

Practical Machine Learning

Eric BAUDON

In this report we are going to explain how we build our prediction model using the Train and Test data available for the activity.

1.Exploratory Analysis

First we loaded the Train data and split in Training and Testing set.

```
Training_data=read.csv("D:/Coursera/Specialisation - Data Science/8.Machine
Learning/Project/pml-training.csv")
library("caret")
```

```
## Loading required package: lattice
## Loading required package: ggplot2
```

```
set.seed(12345)
sample = createDataPartition(Training_data$classe, p = 3/4) [[1]]
Training = Training_data[sample,]
Testing = Training_data[-sample,]
```

Then we looked at the structure of Train data with following code

```
dim(Training)
```

```
## [1] 14718 160
```

```
str(Training[1:15])
```

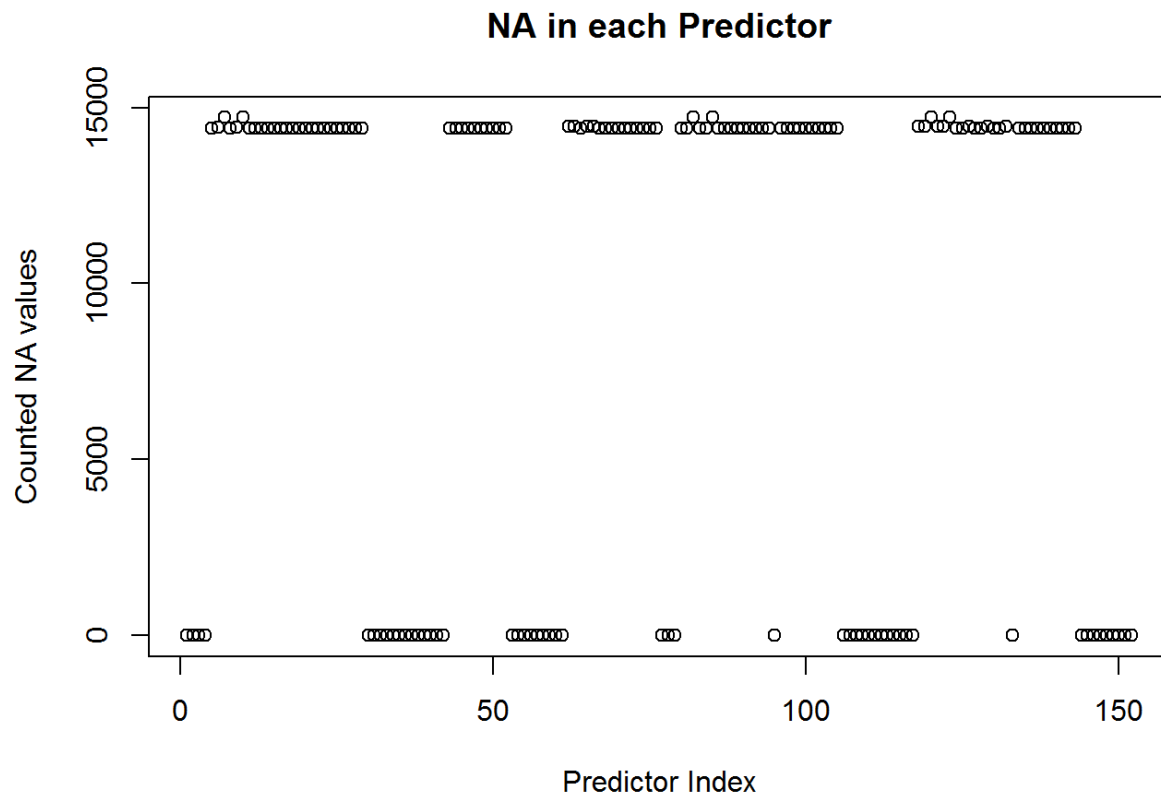
```
## 'data.frame':    14718 obs. of  15 variables:
##  $ X                      : int  2 3 4 5 6 7 8 11 12 13 ...
##  $ user_name               : Factor w/ 6 levels "adelmo","carlitos",...: 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 ...
##  $ raw_timestamp_part_1: int  1323084231 1323084231 1323084232 132308423
2 1323084232 1323084232 1323084232 1323084232 1323084232 1323084232 ...
##  $ raw_timestamp_part_2: int  808298 820366 120339 196328 304277 368296 4
40390 500302 528316 560359 ...
##  $ cvtd_timestamp       : Factor w/ 20 levels "02/12/2011 13:32",...: 9 9
9 9 9 9 9 9 9 9 ...
##  $ new_window           : Factor w/ 2 levels "no","yes": 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 ...
##  $ num_window           : int  11 11 12 12 12 12 12 12 12 12 ...
##  $ roll_belt            : num  1.41 1.42 1.48 1.48 1.45 1.42 1.42 1.45 1.4
3 1.42 ...
##  $ pitch_belt           : num  8.07 8.07 8.05 8.07 8.06 8.09 8.13 8.18 8.1
8 8.2 ...
##  $ yaw_belt             : num  -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4
-94.4 -94.4 -94.4 ...
##  $ total_accel_belt     : int  3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 ...
##  $ kurtosis_roll_belt   : Factor w/ 397 levels "", "-0.016850",...: 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 ...
##  $ kurtosis_pitch_belt  : Factor w/ 317 levels "", "-0.021887",...: 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 ...
##  $ kurtosis_yaw_belt    : Factor w/ 2 levels "", "#DIV/0!": 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 ...
##  $ skewness_roll_belt   : Factor w/ 395 levels "", "-0.003095",...: 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 ...
```

We can see that:

- The first 7 columns refer to user and timing. Not very useful for prediction.
- The last column [160] is the one with the class we want to predict.
- Then from column 8 to 159 are the predictors (some are factors or integers instead of numerical).

```
##Select only predictors
library("dplyr")
Training.clean<-select(Training,8:159)
##Convert all predictors to numerical
asNumeric <- function(x) as.numeric(as.character(x))
factorsNumeric <- function(d) modifyList(d, lapply(d[, sapply(d, is.facto
r)],asNumeric))
integerNumeric <- function(d) modifyList(d, lapply(d[, sapply(d, is.intege
r)],asNumeric))
Training.clean<-integerNumeric(Training.clean)
Training.clean<-factorsNumeric(Training.clean)
```

Finally, we can observe that most of predictors in Train set are almost all the time equal to N/A because no value was registered. This kind of predictor can't be very useful and then were eliminated.



```
Training.clean<-Training.clean[,colSums(is.na(Training.clean))==0]
Variables<-colnames(Training.clean)## Represent our set of predictors.
dim(Variables)
```

```
## NULL
```

We are now remaining with only 52 predictors which seem to be the important ones for classification.

2.Models creation

We are going to build 3 prediction models with on the training set: "Random Forest","Bagging" and "Linear Discrepancy Analysis"

```
library("caret")
model_rf<-train(Training$classe~., data=Training.clean, method="rf")
model_gbm<-train(Training$classe~., data=Training.clean, method="gbm")
```

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1307
##	2	1.5203	nan	0.1000	0.0908
##	3	1.4587	nan	0.1000	0.0690
##	4	1.4136	nan	0.1000	0.0546
##	5	1.3767	nan	0.1000	0.0512
##	6	1.3436	nan	0.1000	0.0464
##	7	1.3140	nan	0.1000	0.0359
##	8	1.2909	nan	0.1000	0.0346
##	9	1.2691	nan	0.1000	0.0291
##	10	1.2503	nan	0.1000	0.0280
##	20	1.0955	nan	0.1000	0.0171
##	40	0.9237	nan	0.1000	0.0082
##	60	0.8159	nan	0.1000	0.0080
##	80	0.7356	nan	0.1000	0.0044
##	100	0.6713	nan	0.1000	0.0028
##	120	0.6211	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.5786	nan	0.1000	0.0031
##	150	0.5587	nan	0.1000	0.0024
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1937
##	2	1.4840	nan	0.1000	0.1330
##	3	1.3982	nan	0.1000	0.1045
##	4	1.3317	nan	0.1000	0.0849
##	5	1.2773	nan	0.1000	0.0768
##	6	1.2298	nan	0.1000	0.0729
##	7	1.1849	nan	0.1000	0.0644
##	8	1.1454	nan	0.1000	0.0448
##	9	1.1156	nan	0.1000	0.0436
##	10	1.0873	nan	0.1000	0.0403
##	20	0.8841	nan	0.1000	0.0235
##	40	0.6689	nan	0.1000	0.0117
##	60	0.5450	nan	0.1000	0.0087
##	80	0.4554	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.3921	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.3384	nan	0.1000	0.0036
##	140	0.2975	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.2786	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2355
##	2	1.4611	nan	0.1000	0.1662
##	3	1.3550	nan	0.1000	0.1261
##	4	1.2744	nan	0.1000	0.1060
##	5	1.2079	nan	0.1000	0.0893
##	6	1.1515	nan	0.1000	0.0799
##	7	1.1016	nan	0.1000	0.0647
##	8	1.0608	nan	0.1000	0.0588
##	9	1.0234	nan	0.1000	0.0553
##	10	0.9886	nan	0.1000	0.0580
##	20	0.7502	nan	0.1000	0.0246

```

##      40      0.5223      nan      0.1000      0.0150
##      60      0.3977      nan      0.1000      0.0059
##      80      0.3176      nan      0.1000      0.0039
##     100      0.2591      nan      0.1000      0.0042
##     120      0.2167      nan      0.1000      0.0017
##     140      0.1830      nan      0.1000      0.0028
##     150      0.1696      nan      0.1000      0.0013
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1266
##      2      1.5246      nan      0.1000      0.0868
##      3      1.4664      nan      0.1000      0.0668
##      4      1.4230      nan      0.1000      0.0554
##      5      1.3877      nan      0.1000      0.0506
##      6      1.3558      nan      0.1000      0.0475
##      7      1.3258      nan      0.1000      0.0347
##      8      1.3035      nan      0.1000      0.0356
##      9      1.2808      nan      0.1000      0.0376
##     10      1.2572      nan      0.1000      0.0293
##     20      1.1038      nan      0.1000      0.0179
##     40      0.9320      nan      0.1000      0.0096
##     60      0.8239      nan      0.1000      0.0071
##     80      0.7436      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.6787      nan      0.1000      0.0045
##    120      0.6271      nan      0.1000      0.0028
##    140      0.5822      nan      0.1000      0.0036
##    150      0.5623      nan      0.1000      0.0026
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1866
##      2      1.4893      nan      0.1000      0.1230
##      3      1.4084      nan      0.1000      0.1024
##      4      1.3417      nan      0.1000      0.0851
##      5      1.2870      nan      0.1000      0.0740
##      6      1.2404      nan      0.1000      0.0701
##      7      1.1962      nan      0.1000      0.0557
##      8      1.1604      nan      0.1000      0.0560
##      9      1.1264      nan      0.1000      0.0478
##     10      1.0961      nan      0.1000      0.0403
##     20      0.8886      nan      0.1000      0.0252
##     40      0.6723      nan      0.1000      0.0121
##     60      0.5475      nan      0.1000      0.0072
##     80      0.4534      nan      0.1000      0.0041
##    100      0.3860      nan      0.1000      0.0041
##    120      0.3345      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.2927      nan      0.1000      0.0019
##    150      0.2751      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2375
##      2      1.4580      nan      0.1000      0.1619
##      3      1.3566      nan      0.1000      0.1258

```

```

##      4      1.2768      nan      0.1000      0.1021
##      5      1.2131      nan      0.1000      0.0925
##      6      1.1561      nan      0.1000      0.0731
##      7      1.1086      nan      0.1000      0.0682
##      8      1.0652      nan      0.1000      0.0659
##      9      1.0239      nan      0.1000      0.0602
##     10      0.9851      nan      0.1000      0.0510
##     20      0.7491      nan      0.1000      0.0298
##     40      0.5199      nan      0.1000      0.0144
##     60      0.3947      nan      0.1000      0.0097
##     80      0.3106      nan      0.1000      0.0038
##    100      0.2550      nan      0.1000      0.0031
##    120      0.2114      nan      0.1000      0.0024
##    140      0.1772      nan      0.1000      0.0011
##    150      0.1646      nan      0.1000      0.0011
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1313
##      2      1.5233      nan      0.1000      0.0907
##      3      1.4651      nan      0.1000      0.0679
##      4      1.4212      nan      0.1000      0.0551
##      5      1.3848      nan      0.1000      0.0432
##      6      1.3554      nan      0.1000      0.0452
##      7      1.3261      nan      0.1000      0.0413
##      8      1.2995      nan      0.1000      0.0354
##      9      1.2761      nan      0.1000      0.0300
##     10      1.2572      nan      0.1000      0.0320
##     20      1.0980      nan      0.1000      0.0174
##     40      0.9273      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.8180      nan      0.1000      0.0055
##     80      0.7384      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.6745      nan      0.1000      0.0046
##    120      0.6237      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.5803      nan      0.1000      0.0028
##    150      0.5600      nan      0.1000      0.0027
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1851
##      2      1.4879      nan      0.1000      0.1284
##      3      1.4051      nan      0.1000      0.1007
##      4      1.3391      nan      0.1000      0.0786
##      5      1.2884      nan      0.1000      0.0816
##      6      1.2378      nan      0.1000      0.0797
##      7      1.1894      nan      0.1000      0.0601
##      8      1.1521      nan      0.1000      0.0594
##      9      1.1159      nan      0.1000      0.0420
##     10      1.0889      nan      0.1000      0.0414
##     20      0.8873      nan      0.1000      0.0215
##     40      0.6732      nan      0.1000      0.0110
##     60      0.5488      nan      0.1000      0.0095
##     80      0.4590      nan      0.1000      0.0053
##    100      0.3918      nan      0.1000      0.0044

```

```

##      120      0.3430      nan      0.1000      0.0027
##      140      0.2999      nan      0.1000      0.0029
##      150      0.2824      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2327
##      2      1.4630      nan      0.1000      0.1662
##      3      1.3579      nan      0.1000      0.1265
##      4      1.2782      nan      0.1000      0.1092
##      5      1.2103      nan      0.1000      0.0928
##      6      1.1535      nan      0.1000      0.0748
##      7      1.1065      nan      0.1000      0.0679
##      8      1.0632      nan      0.1000      0.0624
##      9      1.0244      nan      0.1000      0.0622
##     10      0.9849      nan      0.1000      0.0532
##     20      0.7531      nan      0.1000      0.0215
##     40      0.5225      nan      0.1000      0.0168
##     60      0.3971      nan      0.1000      0.0056
##     80      0.3152      nan      0.1000      0.0055
##    100      0.2581      nan      0.1000      0.0038
##    120      0.2159      nan      0.1000      0.0031
##    140      0.1830      nan      0.1000      0.0012
##    150      0.1694      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1304
##      2      1.5211      nan      0.1000      0.0874
##      3      1.4618      nan      0.1000      0.0677
##      4      1.4169      nan      0.1000      0.0551
##      5      1.3812      nan      0.1000      0.0524
##      6      1.3479      nan      0.1000      0.0436
##      7      1.3197      nan      0.1000      0.0393
##      8      1.2952      nan      0.1000      0.0335
##      9      1.2737      nan      0.1000      0.0366
##     10      1.2517      nan      0.1000      0.0349
##     20      1.0980      nan      0.1000      0.0172
##     40      0.9253      nan      0.1000      0.0091
##     60      0.8166      nan      0.1000      0.0057
##     80      0.7361      nan      0.1000      0.0055
##    100      0.6727      nan      0.1000      0.0044
##    120      0.6215      nan      0.1000      0.0034
##    140      0.5755      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.5567      nan      0.1000      0.0025
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1895
##      2      1.4863      nan      0.1000      0.1296
##      3      1.4023      nan      0.1000      0.1075
##      4      1.3337      nan      0.1000      0.0852
##      5      1.2799      nan      0.1000      0.0727
##      6      1.2327      nan      0.1000      0.0736
##      7      1.1871      nan      0.1000      0.0560

```

```

##      8      1.1514      nan      0.1000      0.0575
##      9      1.1155      nan      0.1000      0.0518
##     10      1.0835      nan      0.1000      0.0392
##     20      0.8841      nan      0.1000      0.0234
##     40      0.6736      nan      0.1000      0.0120
##     60      0.5443      nan      0.1000      0.0083
##     80      0.4546      nan      0.1000      0.0070
##    100      0.3862      nan      0.1000      0.0039
##    120      0.3373      nan      0.1000      0.0034
##    140      0.2956      nan      0.1000      0.0027
##    150      0.2768      nan      0.1000      0.0038
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2392
##      2      1.4576      nan      0.1000      0.1671
##      3      1.3510      nan      0.1000      0.1222
##      4      1.2741      nan      0.1000      0.1071
##      5      1.2056      nan      0.1000      0.0835
##      6      1.1531      nan      0.1000      0.0803
##      7      1.1025      nan      0.1000      0.0785
##      8      1.0545      nan      0.1000      0.0591
##      9      1.0163      nan      0.1000      0.0533
##     10      0.9824      nan      0.1000      0.0516
##     20      0.7432      nan      0.1000      0.0283
##     40      0.5185      nan      0.1000      0.0106
##     60      0.3940      nan      0.1000      0.0087
##     80      0.3124      nan      0.1000      0.0068
##    100      0.2565      nan      0.1000      0.0043
##    120      0.2124      nan      0.1000      0.0029
##    140      0.1805      nan      0.1000      0.0011
##    150      0.1678      nan      0.1000      0.0019
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1246
##      2      1.5253      nan      0.1000      0.0868
##      3      1.4691      nan      0.1000      0.0675
##      4      1.4253      nan      0.1000      0.0533
##      5      1.3899      nan      0.1000      0.0413
##      6      1.3620      nan      0.1000      0.0455
##      7      1.3334      nan      0.1000      0.0404
##      8      1.3079      nan      0.1000      0.0341
##      9      1.2860      nan      0.1000      0.0338
##     10      1.2645      nan      0.1000      0.0308
##     20      1.1115      nan      0.1000      0.0172
##     40      0.9395      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.8275      nan      0.1000      0.0075
##     80      0.7487      nan      0.1000      0.0051
##    100      0.6839      nan      0.1000      0.0042
##    120      0.6306      nan      0.1000      0.0020
##    140      0.5878      nan      0.1000      0.0018
##    150      0.5660      nan      0.1000      0.0023
##

```


##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1849
##	2	1.4900	nan	0.1000	0.1259
##	3	1.4093	nan	0.1000	0.1027
##	4	1.3444	nan	0.1000	0.0837
##	5	1.2903	nan	0.1000	0.0678
##	6	1.2461	nan	0.1000	0.0635
##	7	1.2061	nan	0.1000	0.0584
##	8	1.1692	nan	0.1000	0.0491
##	9	1.1373	nan	0.1000	0.0442
##	10	1.1085	nan	0.1000	0.0433
##	20	0.9030	nan	0.1000	0.0182
##	40	0.6849	nan	0.1000	0.0139
##	60	0.5577	nan	0.1000	0.0079
##	80	0.4680	nan	0.1000	0.0087
##	100	0.3943	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.3418	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.3030	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.2845	nan	0.1000	0.0011
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2247
##	2	1.4640	nan	0.1000	0.1600
##	3	1.3629	nan	0.1000	0.1301
##	4	1.2824	nan	0.1000	0.0994
##	5	1.2177	nan	0.1000	0.0815
##	6	1.1663	nan	0.1000	0.0715
##	7	1.1198	nan	0.1000	0.0793
##	8	1.0709	nan	0.1000	0.0615
##	9	1.0323	nan	0.1000	0.0561
##	10	0.9960	nan	0.1000	0.0532
##	20	0.7566	nan	0.1000	0.0267
##	40	0.5212	nan	0.1000	0.0108
##	60	0.3966	nan	0.1000	0.0052
##	80	0.3160	nan	0.1000	0.0043
##	100	0.2563	nan	0.1000	0.0036
##	120	0.2146	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.1822	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.1681	nan	0.1000	0.0031
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1361
##	2	1.5186	nan	0.1000	0.0922
##	3	1.4579	nan	0.1000	0.0691
##	4	1.4118	nan	0.1000	0.0547
##	5	1.3750	nan	0.1000	0.0520
##	6	1.3405	nan	0.1000	0.0424
##	7	1.3133	nan	0.1000	0.0400
##	8	1.2875	nan	0.1000	0.0365
##	9	1.2639	nan	0.1000	0.0324
##	10	1.2424	nan	0.1000	0.0310
##	20	1.0914	nan	0.1000	0.0185

```

##      40      0.9237      nan      0.1000      0.0102
##      60      0.8170      nan      0.1000      0.0072
##      80      0.7370      nan      0.1000      0.0052
##     100      0.6748      nan      0.1000      0.0038
##     120      0.6239      nan      0.1000      0.0030
##     140      0.5808      nan      0.1000      0.0037
##     150      0.5602      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1879
##      2      1.4856      nan      0.1000      0.1307
##      3      1.4013      nan      0.1000      0.1080
##      4      1.3313      nan      0.1000      0.0865
##      5      1.2758      nan      0.1000      0.0738
##      6      1.2290      nan      0.1000      0.0735
##      7      1.1840      nan      0.1000      0.0646
##      8      1.1439      nan      0.1000      0.0509
##      9      1.1114      nan      0.1000      0.0482
##     10      1.0812      nan      0.1000      0.0428
##     20      0.8833      nan      0.1000      0.0193
##     40      0.6762      nan      0.1000      0.0137
##     60      0.5458      nan      0.1000      0.0101
##     80      0.4590      nan      0.1000      0.0059
##    100      0.3930      nan      0.1000      0.0057
##    120      0.3414      nan      0.1000      0.0041
##    140      0.3007      nan      0.1000      0.0028
##    150      0.2816      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2339
##      2      1.4588      nan      0.1000      0.1668
##      3      1.3512      nan      0.1000      0.1236
##      4      1.2720      nan      0.1000      0.1147
##      5      1.2011      nan      0.1000      0.0846
##      6      1.1478      nan      0.1000      0.0834
##      7      1.0961      nan      0.1000      0.0656
##      8      1.0550      nan      0.1000      0.0672
##      9      1.0126      nan      0.1000      0.0542
##     10      0.9783      nan      0.1000      0.0558
##     20      0.7425      nan      0.1000      0.0231
##     40      0.5219      nan      0.1000      0.0125
##     60      0.3945      nan      0.1000      0.0060
##     80      0.3115      nan      0.1000      0.0039
##    100      0.2569      nan      0.1000      0.0032
##    120      0.2137      nan      0.1000      0.0019
##    140      0.1802      nan      0.1000      0.0018
##    150      0.1672      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1252
##      2      1.5219      nan      0.1000      0.0896
##      3      1.4633      nan      0.1000      0.0682

```

```

##      4      1.4186      nan      0.1000      0.0533
##      5      1.3832      nan      0.1000      0.0451
##      6      1.3542      nan      0.1000      0.0434
##      7      1.3257      nan      0.1000      0.0435
##      8      1.2981      nan      0.1000      0.0344
##      9      1.2762      nan      0.1000      0.0343
##     10      1.2543      nan      0.1000      0.0305
##     20      1.1020      nan      0.1000      0.0179
##     40      0.9305      nan      0.1000      0.0079
##     60      0.8240      nan      0.1000      0.0063
##     80      0.7454      nan      0.1000      0.0050
##    100      0.6823      nan      0.1000      0.0045
##    120      0.6304      nan      0.1000      0.0029
##    140      0.5875      nan      0.1000      0.0033
##    150      0.5672      nan      0.1000      0.0035
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1900
##      2      1.4863      nan      0.1000      0.1321
##      3      1.4020      nan      0.1000      0.1005
##      4      1.3379      nan      0.1000      0.0880
##      5      1.2817      nan      0.1000      0.0680
##      6      1.2373      nan      0.1000      0.0612
##      7      1.1978      nan      0.1000      0.0685
##      8      1.1555      nan      0.1000      0.0506
##      9      1.1238      nan      0.1000      0.0473
##     10      1.0944      nan      0.1000      0.0384
##     20      0.8942      nan      0.1000      0.0232
##     40      0.6751      nan      0.1000      0.0102
##     60      0.5450      nan      0.1000      0.0058
##     80      0.4576      nan      0.1000      0.0060
##    100      0.3910      nan      0.1000      0.0063
##    120      0.3386      nan      0.1000      0.0038
##    140      0.2983      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.2786      nan      0.1000      0.0012
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2311
##      2      1.4605      nan      0.1000      0.1564
##      3      1.3603      nan      0.1000      0.1236
##      4      1.2819      nan      0.1000      0.1087
##      5      1.2138      nan      0.1000      0.0919
##      6      1.1566      nan      0.1000      0.0758
##      7      1.1097      nan      0.1000      0.0658
##      8      1.0678      nan      0.1000      0.0650
##      9      1.0272      nan      0.1000      0.0646
##     10      0.9870      nan      0.1000      0.0593
##     20      0.7523      nan      0.1000      0.0251
##     40      0.5166      nan      0.1000      0.0128
##     60      0.3989      nan      0.1000      0.0070
##     80      0.3187      nan      0.1000      0.0050
##    100      0.2623      nan      0.1000      0.0026

```

```

##      120      0.2216      nan      0.1000      0.0019
##      140      0.1889      nan      0.1000      0.0014
##      150      0.1746      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1279
##      2      1.5217      nan      0.1000      0.0881
##      3      1.4624      nan      0.1000      0.0692
##      4      1.4172      nan      0.1000      0.0540
##      5      1.3818      nan      0.1000      0.0509
##      6      1.3481      nan      0.1000      0.0459
##      7      1.3184      nan      0.1000      0.0342
##      8      1.2961      nan      0.1000      0.0343
##      9      1.2743      nan      0.1000      0.0321
##     10      1.2542      nan      0.1000      0.0337
##     20      1.0972      nan      0.1000      0.0178
##     40      0.9272      nan      0.1000      0.0077
##     60      0.8201      nan      0.1000      0.0075
##     80      0.7386      nan      0.1000      0.0059
##    100      0.6777      nan      0.1000      0.0035
##    120      0.6225      nan      0.1000      0.0041
##    140      0.5778      nan      0.1000      0.0026
##    150      0.5570      nan      0.1000      0.0024
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1858
##      2      1.4886      nan      0.1000      0.1280
##      3      1.4051      nan      0.1000      0.1060
##      4      1.3382      nan      0.1000      0.0865
##      5      1.2821      nan      0.1000      0.0668
##      6      1.2392      nan      0.1000      0.0712
##      7      1.1948      nan      0.1000      0.0588
##      8      1.1576      nan      0.1000      0.0531
##      9      1.1239      nan      0.1000      0.0555
##     10      1.0889      nan      0.1000      0.0430
##     20      0.8926      nan      0.1000      0.0252
##     40      0.6747      nan      0.1000      0.0111
##     60      0.5415      nan      0.1000      0.0091
##     80      0.4556      nan      0.1000      0.0062
##    100      0.3880      nan      0.1000      0.0023
##    120      0.3390      nan      0.1000      0.0028
##    140      0.2988      nan      0.1000      0.0019
##    150      0.2800      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2381
##      2      1.4587      nan      0.1000      0.1665
##      3      1.3521      nan      0.1000      0.1259
##      4      1.2730      nan      0.1000      0.1056
##      5      1.2071      nan      0.1000      0.0912
##      6      1.1496      nan      0.1000      0.0681
##      7      1.1050      nan      0.1000      0.0774

```

```

##      8      1.0572      nan      0.1000      0.0562
##      9      1.0219      nan      0.1000      0.0584
##     10      0.9860      nan      0.1000      0.0535
##     20      0.7465      nan      0.1000      0.0239
##     40      0.5253      nan      0.1000      0.0107
##     60      0.3951      nan      0.1000      0.0080
##     80      0.3115      nan      0.1000      0.0051
##    100      0.2549      nan      0.1000      0.0030
##    120      0.2128      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.1796      nan      0.1000      0.0015
##    150      0.1656      nan      0.1000      0.0015
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1342
##      2      1.5222      nan      0.1000      0.0885
##      3      1.4624      nan      0.1000      0.0666
##      4      1.4174      nan      0.1000      0.0570
##      5      1.3807      nan      0.1000      0.0504
##      6      1.3477      nan      0.1000      0.0419
##      7      1.3209      nan      0.1000      0.0413
##      8      1.2952      nan      0.1000      0.0339
##      9      1.2734      nan      0.1000      0.0332
##     10      1.2518      nan      0.1000      0.0317
##     20      1.0990      nan      0.1000      0.0162
##     40      0.9310      nan      0.1000      0.0078
##     60      0.8229      nan      0.1000      0.0074
##     80      0.7433      nan      0.1000      0.0067
##    100      0.6792      nan      0.1000      0.0052
##    120      0.6273      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.5848      nan      0.1000      0.0031
##    150      0.5647      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1891
##      2      1.4874      nan      0.1000      0.1298
##      3      1.4035      nan      0.1000      0.1032
##      4      1.3377      nan      0.1000      0.0792
##      5      1.2865      nan      0.1000      0.0726
##      6      1.2403      nan      0.1000      0.0733
##      7      1.1946      nan      0.1000      0.0561
##      8      1.1588      nan      0.1000      0.0589
##      9      1.1226      nan      0.1000      0.0470
##     10      1.0932      nan      0.1000      0.0418
##     20      0.8910      nan      0.1000      0.0181
##     40      0.6803      nan      0.1000      0.0109
##     60      0.5559      nan      0.1000      0.0105
##     80      0.4629      nan      0.1000      0.0056
##    100      0.3958      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.3456      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.3040      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.2857      nan      0.1000      0.0019
##

```

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2319
##	2	1.4637	nan	0.1000	0.1677
##	3	1.3600	nan	0.1000	0.1201
##	4	1.2835	nan	0.1000	0.1101
##	5	1.2144	nan	0.1000	0.0890
##	6	1.1591	nan	0.1000	0.0720
##	7	1.1136	nan	0.1000	0.0755
##	8	1.0670	nan	0.1000	0.0532
##	9	1.0318	nan	0.1000	0.0655
##	10	0.9901	nan	0.1000	0.0507
##	20	0.7537	nan	0.1000	0.0256
##	40	0.5289	nan	0.1000	0.0127
##	60	0.3994	nan	0.1000	0.0083
##	80	0.3180	nan	0.1000	0.0045
##	100	0.2580	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.2177	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.1851	nan	0.1000	0.0011
##	150	0.1724	nan	0.1000	0.0011
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1249
##	2	1.5251	nan	0.1000	0.0856
##	3	1.4679	nan	0.1000	0.0663
##	4	1.4244	nan	0.1000	0.0578
##	5	1.3849	nan	0.1000	0.0471
##	6	1.3549	nan	0.1000	0.0425
##	7	1.3285	nan	0.1000	0.0355
##	8	1.3052	nan	0.1000	0.0388
##	9	1.2814	nan	0.1000	0.0324
##	10	1.2577	nan	0.1000	0.0270
##	20	1.1067	nan	0.1000	0.0179
##	40	0.9333	nan	0.1000	0.0088
##	60	0.8267	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.7476	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.6812	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.6313	nan	0.1000	0.0035
##	140	0.5881	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.5675	nan	0.1000	0.0018
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1833
##	2	1.4895	nan	0.1000	0.1279
##	3	1.4061	nan	0.1000	0.1057
##	4	1.3392	nan	0.1000	0.0814
##	5	1.2877	nan	0.1000	0.0746
##	6	1.2388	nan	0.1000	0.0714
##	7	1.1935	nan	0.1000	0.0632
##	8	1.1545	nan	0.1000	0.0486
##	9	1.1232	nan	0.1000	0.0456
##	10	1.0945	nan	0.1000	0.0402
##	20	0.8968	nan	0.1000	0.0261

```

##      40      0.6814      nan      0.1000      0.0122
##      60      0.5591      nan      0.1000      0.0069
##      80      0.4699      nan      0.1000      0.0043
##     100      0.4025      nan      0.1000      0.0048
##     120      0.3478      nan      0.1000      0.0021
##     140      0.3053      nan      0.1000      0.0022
##     150      0.2860      nan      0.1000      0.0027
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2353
##      2      1.4613      nan      0.1000      0.1610
##      3      1.3593      nan      0.1000      0.1210
##      4      1.2832      nan      0.1000      0.1081
##      5      1.2141      nan      0.1000      0.0907
##      6      1.1568      nan      0.1000      0.0726
##      7      1.1097      nan      0.1000      0.0741
##      8      1.0638      nan      0.1000      0.0615
##      9      1.0254      nan      0.1000      0.0512
##     10      0.9919      nan      0.1000      0.0585
##     20      0.7513      nan      0.1000      0.0261
##     40      0.5288      nan      0.1000      0.0110
##     60      0.4003      nan      0.1000      0.0085
##     80      0.3192      nan      0.1000      0.0046
##    100      0.2618      nan      0.1000      0.0044
##    120      0.2179      nan      0.1000      0.0030
##    140      0.1831      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.1694      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1288
##      2      1.5214      nan      0.1000      0.0896
##      3      1.4615      nan      0.1000      0.0649
##      4      1.4165      nan      0.1000      0.0554
##      5      1.3794      nan      0.1000      0.0527
##      6      1.3459      nan      0.1000      0.0389
##      7      1.3200      nan      0.1000      0.0415
##      8      1.2945      nan      0.1000      0.0330
##      9      1.2731      nan      0.1000      0.0331
##     10      1.2519      nan      0.1000      0.0358
##     20      1.0948      nan      0.1000      0.0181
##     40      0.9232      nan      0.1000      0.0089
##     60      0.8163      nan      0.1000      0.0054
##     80      0.7382      nan      0.1000      0.0062
##    100      0.6727      nan      0.1000      0.0031
##    120      0.6214      nan      0.1000      0.0042
##    140      0.5777      nan      0.1000      0.0023
##    150      0.5585      nan      0.1000      0.0016
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1930
##      2      1.4859      nan      0.1000      0.1272
##      3      1.4018      nan      0.1000      0.1049

```

```

##      4      1.3346      nan      0.1000      0.0861
##      5      1.2805      nan      0.1000      0.0734
##      6      1.2332      nan      0.1000      0.0662
##      7      1.1918      nan      0.1000      0.0634
##      8      1.1516      nan      0.1000      0.0506
##      9      1.1192      nan      0.1000      0.0520
##     10      1.0864      nan      0.1000      0.0419
##     20      0.8826      nan      0.1000      0.0261
##     40      0.6659      nan      0.1000      0.0128
##     60      0.5384      nan      0.1000      0.0069
##     80      0.4559      nan      0.1000      0.0051
##    100      0.3912      nan      0.1000      0.0031
##    120      0.3414      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.2998      nan      0.1000      0.0020
##    150      0.2811      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2301
##      2      1.4602      nan      0.1000      0.1634
##      3      1.3574      nan      0.1000      0.1325
##      4      1.2741      nan      0.1000      0.1112
##      5      1.2046      nan      0.1000      0.0833
##      6      1.1504      nan      0.1000      0.0731
##      7      1.1037      nan      0.1000      0.0686
##      8      1.0597      nan      0.1000      0.0731
##      9      1.0153      nan      0.1000      0.0554
##     10      0.9809      nan      0.1000      0.0477
##     20      0.7443      nan      0.1000      0.0196
##     40      0.5191      nan      0.1000      0.0121
##     60      0.3932      nan      0.1000      0.0065
##     80      0.3125      nan      0.1000      0.0044
##    100      0.2537      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.2125      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.1783      nan      0.1000      0.0024
##    150      0.1648      nan      0.1000      0.0010
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1328
##      2      1.5225      nan      0.1000      0.0859
##      3      1.4638      nan      0.1000      0.0681
##      4      1.4190      nan      0.1000      0.0538
##      5      1.3835      nan      0.1000      0.0465
##      6      1.3533      nan      0.1000      0.0447
##      7      1.3247      nan      0.1000      0.0348
##      8      1.3021      nan      0.1000      0.0385
##      9      1.2783      nan      0.1000      0.0298
##     10      1.2597      nan      0.1000      0.0324
##     20      1.1014      nan      0.1000      0.0154
##     40      0.9347      nan      0.1000      0.0102
##     60      0.8236      nan      0.1000      0.0073
##     80      0.7429      nan      0.1000      0.0048
##    100      0.6808      nan      0.1000      0.0048

```



```

##      120      0.6291      nan      0.1000      0.0035
##      140      0.5840      nan      0.1000      0.0029
##      150      0.5633      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1906
##      2      1.4875      nan      0.1000      0.1296
##      3      1.4029      nan      0.1000      0.1069
##      4      1.3352      nan      0.1000      0.0829
##      5      1.2826      nan      0.1000      0.0797
##      6      1.2333      nan      0.1000      0.0622
##      7      1.1936      nan      0.1000      0.0616
##      8      1.1545      nan      0.1000      0.0491
##      9      1.1236      nan      0.1000      0.0535
##     10      1.0904      nan      0.1000      0.0409
##     20      0.8910      nan      0.1000      0.0212
##     40      0.6770      nan      0.1000      0.0122
##     60      0.5448      nan      0.1000      0.0068
##     80      0.4536      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.3890      nan      0.1000      0.0053
##    120      0.3372      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.2966      nan      0.1000      0.0036
##    150      0.2784      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2387
##      2      1.4580      nan      0.1000      0.1649
##      3      1.3526      nan      0.1000      0.1263
##      4      1.2708      nan      0.1000      0.1031
##      5      1.2064      nan      0.1000      0.0865
##      6      1.1515      nan      0.1000      0.0806
##      7      1.1025      nan      0.1000      0.0627
##      8      1.0627      nan      0.1000      0.0646
##      9      1.0220      nan      0.1000      0.0468
##     10      0.9921      nan      0.1000      0.0621
##     20      0.7507      nan      0.1000      0.0291
##     40      0.5184      nan      0.1000      0.0109
##     60      0.3942      nan      0.1000      0.0059
##     80      0.3110      nan      0.1000      0.0033
##    100      0.2552      nan      0.1000      0.0030
##    120      0.2132      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.1805      nan      0.1000      0.0015
##    150      0.1677      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1286
##      2      1.5226      nan      0.1000      0.0858
##      3      1.4642      nan      0.1000      0.0688
##      4      1.4188      nan      0.1000      0.0528
##      5      1.3832      nan      0.1000      0.0511
##      6      1.3492      nan      0.1000      0.0409
##      7      1.3218      nan      0.1000      0.0402

```

```

##      8      1.2957      nan      0.1000      0.0347
##      9      1.2734      nan      0.1000      0.0313
##     10      1.2535      nan      0.1000      0.0308
##     20      1.0968      nan      0.1000      0.0171
##     40      0.9214      nan      0.1000      0.0095
##     60      0.8156      nan      0.1000      0.0059
##     80      0.7365      nan      0.1000      0.0051
##    100      0.6754      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.6231      nan      0.1000      0.0019
##    140      0.5803      nan      0.1000      0.0028
##    150      0.5607      nan      0.1000      0.0029
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1860
##      2      1.4873      nan      0.1000      0.1305
##      3      1.4045      nan      0.1000      0.1087
##      4      1.3366      nan      0.1000      0.0840
##      5      1.2820      nan      0.1000      0.0732
##      6      1.2353      nan      0.1000      0.0636
##      7      1.1949      nan      0.1000      0.0667
##      8      1.1543      nan      0.1000      0.0531
##      9      1.1210      nan      0.1000      0.0524
##     10      1.0879      nan      0.1000      0.0427
##     20      0.8840      nan      0.1000      0.0196
##     40      0.6755      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.5516      nan      0.1000      0.0085
##     80      0.4606      nan      0.1000      0.0064
##    100      0.3946      nan      0.1000      0.0029
##    120      0.3440      nan      0.1000      0.0041
##    140      0.3025      nan      0.1000      0.0023
##    150      0.2853      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2383
##      2      1.4602      nan      0.1000      0.1607
##      3      1.3580      nan      0.1000      0.1242
##      4      1.2803      nan      0.1000      0.1053
##      5      1.2144      nan      0.1000      0.0916
##      6      1.1569      nan      0.1000      0.0791
##      7      1.1068      nan      0.1000      0.0697
##      8      1.0622      nan      0.1000      0.0661
##      9      1.0207      nan      0.1000      0.0663
##     10      0.9799      nan      0.1000      0.0490
##     20      0.7483      nan      0.1000      0.0287
##     40      0.5243      nan      0.1000      0.0121
##     60      0.3986      nan      0.1000      0.0061
##     80      0.3182      nan      0.1000      0.0057
##    100      0.2592      nan      0.1000      0.0035
##    120      0.2185      nan      0.1000      0.0026
##    140      0.1821      nan      0.1000      0.0022
##    150      0.1698      nan      0.1000      0.0010
##

```

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1314
##	2	1.5228	nan	0.1000	0.0876
##	3	1.4640	nan	0.1000	0.0695
##	4	1.4183	nan	0.1000	0.0562
##	5	1.3817	nan	0.1000	0.0474
##	6	1.3502	nan	0.1000	0.0413
##	7	1.3240	nan	0.1000	0.0418
##	8	1.2979	nan	0.1000	0.0312
##	9	1.2774	nan	0.1000	0.0316
##	10	1.2569	nan	0.1000	0.0303
##	20	1.1021	nan	0.1000	0.0175
##	40	0.9313	nan	0.1000	0.0083
##	60	0.8246	nan	0.1000	0.0067
##	80	0.7465	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.6833	nan	0.1000	0.0045
##	120	0.6310	nan	0.1000	0.0041
##	140	0.5866	nan	0.1000	0.0034
##	150	0.5667	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1891
##	2	1.4889	nan	0.1000	0.1316
##	3	1.4059	nan	0.1000	0.1036
##	4	1.3404	nan	0.1000	0.0864
##	5	1.2851	nan	0.1000	0.0674
##	6	1.2406	nan	0.1000	0.0745
##	7	1.1947	nan	0.1000	0.0587
##	8	1.1578	nan	0.1000	0.0547
##	9	1.1241	nan	0.1000	0.0421
##	10	1.0971	nan	0.1000	0.0458
##	20	0.8926	nan	0.1000	0.0242
##	40	0.6814	nan	0.1000	0.0091
##	60	0.5584	nan	0.1000	0.0072
##	80	0.4670	nan	0.1000	0.0062
##	100	0.3956	nan	0.1000	0.0048
##	120	0.3448	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.3029	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2846	nan	0.1000	0.0026
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2283
##	2	1.4618	nan	0.1000	0.1624
##	3	1.3588	nan	0.1000	0.1269
##	4	1.2789	nan	0.1000	0.0986
##	5	1.2153	nan	0.1000	0.0959
##	6	1.1550	nan	0.1000	0.0739
##	7	1.1093	nan	0.1000	0.0711
##	8	1.0651	nan	0.1000	0.0561
##	9	1.0289	nan	0.1000	0.0516
##	10	0.9952	nan	0.1000	0.0561
##	20	0.7582	nan	0.1000	0.0212

```

##      40      0.5269      nan      0.1000      0.0111
##      60      0.4067      nan      0.1000      0.0074
##      80      0.3237      nan      0.1000      0.0059
##     100      0.2633      nan      0.1000      0.0056
##     120      0.2184      nan      0.1000      0.0020
##     140      0.1851      nan      0.1000      0.0011
##     150      0.1717      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1293
##      2      1.5231      nan      0.1000      0.0907
##      3      1.4638      nan      0.1000      0.0660
##      4      1.4201      nan      0.1000      0.0553
##      5      1.3841      nan      0.1000      0.0514
##      6      1.3508      nan      0.1000      0.0412
##      7      1.3240      nan      0.1000      0.0413
##      8      1.2985      nan      0.1000      0.0380
##      9      1.2750      nan      0.1000      0.0326
##     10      1.2546      nan      0.1000      0.0336
##     20      1.0976      nan      0.1000      0.0175
##     40      0.9256      nan      0.1000      0.0102
##     60      0.8184      nan      0.1000      0.0069
##     80      0.7401      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.6782      nan      0.1000      0.0045
##    120      0.6269      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.5833      nan      0.1000      0.0040
##    150      0.5634      nan      0.1000      0.0025
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1877
##      2      1.4891      nan      0.1000      0.1330
##      3      1.4033      nan      0.1000      0.1052
##      4      1.3354      nan      0.1000      0.0874
##      5      1.2809      nan      0.1000      0.0764
##      6      1.2326      nan      0.1000      0.0622
##      7      1.1929      nan      0.1000      0.0576
##      8      1.1560      nan      0.1000      0.0526
##      9      1.1223      nan      0.1000      0.0519
##     10      1.0898      nan      0.1000      0.0400
##     20      0.8908      nan      0.1000      0.0229
##     40      0.6819      nan      0.1000      0.0108
##     60      0.5556      nan      0.1000      0.0104
##     80      0.4691      nan      0.1000      0.0047
##    100      0.4010      nan      0.1000      0.0046
##    120      0.3453      nan      0.1000      0.0021
##    140      0.3042      nan      0.1000      0.0019
##    150      0.2870      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2296
##      2      1.4649      nan      0.1000      0.1632
##      3      1.3616      nan      0.1000      0.1297

```

```

##      4      1.2807      nan      0.1000      0.1157
##      5      1.2092      nan      0.1000      0.0900
##      6      1.1540      nan      0.1000      0.0729
##      7      1.1066      nan      0.1000      0.0674
##      8      1.0647      nan      0.1000      0.0715
##      9      1.0192      nan      0.1000      0.0536
##     10      0.9855      nan      0.1000      0.0500
##     20      0.7540      nan      0.1000      0.0223
##     40      0.5271      nan      0.1000      0.0116
##     60      0.4032      nan      0.1000      0.0047
##     80      0.3216      nan      0.1000      0.0030
##    100      0.2628      nan      0.1000      0.0046
##    120      0.2195      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.1848      nan      0.1000      0.0019
##    150      0.1714      nan      0.1000      0.0014
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1250
##      2      1.5237      nan      0.1000      0.0860
##      3      1.4654      nan      0.1000      0.0662
##      4      1.4209      nan      0.1000      0.0516
##      5      1.3869      nan      0.1000      0.0522
##      6      1.3532      nan      0.1000      0.0381
##      7      1.3274      nan      0.1000      0.0405
##      8      1.3017      nan      0.1000      0.0359
##      9      1.2790      nan      0.1000      0.0352
##     10      1.2559      nan      0.1000      0.0260
##     20      1.1038      nan      0.1000      0.0178
##     40      0.9348      nan      0.1000      0.0101
##     60      0.8278      nan      0.1000      0.0044
##     80      0.7466      nan      0.1000      0.0044
##    100      0.6832      nan      0.1000      0.0034
##    120      0.6318      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.5893      nan      0.1000      0.0035
##    150      0.5679      nan      0.1000      0.0035
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1899
##      2      1.4864      nan      0.1000      0.1264
##      3      1.4048      nan      0.1000      0.1024
##      4      1.3409      nan      0.1000      0.0828
##      5      1.2881      nan      0.1000      0.0715
##      6      1.2420      nan      0.1000      0.0648
##      7      1.2004      nan      0.1000      0.0614
##      8      1.1619      nan      0.1000      0.0519
##      9      1.1282      nan      0.1000      0.0416
##     10      1.1006      nan      0.1000      0.0424
##     20      0.8959      nan      0.1000      0.0239
##     40      0.6840      nan      0.1000      0.0107
##     60      0.5523      nan      0.1000      0.0071
##     80      0.4646      nan      0.1000      0.0074
##    100      0.3991      nan      0.1000      0.0044

```

```

##      120      0.3413      nan      0.1000      0.0033
##      140      0.2976      nan      0.1000      0.0019
##      150      0.2803      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2325
##      2      1.4621      nan      0.1000      0.1716
##      3      1.3552      nan      0.1000      0.1235
##      4      1.2777      nan      0.1000      0.1047
##      5      1.2129      nan      0.1000      0.0868
##      6      1.1569      nan      0.1000      0.0843
##      7      1.1028      nan      0.1000      0.0685
##      8      1.0598      nan      0.1000      0.0602
##      9      1.0206      nan      0.1000      0.0638
##     10      0.9813      nan      0.1000      0.0473
##     20      0.7514      nan      0.1000      0.0238
##     40      0.5318      nan      0.1000      0.0094
##     60      0.4075      nan      0.1000      0.0084
##     80      0.3191      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.2608      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.2153      nan      0.1000      0.0026
##    140      0.1822      nan      0.1000      0.0015
##    150      0.1684      nan      0.1000      0.0014
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1250
##      2      1.5244      nan      0.1000      0.0850
##      3      1.4680      nan      0.1000      0.0638
##      4      1.4251      nan      0.1000      0.0553
##      5      1.3877      nan      0.1000      0.0411
##      6      1.3597      nan      0.1000      0.0431
##      7      1.3314      nan      0.1000      0.0395
##      8      1.3058      nan      0.1000      0.0372
##      9      1.2829      nan      0.1000      0.0299
##     10      1.2633      nan      0.1000      0.0342
##     20      1.1088      nan      0.1000      0.0159
##     40      0.9355      nan      0.1000      0.0106
##     60      0.8278      nan      0.1000      0.0059
##     80      0.7494      nan      0.1000      0.0061
##    100      0.6847      nan      0.1000      0.0037
##    120      0.6339      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.5886      nan      0.1000      0.0027
##    150      0.5688      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1845
##      2      1.4905      nan      0.1000      0.1263
##      3      1.4097      nan      0.1000      0.1093
##      4      1.3401      nan      0.1000      0.0859
##      5      1.2851      nan      0.1000      0.0652
##      6      1.2429      nan      0.1000      0.0639
##      7      1.2020      nan      0.1000      0.0665

```

```

##      8      1.1608      nan      0.1000      0.0452
##      9      1.1313      nan      0.1000      0.0500
##     10      1.0994      nan      0.1000      0.0409
##     20      0.9003      nan      0.1000      0.0201
##     40      0.6820      nan      0.1000      0.0139
##     60      0.5532      nan      0.1000      0.0101
##     80      0.4650      nan      0.1000      0.0044
##    100      0.3960      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.3414      nan      0.1000      0.0035
##    140      0.2979      nan      0.1000      0.0027
##    150      0.2803      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2272
##      2      1.4620      nan      0.1000      0.1576
##      3      1.3606      nan      0.1000      0.1278
##      4      1.2796      nan      0.1000      0.1068
##      5      1.2127      nan      0.1000      0.0854
##      6      1.1591      nan      0.1000      0.0718
##      7      1.1131      nan      0.1000      0.0731
##      8      1.0680      nan      0.1000      0.0582
##      9      1.0316      nan      0.1000      0.0640
##     10      0.9921      nan      0.1000      0.0609
##     20      0.7597      nan      0.1000      0.0238
##     40      0.5299      nan      0.1000      0.0162
##     60      0.3959      nan      0.1000      0.0065
##     80      0.3130      nan      0.1000      0.0067
##    100      0.2546      nan      0.1000      0.0050
##    120      0.2124      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.1802      nan      0.1000      0.0011
##    150      0.1664      nan      0.1000      0.0014
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1318
##      2      1.5235      nan      0.1000      0.0904
##      3      1.4638      nan      0.1000      0.0671
##      4      1.4194      nan      0.1000      0.0563
##      5      1.3829      nan      0.1000      0.0460
##      6      1.3537      nan      0.1000      0.0442
##      7      1.3255      nan      0.1000      0.0420
##      8      1.2987      nan      0.1000      0.0354
##      9      1.2764      nan      0.1000      0.0326
##     10      1.2547      nan      0.1000      0.0288
##     20      1.1015      nan      0.1000      0.0194
##     40      0.9327      nan      0.1000      0.0097
##     60      0.8243      nan      0.1000      0.0051
##     80      0.7435      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.6817      nan      0.1000      0.0041
##    120      0.6294      nan      0.1000      0.0030
##    140      0.5845      nan      0.1000      0.0020
##    150      0.5654      nan      0.1000      0.0027
##

```

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1897
##	2	1.4869	nan	0.1000	0.1296
##	3	1.4026	nan	0.1000	0.1010
##	4	1.3378	nan	0.1000	0.0873
##	5	1.2827	nan	0.1000	0.0750
##	6	1.2357	nan	0.1000	0.0588
##	7	1.1982	nan	0.1000	0.0572
##	8	1.1620	nan	0.1000	0.0581
##	9	1.1258	nan	0.1000	0.0452
##	10	1.0977	nan	0.1000	0.0483
##	20	0.8958	nan	0.1000	0.0201
##	40	0.6816	nan	0.1000	0.0111
##	60	0.5549	nan	0.1000	0.0078
##	80	0.4640	nan	0.1000	0.0043
##	100	0.3971	nan	0.1000	0.0041
##	120	0.3442	nan	0.1000	0.0046
##	140	0.2977	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2799	nan	0.1000	0.0013
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2275
##	2	1.4637	nan	0.1000	0.1656
##	3	1.3593	nan	0.1000	0.1219
##	4	1.2816	nan	0.1000	0.1020
##	5	1.2164	nan	0.1000	0.0817
##	6	1.1636	nan	0.1000	0.0856
##	7	1.1108	nan	0.1000	0.0731
##	8	1.0659	nan	0.1000	0.0609
##	9	1.0285	nan	0.1000	0.0561
##	10	0.9939	nan	0.1000	0.0600
##	20	0.7593	nan	0.1000	0.0254
##	40	0.5249	nan	0.1000	0.0126
##	60	0.4020	nan	0.1000	0.0082
##	80	0.3209	nan	0.1000	0.0039
##	100	0.2580	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.2147	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.1824	nan	0.1000	0.0016
##	150	0.1685	nan	0.1000	0.0013
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1271
##	2	1.5237	nan	0.1000	0.0886
##	3	1.4645	nan	0.1000	0.0675
##	4	1.4201	nan	0.1000	0.0541
##	5	1.3849	nan	0.1000	0.0519
##	6	1.3520	nan	0.1000	0.0460
##	7	1.3224	nan	0.1000	0.0343
##	8	1.2995	nan	0.1000	0.0365
##	9	1.2760	nan	0.1000	0.0328
##	10	1.2539	nan	0.1000	0.0300
##	20	1.0994	nan	0.1000	0.0174


```

##      40      0.9311      nan      0.1000      0.0099
##      60      0.8246      nan      0.1000      0.0074
##      80      0.7450      nan      0.1000      0.0050
##     100      0.6835      nan      0.1000      0.0029
##     120      0.6312      nan      0.1000      0.0036
##     140      0.5874      nan      0.1000      0.0030
##     150      0.5672      nan      0.1000      0.0021
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1858
##      2      1.4864      nan      0.1000      0.1320
##      3      1.4024      nan      0.1000      0.0987
##      4      1.3391      nan      0.1000      0.0902
##      5      1.2822      nan      0.1000      0.0682
##      6      1.2371      nan      0.1000      0.0694
##      7      1.1934      nan      0.1000      0.0628
##      8      1.1529      nan      0.1000      0.0480
##      9      1.1225      nan      0.1000      0.0447
##     10      1.0947      nan      0.1000      0.0447
##     20      0.8955      nan      0.1000      0.0276
##     40      0.6812      nan      0.1000      0.0145
##     60      0.5490      nan      0.1000      0.0061
##     80      0.4601      nan      0.1000      0.0064
##    100      0.3953      nan      0.1000      0.0041
##    120      0.3414      nan      0.1000      0.0015
##    140      0.3018      nan      0.1000      0.0027
##    150      0.2836      nan      0.1000      0.0019
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2341
##      2      1.4569      nan      0.1000      0.1631
##      3      1.3539      nan      0.1000      0.1329
##      4      1.2707      nan      0.1000      0.1040
##      5      1.2045      nan      0.1000      0.0917
##      6      1.1474      nan      0.1000      0.0740
##      7      1.1010      nan      0.1000      0.0653
##      8      1.0595      nan      0.1000      0.0631
##      9      1.0196      nan      0.1000      0.0550
##     10      0.9842      nan      0.1000      0.0562
##     20      0.7535      nan      0.1000      0.0215
##     40      0.5257      nan      0.1000      0.0092
##     60      0.4012      nan      0.1000      0.0065
##     80      0.3195      nan      0.1000      0.0044
##    100      0.2597      nan      0.1000      0.0039
##    120      0.2172      nan      0.1000      0.0021
##    140      0.1854      nan      0.1000      0.0020
##    150      0.1718      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1273
##      2      1.5233      nan      0.1000      0.0890
##      3      1.4649      nan      0.1000      0.0669

```

```

##      4      1.4208      nan      0.1000      0.0525
##      5      1.3849      nan      0.1000      0.0531
##      6      1.3512      nan      0.1000      0.0432
##      7      1.3227      nan      0.1000      0.0378
##      8      1.2995      nan      0.1000      0.0323
##      9      1.2787      nan      0.1000      0.0364
##     10      1.2558      nan      0.1000      0.0308
##     20      1.1024      nan      0.1000      0.0180
##     40      0.9315      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.8239      nan      0.1000      0.0063
##     80      0.7421      nan      0.1000      0.0042
##    100      0.6784      nan      0.1000      0.0034
##    120      0.6274      nan      0.1000      0.0045
##    140      0.5825      nan      0.1000      0.0025
##    150      0.5638      nan      0.1000      0.0027
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1871
##      2      1.4887      nan      0.1000      0.1312
##      3      1.4040      nan      0.1000      0.1013
##      4      1.3388      nan      0.1000      0.0826
##      5      1.2854      nan      0.1000      0.0806
##      6      1.2338      nan      0.1000      0.0645
##      7      1.1934      nan      0.1000      0.0592
##      8      1.1553      nan      0.1000      0.0482
##      9      1.1239      nan      0.1000      0.0450
##     10      1.0954      nan      0.1000      0.0428
##     20      0.8908      nan      0.1000      0.0191
##     40      0.6751      nan      0.1000      0.0114
##     60      0.5448      nan      0.1000      0.0095
##     80      0.4561      nan      0.1000      0.0042
##    100      0.3918      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.3404      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.2987      nan      0.1000      0.0029
##    150      0.2794      nan      0.1000      0.0029
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2313
##      2      1.4620      nan      0.1000      0.1643
##      3      1.3598      nan      0.1000      0.1230
##      4      1.2817      nan      0.1000      0.1068
##      5      1.2137      nan      0.1000      0.0916
##      6      1.1559      nan      0.1000      0.0723
##      7      1.1106      nan      0.1000      0.0777
##      8      1.0622      nan      0.1000      0.0546
##      9      1.0273      nan      0.1000      0.0527
##     10      0.9934      nan      0.1000      0.0589
##     20      0.7538      nan      0.1000      0.0197
##     40      0.5282      nan      0.1000      0.0100
##     60      0.4019      nan      0.1000      0.0060
##     80      0.3180      nan      0.1000      0.0044
##    100      0.2597      nan      0.1000      0.0036

```

```

##      120      0.2166      nan      0.1000      0.0023
##      140      0.1824      nan      0.1000      0.0013
##      150      0.1695      nan      0.1000      0.0011
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1261
##      2      1.5241      nan      0.1000      0.0881
##      3      1.4664      nan      0.1000      0.0687
##      4      1.4216      nan      0.1000      0.0544
##      5      1.3858      nan      0.1000      0.0507
##      6      1.3535      nan      0.1000      0.0443
##      7      1.3249      nan      0.1000      0.0346
##      8      1.3018      nan      0.1000      0.0334
##      9      1.2802      nan      0.1000      0.0359
##     10      1.2570      nan      0.1000      0.0335
##     20      1.1001      nan      0.1000      0.0196
##     40      0.9304      nan      0.1000      0.0091
##     60      0.8245      nan      0.1000      0.0058
##     80      0.7430      nan      0.1000      0.0056
##    100      0.6771      nan      0.1000      0.0036
##    120      0.6274      nan      0.1000      0.0040
##    140      0.5819      nan      0.1000      0.0026
##    150      0.5614      nan      0.1000      0.0028
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1835
##      2      1.4886      nan      0.1000      0.1286
##      3      1.4054      nan      0.1000      0.1061
##      4      1.3383      nan      0.1000      0.0824
##      5      1.2849      nan      0.1000      0.0783
##      6      1.2362      nan      0.1000      0.0718
##      7      1.1917      nan      0.1000      0.0610
##      8      1.1534      nan      0.1000      0.0560
##      9      1.1189      nan      0.1000      0.0481
##     10      1.0889      nan      0.1000      0.0457
##     20      0.8918      nan      0.1000      0.0278
##     40      0.6747      nan      0.1000      0.0150
##     60      0.5416      nan      0.1000      0.0058
##     80      0.4546      nan      0.1000      0.0062
##    100      0.3876      nan      0.1000      0.0036
##    120      0.3373      nan      0.1000      0.0022
##    140      0.2971      nan      0.1000      0.0036
##    150      0.2758      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2302
##      2      1.4630      nan      0.1000      0.1611
##      3      1.3613      nan      0.1000      0.1282
##      4      1.2808      nan      0.1000      0.1098
##      5      1.2126      nan      0.1000      0.0924
##      6      1.1552      nan      0.1000      0.0817
##      7      1.1042      nan      0.1000      0.0771

```

```

##      8      1.0565      nan      0.1000      0.0585
##      9      1.0204      nan      0.1000      0.0496
##     10      0.9887      nan      0.1000      0.0532
##     20      0.7545      nan      0.1000      0.0236
##     40      0.5172      nan      0.1000      0.0099
##     60      0.3926      nan      0.1000      0.0069
##     80      0.3125      nan      0.1000      0.0039
##    100      0.2571      nan      0.1000      0.0031
##    120      0.2117      nan      0.1000      0.0021
##    140      0.1804      nan      0.1000      0.0024
##    150      0.1651      nan      0.1000      0.0012
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1276
##      2      1.5224      nan      0.1000      0.0889
##      3      1.4628      nan      0.1000      0.0665
##      4      1.4181      nan      0.1000      0.0545
##      5      1.3823      nan      0.1000      0.0491
##      6      1.3495      nan      0.1000      0.0462
##      7      1.3198      nan      0.1000      0.0364
##      8      1.2965      nan      0.1000      0.0337
##      9      1.2752      nan      0.1000      0.0377
##     10      1.2506      nan      0.1000      0.0317
##     20      1.0952      nan      0.1000      0.0150
##     40      0.9261      nan      0.1000      0.0088
##     60      0.8196      nan      0.1000      0.0063
##     80      0.7416      nan      0.1000      0.0046
##    100      0.6796      nan      0.1000      0.0043
##    120      0.6293      nan      0.1000      0.0035
##    140      0.5853      nan      0.1000      0.0035
##    150      0.5650      nan      0.1000      0.0031
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1900
##      2      1.4863      nan      0.1000      0.1310
##      3      1.4022      nan      0.1000      0.1100
##      4      1.3339      nan      0.1000      0.0852
##      5      1.2805      nan      0.1000      0.0720
##      6      1.2349      nan      0.1000      0.0705
##      7      1.1914      nan      0.1000      0.0514
##      8      1.1576      nan      0.1000      0.0584
##      9      1.1212      nan      0.1000      0.0483
##     10      1.0919      nan      0.1000      0.0461
##     20      0.8875      nan      0.1000      0.0217
##     40      0.6737      nan      0.1000      0.0105
##     60      0.5477      nan      0.1000      0.0075
##     80      0.4620      nan      0.1000      0.0071
##    100      0.3922      nan      0.1000      0.0032
##    120      0.3423      nan      0.1000      0.0039
##    140      0.2988      nan      0.1000      0.0023
##    150      0.2808      nan      0.1000      0.0026
##

```

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2295
##	2	1.4601	nan	0.1000	0.1622
##	3	1.3587	nan	0.1000	0.1332
##	4	1.2767	nan	0.1000	0.1081
##	5	1.2095	nan	0.1000	0.0940
##	6	1.1505	nan	0.1000	0.0777
##	7	1.1005	nan	0.1000	0.0636
##	8	1.0600	nan	0.1000	0.0632
##	9	1.0197	nan	0.1000	0.0509
##	10	0.9876	nan	0.1000	0.0545
##	20	0.7517	nan	0.1000	0.0270
##	40	0.5275	nan	0.1000	0.0143
##	60	0.4002	nan	0.1000	0.0071
##	80	0.3172	nan	0.1000	0.0057
##	100	0.2592	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.2160	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.1830	nan	0.1000	0.0013
##	150	0.1697	nan	0.1000	0.0010
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1329
##	2	1.5195	nan	0.1000	0.0910
##	3	1.4596	nan	0.1000	0.0670
##	4	1.4142	nan	0.1000	0.0559
##	5	1.3771	nan	0.1000	0.0522
##	6	1.3435	nan	0.1000	0.0393
##	7	1.3179	nan	0.1000	0.0394
##	8	1.2925	nan	0.1000	0.0372
##	9	1.2689	nan	0.1000	0.0344
##	10	1.2475	nan	0.1000	0.0288
##	20	1.0943	nan	0.1000	0.0154
##	40	0.9251	nan	0.1000	0.0092
##	60	0.8174	nan	0.1000	0.0048
##	80	0.7383	nan	0.1000	0.0068
##	100	0.6744	nan	0.1000	0.0042
##	120	0.6209	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.5771	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.5567	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1929
##	2	1.4846	nan	0.1000	0.1350
##	3	1.3982	nan	0.1000	0.1039
##	4	1.3322	nan	0.1000	0.0864
##	5	1.2765	nan	0.1000	0.0700
##	6	1.2304	nan	0.1000	0.0588
##	7	1.1929	nan	0.1000	0.0576
##	8	1.1556	nan	0.1000	0.0575
##	9	1.1188	nan	0.1000	0.0508
##	10	1.0877	nan	0.1000	0.0411
##	20	0.8888	nan	0.1000	0.0211

```

##      40      0.6751      nan      0.1000      0.0118
##      60      0.5413      nan      0.1000      0.0064
##      80      0.4534      nan      0.1000      0.0052
##     100      0.3868      nan      0.1000      0.0022
##     120      0.3333      nan      0.1000      0.0024
##     140      0.2947      nan      0.1000      0.0030
##     150      0.2772      nan      0.1000      0.0019
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2381
##      2      1.4578      nan      0.1000      0.1623
##      3      1.3535      nan      0.1000      0.1269
##      4      1.2738      nan      0.1000      0.1099
##      5      1.2051      nan      0.1000      0.0899
##      6      1.1487      nan      0.1000      0.0794
##      7      1.0981      nan      0.1000      0.0665
##      8      1.0555      nan      0.1000      0.0552
##      9      1.0197      nan      0.1000      0.0694
##     10      0.9763      nan      0.1000      0.0482
##     20      0.7455      nan      0.1000      0.0268
##     40      0.5218      nan      0.1000      0.0118
##     60      0.3936      nan      0.1000      0.0045
##     80      0.3122      nan      0.1000      0.0047
##    100      0.2549      nan      0.1000      0.0038
##    120      0.2138      nan      0.1000      0.0015
##    140      0.1821      nan      0.1000      0.0022
##    150      0.1680      nan      0.1000      0.0010
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1356
##      2      1.5223      nan      0.1000      0.0887
##      3      1.4619      nan      0.1000      0.0679
##      4      1.4168      nan      0.1000      0.0589
##      5      1.3800      nan      0.1000      0.0506
##      6      1.3469      nan      0.1000      0.0433
##      7      1.3189      nan      0.1000      0.0374
##      8      1.2949      nan      0.1000      0.0346
##      9      1.2730      nan      0.1000      0.0297
##     10      1.2544      nan      0.1000      0.0342
##     20      1.0987      nan      0.1000      0.0168
##     40      0.9249      nan      0.1000      0.0096
##     60      0.8150      nan      0.1000      0.0062
##     80      0.7362      nan      0.1000      0.0045
##    100      0.6733      nan      0.1000      0.0058
##    120      0.6215      nan      0.1000      0.0032
##    140      0.5774      nan      0.1000      0.0023
##    150      0.5575      nan      0.1000      0.0025
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1964
##      2      1.4861      nan      0.1000      0.1319
##      3      1.4025      nan      0.1000      0.1036

```

```

##      4      1.3357      nan      0.1000      0.0835
##      5      1.2818      nan      0.1000      0.0710
##      6      1.2369      nan      0.1000      0.0745
##      7      1.1908      nan      0.1000      0.0611
##      8      1.1525      nan      0.1000      0.0549
##      9      1.1176      nan      0.1000      0.0460
##     10      1.0887      nan      0.1000      0.0445
##     20      0.8845      nan      0.1000      0.0236
##     40      0.6742      nan      0.1000      0.0168
##     60      0.5438      nan      0.1000      0.0056
##     80      0.4564      nan      0.1000      0.0053
##    100      0.3911      nan      0.1000      0.0059
##    120      0.3364      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.2930      nan      0.1000      0.0034
##    150      0.2765      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2416
##      2      1.4570      nan      0.1000      0.1639
##      3      1.3532      nan      0.1000      0.1276
##      4      1.2735      nan      0.1000      0.1089
##      5      1.2052      nan      0.1000      0.0926
##      6      1.1477      nan      0.1000      0.0796
##      7      1.0979      nan      0.1000      0.0709
##      8      1.0531      nan      0.1000      0.0558
##      9      1.0178      nan      0.1000      0.0695
##     10      0.9745      nan      0.1000      0.0419
##     20      0.7531      nan      0.1000      0.0298
##     40      0.5189      nan      0.1000      0.0141
##     60      0.4002      nan      0.1000      0.0076
##     80      0.3172      nan      0.1000      0.0064
##    100      0.2581      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.2138      nan      0.1000      0.0025
##    140      0.1796      nan      0.1000      0.0025
##    150      0.1661      nan      0.1000      0.0016
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1331
##      2      1.5202      nan      0.1000      0.0900
##      3      1.4598      nan      0.1000      0.0692
##      4      1.4148      nan      0.1000      0.0553
##      5      1.3781      nan      0.1000      0.0455
##      6      1.3479      nan      0.1000      0.0445
##      7      1.3185      nan      0.1000      0.0395
##      8      1.2935      nan      0.1000      0.0322
##      9      1.2727      nan      0.1000      0.0337
##     10      1.2516      nan      0.1000      0.0317
##     20      1.0929      nan      0.1000      0.0171
##     40      0.9187      nan      0.1000      0.0085
##     60      0.8105      nan      0.1000      0.0055
##     80      0.7308      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.6668      nan      0.1000      0.0032

```

```

##      120      0.6159      nan      0.1000      0.0034
##      140      0.5724      nan      0.1000      0.0029
##      150      0.5520      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1927
##      2      1.4853      nan      0.1000      0.1284
##      3      1.4008      nan      0.1000      0.1046
##      4      1.3337      nan      0.1000      0.0790
##      5      1.2828      nan      0.1000      0.0770
##      6      1.2345      nan      0.1000      0.0623
##      7      1.1947      nan      0.1000      0.0545
##      8      1.1603      nan      0.1000      0.0570
##      9      1.1242      nan      0.1000      0.0483
##     10      1.0934      nan      0.1000      0.0490
##     20      0.8817      nan      0.1000      0.0213
##     40      0.6707      nan      0.1000      0.0117
##     60      0.5405      nan      0.1000      0.0075
##     80      0.4489      nan      0.1000      0.0039
##    100      0.3788      nan      0.1000      0.0044
##    120      0.3272      nan      0.1000      0.0029
##    140      0.2889      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.2712      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2392
##      2      1.4591      nan      0.1000      0.1663
##      3      1.3540      nan      0.1000      0.1263
##      4      1.2753      nan      0.1000      0.1021
##      5      1.2105      nan      0.1000      0.0918
##      6      1.1524      nan      0.1000      0.0761
##      7      1.1045      nan      0.1000      0.0731
##      8      1.0582      nan      0.1000      0.0552
##      9      1.0221      nan      0.1000      0.0660
##     10      0.9822      nan      0.1000      0.0561
##     20      0.7435      nan      0.1000      0.0238
##     40      0.5154      nan      0.1000      0.0127
##     60      0.3893      nan      0.1000      0.0086
##     80      0.3080      nan      0.1000      0.0051
##    100      0.2525      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.2078      nan      0.1000      0.0021
##    140      0.1767      nan      0.1000      0.0017
##    150      0.1635      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2259
##      2      1.4648      nan      0.1000      0.1630
##      3      1.3611      nan      0.1000      0.1268
##      4      1.2813      nan      0.1000      0.1047
##      5      1.2153      nan      0.1000      0.0933
##      6      1.1566      nan      0.1000      0.0805
##      7      1.1065      nan      0.1000      0.0645

```



```
##      8      1.0656      nan      0.1000      0.0590
##      9      1.0294      nan      0.1000      0.0601
##     10      0.9915      nan      0.1000      0.0546
##     20      0.7597      nan      0.1000      0.0237
##     40      0.5306      nan      0.1000      0.0149
##     60      0.4077      nan      0.1000      0.0071
##     80      0.3252      nan      0.1000      0.0040
##    100      0.2703      nan      0.1000      0.0034
##    120      0.2261      nan      0.1000      0.0024
##    140      0.1929      nan      0.1000      0.0014
##    150      0.1798      nan      0.1000      0.0013
```

```
model_lda<-train(Training$classe~., data=Training.clean, method="lda")
```

3 Model Selection

We are then going to apply the models on the testing set. First we need to clean the Testing set such as we did for the Training set:

```
Testing.clean<-Testing[,Variables] #Select only the predictors defined above.
Testing.clean<-integerNumeric(Testing.clean)
Testing.clean<-factorsNumeric(Testing.clean)
```

Now we can apply our models to the Testing Set and calculate for each one the prediction accuracy.

```
pred_rf<-predict(model_rf,Testing.clean)
pred_gbm<-predict(model_gbm,Testing.clean)
pred_lda<-predict(model_lda,Testing.clean)

accuracy_rf = sum(pred_rf == Testing$classe) / length(pred_rf)
accuracy_gbm = sum(pred_gbm == Testing$classe) / length(pred_gbm)
accuracy_lda = sum(pred_lda == Testing$classe) / length(pred_lda)

results<-data.frame("lda"=accuracy_lda,"gbm"=accuracy_gbm,"rf"=accuracy_rf)
results
```

```
##      lda      gbm      rf
## 1 0.6980016 0.9606444 0.9924551
```

Clearly **Random Forest** is our best model with an accuracy around **99%**. We are going to use this model as our define machine learning model.