

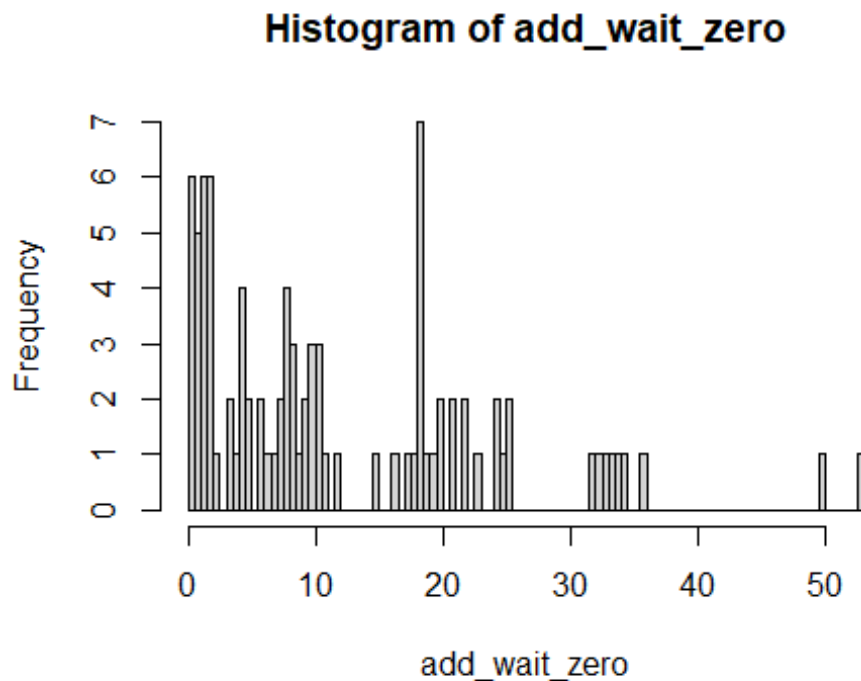
Eindopdracht 3

Mohammed Al Hor

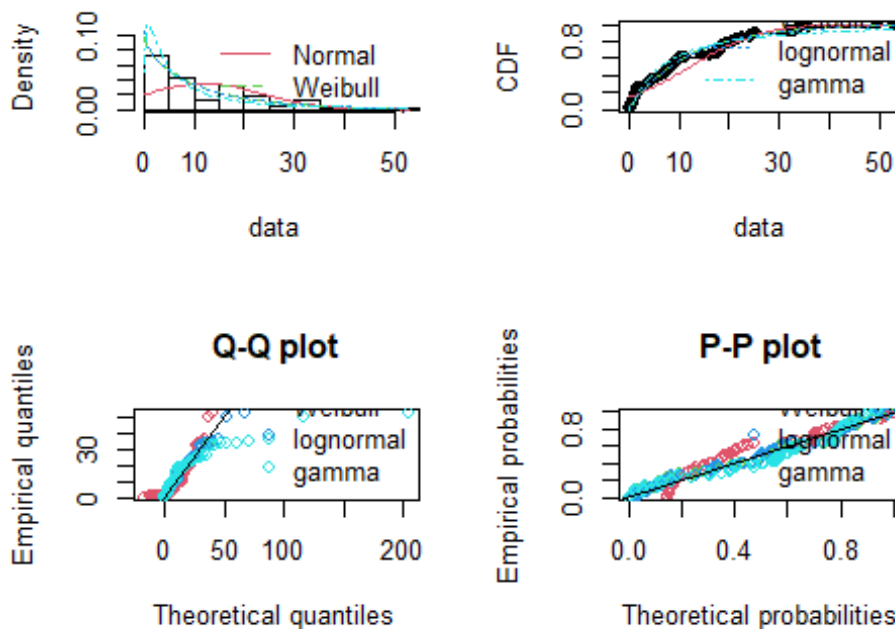
2023-03-12

8. (3 points) Include the additional waiting time, as described above, in the simulation script. Then perform at least 100 simulation runs. How is the proportion of parcels sent out in time affected?

Voordat we kunnen simuleren moeten we de 'additional' waiting time berekenen. Hiervoor hebben we de daadwerkelijke wachttijd en de empirische wachttijd voor nodig. De empirische wachttijd wordt opgehaald uit de volgende simulatie:



Histogram and theoretical density Empirical and theoretical CDF



```
"AIC normal ="      "706.195700791146"
"AIC weibull ="     "640.652291740917"
"AIC gamma ="       "640.30988570074"
"AIC lnorm ="       "655.586098220569"
```

Nu we een verdeling hebben gekozen, in dit geval de gamma verdeling (laagste AIC), kunnen we gaan simuleren en bepalen wat voor impact deze toevoeging heeft op het aantal pakketjes wat op tijd wordt verzonden.

```
# Arrival data gebaseerd op echte waarden.
df_sim <- data %>%
  arrange(time_stamp) %>%
  dplyr::select(time_stamp)
# opslaan van gamma verdeling
wait_shape <- fit_wt_gg$estimate[1]
wait_rate <- fit_wt_gg$estimate[2]

env <- simmer("parcel depot")

parcel <- trajectory("parcel' path") %>%
  seize("wait time") %>%
  timeout(function() rgamma(1, shape =wait_shape,rate =wait_rate)) %>%
  release("wait time", 1) %>%
  seize("express worker", 1) %>%
```

```

  timeout(function() rlnorm(1, fit_ln$estimate, fit_ln$sd)) %>%
  release("express worker", 1) %>%
  seize("admin worker", 1) %>%      timeout(function() rlnorm(1,
fit_lnn$estimate, fit_lnn$sd)) %>%
  release("admin worker", 1)

env <- lapply(1:100, function(i) {
  simmer("parcel depot") %>%
    add_resource("wait time", capacity = Inf) %>%
    add_resource("express worker", 1) %>%
    add_resource("admin worker", 2) %>%
    add_dataframe("parcel", parcel, df_sim, col_time = "time_stamp",
time="absolute") %>%
    run(until=10*11)
})

result_arrival <- env %>%
  get_mon_arrivals() %>%
  mutate(throughput = (end_time - start_time))

```

Percentage pakketjes op tijd:

0.8541842

Het percentage pakketjes wat binnen de KPI worden verstuurd ligt nu op 85%, voorheen was dit 92% (zie resultaten vorige opdracht). Het aantal pakketjes wat binnen de afgesproken tijd worden verstuurd, als we 'additioanl wait time' mee modelleren, is dus met ongeveer 7 procent gedaald.

9. (2 points) Perform a sensitivity analysis on the number of express workers and the number of admin workers. Explain how these numbers affect the KPI target. Assume an express worker costs EUR 30 per hour and an admin worker costs EUR 35 per hour. How can the KPI target be achieved with the lowest possible costs?

```

expres_workers <- c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)
admin_workers <- c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)

sensitivity_results <- tibble(express = numeric(),
                             admin = numeric(),
                             ontime = numeric())

for (a in expres_workers) {
  for (i in admin_workers) {
    print("calculating scenario for ")

```

```

print(a)
expres_workers <- a
print("Express and ")
admin_workers <- i
print(i)
print("admin workers ")

env <- simmer("parcel depot")

parcel <- trajectory("parcel' path") %>%
  seize("wait time") %>%
  timeout(function() rgamma(1, shape =wait_shape,rate =wait_rate)) %>%
  release("wait time", 1) %>%
  seize("express worker", 1) %>%
  timeout(function() rlnorm(1, fit_ln$estimate, fit_ln$sd)) %>%
  release("express worker", 1) %>%
  seize("admin worker", 1) %>%
  timeout(function() rlnorm(1, fit_lnn$estimate, fit_lnn$sd)) %>%
  release("admin worker", 1)

set.seed(42)
env <- lapply(1:100, function(i) {
  simmer("parcel depot") %>%
    add_resource("wait time", capacity = Inf) %>%
    add_resource("express worker", expres_workers) %>%
    add_resource("admin worker", admin_workers) %>%
    add_dataframe("parcel", parcel, df_sim, col_time = "time_stamp",
time="absolute") %>%
    run(until=10*11)
})

result_arrival <- env %>%
  get_mon_arrivals() %>%
  mutate(throughput = (end_time - start_time))

on_time <- sum(result_arrival$throughput < 22) /
length(result_arrival$throughput)
print(on_time)
sensitivity_results <- sensitivity_results %>%
  add_row(express =expres_workers,
          admin = admin_workers,
          ontime = on_time)
}
}

sensitivity_results <- sensitivity_results %>%
  mutate(express_costs = express * 30,
          admin_costs = admin * 35,

```

```

    total_costs = express_costs + admin_costs)
sensitivity_results

## # A tibble: 19 × 6
##   express admin ontime express_costs admin_costs total_costs
##   <dbl> <dbl> <dbl>         <dbl>         <dbl>         <dbl>
## 1      1      1 0.861           30           35           65
## 2      1      2 0.854           30           70          100
## 3      1      3 0.854           30          105          135
## 4      1      4 0.854           30          140          170
## 5      1      5 0.854           30          175          205
## 6      1      6 0.854           30          210          240
## 7      1      7 0.854           30          245          275
## 8      1      8 0.854           30          280          310
## 9      1      9 0.854           30          315          345
## 10     1     10 0.854           30          350          380
## 11     2     10 0.857           60          350          410
## 12     3     10 0.856           90          350          440
## 13     4     10 0.856          120          350          470
## 14     5     10 0.856          150          350          500
## 15     6     10 0.856          180          350          530
## 16     7     10 0.856          210          350          560
## 17     8     10 0.856          240          350          590
## 18     9     10 0.856          270          350          620
## 19    10     10 0.856          300          350          650

```

In bovenstaand figuur worden de resultaten van de sensitivity analyse gevisualiseerd. Het is me niet gelukt om een combinatie express worker en admin worker te vinden waarbij de KPI wordt behaald. Nadat ik hier tevergeefs heel wat uren in heb gestop om het probleem te vinden heb ik besloten om deze resultaten toch te uploaden. Hoogst haalbare percentage is 85%. Ik hoor graag wat ik anders had moeten doen.