

Bevezetés az R statisztikai programcsomag használatába

Ferenci Tamás

2019-01-13

Tartalomjegyzék

1. Előszó	5
2. Általános megjegyzések	7
3. Adattípusok, adatszerkezetek	9
3.1. Adattípusok, értékadás	9
3.2. Adatszerkezetek és indexelés	11
4. Függvények	25
4.1. Függvényhívások	25
4.2. Saját függény definiálása	26
5. Az R programozása	27
5.1. Funkcionális programozás	27

1. fejezet

Előszó

Előszó.

2. fejezet

Általános megjegyzések

A kommentjel a `#` (többsoros kommentre nincs külön jel R-ben, RStudio-ban `Ctrl+Shift+C` használható több sort kijelölve is).

Az R interpretált nyelv (RStudio-ban kényelmesen futtatható egy sor, amiben van a kurzor, vagy kijelölés esetén az egész kijelölt terület).

Az R case sensitive, tehát az `a` és az `A` nem ugyanaz, két különböző dolog.

3. fejezet

Adattípusok, adatszerkezetek

3.1. Adattípusok, értékadás

Az értékadás jele az R-ben a `<-`. (Az `=`-t ne használjuk értékadásra, csak függvényben az argumentum értékének megadására!). Az R-ben a változókat nem kell külön deklarálni, értékadással maguktól létrejönnek, ha korábban még nem léteztek.

Fontos! Ez általában is igaz: az szintaktikailag flexibilis, „megengedi trehánytságot” – ami viszont kétélű fegyver!

Az `str` általában a legjobb leírója egy objektumnak. A `typeof` az objektum típusát adja meg.

Az R-ben 4 fontos adattípus van (type, mode).

Numerikus, alpból double:

```
szam <- 3.1
szam
```

```
## [1] 3
```

```
SZAM
```

```
## Error in eval(expr, envir, enclos): object 'SZAM' not found
```

```
Szam
```

```
## Error in eval(expr, envir, enclos): object 'Szam' not found
```

```
str(szam)
```

```
## num 3,1
```

```
typeof(szam)
```

```
## [1] "double"
```

Attól mert valami történetesen egész, még double pontosságú lesz:

```
szam <- 3
str(szam)
```

```
## num 3
```

```
typeof(szam)
```

```
## [1] "double"
```

Ha egészet (integer) akarunk, azt külön kell jelölni az L utótaggal:

```
egesz <- 3L  
egesz
```

```
## [1] 3
```

```
str(egesz)
```

```
## int 3
```

```
typeof(egesz)
```

```
## [1] "integer"
```

A numeric a mode, a double/integer a type. A többi adattípusnál a kettő egybeesik.

Karakter:

```
szoveg <- "kiskutya"  
szoveg
```

```
## [1] "kiskutya"
```

```
str(szoveg)
```

```
## chr "kiskutya"
```

```
typeof(szoveg)
```

```
## [1] "character"
```

Logikai:

```
logikai <- TRUE # logical  
logikai
```

```
## [1] TRUE
```

```
str(logikai)
```

```
## logi TRUE
```

```
typeof(logikai)
```

```
## [1] "logical"
```

A TRUE rövidíthető T-nek, a FALSE pedig F-nek.

Adott típus tesztelése az `is.<típus>` alakban lehet:

```
is.integer(szam)
```

```
## [1] FALSE
```

```
is.integer(egesz)
```

```
## [1] TRUE
```

```
is.integer(szoveg)
```

```
## [1] FALSE
```

```
is.integer(logikai)
```

```
## [1] FALSE
```

Az `is.numeric` azt jelenti, hogy `is.integer` vagy `is.double`:

```
is.double(szam)
```

```
## [1] TRUE
```

```
is.double(egesz)
```

```
## [1] FALSE
```

```
is.numeric(szam)
```

```
## [1] TRUE
```

```
is.numeric(egesz)
```

```
## [1] TRUE
```

Elvileg még két adattípus van, a `raw` és a `complex`, nem olyan fontosak. Van olyan dolog - például faktor - ami adattípusnak tűnik, de mégsem az (egy másik típus speciális eset).

Adott típusú alakítás `as.<típus>` alakban lehet:

```
as.character(szam)
```

```
## [1] "3"
```

```
as.numeric(szoveg)
```

```
## Warning: NAs introduced by coercion
```

```
## [1] NA
```

```
as.numeric(logikai)
```

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

Konvertálásnál az „erőssorrend”: `character < double = integer < logical` (a T 1-re, a F 0-ra alakul, a többi értelemszerű). Az ezt sértő dolgok NA-t adnak. Sok parancs automatikusan konvertál!

Hiányzó értéket NA jelöli (adott típusú hiányzó adat `NA_real_`, `NA_integer_` és `NA_character_` módokon kérhető).

3.2. Adatszerkezetek és indexelés

3.2.1. Vektor

A vektor homogén, 1 dimenziós adatszerkezet.

Legegyszerűbb módon az elemei felsorolásával hozható létre, ehhez a `c` függvény használható:

```
szamvektor <- c(1, 4, 5, 2, 3, 10)
szamvektor
```

```
## [1] 1 4 5 2 3 10
```

```
typeof(szamvektor)
```

```
## [1] "double"
```

```
length(szamvektor)
```

```
## [1] 6
```

Skalár nincs az R-ben, ami annak tűnik, az igazából 1 elemű vektor:

```
typeof(szam)
```

```
## [1] "double"
```

```
length(szam)
```

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

Természetesen nem csak numerikus adatokból képezhető vektor, hanem bármilyenből:

```
karaktervektor <- c("a", "b", "xyz")
```

```
karaktervektor
```

```
## [1] "a" "b" "xyz"
```

```
typeof(karaktervektor)
```

```
## [1] "character"
```

```
length(karaktervektor)
```

```
## [1] 3
```

A vektor homogén, az alábbi utasítások csak azért futnak le mégis, mert a háttérben ilyenkor az R a „leggyengébbre” konvertálja az összeset (hogy kikényszerítse a homogenitást):

```
c(1, "a")
```

```
## [1] "1" "a"
```

```
c(2, TRUE)
```

```
## [1] 2 1
```

A indexelés lehet számmal vagy vektorral (ugye igazából ugyanaz!), adott pozíció vagy pozíciók kiválaszthatóak:

```
szamvektor[3]
```

```
## [1] 5
```

```
szamvektor[c(1, 3)]
```

```
## [1] 1 5
```

Egy elem kiválasztható többször is:

```
szamvektor[c(2, 2)]
```

```
## [1] 4 4
```

Kiválasztható az összes elem is, ekkor lényegében csak a sorrendet módosítjuk:

```
szamvektor[c(3, 2, 1, 4, 5, 6)]
```

```
## [1] 5 4 1 2 3 10
```

```
szamvektor[order(szamvektor)]
```

```
## [1] 1 2 3 4 5 10
```

Nemlétező elem indexelése NA-t ad:

```
szamvektor[10]
```

```
## [1] NA
```

Lehetséges negatív indexelés is, ez kiválaszt mindent, *kivéve* amit indexeltünk:

```
szamvektor[-3]
```

```
## [1] 1 4 2 3 10
```

```
szamvektor[-c(1, 3)]
```

```
## [1] 4 2 3 10
```

Indexelhetünk logikai tömbbel is, ugyanolyan hosszú kell legyen mint az eredeti, és azokat választja ki, ahol T van:

```
szamvektor[c(T, F, T, T, F, T)]
```

```
## [1] 1 5 2 10
```

Rövidebb tömbbel indexelés csak azért fog működni, mert ilyenkor az R reciklálja az indexelő vektort. (Ez általában is így van: újabb példa a kétélű flexibilitásra.)

Az indexelés és az értékekadás kombinálható is:

```
szamvektor[3] <- 99 # az indexelés és az értékekadás kombinálható is
szamvektor
```

```
## [1] 1 4 99 2 3 10
```

```
szamvektor[10]
```

```
## [1] NA
```

Ha nemlétezőnek adunk értéket, automatikusan kiterjeszti a vektort, a többi helyre pedig NA kerül:

```
szamvektor[10] <- 999 # ha
szamvektor
```

```
## [1] 1 4 99 2 3 10 NA NA NA 999
```

A vektor elemei el is nevezhetőek; a nevek később a `names`-zel lekérhetőek, és át is állíthatóak:

```
szamvektor <- c(elso = 4, masodik = 1, harmadik = 7) # az elemek el is nevezhetőek
szamvektor
```

```
##      elso  masodik  harmadik
##       4         1         7
```

```
names(szamvektor)
```

```
## [1] "elso"      "masodik"   "harmadik"
```

```
names(szamvektor)[3] <- "utolso"
szamvektor
```

```
##      elso  masodik  utolso
##       4         1         7
```

Ha vannak elnevezések, akkor azok használhatóak indexelésre is:

```
szamvektor["masodik"]
```

```
## masodik
##       1
```

```
szamvektor[c("masodik", "utolso")]
```

```
## masodik  utolso
```

```
##          1          7
```

3.2.2. Mátrix

A mátrix homogén, kétdimenziós adatszerkezet.

Legegyszerűbben úgy tölthető fel, ha egy vektort áttördelünk, a `matrix` függvény használatával (az `nc` argumentummal az oszlopok, az `nr` argumentummal a sorok számát állíthatjuk be, értelemszerűen elég a kettőből egyet megadni):

```
szammatrix <- matrix(szamvektor, nc = 2)
```

```
## Warning in matrix(szamvektor, nc = 2): data length [3] is not a sub-
## multiple or multiple of the number of rows [2]
```

```
szammatrix
```

```
##      [,1] [,2]
## [1,]    4    7
## [2,]    1    4
```

Alapból oszlopok szerint tölt, de a `byrow` argumentummal ezt átállíthatjuk:

```
matrix(szamvektor, nc = 2, byrow = TRUE)
```

```
## Warning in matrix(szamvektor, nc = 2, byrow = TRUE): data length [3] is not
## a sub-multiple or multiple of the number of rows [2]
```

```
##      [,1] [,2]
## [1,]    4    1
## [2,]    7    4
```

A dimenzió, illetve külön a sorok és oszlopok száma könnyen lekérhető:

```
dim(szammatrix)
```

```
## [1] 2 2
```

```
nrow(szammatrix)
```

```
## [1] 2
```

```
ncol(szammatrix)
```

```
## [1] 2
```

Indexelés ugyanúgy végezhető, csak épp mindkét dimenzióra mondanunk kell valamit; a kettő vesszővel választandó el:

```
szammatrix
```

```
##      [,1] [,2]
## [1,]    4    7
## [2,]    1    4
```

```
[ c( 2, 3 ), 2 ]
```

Mindkét dimenzió tetszőleges korábban látott módon indexelhető, tehát a különböző módok keverhetőek is:

```
szammatrix[c(1, 2), c(T, F)]
```

```
## [1] 4 1
```

Ha egy dimenziót nem indexelünk, akkor az R úgy érti, hogy onnan minden elem (de a vessző ekkor sem hagyható el!):

```
szammatrix[2, ]
```

```
## [1] 1 4
```

3.2.3. Tömb (array)

A tömb (array) homogén, n -dimenziós adatszerkezet (nem foglalkozunk vele részletesebben, ritkán használatos).

3.2.4. Data frame

A data frame (adatkeret) heterogén, kétdimenziós, rektanguláris adatszerkezet. Lényegében - nem feltétlenül ugyanolyan típusú - vektorok összefogva; a rektanguláris azt jelenti, hogy minden vektor ugyanolyan hosszú kell legyen.

Ez a legtipikusabb adatszerkezet orvosi adatok tárolására: sorokban a megfigyelési egységek, oszlopokban a változók.

A data paranccsal egy kiegészítő csomagban található kész adat tölthető be:

```
data(birthwt, package = "MASS")
birthwt
```

```
##      low age lwt race smoke ptl ht ui ftv  bwt
## 85      0  19 182   2     0   0  0  1   0 2523
## 86      0  33 155   3     0   0  0  0   3 2551
## 87      0  20 105   1     1   0  0  0   1 2557
## 88      0  21 108   1     1   0  0  1   2 2594
## 89      0  18 107   1     1   0  0  1   0 2600
## 91      0  21 124   3     0   0  0  0   0 2622
## 92      0  22 118   1     0   0  0  0   1 2637
## 93      0  17 103   3     0   0  0  0   1 2637
## 94      0  29 123   1     1   0  0  0   1 2663
## 95      0  26 113   1     1   0  0  0   0 2665
## 96      0  19  95   3     0   0  0  0   0 2722
## 97      0  19 150   3     0   0  0  0   1 2733
## 98      0  22  95   3     0   0  1  0   0 2751
## 99      0  30 107   3     0   1  0  1   2 2750
## 100     0  18 100   1     1   0  0  0   0 2769
## 101     0  18 100   1     1   0  0  0   0 2769
## 102     0  15  98   2     0   0  0  0   0 2778
## 103     0  25 118   1     1   0  0  0   3 2782
## 104     0  20 120   3     0   0  0  1   0 2807
## 105     0  28 120   1     1   0  0  0   1 2821
## 106     0  32 121   3     0   0  0  0   2 2835
## 107     0  31 100   1     0   0  0  1   3 2835
## 108     0  36 202   1     0   0  0  0   1 2836
## 109     0  28 120   3     0   0  0  0   0 2863
## 111     0  25 120   3     0   0  0  1   2 2877
## 112     0  28 167   1     0   0  0  0   0 2877
## 113     0  17 122   1     1   0  0  0   0 2906
## 114     0  29 150   1     0   0  0  0   2 2920
## 115     0  26 168   2     1   0  0  0   0 2920
## 116     0  17 113   2     0   0  0  0   1 2920
## 117     0  17 113   2     0   0  0  0   1 2920
## 118     0  24  90   1     1   1  0  0   1 2948
```

## 119	0	35	121	2	1	1	0	0	1	2948
## 120	0	25	155	1	0	0	0	0	1	2977
## 121	0	25	125	2	0	0	0	0	0	2977
## 123	0	29	140	1	1	0	0	0	2	2977
## 124	0	19	138	1	1	0	0	0	2	2977
## 125	0	27	124	1	1	0	0	0	0	2922
## 126	0	31	215	1	1	0	0	0	2	3005
## 127	0	33	109	1	1	0	0	0	1	3033
## 128	0	21	185	2	1	0	0	0	2	3042
## 129	0	19	189	1	0	0	0	0	2	3062
## 130	0	23	130	2	0	0	0	0	1	3062
## 131	0	21	160	1	0	0	0	0	0	3062
## 132	0	18	90	1	1	0	0	1	0	3062
## 133	0	18	90	1	1	0	0	1	0	3062
## 134	0	32	132	1	0	0	0	0	4	3080
## 135	0	19	132	3	0	0	0	0	0	3090
## 136	0	24	115	1	0	0	0	0	2	3090
## 137	0	22	85	3	1	0	0	0	0	3090
## 138	0	22	120	1	0	0	1	0	1	3100
## 139	0	23	128	3	0	0	0	0	0	3104
## 140	0	22	130	1	1	0	0	0	0	3132
## 141	0	30	95	1	1	0	0	0	2	3147
## 142	0	19	115	3	0	0	0	0	0	3175
## 143	0	16	110	3	0	0	0	0	0	3175
## 144	0	21	110	3	1	0	0	1	0	3203
## 145	0	30	153	3	0	0	0	0	0	3203
## 146	0	20	103	3	0	0	0	0	0	3203
## 147	0	17	119	3	0	0	0	0	0	3225
## 148	0	17	119	3	0	0	0	0	0	3225
## 149	0	23	119	3	0	0	0	0	2	3232
## 150	0	24	110	3	0	0	0	0	0	3232
## 151	0	28	140	1	0	0	0	0	0	3234
## 154	0	26	133	3	1	2	0	0	0	3260
## 155	0	20	169	3	0	1	0	1	1	3274
## 156	0	24	115	3	0	0	0	0	2	3274
## 159	0	28	250	3	1	0	0	0	6	3303
## 160	0	20	141	1	0	2	0	1	1	3317
## 161	0	22	158	2	0	1	0	0	2	3317
## 162	0	22	112	1	1	2	0	0	0	3317
## 163	0	31	150	3	1	0	0	0	2	3321
## 164	0	23	115	3	1	0	0	0	1	3331
## 166	0	16	112	2	0	0	0	0	0	3374
## 167	0	16	135	1	1	0	0	0	0	3374
## 168	0	18	229	2	0	0	0	0	0	3402
## 169	0	25	140	1	0	0	0	0	1	3416
## 170	0	32	134	1	1	1	0	0	4	3430
## 172	0	20	121	2	1	0	0	0	0	3444
## 173	0	23	190	1	0	0	0	0	0	3459
## 174	0	22	131	1	0	0	0	0	1	3460
## 175	0	32	170	1	0	0	0	0	0	3473
## 176	0	30	110	3	0	0	0	0	0	3544
## 177	0	20	127	3	0	0	0	0	0	3487
## 179	0	23	123	3	0	0	0	0	0	3544
## 180	0	17	120	3	1	0	0	0	0	3572

## 181	0	19	105	3	0	0	0	0	0	3572
## 182	0	23	130	1	0	0	0	0	0	3586
## 183	0	36	175	1	0	0	0	0	0	3600
## 184	0	22	125	1	0	0	0	0	1	3614
## 185	0	24	133	1	0	0	0	0	0	3614
## 186	0	21	134	3	0	0	0	0	2	3629
## 187	0	19	235	1	1	0	1	0	0	3629
## 188	0	25	95	1	1	3	0	1	0	3637
## 189	0	16	135	1	1	0	0	0	0	3643
## 190	0	29	135	1	0	0	0	0	1	3651
## 191	0	29	154	1	0	0	0	0	1	3651
## 192	0	19	147	1	1	0	0	0	0	3651
## 193	0	19	147	1	1	0	0	0	0	3651
## 195	0	30	137	1	0	0	0	0	1	3699
## 196	0	24	110	1	0	0	0	0	1	3728
## 197	0	19	184	1	1	0	1	0	0	3756
## 199	0	24	110	3	0	1	0	0	0	3770
## 200	0	23	110	1	0	0	0	0	1	3770
## 201	0	20	120	3	0	0	0	0	0	3770
## 202	0	25	241	2	0	0	1	0	0	3790
## 203	0	30	112	1	0	0	0	0	1	3799
## 204	0	22	169	1	0	0	0	0	0	3827
## 205	0	18	120	1	1	0	0	0	2	3856
## 206	0	16	170	2	0	0	0	0	4	3860
## 207	0	32	186	1	0	0	0	0	2	3860
## 208	0	18	120	3	0	0	0	0	1	3884
## 209	0	29	130	1	1	0	0	0	2	3884
## 210	0	33	117	1	0	0	0	1	1	3912
## 211	0	20	170	1	1	0	0	0	0	3940
## 212	0	28	134	3	0	0	0	0	1	3941
## 213	0	14	135	1	0	0	0	0	0	3941
## 214	0	28	130	3	0	0	0	0	0	3969
## 215	0	25	120	1	0	0	0	0	2	3983
## 216	0	16	95	3	0	0	0	0	1	3997
## 217	0	20	158	1	0	0	0	0	1	3997
## 218	0	26	160	3	0	0	0	0	0	4054
## 219	0	21	115	1	0	0	0	0	1	4054
## 220	0	22	129	1	0	0	0	0	0	4111
## 221	0	25	130	1	0	0	0	0	2	4153
## 222	0	31	120	1	0	0	0	0	2	4167
## 223	0	35	170	1	0	1	0	0	1	4174
## 224	0	19	120	1	1	0	0	0	0	4238
## 225	0	24	116	1	0	0	0	0	1	4593
## 226	0	45	123	1	0	0	0	0	1	4990
## 4	1	28	120	3	1	1	0	1	0	709
## 10	1	29	130	1	0	0	0	1	2	1021
## 11	1	34	187	2	1	0	1	0	0	1135
## 13	1	25	105	3	0	1	1	0	0	1330
## 15	1	25	85	3	0	0	0	1	0	1474
## 16	1	27	150	3	0	0	0	0	0	1588
## 17	1	23	97	3	0	0	0	1	1	1588
## 18	1	24	128	2	0	1	0	0	1	1701
## 19	1	24	132	3	0	0	1	0	0	1729
## 20	1	21	165	1	1	0	1	0	1	1790

```
## 22 1 32 105 1 1 0 0 0 0 1818
## 23 1 19 91 1 1 2 0 1 0 1885
## 24 1 25 115 3 0 0 0 0 0 1893
## 25 1 16 130 3 0 0 0 0 1 1899
## 26 1 25 92 1 1 0 0 0 0 1928
## 27 1 20 150 1 1 0 0 0 2 1928
## 28 1 21 200 2 0 0 0 1 2 1928
## 29 1 24 155 1 1 1 0 0 0 1936
## 30 1 21 103 3 0 0 0 0 0 1970
## 31 1 20 125 3 0 0 0 1 0 2055
## 32 1 25 89 3 0 2 0 0 1 2055
## 33 1 19 102 1 0 0 0 0 2 2082
## 34 1 19 112 1 1 0 0 1 0 2084
## 35 1 26 117 1 1 1 0 0 0 2084
## 36 1 24 138 1 0 0 0 0 0 2100
## 37 1 17 130 3 1 1 0 1 0 2125
## 40 1 20 120 2 1 0 0 0 3 2126
## 42 1 22 130 1 1 1 0 1 1 2187
## 43 1 27 130 2 0 0 0 1 0 2187
## 44 1 20 80 3 1 0 0 1 0 2211
## 45 1 17 110 1 1 0 0 0 0 2225
## 46 1 25 105 3 0 1 0 0 1 2240
## 47 1 20 109 3 0 0 0 0 0 2240
## 49 1 18 148 3 0 0 0 0 0 2282
## 50 1 18 110 2 1 1 0 0 0 2296
## 51 1 20 121 1 1 1 0 1 0 2296
## 52 1 21 100 3 0 1 0 0 4 2301
## 54 1 26 96 3 0 0 0 0 0 2325
## 56 1 31 102 1 1 1 0 0 1 2353
## 57 1 15 110 1 0 0 0 0 0 2353
## 59 1 23 187 2 1 0 0 0 1 2367
## 60 1 20 122 2 1 0 0 0 0 2381
## 61 1 24 105 2 1 0 0 0 0 2381
## 62 1 15 115 3 0 0 0 1 0 2381
## 63 1 23 120 3 0 0 0 0 0 2410
## 65 1 30 142 1 1 1 0 0 0 2410
## 67 1 22 130 1 1 0 0 0 1 2410
## 68 1 17 120 1 1 0 0 0 3 2414
## 69 1 23 110 1 1 1 0 0 0 2424
## 71 1 17 120 2 0 0 0 0 2 2438
## 75 1 26 154 3 0 1 1 0 1 2442
## 76 1 20 105 3 0 0 0 0 3 2450
## 77 1 26 190 1 1 0 0 0 0 2466
## 78 1 14 101 3 1 1 0 0 0 2466
## 79 1 28 95 1 1 0 0 0 2 2466
## 81 1 14 100 3 0 0 0 0 2 2495
## 82 1 23 94 3 1 0 0 0 0 2495
## 83 1 17 142 2 0 0 1 0 0 2495
## 84 1 21 130 1 1 0 1 0 3 2495
```

Csak a felső néhány sor a `head` paranccsal kérhető le (az alsó néhány sor pedig a `tail`-lel):

```
head(birthwt)
```

```
## low age lwt race smoke ptl ht ui ftv bwt
```

```
## 85  0  19 182   2    0  0  0  1  0 2523
## 86  0  33 155   3    0  0  0  0  3 2551
## 87  0  20 105   1    1  0  0  0  1 2557
## 88  0  21 108   1    1  0  0  1  2 2594
## 89  0  18 107   1    1  0  0  1  0 2600
## 91  0  21 124   3    0  0  0  0  0 2622
```

Az oszlopok és a sorok is elnevezhetők:

```
str(birthwt)
```

```
## 'data.frame':   189 obs. of  10 variables:
## $ low  : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ age  : int  19 33 20 21 18 21 22 17 29 26 ...
## $ lwt  : int  182 155 105 108 107 124 118 103 123 113 ...
## $ race : int  2 3 1 1 1 3 1 3 1 1 ...
## $ smoke: int  0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 ...
## $ ptl  : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ ht   : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ ui   : int  1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 ...
## $ ftv  : int  0 3 1 2 0 0 1 1 1 0 ...
## $ bwt  : int  2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 ...
```

```
names(birthwt)
```

```
## [1] "low"  "age"  "lwt"  "race" "smoke" "ptl"  "ht"   "ui"
## [9] "ftv"  "bwt"
```

```
colnames(birthwt)
```

```
## [1] "low"  "age"  "lwt"  "race" "smoke" "ptl"  "ht"   "ui"
## [9] "ftv"  "bwt"
```

Az adatkeret a mátrixhoz hasonlóan indexelhető:

```
birthwt[3, ]
```

```
##    low age lwt race smoke ptl ht ui ftv  bwt
## 87   0  20 105   1    1  0  0  0  1 2557
```

```
birthwt[3, 4]
```

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

```
birthwt[3, c(5, 6)]
```

```
##    smoke ptl
## 87     1   0
```

Sőt, ha vannak elnevezéseink, az is használható. A következő 4 mind egyenértékű:

```
birthwt[, 10]
```

```
## [1] 2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 2722 2733 2751 2750
## [15] 2769 2769 2778 2782 2807 2821 2835 2835 2836 2863 2877 2877 2906 2920
## [29] 2920 2920 2920 2948 2948 2977 2977 2977 2977 2922 3005 3033 3042 3062
## [43] 3062 3062 3062 3062 3080 3090 3090 3090 3100 3104 3132 3147 3175 3175
## [57] 3203 3203 3203 3225 3225 3232 3232 3234 3260 3274 3274 3303 3317 3317
## [71] 3317 3321 3331 3374 3374 3402 3416 3430 3444 3459 3460 3473 3544 3487
## [85] 3544 3572 3572 3586 3600 3614 3614 3629 3629 3637 3643 3651 3651 3651
## [99] 3651 3699 3728 3756 3770 3770 3770 3790 3799 3827 3856 3860 3860 3884
```

```
## [113] 3884 3912 3940 3941 3941 3969 3983 3997 3997 4054 4054 4111 4153 4167
## [127] 4174 4238 4593 4990 709 1021 1135 1330 1474 1588 1588 1701 1729 1790
## [141] 1818 1885 1893 1899 1928 1928 1928 1936 1970 2055 2055 2082 2084 2084
## [155] 2100 2125 2126 2187 2187 2211 2225 2240 2240 2282 2296 2296 2301 2325
## [169] 2353 2353 2367 2381 2381 2381 2410 2410 2410 2414 2424 2438 2442 2450
## [183] 2466 2466 2466 2495 2495 2495 2495
```

```
birthwt$bwt
```

```
## [1] 2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 2722 2733 2751 2750
## [15] 2769 2769 2778 2782 2807 2821 2835 2835 2836 2863 2877 2877 2906 2920
## [29] 2920 2920 2920 2948 2948 2977 2977 2977 2977 2922 3005 3033 3042 3062
## [43] 3062 3062 3062 3062 3080 3090 3090 3090 3100 3104 3132 3147 3175 3175
## [57] 3203 3203 3203 3225 3225 3232 3232 3234 3260 3274 3274 3303 3317 3317
## [71] 3317 3321 3331 3374 3374 3402 3416 3430 3444 3459 3460 3473 3544 3487
## [85] 3544 3572 3572 3586 3600 3614 3614 3629 3629 3637 3643 3651 3651 3651
## [99] 3651 3699 3728 3756 3770 3770 3770 3790 3799 3827 3856 3860 3860 3884
## [113] 3884 3912 3940 3941 3941 3969 3983 3997 3997 4054 4054 4111 4153 4167
## [127] 4174 4238 4593 4990 709 1021 1135 1330 1474 1588 1588 1701 1729 1790
## [141] 1818 1885 1893 1899 1928 1928 1928 1936 1970 2055 2055 2082 2084 2084
## [155] 2100 2125 2126 2187 2187 2211 2225 2240 2240 2282 2296 2296 2301 2325
## [169] 2353 2353 2367 2381 2381 2381 2410 2410 2410 2414 2424 2438 2442 2450
## [183] 2466 2466 2466 2495 2495 2495 2495
```

```
birthwt[, "bwt"]
```

```
## [1] 2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 2722 2733 2751 2750
## [15] 2769 2769 2778 2782 2807 2821 2835 2835 2836 2863 2877 2877 2906 2920
## [29] 2920 2920 2920 2948 2948 2977 2977 2977 2977 2922 3005 3033 3042 3062
## [43] 3062 3062 3062 3062 3080 3090 3090 3090 3100 3104 3132 3147 3175 3175
## [57] 3203 3203 3203 3225 3225 3232 3232 3234 3260 3274 3274 3303 3317 3317
## [71] 3317 3321 3331 3374 3374 3402 3416 3430 3444 3459 3460 3473 3544 3487
## [85] 3544 3572 3572 3586 3600 3614 3614 3629 3629 3637 3643 3651 3651 3651
## [99] 3651 3699 3728 3756 3770 3770 3770 3790 3799 3827 3856 3860 3860 3884
## [113] 3884 3912 3940 3941 3941 3969 3983 3997 3997 4054 4054 4111 4153 4167
## [127] 4174 4238 4593 4990 709 1021 1135 1330 1474 1588 1588 1701 1729 1790
## [141] 1818 1885 1893 1899 1928 1928 1928 1936 1970 2055 2055 2082 2084 2084
## [155] 2100 2125 2126 2187 2187 2211 2225 2240 2240 2282 2296 2296 2301 2325
## [169] 2353 2353 2367 2381 2381 2381 2410 2410 2410 2414 2424 2438 2442 2450
## [183] 2466 2466 2466 2495 2495 2495 2495
```

```
birthwt[["bwt"]]
```

```
## [1] 2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 2722 2733 2751 2750
## [15] 2769 2769 2778 2782 2807 2821 2835 2835 2836 2863 2877 2877 2906 2920
## [29] 2920 2920 2920 2948 2948 2977 2977 2977 2977 2922 3005 3033 3042 3062
## [43] 3062 3062 3062 3062 3080 3090 3090 3090 3100 3104 3132 3147 3175 3175
## [57] 3203 3203 3203 3225 3225 3232 3232 3234 3260 3274 3274 3303 3317 3317
## [71] 3317 3321 3331 3374 3374 3402 3416 3430 3444 3459 3460 3473 3544 3487
## [85] 3544 3572 3572 3586 3600 3614 3614 3629 3629 3637 3643 3651 3651 3651
## [99] 3651 3699 3728 3756 3770 3770 3770 3790 3799 3827 3856 3860 3860 3884
## [113] 3884 3912 3940 3941 3941 3969 3983 3997 3997 4054 4054 4111 4153 4167
## [127] 4174 4238 4593 4990 709 1021 1135 1330 1474 1588 1588 1701 1729 1790
## [141] 1818 1885 1893 1899 1928 1928 1928 1936 1970 2055 2055 2082 2084 2084
## [155] 2100 2125 2126 2187 2187 2211 2225 2240 2240 2282 2296 2296 2301 2325
## [169] 2353 2353 2367 2381 2381 2381 2410 2410 2410 2414 2424 2438 2442 2450
```

```
## [183] 2466 2466 2466 2495 2495 2495 2495
```

A nem dupla szögletes zárójellel történő indexelés eltérése, hogy nem a kiválasztott vektort, hanem egy csak a kiválasztott vektorból álló data frame-et ad vissza:

```
birthwt[["bwt"]]
```

```
##      [1] 2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 2722 2733 2751 2750
##     [15] 2769 2769 2778 2782 2807 2821 2835 2835 2836 2863 2877 2877 2906 2920
##     [29] 2920 2920 2920 2948 2948 2977 2977 2977 2977 2922 3005 3033 3042 3062
##     [43] 3062 3062 3062 3062 3080 3090 3090 3090 3100 3104 3132 3147 3175 3175
##     [57] 3203 3203 3203 3225 3225 3232 3232 3234 3260 3274 3274 3303 3317 3317
##     [71] 3317 3321 3331 3374 3374 3402 3416 3430 3444 3459 3460 3473 3544 3487
##     [85] 3544 3572 3572 3586 3600 3614 3614 3629 3629 3637 3643 3651 3651 3651
##     [99] 3651 3699 3728 3756 3770 3770 3770 3790 3799 3827 3856 3860 3860 3884
##    [113] 3884 3912 3940 3941 3941 3969 3983 3997 3997 4054 4054 4111 4153 4167
##    [127] 4174 4238 4593 4990  709 1021 1135 1330 1474 1588 1588 1701 1729 1790
##    [141] 1818 1885 1893 1899 1928 1928 1928 1936 1970 2055 2055 2082 2084 2084
##    [155] 2100 2125 2126 2187 2187 2211 2225 2240 2240 2282 2296 2296 2301 2325
##    [169] 2353 2353 2367 2381 2381 2381 2410 2410 2410 2414 2424 2438 2442 2450
##    [183] 2466 2466 2466 2495 2495 2495 2495
```

```
str(birthwt[["bwt"]])
```

```
## int [1:189] 2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 ...
```

```
head(birthwt["bwt"])
```

```
##      bwt
## 85 2523
## 86 2551
## 87 2557
## 88 2594
## 89 2600
## 91 2622
```

```
str(birthwt["bwt"])
```

```
## 'data.frame':  189 obs. of  1 variable:
## $ bwt: int  2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 ...
```

Használhatunk különféle módszereket (az alábbiak közül a második a logikai indexelés miatt fog működni):

```
head(birthwt[, c("lwt", "smoke")])
```

```
##      lwt smoke
## 85 182      0
## 86 155      0
## 87 105      1
## 88 108      1
## 89 107      1
## 91 124      0
```

```
head(birthwt[birthwt$smoke == 1, ])
```

```
##      low age lwt race smoke ptl ht ui ftv  bwt
## 87      0  20 105    1     1  0  0  0   1 2557
## 88      0  21 108    1     1  0  0  1   2 2594
## 89      0  18 107    1     1  0  0  1   0 2600
## 94      0  29 123    1     1  0  0  0   1 2663
```

```
## 95    0 26 113    1    1 0 0 0 0 2665
## 100   0 18 100    1    1 0 0 0 0 2769
head(birthwt[birthwt$smoke == 1 & birthwt$race == 1, ])
```

```
##      low age lwt race smoke ptl ht ui ftv  bwt
## 87    0 20 105    1    1 0 0 0 1 2557
## 88    0 21 108    1    1 0 0 1 2 2594
## 89    0 18 107    1    1 0 0 1 0 2600
## 94    0 29 123    1    1 0 0 0 1 2663
## 95    0 26 113    1    1 0 0 0 0 2665
## 100   0 18 100    1    1 0 0 0 0 2769
```

Az adatkeret heterogén:

```
birthwt$nev <- "a"
head(birthwt)
```

```
##      low age lwt race smoke ptl ht ui ftv  bwt nev
## 85    0 19 182    2    0 0 0 1 0 2523  a
## 86    0 33 155    3    0 0 0 0 3 2551  a
## 87    0 20 105    1    1 0 0 0 1 2557  a
## 88    0 21 108    1    1 0 0 1 2 2594  a
## 89    0 18 107    1    1 0 0 1 0 2600  a
## 91    0 21 124    3    0 0 0 0 0 2622  a
```

```
str(birthwt)
```

```
## 'data.frame':    189 obs. of  11 variables:
## $ low  : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ age  : int  19 33 20 21 18 21 22 17 29 26 ...
## $ lwt  : int  182 155 105 108 107 124 118 103 123 113 ...
## $ race : int  2 3 1 1 1 3 1 3 1 1 ...
## $ smoke: int  0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 ...
## $ ptl  : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ ht   : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ ui   : int  1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 ...
## $ ftv  : int  0 3 1 2 0 0 1 1 1 0 ...
## $ bwt  : int  2523 2551 2557 2594 2600 2622 2637 2637 2663 2665 ...
## $ nev  : chr  "a" "a" "a" "a" ...
```

3.2.5. Lista

A lista homogén, egydimenziós adatszerkezet.

Legegyszerűbben elemei felsorolásával hozható létre, a `list` függvényt használva:

```
lista <- list(szm = szamvektor, k = karaktervektor, m = szammatrix, df = birthwt[1:5,
])
lista
```

```
## $sz
##      elsek masodik  utolso
##      4          1      7
##
## $k
## [1] "a"  "b"  "xyz"
##
```

```
## $m
##      [,1] [,2]
## [1,]    4    7
## [2,]    1    4
##
## $df
##      low age lwt race smoke ptl ht ui ftv  bwt nev
## 85    0  19 182    2     0  0  0  1  0 2523  a
## 86    0  33 155    3     0  0  0  0  3 2551  a
## 87    0  20 105    1     1  0  0  0  1 2557  a
## 88    0  21 108    1     1  0  0  1  2 2594  a
## 89    0  18 107    1     1  0  0  1  0 2600  a
```

```
str(list)
```

```
## function (...)
```

Számmal és – ha van neki – névvel is indexelhető:

```
lista[[1]]
```

```
##      elseo masodik  utolso
##          4         1         7
```

```
lista$sz
```

```
##      elseo masodik  utolso
##          4         1         7
```

```
lista[["sz"]]
```

```
##      elseo masodik  utolso
##          4         1         7
```

Az egy zárójellel történő indexelés látszólag ugyanaz, de csak látszólag:

```
lista[1]
```

```
## $sz
##      elseo masodik  utolso
##          4         1         7
```

```
typeof(lista[[1]])
```

```
## [1] "double"
```

```
typeof(lista[1])
```

```
## [1] "list"
```

Tartomány is indexelhető:

```
lista[1:2]
```

```
## $sz
##      elseo masodik  utolso
##          4         1         7
##
```

```
## $k
## [1] "a"  "b"  "xyz"
```

```
lista[[1:2]]
```

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

Az előbbi dolgok természetesen kombinálhatóak is:

```
idx <- "sz"  
lista[[idx]]
```

```
##      első masodik  utolsó  
##      4          1      7
```

Az adatkeret igazából egy, az oszlopokból - mint vektorokból - összerakott lista (tehát két szűkítés van: az elemek csak vektorok lehetnek és ugyanolyan hosszúaknak kell lenniük).

4. fejezet

Függvények

A függvényekről

4.1. Függvényhívások

Függvény úgy hívható, hogy megadjuk a nevét, majd utána zárójelben az argumentumát, vagy argumentumait (lehet, hogy egy sincs, de a zárójelet ekkor is ki kell írni):

```
quantile(birthwt$bwt)
```

```
## 0% 25% 50% 75% 100%  
## 709 2414 2977 3487 4990
```

Függvényről sugó a kérdőjellel kapható (két kérdőjel az összes ismert függvényt végigkeresi, akár névtöredékre is): `?quantile`.

Aminél egyenlőségjellel adva van érték a specifikációban, ott az default-ként viselkedik, nem kötelező megadni, viszont a default-tal nem rendelkezőket muszáj:

```
r quantile()
```

```
## Error in is.factor(x): argument "x" is missing, with no default
```

Ha több argumentumot adunk meg, akkor azok a felsorolás sorrendjében osztódnak ki:

```
quantile(birthwt$bwt, 0.23)
```

```
## 23%  
## 2388
```

```
quantile(birthwt$bwt, c(0.23, 0.5, 0.6))
```

```
## 23% 50% 60%  
## 2388 2977 3169
```

Argumentumra hivatkozhatunk névvel is, ez esetben nem kell a felsorolás sorrendjével törődnünk:

```
quantile(birthwt$bwt, c(0.23, 0.5, 0.6), type = 6)
```

```
## 23% 50% 60%  
## 2381 2977 3175
```

```
quantile(probs = c(0.23, 0.5, 0.6), type = 6, x = birthwt$bwt)
```

```
## 23% 50% 60%
## 2381 2977 3175
```

Az általános gyakorlat az, hogy az első két-három argumentumot adhatjuk meg név nélkül (ezeknél elvárható, hogy fejből is tudja az ember, hogy mit jelent), de a többinél elegánsabb, ha mindenképp adunk nevet (tehát akkor is, ha sorrendben írjuk).

4.2. Saját függvény definiálása

Ilyet is lehet.

Egy függvény hívásánál az argumentumai elkülöníthetők egy listába, majd ugyanaz a hatása a `do.call` használatával elérhető (első argumentum a függvény, második az átadandó argumentumok listája):

```
quantile(probs = c(0.23, 0.5, 0.6), type = 6, x = birthwt$bwt)
```

```
## 23% 50% 60%
## 2381 2977 3175
```

```
do.call(quantile, list(probs = c(0.23, 0.5, 0.6), type = 6, x = birthwt$bwt))
```

```
## 23% 50% 60%
## 2381 2977 3175
```

Ez akkor jön jól, ha nem tudjuk előre, hogy mik az argumentumok (akár azt sem, hogy hány darab van belőlük!), pl. mert egy `lapply`-jal gyártottuk le, lásd később:

```
rbind(c(1, 2), c(3, 4), c(5, 6))
```

```
##      [,1] [,2]
## [1,]    1    2
## [2,]    3    4
## [3,]    5    6
```

```
do.call(rbind, lapply(birthwt, function(x) c(mean(x), median(x)))))
```

```
## Warning in mean.default(x): argument is not numeric or logical: returning
## NA
```

```
##      [,1]      [,2]
## low  "0,312169312169312" "0"
## age  "23,2380952380952"  "23"
## lwt  "129,814814814815"  "121"
## race "1,84656084656085"  "1"
## smoke "0,391534391534392" "0"
## ptl  "0,195767195767196" "0"
## ht   "0,0634920634920635" "0"
## ui   "0,148148148148148"  "0"
## ftv  "0,793650793650794"  "0"
## bwt  "2944,5873015873"    "2977"
## nev  NA                  "a"
```

5. fejezet

Az R programozása

Programozás.

5.1. Funkcionális programozás

Az R, bár többféle paradigmában is tud dolgozni, érezhető funkcionális nyelv. Ezt elegáns is, célszerű is kihasználni!

Egy példa:

```
mean(birthwt$bwt[1:100])
```

```
## [1] 3130
```

```
elsoszazatlag <- function(data) {  
  result <- mean(data[1:100])  
  return(result)  
}
```

```
elsoszazatlag <- function(data) {  
  result <- mean(data[1:100])  
  result  
}
```

```
elsoszazatlag <- function(data) {  
  mean(data[1:100])  
}
```

```
elsoszazatlag(birthwt$bwt)
```

```
## [1] 3130
```

```
sd(birthwt$bwt[1:100])
```

```
## [1] 324
```

```
elsoszazf <- function(data, f = mean) {  
  f(data[1:100])  
}
```

```
elsoszazf(birthwt$bwt)
```

```
## [1] 3130
```

```
elsoszazf(birthwt$bwt, f = sd)
```

```
## [1] 324
```

A `lapply` az első argumentumban megadott lista minden elemére ráereszti a második argumentumban megadott függvényt, és az eredményt összefűzi egy listává (a `sapply` csak annyiban tér el, hogy lista helyett vektort ad vissza, ha lehetséges a listát vektorra konvertálni):

```
lapply(c("age", "lwt", "bwt"), nchar)
```

```
## [[1]]
## [1] 3
##
## [[2]]
## [1] 3
##
## [[3]]
## [1] 3
```

```
sapply(c("age", "lwt", "bwt"), nchar)
```

```
## age lwt bwt
##    3   3   3
```

```
lapply(c("age", "lwt", "bwt"), function(x) nchar(x))
```

```
## [[1]]
## [1] 3
##
## [[2]]
## [1] 3
##
## [[3]]
## [1] 3
```

```
lapply(c("age", "lwt", "bwt"), function(x) mean(birthwt[[x]]))
```

```
## [[1]]
## [1] 23
##
## [[2]]
## [1] 130
##
## [[3]]
## [1] 2945
```

```
sapply(c("age", "lwt", "bwt"), function(x) mean(birthwt[[x]]))
```

```
## age lwt bwt
##   23 130 2945
```

```
sapply(birthwt, mean)
```

```
## Warning in mean.default(X[[i]], ...): argument is not numeric or logical:
## returning NA
```

```
## low age lwt race smoke ptl ht ui ftv bwt nev
## 3e-01 2e+01 1e+02 2e+00 4e-01 2e-01 6e-02 1e-01 8e-01 3e+03 NA
```

```
lapply(birthwt, function(x) c(mean(x), median(x)))
```

```
## Warning in mean.default(x): argument is not numeric or logical: returning
## NA

## $low
## [1] 0,3 0,0
##
## $age
## [1] 23 23
##
## $lwt
## [1] 130 121
##
## $race
## [1] 2 1
##
## $smoke
## [1] 0,4 0,0
##
## $ptl
## [1] 0,2 0,0
##
## $ht
## [1] 0,06 0,00
##
## $ui
## [1] 0,1 0,0
##
## $ftv
## [1] 0,8 0,0
##
## $bwt
## [1] 2945 2977
##
## $nev
## [1] NA "a"
```

A harmadik sor példát mutat arra, hogy anonim függvény is használható, az utolsó előtti pedig arra, hogy a data.frame igazából lista, aminek az elemei az oszlopai.

Az `apply` az első argumentumban megadott mátrix vagy adatkeret minden sorára vagy oszlopára (ezt a második argumentum dönti el) ráereszti a harmadik argumentumban megadott függvényt:

```
apply(birthwt, 2, mean)
```

```
## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
```

```
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

## Warning in mean.default(newX[, i], ...): argument is not numeric or
## logical: returning NA

##      low   age   lwt   race smoke   ptl   ht   ui   ftv   bwt   nev
##      NA    NA    NA    NA    NA    NA    NA    NA    NA    NA    NA

apply(birthwt, 1, function(x) x[1])

## 85 86 87 88 89 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103
## "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
## 104 105 106 107 108 109 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 123
## "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
## 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141
## "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
## 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 154 155 156 159 160 161 162 163
## "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
## 164 166 167 168 169 170 172 173 174 175 176 177 179 180 181 182 183 184
## "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
## 185 186 187 188 189 190 191 192 193 195 196 197 199 200 201 202 203 204
## "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
## 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222
## "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
## 223 224 225 226   4  10  11  13  15  16  17  18  19  20  22  23  24  25
## "0" "0" "0" "0" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1"
## 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 40 42 43 44 45 46
## "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1"
## 47 49 50 51 52 54 56 57 59 60 61 62 63 65 67 68 69 71
## "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1"
## 75 76 77 78 79 81 82 83 84
## "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1" "1"
```

A `tapply` az első argumentumban megadott változó második argumentum szerint képezett csoportjaira ráereszti a harmadik argumentumban megadott függvényt:

```
mean(birthwt$bwt[birthwt$race == 1])
```

```
## [1] 3103
```

```
tapply(birthwt$bwt, birthwt$race, mean)
```

```
##      1      2      3
```

```
## 3103 2720 2805
```