow = TRUE,
                              dimnames = list(wynagrodzenie = c("poniżej 6000", "6000-15000","15000-25000","powyżej 25000"),
                              zadowolenie = c("b.niezadow.","niezadow.","zadow.","b. zadow.")))

chisq.test(wynagrodzenie_zadowolenie)
chisq.test(wynagrodzenie_zadowolenie, simulate.p.value = TRUE, B = 1000)
chisq.test(wynagrodzenie_zadowolenie, simulate.p.value = TRUE, B = 3000)
chisq.test(wynagrodzenie_zadowolenie, simulate.p.value = TRUE, B = 5000)
chisq.test(wynagrodzenie_zadowolenie, simulate.p.value = TRUE, B = 10000)

assoc(wynagrodzenie_zadowolenie, shade = TRUE)
```

Ilość powtórzeń w teście Monte Carlo	1000	3000	5000	10000		
p- wartość	0.000999	0.0003332	2e-04	9.999e-05	p-wartość dokładna	4.868e-08

Tabela 6: Tabela dla p-wartości w zależności od ilości powtórzeń Monte Carlo



Rysunek 2: Wykres asocjacji wskazujący odchylenia od określonego modelu niezależności

3.3 Wnioski

Dokładna p-wartość wynosi $4.8678e-08$ co na poziomie istotności $\alpha = 0.05$ daje podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej o niezależności zadowolenia w pracy i wynagrodzenia. Tabela 6 pokazuje, że w zależności od ilości powtórzeń w teście Monte Carlo p- wartość zbliża się do wartości dokładnej.

4 Zadanie 4.

4.1 Cel zadania

Celem zadania jest obliczenie wartości poziomu krytycznego (p-value) w teście niezależności opartym na ilorazie wiarogodności dla danych z tablicy 1 na liście zadań (tabela została już zaprezentowana przy okazji zadania 3)

```
# Definicja danych
ponizej_6000 <- c(32, 44, 60, 70)
miedzy_6000_i_15000 <- c(22, 38, 104, 125)
miedzy_15000_i_25000 <- c(13, 48, 61, 113)
powyzej_25000 <- c(3, 18, 54, 96)

# Tworzenie macierzy wynagrodzeń
macierz_wynagrodzen <- matrix(
  c(ponizej_6000,
    miedzy_6000_i_15000,
    miedzy_15000_i_25000,
    powyzej_25000),
  nrow = 4,
  byrow = TRUE
)
row.names(macierz_wynagrodzen) <- c("<6000", "[6000,15000]", "[15000,25000]", ">25000")
colnames(macierz_wynagrodzen) <- c("b. niezadow.", "niezadow.", "zadow.", "b. zadow.")

# Dodanie sum wierszy i kolumn
macierz_wynagrodzen <- cbind(macierz_wynagrodzen, rowSums(macierz_wynagrodzen))
macierz_wynagrodzen <- rbind(macierz_wynagrodzen, colSums(macierz_wynagrodzen))

# Funkcja obliczająca p-value
count_p_value <- function(data) {
  if (!is.matrix(data)) {
    stop("Podana dane nie są dwuwymiarową tablicą.")
  }

  results <- 1

  for (a in 1:4) {
    for (b in 1:4) {
      results <- results * (
        macierz_wynagrodzen[a, 5] * macierz_wynagrodzen[5, b] /
          (macierz_wynagrodzen[5, 5] * macierz_wynagrodzen[a, b])
      ) ^ macierz_wynagrodzen[a, b]
    }
  }

  g2 <- -2 * log(results)
  return(1 - pchisq(g2, df = 16))
}

# Wywołanie funkcji
wynik <- count_p_value(macierz_wynagrodzen)

# Wyświetlenie wyniku
print(wynik)
print(macierz_wynagrodzen)
```

Rysunek 3: Kod do wykonania obliczeń

4.2 Wnioski

Wyliczona wartość poziomu krytycznego wynosi 9.403163e-06, więc jest to mniej niż 0.05, co skłania nas do odrzcenia hipotezy zerowej.

5 Zadanie 5.

5.1 Cel zadania

Celem zadania jest obliczenie miar współzmienności pomiędzy zmiennymi Reakcja (skuteczność leczenia) i Dawka (wielkość dawki), a także między zmiennymi Reakcja a Miejsce (miejsce leczenia) na podstawie danych zawartych w pliku Reakcja.csv. Następnie należy zinterpretować uzyskane wartości tych miar współzmienności.

5.2 Reakcja a Dawka

Jak wiadomo z punktu (2.2), p - wartość wynosi 0.0002993, co na poziomie istotności $\alpha = 0.05$ daje podstawy do odrzucenia hipotezy o niezależności skuteczności leczenia od wielkości dawki. Ponieważ nie są badane dwie zmienne porządkowe, użytą miarą współzmienności jest τ. Współczynnik ten został wyliczony za pomocą funkcji GoodmanKruskalTau z biblioteki DescTools.

```
tau_Reakcja_Dawka_C <- GoodmanKruskalTau(skutecznosc_dawka, direction="column")
print(paste("Współzmienność między Reakcją a Dawką (kolumna):", tau_Reakcja_Dawka_C))

tau_Reakcja_Dawka_R <- GoodmanKruskalTau(skutecznosc_dawka, direction="row")
print(paste("Współzmienność między Reakcją a Dawką (wiersz):", tau_Reakcja_Dawka_R))
```

Rysunek 4: Kod wykonujący obliczenia współczynnika współzmienności

```
[1] "Współzmienność między Reakcją a Dawką (kolumna): 0.0258631754588627"
[1] "Współzmienność między Reakcją a Dawką (wiersz): 0.103452701835451"
> |
```

Rysunek 5: Uzyskane wyniki

Ponieważ współczynnik τ jest niesymetryczny, (przyjmuje różne wartości w zależności od przyjętej zmiennej zależnej), policzono średnią arytmetyczną obu wyników.

τ_C	τ_R	τ_{sr}
0.0258631754588627	0.103452701835451	0.0646579386425

Powyższy wynik jest dosyć mały, sugeruje to słabą zależność zmiennych.

5.3 Reakcja a Miejsce

Ponownie wracając do wcześniejszych punktów (2.4) p-wartość wynosi $9.773e - 05$, co na poziomie istotności $\alpha = 0.05$ daje podstawy do odrzucenia hipotezy o niezależności skuteczności leczenia od miejsca. Ponieważ badane są dwie zmienne nominalne, użytą miarą współzmienności ponownie jest τ. Kod jest analogiczny do przypadku (4.2).

τ
0.0802207675523039

Tabela 7: Otrzymany współczynnik

```
[1] "Współzmienność między Reakcją a Miejscem (kolumna): 0.0802207675523039"
[1] "Współzmienność między Reakcją a Miejscem (wiersz): 0.0802207675523039"
> 
```

Rysunek 6: Uzyskane wyniki

Miara współzmienności jest symetryczna oraz równa 0.0802207675523039. Taki wynik oznacza niewielką współzmienność zmiennych Reakcji i Miejsca. Można przyjąć, że reakcja na leczenie jest słabo zależna od miejsca leczenia.

6 Zadanie 6.

6.1 Cel zadania

Cel zadania to analiza współzmienności pomiędzy zmiennymi "Wynagrodzenie"i "Stopień zadowolenia z pracy"na podstawie danych zawartych w tablicy 1 (Rysunek 1). Następnie należy przeprowadzić analizę korespondencji, która obejmuje obliczenie wartości odpowiednich macierzy oraz współrzędnych punktów umożliwiających wizualizację danych na wykresach.

6.2 Współzmienność

W tabeli umieszczone są zmienne porządkowe, zatem jako miarę współzmienności obliczono współczynnik γ. Został on wyliczony za pomocą funkcji GoodmanKruskalGamma z biblioteki DescTools. Skorzystano z tabeli wynagrodzenie_zadowolenie z punktu (3.2).

```
gamma_wynagrodzenie_zadowolenie_C <- GoodmanKruskalGamma(wynagrodzenie_zadowolenie, direction="column")
print(paste("Współzmienność między Wynagrodzeniem a Zadowoleniem (kolumna):", gamma_wynagrodzenie_zadowolenie_C))

gamma_wynagrodzenie_zadowolenie_R <- GoodmanKruskalGamma(wynagrodzenie_zadowolenie, direction="row")
print(paste("Współzmienność między Wynagrodzeniem a Zadowoleniem (wiersz):", gamma_wynagrodzenie_zadowolenie_R))
```

Rysunek 7: Kod potrzebny do wyliczenia współczynnika

```
[1] "Współzmienność między Wynagrodzeniem a Zadowoleniem (kolumna): 0.218101953188693"
[1] "Współzmienność między Wynagrodzeniem a Zadowoleniem (wiersz): 0.218101953188693"
> 
```

Rysunek 8: Uzyskane wyniki

Współzmienność sprawdzono zarówno dla kolumn, jak i wierszów. Wyniki są symetryczne, $\gamma = 0.218101953188693$. Oczywiście $\gamma \in [-1, 1]$ oraz w tym przypadku jest to miara zależności dodatniej. Zmienne wykazują niewielką zależność.

6.3 Analiza korespondencji

Skorzystano z podejścia zaproponowanego przez Greenacre'a, polegającego na dekompozycji według wartości osobliwych macierzy.

$$A = {D_r}^{-1/2}(P - rc^T){D_c}^{-1/2},$$

gdzie:

- A - macierz rezyduów standaryzowanych,
- P - macierz korespondencji,
- $a_{ij} = \frac{p_{ij} - r_i c_j}{\sqrt{r_i c_j}}$,
- $r_i = n_{i+}/n$ jest i-tą współrzędną wektora r,
- $c_j = n_{+j}/n$ jest j-tą współrzędną wektora c.

Poniżej przedstawiono P - macierz korespondencji:

	b.niezadow.	**niezadow.**	**zadow.**	**b. zadow.**	**r**
poniżej 6000	0.03552	0.04883	0.06659	0.07769	0.22863
6000-15000	0.02442	0.04218	0.11543	0.13873	0.32076
15000-25000	0.01443	0.05327	0.06770	0.12542	0.26082
powyżej 25000	0.00333	0.01998	0.05993	0.10655	0.18979
c	0.07770	0.16426	0.30965	0.44839	1

Tabela 8: Tabela częstotliwości wraz z rozkładami brzegowymi

gdzie:

kolumna r - wektor przeciętnego profilu wierszowego, a wiersz c - wektor przeciętnego profilu kolumnowego.

Następnie obliczono macierze będące współrzędnymi kategorii cech, odpowiednio dla wierszy oraz kolumn:

$$F = {D_r}^{-1/2}U\Gamma, \quad G = {D_c}^{-1/2}V\Gamma$$

.

```
[[1]]
             [,1]        [,2]         [,3]        [,4]
[1,]  0.133203867  0.05819913 -0.015805310 -0.07753757
[2,] -0.003183739 -0.04579816  0.051097476 -0.01341809
[3,] -0.040991673  0.05039544 -0.045963056  0.02475694
[4,] -0.094008538 -0.06341766  0.004801831  0.07352502

[[2]]
            [,1]         [,2]        [,3]         [,4]
[1,] -0.35660100 -0.003711145  0.06630346 1.547229e-09
[2,]  0.03666254 -0.206508071 -0.08067414 1.832609e-09
[3,]  0.04611606  0.247727011 -0.05895610 1.652551e-09
[4,]  0.28967393 -0.017870033  0.10121872 1.409675e-09

[[3]]
            [,1]        [,2]        [,3]          [,4]
[1,] -0.35768330 -0.07965395  0.08081084 -9.019241e-10
[2,] -0.17935236  0.21906919 -0.07458282 -1.311450e-09
[3,]  0.03160571 -0.21050349 -0.08017514 -1.800624e-09
[4,]  0.23117646  0.07549559  0.07813112 -2.166764e-09
```

Rysunek 9: Macierze kolejno: A, F, G

Wyliczono także inercję całkowitą i porównano ją z wbudowaną funkcją.

6.3.1 Kod

```r
dane <- matrix(c(32, 44, 60, 70,
                 22, 38, 104, 125,
                 13, 48, 61, 113,
                 3, 18, 54, 96), nrow = 4, byrow = TRUE)

rownames(dane) <- c("poniżej 6000", "6000-15000","15000-25000","powyżej 25000")
colnames(dane) <- c("b.niezadow.","niezadow.","zadow.","b. zadow.")
```

Rysunek 10: Inicjacja macierzy

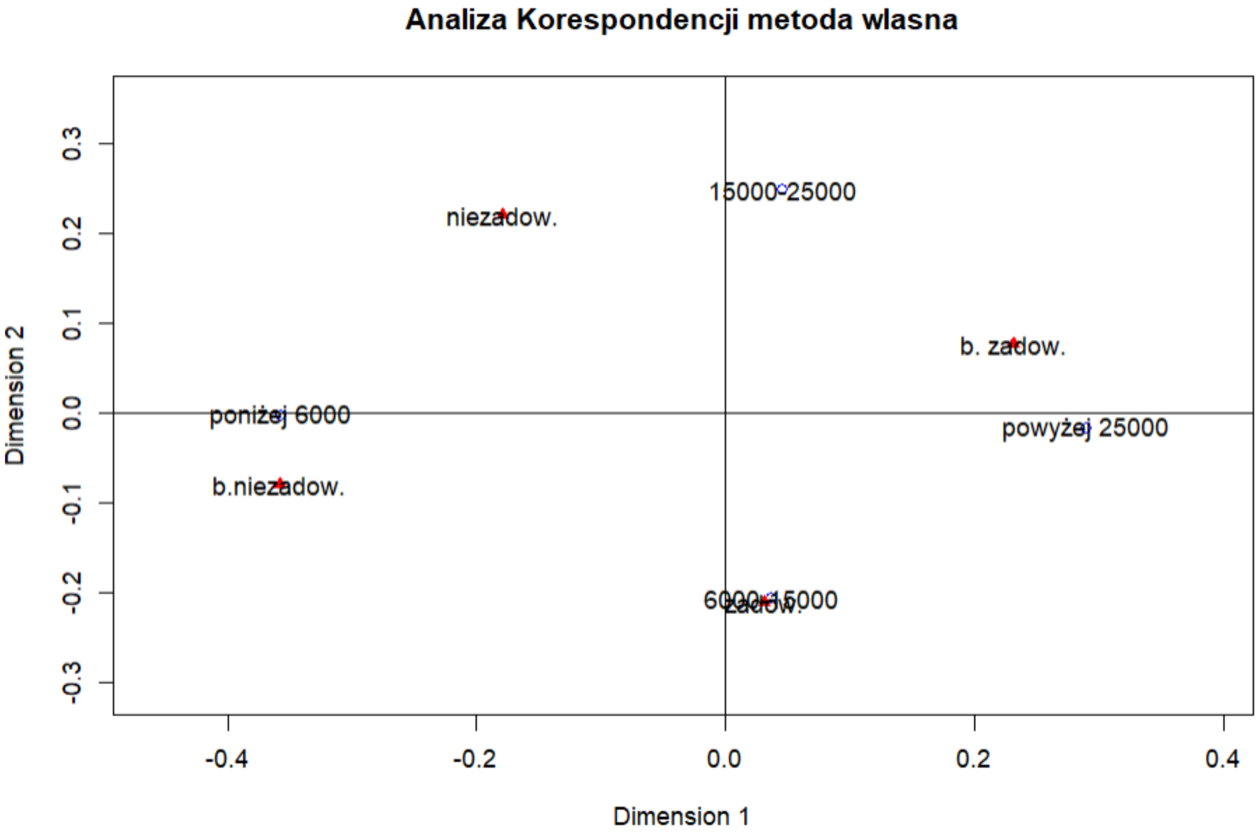
```r
analiza_korespondencji <- function(dane, rysuj = TRUE){
  P <- dane / sum(dane)
  suma_r <- rowSums(P)
  suma_k <- colSums(P)
  D_r <- diag(suma_r)
  D_k <- diag(suma_k)
  A <- solve(sqrt(D_r)) %*% (P - suma_r %*% t(suma_k)) %*% solve(sqrt(D_k))
  U <- svd(A)$u
  V <- svd(A)$v

  F <- U %*% diag(sqrt(svd(A)$d))
  G <- V %*% diag(sqrt(svd(A)$d))

  if (rysuj){
    x_F <- F[, 1]
    y_F <- F[, 2]
    x_G <- G[, 1]
    y_G <- G[, 2]
    plot(x_F, y_F,
         xlim = c(min(c(x_F, x_G)) - 0.1, max(c(x_F, x_G)) + 0.1),
         ylim = c(min(c(y_F, y_G)) - 0.1, max(c(y_F, y_G)) + 0.1),
         col = "blue",
         xlab = "Dimension 1", ylab = "Dimension 2",
         main = "Analiza Korespondencji metoda wlasna")


    points(x_G, y_G, col = "red", pch = 17)
    abline(v = 0, h = 0, col = c("black", "black"))
    text(F[, 1], F[, 2], labels = rownames(dane))
    text(G[, 1], G[, 2], labels = colnames(dane))
  }

  return(list(F, G))
}

analiza_korespondencji(dane, rysuj = TRUE)
```

Rysunek 11: Funkcja wykonująca algorytm analizy korespondencji

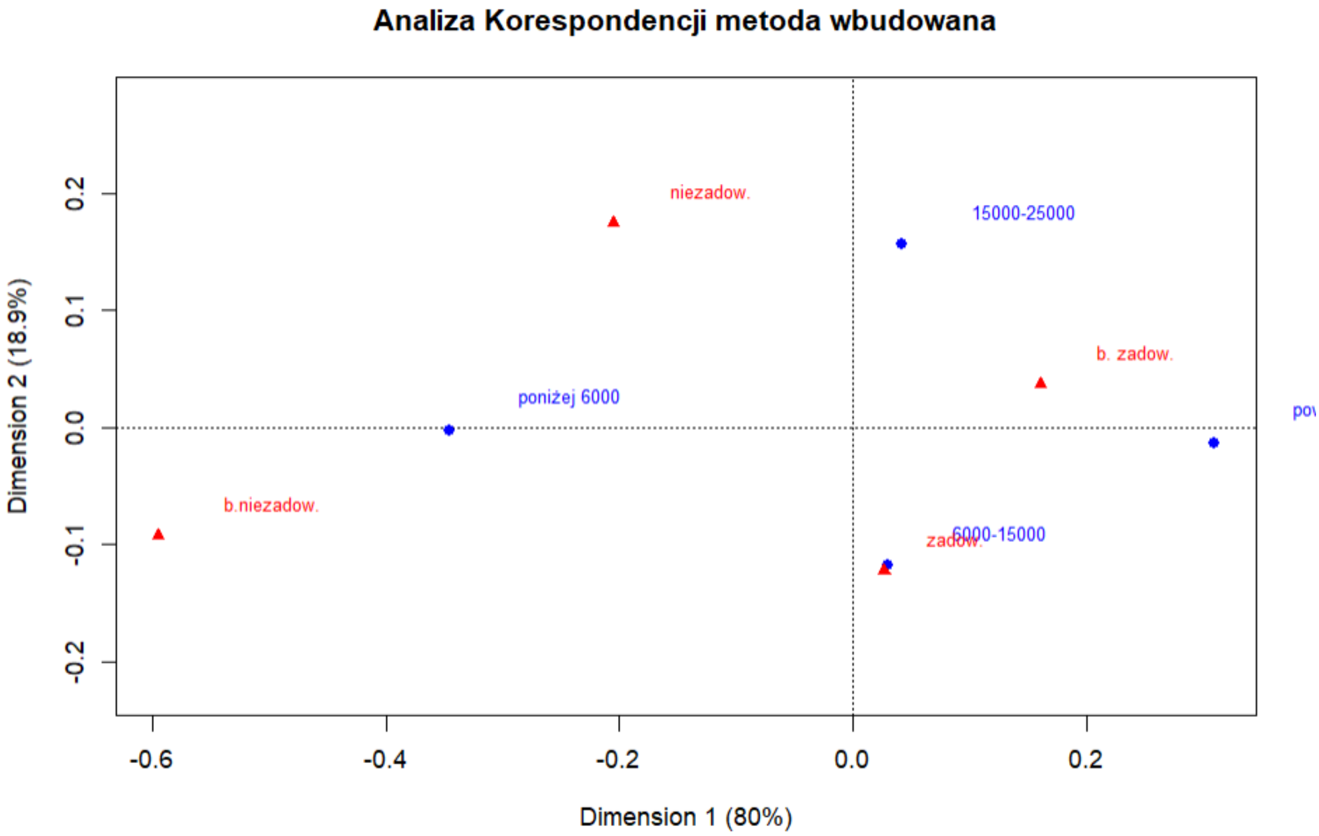
```r
#wbudowana
analiza_korespondencji_wbud <- ca(dane)
summary(analiza_korespondencji_wbud)

#Wykresy
plot(analiza_korespondencji_wbud, col.row = "red", col.col = "blue",
     main = "Analiza Korespondencji metoda wbudowana")

#Inercja
inercja <- function(table){
  P <- table/sum(table)
  r <- apply(P, 1, sum)
  c <- apply(P, 2, sum)


  D_r <- diag(r)
  D_c <- diag(c)
  A <- solve(sqrt(D_r)) %*% (P - r %*% t(c)) %*% solve(sqrt(D_c))


  Gamma <- svd(A)$d
  lambda <- sum(Gamma^2)
  return(lambda)
}
cat("Funkcji własna:", inercja(dane))
cat("Funkcji wbudowana:", sum(analiza_korespondencji_wbud$colinertia))
```

Rysunek 12: Kod realizujący pozostałe obliczenia

6.3.2 Wyniki



Rysunek 13: Wykres analizy korespondencji z użyciem metody własnej



Rysunek 14: Wykres analizy korespondencji z użyciem metody wbudowanej

Inercja z funkcji własnej:	0.05752481
Inercja z funkcji wbudowanej:	0.05752481

Tabela 9: Porównanie wyników

6.4 Wnioski

Otrzymany wykres za pomocą własnej funkcji jest zbliżony do tego stworzonego przy użyciu funkcji wbudowanej, co potwierdza poprawność jej działania oraz zgodność otrzymanych wcześniej wyników z wynikami otrzymanymi poprzez wbudowane funkcje z bibliotek do analizy korespondencji. Można również zauważyć konkretne zależności:

- Osoby zarabiające powyżej 25000 są w znacznej większości zadowolone z zarobków,
- rozkład zadowolenia wśród osób poniżej 6000 jest stosunkowo równomierny wyłączając opcję b.zadowolony,
- osoby w przedziale $6000 - 15000$ są w zdecydowanej większości zadowolone i b.zadowolone

Inercja całkowita wynosi 0.05752481, co oznacza małe rozproszenie profili. Można potwierdzić to patrząc na rysunek wykresu analizy korespondencji, gdzie większość punktów jest skupiona niemalże koliście wokół punktu $(0, 0)$.

7 Zadanie 7.

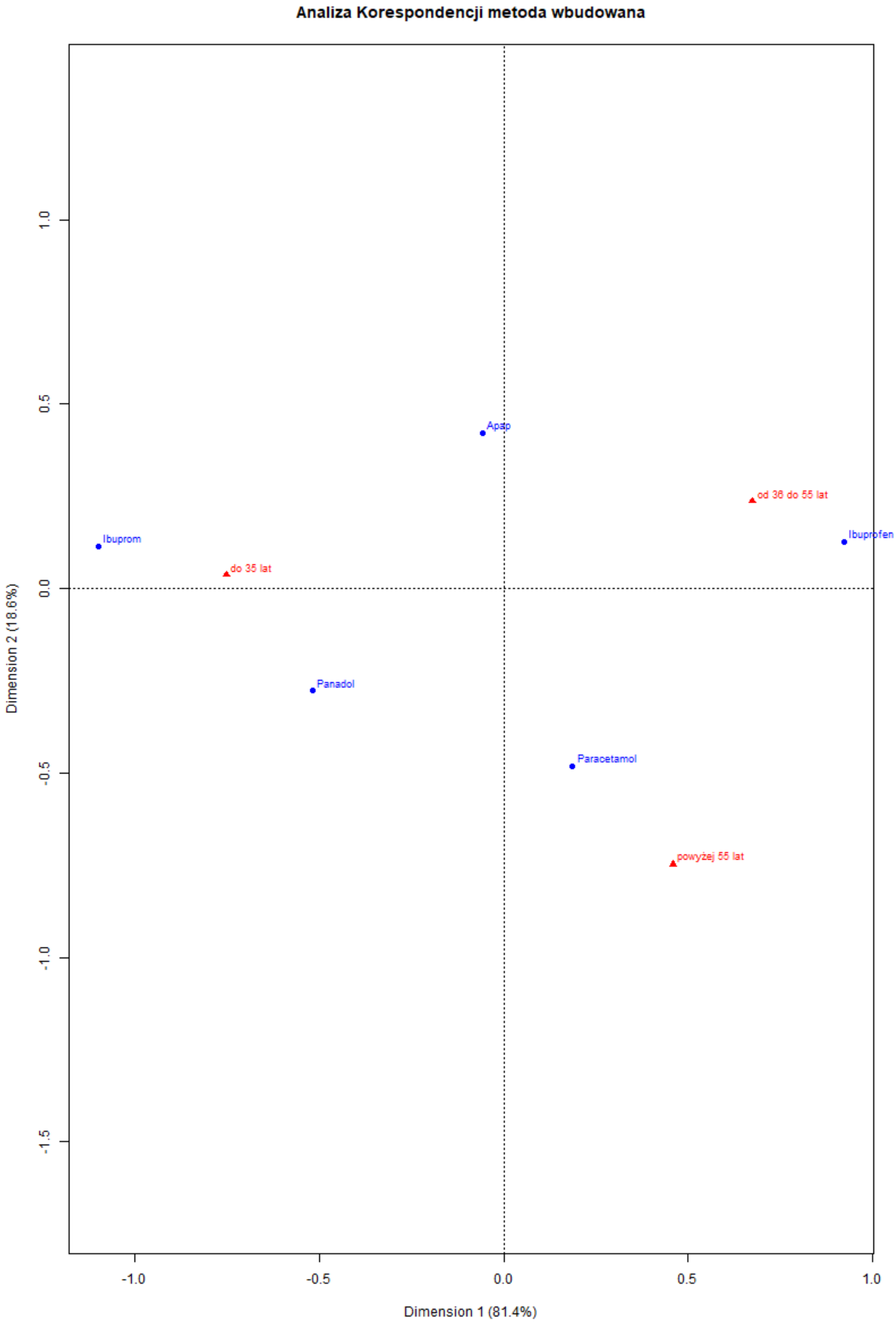
7.1 Cel zadania

Celem zadania jest obliczenie odpowiednich miar współzmienności oraz przeprowadzenie analizy korespondencji, tzn. obliczenie wartości odpowiednich macierzy, współrzędnych punktów oraz utworzenie odpowiednich wykresów.

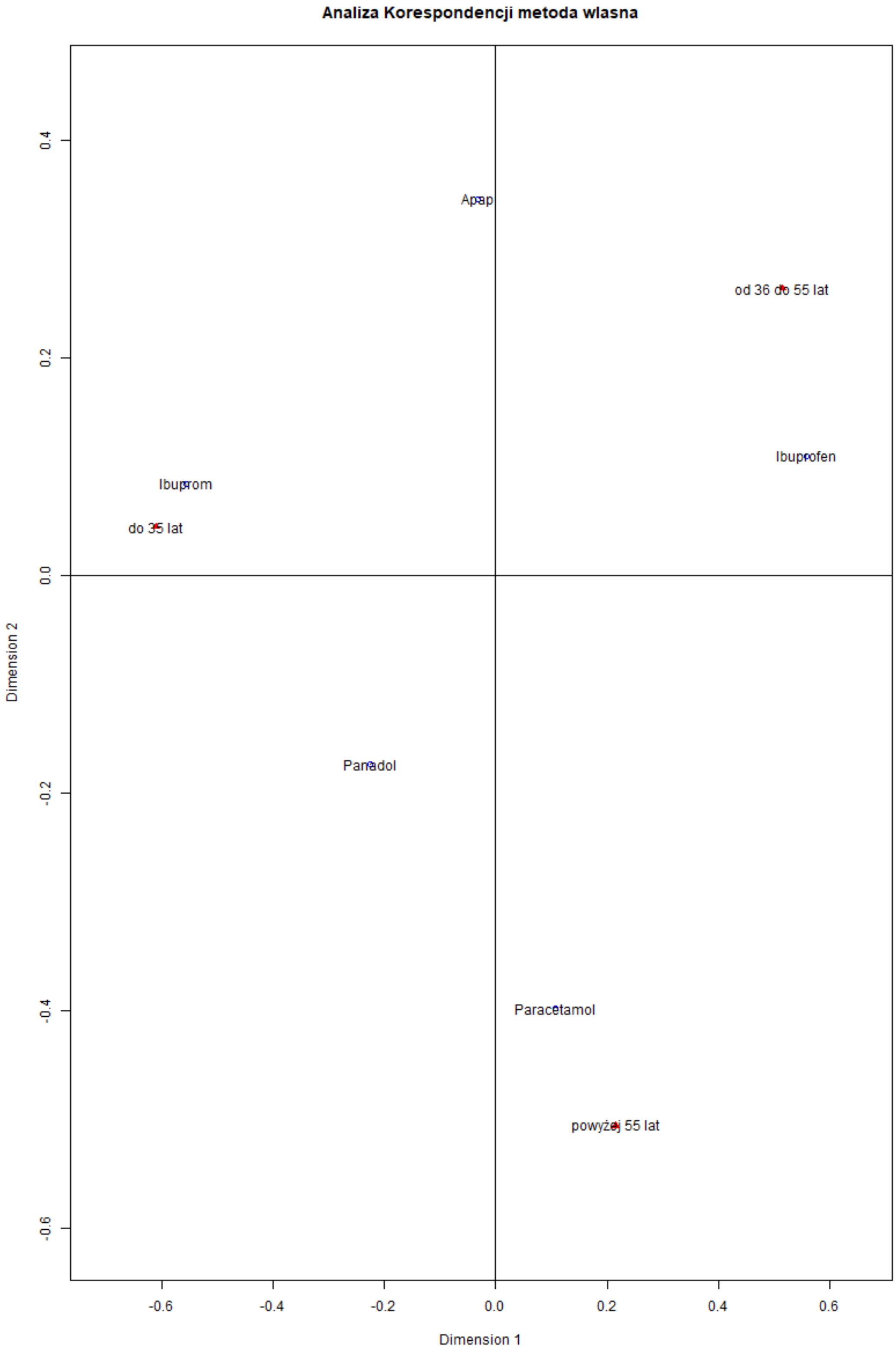
W zadaniu skorzystano z analogicznego kodu jak w zadaniu 6 (sekcja 6), a miara współzmienności została wyliczona za pomocą funkcji GoodmanKruskalTau z pakietu DescTools.

7.2 Wyniki

Inercja z funkcji własnej:	0.5748397
Inercja z funkcji wbudowanej:	0.574839
Miara współzmienności:	0.3477173



Analiza Korespondencji metoda wbudowana
Dimension 1 (81.4%)
Dimension 2 (18.6%)
Apap
od 36 do 55 lat
Ibuprom
Ibuprofen
do 35 lat
Panadol
Paracetamol
powyżej 55 lat


Analiza Korespondencji metoda wlasna
Apap
od 36 do 55 lat
Ibuprofen
Ibuprom
do 35 lat
Panadol
Paracetamol
powyżej 55 lat
Dimension 1
Dimension 2
-0.6
-0.4
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6

7.3 Wnioski

W przypadku wartości miary współzmienności = 0.3477173 można stwierdzić, że istnieje pewna zależność między badanymi zmiennymi, ale nie jest to związek bardzo silny.

Jeśli natomiast chodzi o wartość inercji wynoszącej w przybliżeniu 0.57, to jest ona stosunkowo wysoka. Można to interpretować jako to, że istnieje pewna zmienność w danych, co może sugerować istnienie pewnych zależności między analizowanymi zmiennymi w tablicy korespondencji.

Z wykresów analizy korespondecji można wyciągnąć takie wnioski:

- Ibuprom jest najczęściej wybierany przez osoby poniżej 35 roku życia,
- Apap jest stosunkowo równomiernie wybierany we wszystkich grupach wiekowych
- Paracetamol jest częściej wybierany przez osoby w wieku powyżej 55 lat,
- Ibuprofen jest preferowany głównie przez osoby między 36 a 55 rokiem życia,
- Panadol jest stosunkowo równo rozłożony w różnych grupach wiekowych.