

R-Vorkurs

Teil 2

Jens Klenke

05.10.2021



Übersicht

1. Logische Operatoren
2. Dataframes
3. Listen
4. Bedingte Anweisungen
5. Schleifen
6. Funktionen
7. -Pakete

Logische Operatoren

Einführung

Die Klasse `logical` habt Ihr im ersten kennengelernt (`is.na()`).

Logische Vergleiche werden für das Programmieren bedingter Anweisungen benötigt. Sie kommen aber auch häufig bei Schleifen und beim Subsetting von Daten zum Einsatz.

Das Ergebnis logischer Vergleiche ist **immer** ein *boolscher Wert*, also TRUE / FALSE bzw. T / F.

Die wichtigsten Operatoren im Überblick:

```
== # "ist gleich"
!= # "ist ungleich"
<  # "ist kleiner"
<= # "ist kleiner oder gleich"
>  # "ist größer"
>= # "ist größer gleich"
&  # "logisches 'Und'"
|  # "logisches 'Oder'"
!  # einen boolschen Wert "negieren"
```

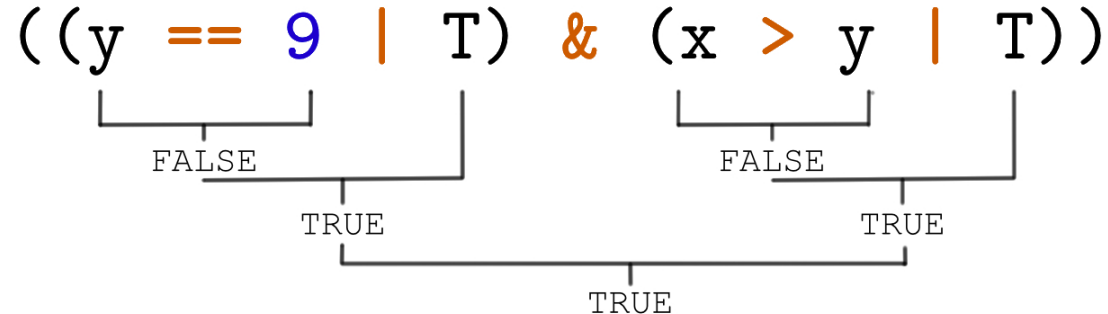
Logische Operatoren

Beispiele

Hier ein paar Beispiele:

```
x <- 5
y <- 10

x == y
x > y | y == 10
x > y | x == 10
!(x == y | y < x)
((y == 9 | T) & (x > y | T))
!T & !F
```



Logische Operatoren

Übungsaufgaben

1. Sind die folgenden Ausdrücke TRUE oder FALSE? Überprüfe mit -Code!

- $5 \geq 5$
- $5 > 5$
- $T = 5$
- $T \wedge F \vee F \wedge T$
- $F \wedge F \wedge F \vee T$
- $(\neg(5 > 3) \vee A = B)$
- $\neg(((T > F) > T) \wedge \neg T)$

Logische Operatoren

Übungsaufgaben

2. Es sei `z <- c(1, 2, NA, 4)`. Überprüf die folgenden Aussagen mittels einer Logikabfrage in **R**.
- Die Länge des Vektors `z` ist ungleich 2
 - Die Länge der logischen Überprüfungen, ob die einzelnen Elementen gleich 2 sind, ist 4
 - Der Vektor `z` hat die Klasse `numeric`
 - Einige Elemente des Vektors `z` sind `NA`
 - Das zweite Element des Vektors `z` ist `numeric`
 - Das Minimum und das Maximum sind ungleich

Logische Operatoren

Übungsaufgaben

3. Es sei `M <- matrix(1:9, ncol = 3)`. Was ergeben folgende Ausdrücke?

- `sum(M[, 1]) == 6`
- `max(M[, 2]) <= 5`
- `M[2, 2] != 4 & M[2, 2] > 6`

Dataframes

Über Dataframes

Ein Dataframe ist eine Sammlung von Variablen, ähnlich einer Matrix.

Am Beispiel des Datensatzes `iris`:

```
iris[1:10, ]
```

##	Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width	Species
## 1	5.1	3.5	1.4	0.2	setosa
## 2	4.9	3.0	1.4	0.2	setosa
## 3	4.7	3.2	1.3	0.2	setosa
## 4	4.6	3.1	1.5	0.2	setosa
## 5	5.0	3.6	1.4	0.2	setosa
## 6	5.4	3.9	1.7	0.4	setosa
## 7	4.6	3.4	1.4	0.3	setosa
## 8	5.0	3.4	1.5	0.2	setosa
## 9	4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
## 10	4.9	3.1	1.5	0.1	setosa

Dataframes

Über Dataframes

Die Funktion `str()` liefert Informationen über die Struktur eines Objekts.

```
str(iris)
```

```
## 'data.frame':    150 obs. of  5 variables:
##  $ Sepal.Length: num  5.1 4.9 4.7 4.6 5 5.4 4.6 5 4.4 4.9 ...
##  $ Sepal.Width : num  3.5 3 3.2 3.1 3.6 3.9 3.4 3.4 2.9 3.1 ...
##  $ Petal.Length: num  1.4 1.4 1.3 1.5 1.4 1.7 1.4 1.5 1.4 1.5 ...
##  $ Petal.Width : num  0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.4 0.3 0.2 0.2 0.1 ...
##  $ Species      : Factor w/ 3 levels "setosa","versicolor",...: 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
```

Wir sehen:

- Das Objekt `iris` hat die Klasse `data.frame`
- `iris` hat 150 Zeilen (Beobachtungen) und 5 Spalten (Variablen).
- Vier Variablen gehören zur Klasse `numeric`, eine Variable hat die Klasse `factor`

Dataframes

Erstellen von Dataframes

Ein dataframe wird mit der Funktion `data.frame()` erstellt. Hierzu übergeben wir einfach Vektoren, welche als Spalten gruppiert werden sollen. Die Spalten können benannt werden.

Anders als bei Matrizen müssen die einzelnen Spalten (wie oben gesehen) nicht derselben Klasse angehören!

```
df <- data.frame(  
  Letters = c("A", "B", "C", "D"),  
  Numbers = 1:4,  
  Logicals = c(T, F, FALSE, TRUE),  
  z  
)  
df
```

```
##   Letters Numbers Logicals  z  
## 1      A        1      TRUE  1  
## 2      B        2     FALSE  2  
## 3      C        3     FALSE NA  
## 4      D        4      TRUE  4
```

Dataframes

Zugriff auf Spalten und Elemente

Auf die einzelnen "Zellen" eines Dataframes kann man wie bei Matrizen durch Subsetting mit `[]` zugreifen. Zugriff auf einzelne "Variablen/Spalten" erhält man mit `$`:

```
df[, 1]           # Spalte 1
```

```
## [1] "A" "B" "C" "D"
```

```
df[1, ]          # Zeile 1
```

```
##   Letters Numbers Logicals z
## 1      A      1      TRUE  1
```

```
df[1, 1]         # Zeile 1, Spalte 1
```

```
## [1] "A"
```

```
df[, 1:2]        # Spalten 1 und 2
```

```
##   Letters Numbers
## 1      A      1
## 2      B      2
## 3      C      3
## 4      D      4
```

Dataframes

Zugriff auf Spalten und Elemente

```
df$Numbers      # Spalte/Variable "Numbers"
```

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

Subsetting:

```
df[df$Letters == "B", ]
```

```
##   Letters Numbers Logicals z
## 2      B        2     FALSE 2
```

```
df[df$Numbers > 2, ]
```

```
##   Letters Numbers Logicals z
## 3      C        3     FALSE NA
## 4      D        4      TRUE  4
```

Dataframes

Bearbeiten von Dataframes

Ein Dataframe ist nach seiner Erstellung veränderbar. Man kann Spalten und Zeilen hinzufügen oder entfernen. Das gilt auch für einzelne Zellen.

```
df$Greeks <- c("alpha", "beta", "gamma", "delta") # Hinzufügen der Spalte "Greeks"
df        <- df[-2, ]                             # Entfernen der zweiten Zeile
df[2, 2]   <- NA                                   # Beobachtung an Stelle 3x2 auf NA setzen
df
```

```
##   Letters Numbers Logicals  z Greeks
## 1      A       1     TRUE   1  alpha
## 3      C      NA    FALSE  NA  gamma
## 4      D       4     TRUE   4  delta
```

Dataframes

Übungsaufgaben

4. Verschaffe Dir einen Überblick über den Datensatz `mtcars` (dieser ist bereits geladen)

- Wie vielen Variablen hat `mtcars`? Welche Klasse haben die einzelnen Variablen?

5. Lass folgende Subsets von `mtcars` ausgeben:

- nur die Variable `mpg`
- nur die ersten drei Zeilen
- nur die ersten drei Variablen
- nur die ersten beiden Beobachtungen der Variablen `cyl` und `hp`
- alle Beobachtungen deren Ausprägung der Variablen `hp` größer ist als 200

Dataframes

Übungsaufgaben

6. Erstelle einen Dataframe `persons` mit Beobachtungen der Variablen `Name` (`character`), `Height` (`cm`, `numeric`) und `Weight` (`kg`, `numeric`) für 5 fiktive Personen.
 - Betrachte das Körpergewicht der 3. Person
 - Betrachte nun die Körpergröße aller Personen
 - Füge die Variable "Augenfarbe" hinzu. Die Ausprägungen sollten vom Typ `character` sein. Betrachte den veränderten dataframe.

Listen

Listen erzeugen

Listen werden mit der Funktion `list()` erzeugt. Ein **Vorteil** von Listen ist, dass die einzelnen Elemente von unterschiedlicher Größe und verschiedenen Typs sein können.

Der Zugriff auf Listenelemente erfolgt ebenfalls mit `$`.

```
my.list <- list(A = 1:5, B = mtcars, C = list(letters, LETTERS))
```

Viele Funktionen in **R** geben Ergebnisse als Listen zurück.

```
# Regressionsmodell  
model <- lm(mpg ~ hp, data = mtcars)  
str(model)  
model$coefficients  
model$residuals
```

(Mehr dazu in Teil 3 der Veranstaltung)

Bedingte Anweisungen

if-Anweisung

Bedingte Anweisungen helfen uns den Programmablauf zu steuern. Die einfachste Anweisung ist die `if`-Anweisung:

```
if (x == 5) print("Hallo Welt!")
```

Dies kann man lesen wie eine natürliche Sprache:

FALLS `x` gleich 5 ist, *DANN* gebe "Hallo Welt!" aus.

Die Bedingung muss immer zu `TRUE` oder `FALSE` evaluieren. Nur falls der Ausdruck in den Klammern nach `if` wahr (`TRUE`) ist, wird der nachfolgende Code ausgeführt.

if-Anweisung

Wenn der auszuführende Code länger als eine Zeile ist, nutzt man *geschweifte Klammern* um einen Code-Block zu erzeugen:

```
if (x > 0) {  
  # Code  
  # ...  
}
```

Ein paar Beispiele:

```
if ( class(x) == "numeric" ) print("x ist eine Zahl!")  
# FALLS die Klasse von x "numeric" ist, DANN gebe "x ist eine Zahl!" aus.  
  
if (2 * x >= y) print("Die Hälfte von y ist x!")  
# FALLS 2*x größer oder gleich y ist, DANN gebe "Die Hälfte von y ist x!" aus.  
  
z <- 1:10  
op <- "add"  
  
if (length(z) > 1 & op == "add") {  
  sum(z)  
}  
# FALLS die Länge des Vektors z größer als 1 ist UND op GLEICH "add" ist,  
# DANN summiere die Elemente von z.
```

Bedingte Anweisungen

if-else-Anweisung

Falls der Ausdruck innerhalb der Klammern nicht TRUE ist, wird der Codeblock nicht ausgeführt.

Und falls wir in diesem Fall einen anderen Code ausführen wollen?

Lösung: Die if-else-Anweisung

```
if (expr) {      # Falls "expr" TRUE ist, ...  
    # BLOCK 1    # dann führe BLOCK 1 aus.  
} else {        # Falls "expr" FALSE ist, ...  
    # BLOCK 2    # dann führe BLOCK 2 aus.  
}
```

Bedingte Anweisungen

if-else-Anweisung

Auch hierzu Beispiele:

```
if (is.numeric(x) & x >= 0) {  
  x^(-0.5)  
} else {  
  print("x ist keine Zahl oder negativ!")  
}  
  
if(length(z) > 0 & op == "add") {  
  sum(z)  
} else if(length(z) > 0 & op == "mult") {  
  prod(z)  
} else {  
  print("z ist kein Vektor!")  
}
```

Bedingte Anweisungen

if-else-Anweisung

Wie im letzten Beispiel gesehen kann man beliebig viele Bedingungen mit `if` und `else` verknüpfen.

```
if (expression) {  
    # ...  
} else if (expression) {  
    # ...  
} else if (expression) {  
    # ...  
} else {  
    # ...  
}
```


Bedingte Anweisungen

Übungsaufgaben

7. Schreibe Code, der die Wurzel `sqrt()` eines Vektors `x` der Länge 1 berechnet, falls der Wert in `x` nicht-negativ ist.
8. Erstelle Code, welcher die Wurzel der Elemente eines Vektors `x` berechnet, falls *alle* Werte in `x` nicht-negativ sind.
 - *Hinweis:* nutze eine Funktion wie `min()` oder `sum()`
9. Schreibe Code, der die Struktur (siehe `?str()`) eines Objekts `df` wiedergibt, sofern `df` zur Klasse `data.frame` gehört. Andernfalls soll die Länge des Objekts wiedergegeben werden.
 - *Überprüft eure Codes indem Ihr verschiedene Werte für `x` bzw. `df` ausprobiert!*

Schleifen

for-Schleife

Es gibt drei Schleifentypen in : `for()`, `while()` (und `repeat()`)

Die `for`-Schleife hat folgenden Aufbau:

```
for(var in enumeration) {  
  # Schleifenkörper  
}
```

Für jeden Wert in `enumeration` wird der Schleifenkörper einmal ausgeführt. Bei jedem Durchgang ist der aktuelle Wert aus `enumeration` in `var` zwischengespeichert.

```
for(i in 1:5) {  
  cat("Number: ", i, " ", "\n")  
}
```

Schleifen

while-Schleife

Die `while`-Schleife kann genutzt werden, wenn nicht klar ist, wie oft ein Codeabschnitt ausgeführt werden soll:

```
while(condition) {  
  # Schleifenkörper  
}
```

Solange `condition == TRUE` wird der Schleifenkörper immer wieder ausgeführt. Vor dem ersten und nach jedem weiteren Durchlauf wird `condition` erneut evaluiert.

```
x <- 0  
while(x < 4) {  
  x <- runif(n = 1, min = 1, max = 5)  
  cat(x, " ", "\n")  
}
```


Schleifen

Übungsaufgaben

10. Schreibe eine Schleife, welche die Zahlen von 1 bis 15 aufaddiert.

11. Erstelle folgende Matrix M :

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 & 10 & 13 \\ 2 & 5 & 8 & 11 & 14 \\ 3 & 6 & 9 & 12 & 15 \end{pmatrix}$$

Schreibe eine Schleife, welche für jede Spalte die Spaltensumme berechnet und ausgibt.

12. Mit `rnorm(1)` ziehen wir eine Zufallszahl aus der Standardnormalverteilung (in der Konsole ausprobieren!). Schreibe eine Schleife, welche solange ausgeführt wird, bis ein Wert größer als 1 gezogen wird. Gib in jedem Durchlauf die gezogene Zahl mit `cat(x, "\n")` aus. (Hinweis: `\n` steht für einen Zeilenumbruch)

Funktionen

Funktionen definieren

Viele Funktionen habt ihr schon kennengelernt: `length()`, `sum()`, `min()`, `data.frame()`, ...

Eigene Funktionen werden wie folgt definiert:

```
name_der_funktion <- function(arg1, arg2, ...) {  
  # Funktionskörper  
  return(obj)  
}
```

Beispiel: Summe zweier Objekte

```
summe <- function(x, y) {  
  return(x + y)  
}  
# Nachdem die Funktion definiert wurde, kann man die Funktion aufrufen:  
summe(x = 1, y = 3)
```

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

Funktionen

Standardwerte der Argumente

In der Definition einer Funktion können auch Standardwerte der Argumente festgelegt werden.

```
summe <- function(x = 1, y = 3) {  
  return(x + y)  
}  
summe()
```

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

Environments

Beachtet, dass alle Objekte, welche innerhalb einer Funktion definiert wurden, außerhalb dieser Funktion nicht verfügbar sind!

```
internal_ops <- function() {  
  int_x <- 5  
  int_y <- 10  
}  
  
internal_ops() # int.x un int.y sind nicht i, Environment-Tab zu sehen.  
int_x         # Fehler: int_x existiert nur innerhalb der Funktion
```

Funktionen

Übungsaufgaben

13. Die Dichte der Standardnormalverteilung lautet

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

- Schreibe eine Funktion `stdnv`, welche die Dichte von `x` berechnet und zurückgibt.
 - **Hinweis:** `?exp`, `?pi`
 - **Hinweis:** Wenn die Funktion korrekt ist, sollten `stdnv(x)` und `dnorm(x)` die gleichen Ergebnisse liefern.

Funktionen

Übungsaufgaben


14. Schreibe eine Funktion, welche die Argumente `z` und `opt` erwartet. Im Funktionskörper soll mit einer `if`-Anweisung gesteuert werden, welche Operation auf `z` ausgeführt werden soll:
- Falls `opt` gleich `add` ist, DANN addiere die Elemente von `z`, WENN `opt` gleich `mult` ist, dann multipliziere die Elemente von `z`, andernfalls führe keine Operation aus.
 - Am Ende soll die Funktion das jeweilige Ergebnis wiedergeben.
15. Schreibe eine Funktion, die den MSE (mean squared error) von zwei Vektoren `y` und `yhat` (die Argumente) berechnet. Es ist

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2.$$

Teste die Funktion anhand der beiden Vektoren $Y = 2, 4, 2, 5, 7$ und $\hat{Y} = 2.3, 3.5, 2.1, 5.5, 7.6$ (das Ergebnis sollte .192 lauten).



Pakete allgemein

Die Erweiterbarkeit von  ist eine große Stärke: Jeder kann eigene Pakete entwickeln und diese weltweit anderen User*innen zur Verfügung stellen.

CRAN (Comprehensive R Archive Network) ist ein Online-Archiv, in dem Pakete gesammelt und der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.



Pakete installieren, updaten und entfernen

Das standardmäßig eingestellte *Repository* ist das CRAN des [r-project](https://cran.r-project.org/).

Weitere CRAN Server:

- <https://cloud.r-project.org/>
- <https://cran.uni-muenster.de/>

Dort findet Ihr die neusten, stabilen Versionen vieler Pakete. Pakete auf CRAN müssen zudem bestimmte Anforderungen erfüllen.

RStudio stellt ein Interface für die Verwaltung eigener Paket-Bibliotheken zur Verfügung.

Solltet Ihr Pakete doch "per Hand managen" wollen, gibt es die Funktionen `install.packages()`, `update.packages()` und `remove.packages()`.

```
install.packages("quantmod")      # ein Paket mit Methoden zur Analyse von Finanzdaten
update.packages()
remove.packages(pkgs = "quantmod")
```