

*Podstawy R: listy oraz funkcje*

**Zadanie 2.1** [MG] Przestudiuj samodzielnie dokumentację funkcji `rle()`. Funkcja ta zwraca obiekt typu lista. Co najważniejsze, do każdego z dwóch komponentów tego obiektu (obydwa są zwykłymi wektorami atomowymi) możemy się odwołać przy użyciu wywołań:

```
rle(x)$lengths
rle(x)$values
```

Znajdź wartość, która powtarza się najczęściej (tj. modę) w danym wektorze liczb całkowitych `x`. Jeśli rozwiązanie nie jest jednoznaczne, zwróć dowolną modę.

**Zadanie 2.2** [MB] Napisz funkcję `calkaMonteCarlo()`. Funkcja przyjmuje cztery argumenty. Pierwszy to ściśle monotoniczna (na przedziale  $[a, b]$ ), (tj. *przyjmująca wartości nieujemne na przedziale  $[a, b]$* ) jednoargumentowa funkcja rzeczywista `f` (tego, czy jest monotoniczna, nie sprawdzaj, zakładamy, że tak jest; co do wartości nieujemnych, sprawdź je jedynie dla  $f(a)$  i  $f(b)$ ).

Kolejne argumenty, `a` i `b`, to przedział, na którym będziemy całkować funkcję `f`. Ostatnim argumentem jest liczba naturalna `n`, która będzie wyznaczać nam dokładność obliczeń (im większe `n`, tym dokładniejsze obliczenia). Niech wartość domyślna tego parametru wynosi 1000.

Funkcja ma całkować w następujący sposób:

1. niech  $f_{min} = \min(f(a), f(b))$ , a  $f_{max} = \max(f(a), f(b))$ ;
2. wylosuj  $n$  punktów  $(x_1, x_2)$  z rozkładu jednostajnego na kwadracie  $[a, b] \times [f_{min}, f_{max}]$  (wsk. `?runif`);
3. wyznacz frakcję punktów leżących pod wykresem funkcji `f` (czyli takich że  $x_2 \leq f(x_1)$ );
4. uzyskany w punkcie 3. wynik przeskaluj mnożąc go przez miarę (powierzchnię) obszaru  $[a, b] \times [f_{min}, f_{max}]$ ;
5. do wyniku dodaj  $(b - a)f_{min}$ .

Przykłady:

```
set.seed(123)
f <- function(x) sin(x)
a <- 0
b <- 1
n <- 10000
calkaMonteCarlo(f,a,b,n)

f <- function(x) x + 1
calkaMonteCarlo(f,a,b,n)

f <- function(x) x^2 + 2
calkaMonteCarlo(f,a,b,n)
```

**Zadanie 2.3** [MG] Dany jest wektor atomowy `x` oraz nieujemna liczba całkowita `k`. W wyniku wywołania `sample(x, k, replace=TRUE)` otrzymujemy wybrany pseudolosowo (ze zwracaniem) wektor składający się z `k` elementów z `x`. Napisz fragment kodu równoważny tej operacji. Przykład:

```
x <- c('a', 'b', 'c')
k <- 5
y <- ...
print(y)
## [1] "a" "c" "c" "a" "b"
```

Wskazówka: `runif(n, a, b)` generuje `n` obserwacji pseudolosowych z rozkładu jednostajnego na  $(a, b)$ .

**Zadanie 2.4** [MG] Dany jest wektor liczb całkowitych `x`. Usuń z niego wszystkie wartości powtarzające się, **nie korzystając** z funkcji `unique()`, `duplicated()`, ani `anyDuplicated()`. Na przykład jeśli `x ==`

$c(1,2,1,4,3,4,1)$ , to w wyniku powinniśmy otrzymać  $c(1,2,4,3)$ .

**Zadanie 2.5** [AC] Dane są dwa wektory  $\mathbf{x}$  oraz  $\mathbf{y}$  o elementach całkowitych dodatnich. Wykorzystując (koniecznie) funkcję `tabulate()`, napisz kod, który wypisze na konsolę wynik równoważny rezultatowi wywołania `intersect(x,y)`.

**Zadanie 2.6** [AC] Dany jest wektor liczbowy  $\mathbf{x}$  oraz  $\mathbf{y}$ . Napisz kod, który wyznaczy wartości zdefiniowanej poniżej funkcji  $\hat{F}_{\mathbf{x}}(\cdot)$  we wszystkich punktach z danego wektora  $\mathbf{y}$ . Dokładniej,  $k$ -ta współrzędna wynikowego wektora jest postaci:

$$\hat{F}_{\mathbf{x}}(y_k) = \frac{|\{x_i : x_i \leq y_k\}|}{|\mathbf{x}|},$$

gdzie  $|\mathbf{x}|$  oznacza liczbę obserwacji w  $\mathbf{x}$ . Możesz korzystać z funkcji `findInterval()` oraz `rle()` (por. zad. 2.1), lecz nie z `splinefun()` ani `approxfun()`. Zauważ, że wartości w  $\mathbf{x}$  mogą się powtarzać.

**Zadanie 2.7** [MG] Napisz funkcję `merge\_string\_list()`, która złączy wszystkie napisy z danej jako argument  $\mathbf{x}$  listy wektorów napisów w jeden napis. Argument `sep` (domyślnie: napis pusty) określa sposób rozdzielania poszczególnych elementów.

**Zadanie 2.8** [MB] Napisz funkcję `posortowanePunkty()`, która jako argumenty przyjmuje: (a) wartość naturalną  $n$ , (b) wartość naturalną  $m$  oraz (c) wektor  $nm$  wartości liczbowych, przy użyciu którego dane są współrzędne  $m$  punktów w  $\mathbb{R}^n$ . Na przykład dla  $n = 2$  i  $m = 3$  podany wektor interpretujemy jako  $(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3)$ , a dla  $n = 3$  i  $m = 2$  jako  $(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, z_1, z_2)$ .

Funkcja `posortowanePunkty()` ma za zadanie policzyć odległości (euklidesowe) punktów od początku układu współrzędnych, tj.  $(0, 0, \dots, 0)$ . Następnie sortuje ona te odległości rosnąco. W wyniku jej działania otrzymujemy wektor punktów (w takim samym formacie, co wektor wejściowy), przy czym współrzędne punktów są posortowane rosnąco względem odległości od środka układu współrzędnych.

*Wskazówka: użyj `order()`.*

**Zadanie 2.9** [MG] Napisz funkcję `approxinvert()`, która jako argumenty przyjmuje: (a) zwektoryzowaną (tj. taką, która dla  $n$ -elementowego wektora liczbowego zwraca  $n$ -elementowy wektor liczbowy) funkcję  $\mathbf{f}$ , o której wiemy, że jest ciągła i ściśle monotoniczna (tego warunku nie sprawdzamy) na pewnym przedziale  $[a, b]$ ; (b) wektor liczbowy  $\mathbf{y}$  o elementach z  $[f(a), f(b)]$ ; (c) wartość rzeczywistą  $a$ ; (d) wartość rzeczywistą  $b > a$ ; (e) wartość całkowitą dodatnią  $k > 2$ , domyślnie 100.

Funkcja ta ma wyznaczać przybliżenie odwrotności  $f$  w punktach z  $\mathbf{y}$ , tj.  $f^{-1}(y)$  przy użyciu interpolacji (np. liniowej)  $\mathbf{f}$  w  $k$  równoodległych punktach z przedziału  $[a, b]$ .

*Wskazówka: możesz użyć funkcji `approxfun()` bądź `splinefun()` – zwracają one obiekty typu funkcja.*

**Zadanie 2.10** [JL] Napisz funkcję `wystarczy()`, która przyjmuje jako argument listę wektorów (dowolnej długości), liczby rzeczywiste  $\mathbf{r}$  oraz  $\mathbf{R}$  takie, że  $\mathbf{r} < \mathbf{R}$  oraz funkcję agregującą `fun` (dowolną funkcję przyjmującą na wejściu wektor liczb i zwracającą wartość rzeczywistą, np. `mean`). Funkcja ta zwraca listę tych wektorów z listy podanej na wejściu, dla których wartość funkcji `fun` na wektorze wynosi co najmniej  $\mathbf{r}$  i co najwyżej  $\mathbf{R}$ . Przykład:

```
>wystarczy(list(c(6, 3, 10), c(5, 10, 15), 4), 20, 30, sum)
[[1]] [1] 5 10 15
```

**Zadanie 2.11** [JL] Napisz funkcję `distance()`, która dla prostej o równaniu  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{x} + b = 0$  („ $\cdot$ ” oznacza iloczyn skalarny) w przestrzeni  $\mathbb{R}^n$  wyznaczy odległość punktu  $\mathbf{p} \in \mathbb{R}^n$  od tej prostej. Odległość ta wyraża się wzorem:

$$d = \frac{|\mathbf{a} \cdot \mathbf{p} + b|}{\|\mathbf{a}\|_2},$$

gdzie  $\|\mathbf{x}\|_2$  oznacza normę euklidesową wektora  $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$ . Funkcja ta przyjmuje argumenty w domyślnej kolejności  $\mathbf{p}$ ,  $\mathbf{a}$ ,  $b$ .

```
>distance(c(2, -2, 0.5), c(2, 1, 4), b = -4)
[1] 0
>distance(c(0, 0), c(1, 1), b = -2.0)
[1] 1.414214
```

**Zadanie 2.12** [AC] Napisz funkcję `gendyskr()`, która jako argumenty przyjmuje: (a) wartość całkowitą dodatnią  $n$ ; (b)  $k$ -elementowy wektor liczbowy  $\mathbf{x}$  o unikatowych wartościach; (c)  $k$ -elementowy wektor prawdopodobieństw  $\mathbf{p}$  – jeśli wartości w  $\mathbf{p}$  nie sumują się do 1, należy go przed wykonaniem obliczeń unormować i wygenerować ostrzeżenie.

Naszym zadaniem jest implementacja bodaj najprostszego algorytmu, który generuje  $n$ -elementową pseudo-losową próbkę z rozkładu dyskretnego zmiennej losowej  $X$  określonej jako  $\Pr(X = x_i) = p_i$  ( $\forall i = 1, \dots, k$ ). Pojedynczą wartość otrzymujemy następująco:

1. Wygeneruj obserwację  $u$  z rozkładu jednostajnego na  $(0, 1)$ , por. `?runif`.
2. Znajdź  $m \in \{1, \dots, k\}$  takie, że  $u \in (\sum_{j=1}^{m-1} p_j, \sum_{j=1}^m p_j]$ , przy założeniu  $\sum_{j=1}^0 \cdot = 0$ .
3. Zwróć  $x_m$  jako wynik.