

# Project Assignment on Practical Machine Learning

Nayan Pandya

December 1, 2019

## Project: Practical machine learning

### Background

Using devices such as Jawbone Up, Nike FuelBand, and Fitbit it is now possible to collect a large amount of data about personal activity relatively inexpensively. These type of devices are part of the quantified self movement - a group of enthusiasts who take measurements about themselves regularly to improve their health, to find patterns in their behavior, or because they are tech geeks. One thing that people regularly do is quantify how much of a particular activity they do, but they rarely quantify how well they do it. In this project, your goal will be to use data from accelerometers on the belt, forearm, arm, and dumbbell of 6 participants. They were asked to perform barbell lifts correctly and incorrectly in 5 different ways. More information is available from the website here:

<http://web.archive.org/web/20161224072740/http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har>

(<http://web.archive.org/web/20161224072740/http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har>) (see the section on the Weight Lifting Exercise Dataset)

### Data

The training data for this project are available here:

<https://d396qusza40orc.cloudfront.net/predmachlearn/pml-training.csv>

(<https://d396qusza40orc.cloudfront.net/predmachlearn/pml-training.csv>)

The test data are available here:

<https://d396qusza40orc.cloudfront.net/predmachlearn/pml-testing.csv>

(<https://d396qusza40orc.cloudfront.net/predmachlearn/pml-testing.csv>)

The data for this project come from this source:

<http://web.archive.org/web/20161224072740/http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har>

(<http://web.archive.org/web/20161224072740/http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har>). If you use the document you create for this class for any purpose please cite them as they have been very generous in allowing their data to be used for this kind of assignment.

the content summary of weight lifting dataset: reference from [http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har#weight\\_lifting\\_exercises](http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har#weight_lifting_exercises) ([http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har#weight\\_lifting\\_exercises](http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har#weight_lifting_exercises))

Six young health participants were asked to perform one set of 10 repetitions of the Unilateral Dumbbell Biceps Curl in five different fashions: exactly according to the specification (Class A), throwing the elbows to the front (Class B), lifting the dumbbell only halfway (Class C), lowering the dumbbell only halfway (Class D) and throwing the hips to the front (Class E).

Class A corresponds to the specified execution of the exercise, while the other 4 classes correspond to common mistakes. Participants were supervised by an experienced weight lifter to make sure the execution complied to the manner they were supposed to simulate. The exercises were performed by six male participants aged between 20-28 years, with little weight lifting experience. We made sure that all participants could easily simulate the mistakes in a safe and controlled manner by using a relatively light dumbbell (1.25kg)."

## Acknowledgement

Data is from: Velloso, E.; Bulling, A.; Gellersen, H.; Ugulino, W.; Fuks, H. Qualitative Activity Recognition of Weight Lifting Exercises. Proceedings of 4th International Conference in Cooperation with SIGCHI (Augmented Human '13) . Stuttgart, Germany: ACM SIGCHI, 2013.

## step by step procedure to built prediction

1. loading data from testing and training data set
2. remove unwanted column where we have less than 60% records.
3. check multi-collinearity
4. use VIF function to remove colinear variable
5. check accuracy of three types of model and use best method to predict testing data set. ## Read library to use packages for programme

```
library(rpart)
library(caret)
```

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

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

```
library(ROSE)
```

```
## Loaded ROSE 0.0-3
```

```
library(Hmisc)
```

```
## Loading required package: survival
```

```
##  
## Attaching package: 'survival'
```

```
## The following object is masked from 'package:caret':  
##  
##      cluster
```

```
## The following object is masked from 'package:rpart':  
##  
##      solder
```

```
## Loading required package: Formula
```

```
##  
## Attaching package: 'Hmisc'
```

```
## The following objects are masked from 'package:base':  
##  
##      format.pval, units
```

```
library(gridExtra)  
library(GGally)  
library(dummies)
```

```
## dummies-1.5.6 provided by Decision Patterns
```

```
library(car)
```

```
## Loading required package: carData
```

```
library(rpart.plot)  
library(rattle)
```

```
## Rattle: A free graphical interface for data science with R.  
## Version 5.2.0 Copyright (c) 2006-2018 Togaware Pty Ltd.  
## Type 'rattle()' to shake, rattle, and roll your data.
```

```
library(randomForest)
```

```
## randomForest 4.6-14
```

```
## Type rfNews() to see new features/changes/bug fixes.
```

```
##
## Attaching package: 'randomForest'
```

```
## The following object is masked from 'package:rattle':
##
##     importance
```

```
## The following object is masked from 'package:gridExtra':
##
##     combine
```

```
## The following object is masked from 'package:ggplot2':
##
##     margin
```

```
library(knitr)

set.seed(3546)
```

## Read file from location

```
# setting working directory where traing and testing dataset stored
setwd("C:/D drive/Digital strategy/field data/coursera/practical machinelearnin
g/projectwork")
rm(list=ls())
# it is showing number of file exist in above listed folder path
dir()
```

```
## [1] "New folder"          "pml-testing.csv"      "pml-training.csv"
## [4] "projectassignment.R" "rmarkdownproject.Rmd"
```

```
# Following command is reading .csv file from folder given above
testing <- read.csv("pml-testing.csv")
training <- read.csv("pml-training.csv")
```

## remove with NA columns more than 60%

```
# it is very important to clean data by replacing NA or removing particular column. Here, we have more than 60% NA in many of column. So we will be removing this column by writing following command.
```

```
training <- training[,-which(colSums(is.na(training))>(0.6*length(training$classe)))]
```

## Partition of data into training and test set

```
# We need to split training data into train and test data set. We are splitting data such that 80% records will be going into training data set while 20% data will be going into test dataset.
```

```
intrain <- createDataPartition(y=training$classe,p=0.8,list = FALSE)
train_data<- training[intrain,]
test_data <- training[-intrain,]
```

## Remove near zero variable from train and test data

```
# We are reducing data by removing those columns which has zero variance column. zero variance factor doesn't impact on output at all. We have splitted data previously, so we will apply treatment for both train and test dataset.
```

```
nsv <- nearZeroVar(train_data,saveMetrics = TRUE)
train_data <- train_data[,-c(which(nsv$nzv== TRUE))]
rm(nsv)
nsv <- nearZeroVar(test_data,saveMetrics = TRUE)
test_data <- test_data[,-c(which(nsv$nzv== TRUE))]
```

# Convert all independent variable into numeric

```
# Next step, we will be checking multicollinearity so we are converting integer
and factor to numeric vector to run regression model. Following code is convert
ing complete dataset except predictor variable into numeric.

train_num <- data.frame(lapply(train_data[, -59], function(x) as.numeric((x))))
train_data <- data.frame(train_num, train_data$classe)
test_num <- data.frame(lapply(test_data[, -59], function(x) as.numeric((x))))
test_data <- data.frame(test_num, test_data$classe)
```

## remove identification variable

```
# There are some identification variable which will create trouble while runni
ng prediction algorithm, so we are removing those from test and train data se
t.
train_data <- train_data[, -c(1:5)]
test_data <- test_data[, -c(1:5)]
```

## check multicollinearity

```
# Our response variable is categorical variable so we should choose any indepen
dent variable as response variable and check multicollinearity

# Check VIF factor and remove variable which has VIF more than 5 but need to ch
eck iteratively. Based on multiple iterative run, it was found out that followin
g variables are having multicollinearity so we are removing the same.
train_vif <- train_data[, -c(3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 20, 22, 23, 26, 27, 34, 35, 36, 37, 38, 47, 4
8, 49)]

# Train_vif is our final train data set which will be used for building predict
ive model. it has 34 column and 15699 row

str(train_vif)
```

```
## 'data.frame':    15699 obs. of  34 variables:
##  $ num_window      : num  11 11 11 12 12 12 12 12 12 ...
##  $ roll_belt       : num  1.41 1.41 1.42 1.48 1.48 1.45 1.42 1.42 1.43
1.45 ...
##  $ gyros_belt_x     : num  0 0.02 0 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.0
3 ...
##  $ gyros_belt_y     : num  0 0 0 0 0.02 0 0 0 0 0 ...
##  $ gyros_belt_z     : num  -0.02 -0.02 -0.02 -0.03 -0.02 -0.02 -0.02 -0.0
2 -0.02 0 ...
##  $ magnet_belt_y    : num  599 608 600 604 600 603 599 603 602 609 ...
##  $ magnet_belt_z    : num  -313 -311 -305 -310 -302 -312 -311 -313 -312
-308 ...
##  $ roll_arm         : num  -128 -128 -128 -128 -128 -128 -128 -128 -128
-128 ...
##  $ pitch_arm        : num  22.5 22.5 22.5 22.1 22.1 22 21.9 21.8 21.7 21.
6 ...
##  $ yaw_arm          : num  -161 -161 -161 -161 -161 -161 -161 -161 -161
-161 ...
##  $ total_accel_arm  : num  34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 ...
##  $ gyros_arm_x      : num  0 0.02 0.02 0.02 0 0.02 0 0.02 0.02 0.02 ...
##  $ gyros_arm_z      : num  -0.02 -0.02 -0.02 0.02 0 0 0 0 -0.02 -0.02 ...
##  $ accel_arm_z      : num  -123 -125 -126 -123 -123 -122 -125 -124 -122
-124 ...
##  $ magnet_arm_x     : num  -368 -369 -368 -372 -374 -369 -373 -372 -369
-376 ...
##  $ roll_dumbbell    : num  13.1 13.1 12.9 13.4 13.4 ...
##  $ pitch_dumbbell   : num  -70.5 -70.6 -70.3 -70.4 -70.4 ...
##  $ yaw_dumbbell     : num  -84.9 -84.7 -85.1 -84.9 -84.9 ...
##  $ total_accel_dumbbell: num  37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 ...
##  $ gyros_dumbbell_x : num  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
##  $ gyros_dumbbell_y : num  -0.02 -0.02 -0.02 -0.02 -0.02 -0.02 -0.02 -0.0
2 -0.02 -0.02 ...
##  $ magnet_dumbbell_y : num  293 296 298 303 292 294 295 300 292 291 ...
##  $ magnet_dumbbell_z : num  -65 -64 -63 -60 -68 -66 -70 -74 -65 -69 ...
##  $ roll_forearm     : num  28.4 28.3 28.3 28.1 28 27.9 27.9 27.8 27.7 27.
7 ...
##  $ pitch_forearm    : num  -63.9 -63.9 -63.9 -63.9 -63.9 -63.9 -63.9 -63.
8 -63.8 -63.8 ...
##  $ yaw_forearm      : num  -153 -153 -152 -152 -152 -152 -152 -152 -152
-152 ...
##  $ total_accel_forearm : num  36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 ...
##  $ gyros_forearm_x  : num  0.03 0.02 0.03 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02
0.03 ...
##  $ gyros_forearm_y  : num  0 0 -0.02 -0.02 0 -0.02 0 -0.02 0 0 ...
##  $ accel_forearm_z  : num  -215 -216 -213 -214 -214 -215 -215 -213 -214
-215 ...
##  $ magnet_forearm_x : num  -17 -18 -18 -16 -17 -9 -18 -9 -16 -22 ...
##  $ magnet_forearm_y : num  654 661 658 658 655 660 659 660 653 656 ...
```

```
## $ magnet_forearm_z      : num  476 473 469 469 473 478 470 474 476 473 ...
## $ train_data.classe     : Factor w/ 5 levels "A","B","C","D",...: 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 ...
```

```
dim(train_vif)
```

```
## [1] 15699    34
```

```
## same treatment was applied for test_vif so that nuber of column and column n
ame are unique with train_vif data set.
test_vif <- test_data[,-c(3,4,5,9,10,11,12,20,22,23,26,27,34,35,36,37,38,47,48,
49)]
# test_vif is our final test dataset for calculating out of sample error
dim(test_vif)
```

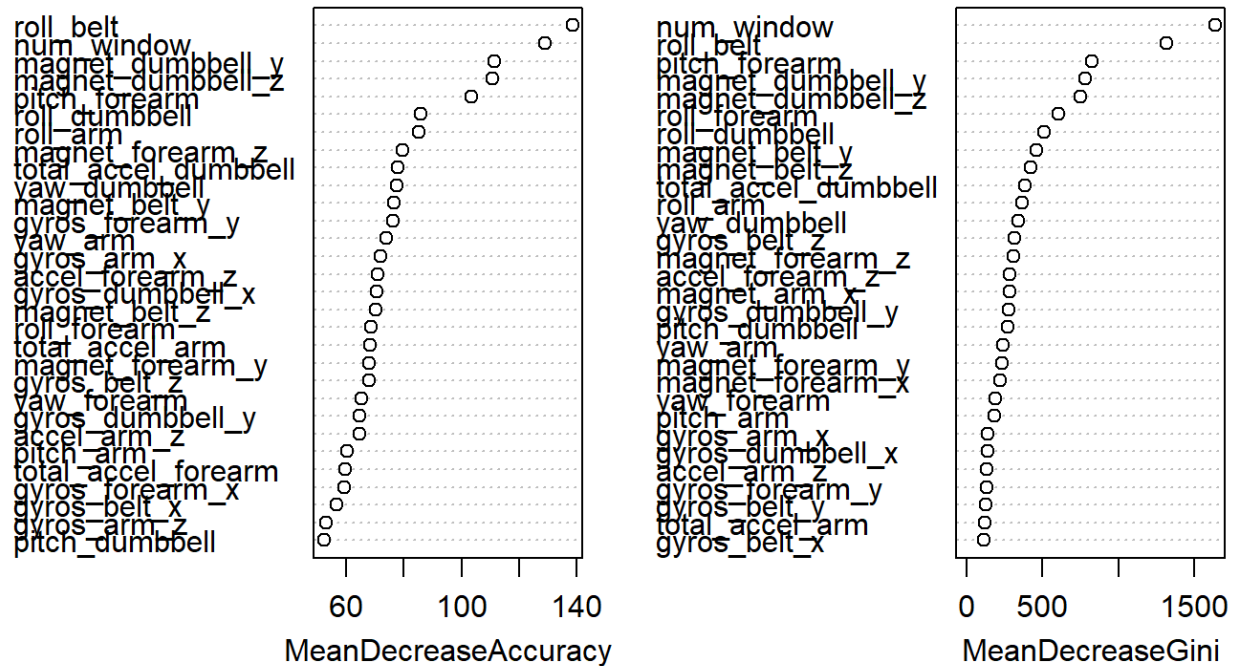
```
## [1] 3923    34
```

## Prediction with using Random Forest

```
# There are two option to run random forest. 1. use Train fuciton under CARET a
nd 2. call random forest library. we have used called randomforest function to
train our model.
library(randomForest)
set.seed(32343)
modelfit_rf <- randomForest(train_data.classe~.,data = train_vif,mtry=6,ntree=2
001,importance=TRUE)
# varImpPlot will be plotting significance of different factors.
varImpPlot(modelfit_rf)
```



## modelfit\_rf



```
# we have used confusion matrix under CARET package to check out of sample error.
# out of sample accuracy is 0.9973 with using randomforest.
confusionMatrix(predict(modelfit_rf,test_vif),test_vif$test_data.classe)
```

```
## Confusion Matrix and Statistics
##
##           Reference
## Prediction   A     B     C     D     E
##           A 1115     1     0     0     0
##           B   1  758     1     0     0
##           C   0    0  683     8     0
##           D   0    0    0  635     0
##           E   0    0    0    0  721
##
## Overall Statistics
##
##           Accuracy : 0.9972
##           95% CI : (0.995, 0.9986)
##   No Information Rate : 0.2845
##   P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
##
##           Kappa : 0.9965
##
##   McNemar's Test P-Value : NA
##
## Statistics by Class:
##
##           Class: A Class: B Class: C Class: D Class: E
## Sensitivity      0.9991  0.9987  0.9985  0.9876  1.0000
## Specificity      0.9996  0.9994  0.9975  1.0000  1.0000
## Pos Pred Value   0.9991  0.9974  0.9884  1.0000  1.0000
## Neg Pred Value   0.9996  0.9997  0.9997  0.9976  1.0000
## Prevalence       0.2845  0.1935  0.1744  0.1639  0.1838
## Detection Rate   0.2842  0.1932  0.1741  0.1619  0.1838
## Detection Prevalence 0.2845  0.1937  0.1761  0.1619  0.1838
## Balanced Accuracy 0.9994  0.9990  0.9980  0.9938  1.0000
```

Above graph is showing importance of factor for random forest

prediction with using Grediant Boosting Method

```
set.seed(32343)
modelfit_gbm <- train(train_data.classe~.,data=train_vif,method="gbm")
```

```

## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1          1.6094              nan          0.1000      0.1267
##      2          1.5231              nan          0.1000      0.0886
##      3          1.4641              nan          0.1000      0.0675
##      4          1.4195              nan          0.1000      0.0554
##      5          1.3839              nan          0.1000      0.0443
##      6          1.3551              nan          0.1000      0.0464
##      7          1.3263              nan          0.1000      0.0385
##      8          1.3018              nan          0.1000      0.0310
##      9          1.2822              nan          0.1000      0.0350
##     10          1.2590              nan          0.1000      0.0293
##     20          1.1024              nan          0.1000      0.0167
##     40          0.9328              nan          0.1000      0.0097
##     60          0.8315              nan          0.1000      0.0068
##     80          0.7547              nan          0.1000      0.0044
##    100          0.6890              nan          0.1000      0.0032
##    120          0.6358              nan          0.1000      0.0033
##    140          0.5887              nan          0.1000      0.0031
##    150          0.5686              nan          0.1000      0.0029
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1          1.6094              nan          0.1000      0.1869
##      2          1.4878              nan          0.1000      0.1280
##      3          1.4034              nan          0.1000      0.0964
##      4          1.3397              nan          0.1000      0.0879
##      5          1.2843              nan          0.1000      0.0713
##      6          1.2387              nan          0.1000      0.0603
##      7          1.1999              nan          0.1000      0.0539
##      8          1.1654              nan          0.1000      0.0539
##      9          1.1314              nan          0.1000      0.0517
##     10          1.0991              nan          0.1000      0.0374
##     20          0.8832              nan          0.1000      0.0177
##     40          0.6615              nan          0.1000      0.0094
##     60          0.5191              nan          0.1000      0.0076
##     80          0.4233              nan          0.1000      0.0066
##    100          0.3401              nan          0.1000      0.0057
##    120          0.2830              nan          0.1000      0.0042
##    140          0.2367              nan          0.1000      0.0022
##    150          0.2201              nan          0.1000      0.0020
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1          1.6094              nan          0.1000      0.2299
##      2          1.4632              nan          0.1000      0.1659
##      3          1.3575              nan          0.1000      0.1251
##      4          1.2792              nan          0.1000      0.1020
##      5          1.2145              nan          0.1000      0.0823
##      6          1.1614              nan          0.1000      0.0792
##      7          1.1111              nan          0.1000      0.0641

```

```

##      8      1.0698      nan      0.1000      0.0750
##      9      1.0236      nan      0.1000      0.0651
##     10      0.9845      nan      0.1000      0.0517
##     20      0.7289      nan      0.1000      0.0303
##     40      0.4868      nan      0.1000      0.0105
##     60      0.3533      nan      0.1000      0.0089
##     80      0.2544      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.1957      nan      0.1000      0.0027
##    120      0.1550      nan      0.1000      0.0021
##    140      0.1222      nan      0.1000      0.0028
##    150      0.1099      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1271
##      2      1.5241      nan      0.1000      0.0871
##      3      1.4672      nan      0.1000      0.0632
##      4      1.4247      nan      0.1000      0.0535
##      5      1.3888      nan      0.1000      0.0436
##      6      1.3599      nan      0.1000      0.0460
##      7      1.3314      nan      0.1000      0.0360
##      8      1.3088      nan      0.1000      0.0409
##      9      1.2816      nan      0.1000      0.0311
##     10      1.2614      nan      0.1000      0.0299
##     20      1.1038      nan      0.1000      0.0192
##     40      0.9313      nan      0.1000      0.0093
##     60      0.8269      nan      0.1000      0.0054
##     80      0.7520      nan      0.1000      0.0043
##    100      0.6910      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.6383      nan      0.1000      0.0035
##    140      0.5920      nan      0.1000      0.0041
##    150      0.5711      nan      0.1000      0.0032
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1811
##      2      1.4883      nan      0.1000      0.1308
##      3      1.4033      nan      0.1000      0.1026
##      4      1.3362      nan      0.1000      0.0812
##      5      1.2835      nan      0.1000      0.0690
##      6      1.2395      nan      0.1000      0.0670
##      7      1.1970      nan      0.1000      0.0513
##      8      1.1636      nan      0.1000      0.0602
##      9      1.1266      nan      0.1000      0.0496
##     10      1.0965      nan      0.1000      0.0535
##     20      0.8795      nan      0.1000      0.0208
##     40      0.6649      nan      0.1000      0.0110
##     60      0.5285      nan      0.1000      0.0127
##     80      0.4211      nan      0.1000      0.0053
##    100      0.3520      nan      0.1000      0.0049
##    120      0.2936      nan      0.1000      0.0053

```

```

##      140      0.2490      nan      0.1000      0.0033
##      150      0.2301      nan      0.1000      0.0032
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2288
##      2      1.4632      nan      0.1000      0.1574
##      3      1.3618      nan      0.1000      0.1224
##      4      1.2841      nan      0.1000      0.0982
##      5      1.2205      nan      0.1000      0.0963
##      6      1.1594      nan      0.1000      0.0811
##      7      1.1094      nan      0.1000      0.0734
##      8      1.0626      nan      0.1000      0.0697
##      9      1.0191      nan      0.1000      0.0672
##     10      0.9785      nan      0.1000      0.0466
##     20      0.7336      nan      0.1000      0.0299
##     40      0.4911      nan      0.1000      0.0143
##     60      0.3497      nan      0.1000      0.0086
##     80      0.2672      nan      0.1000      0.0031
##    100      0.2082      nan      0.1000      0.0027
##    120      0.1629      nan      0.1000      0.0009
##    140      0.1297      nan      0.1000      0.0031
##    150      0.1169      nan      0.1000      0.0024
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1274
##      2      1.5228      nan      0.1000      0.0884
##      3      1.4641      nan      0.1000      0.0665
##      4      1.4209      nan      0.1000      0.0530
##      5      1.3859      nan      0.1000      0.0445
##      6      1.3565      nan      0.1000      0.0423
##      7      1.3290      nan      0.1000      0.0365
##      8      1.3054      nan      0.1000      0.0321
##      9      1.2849      nan      0.1000      0.0370
##     10      1.2595      nan      0.1000      0.0291
##     20      1.1024      nan      0.1000      0.0154
##     40      0.9347      nan      0.1000      0.0084
##     60      0.8337      nan      0.1000      0.0056
##     80      0.7547      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.6920      nan      0.1000      0.0036
##    120      0.6388      nan      0.1000      0.0028
##    140      0.5923      nan      0.1000      0.0033
##    150      0.5707      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1829
##      2      1.4902      nan      0.1000      0.1267
##      3      1.4083      nan      0.1000      0.1027
##      4      1.3415      nan      0.1000      0.0821
##      5      1.2885      nan      0.1000      0.0740

```

```

##      6      1.2407      nan      0.1000      0.0603
##      7      1.2015      nan      0.1000      0.0639
##      8      1.1617      nan      0.1000      0.0519
##      9      1.1286      nan      0.1000      0.0435
##     10      1.1005      nan      0.1000      0.0407
##     20      0.8855      nan      0.1000      0.0205
##     40      0.6529      nan      0.1000      0.0153
##     60      0.5177      nan      0.1000      0.0114
##     80      0.4078      nan      0.1000      0.0069
##    100      0.3322      nan      0.1000      0.0048
##    120      0.2765      nan      0.1000      0.0026
##    140      0.2360      nan      0.1000      0.0029
##    150      0.2191      nan      0.1000      0.0012
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2288
##      2      1.4624      nan      0.1000      0.1616
##      3      1.3584      nan      0.1000      0.1186
##      4      1.2828      nan      0.1000      0.1010
##      5      1.2184      nan      0.1000      0.0896
##      6      1.1628      nan      0.1000      0.0714
##      7      1.1160      nan      0.1000      0.0730
##      8      1.0701      nan      0.1000      0.0731
##      9      1.0254      nan      0.1000      0.0490
##     10      0.9923      nan      0.1000      0.0603
##     20      0.7355      nan      0.1000      0.0189
##     40      0.4827      nan      0.1000      0.0165
##     60      0.3435      nan      0.1000      0.0077
##     80      0.2546      nan      0.1000      0.0046
##    100      0.1944      nan      0.1000      0.0038
##    120      0.1507      nan      0.1000      0.0022
##    140      0.1237      nan      0.1000      0.0023
##    150      0.1102      nan      0.1000      0.0013
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1290
##      2      1.5233      nan      0.1000      0.0888
##      3      1.4662      nan      0.1000      0.0668
##      4      1.4223      nan      0.1000      0.0532
##      5      1.3870      nan      0.1000      0.0502
##      6      1.3551      nan      0.1000      0.0372
##      7      1.3304      nan      0.1000      0.0415
##      8      1.3047      nan      0.1000      0.0356
##      9      1.2803      nan      0.1000      0.0328
##     10      1.2595      nan      0.1000      0.0276
##     20      1.1031      nan      0.1000      0.0206
##     40      0.9302      nan      0.1000      0.0091
##     60      0.8253      nan      0.1000      0.0070
##     80      0.7488      nan      0.1000      0.0046

```

```

##      100      0.6885      nan      0.1000      0.0042
##      120      0.6372      nan      0.1000      0.0039
##      140      0.5910      nan      0.1000      0.0021
##      150      0.5703      nan      0.1000      0.0035
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1817
##      2      1.4921      nan      0.1000      0.1333
##      3      1.4051      nan      0.1000      0.0996
##      4      1.3391      nan      0.1000      0.0799
##      5      1.2864      nan      0.1000      0.0711
##      6      1.2397      nan      0.1000      0.0655
##      7      1.1981      nan      0.1000      0.0652
##      8      1.1578      nan      0.1000      0.0557
##      9      1.1224      nan      0.1000      0.0422
##     10      1.0952      nan      0.1000      0.0451
##     20      0.8709      nan      0.1000      0.0231
##     40      0.6550      nan      0.1000      0.0107
##     60      0.5112      nan      0.1000      0.0106
##     80      0.4051      nan      0.1000      0.0070
##    100      0.3322      nan      0.1000      0.0063
##    120      0.2755      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.2371      nan      0.1000      0.0058
##    150      0.2174      nan      0.1000      0.0035
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2317
##      2      1.4652      nan      0.1000      0.1702
##      3      1.3585      nan      0.1000      0.1195
##      4      1.2831      nan      0.1000      0.1037
##      5      1.2173      nan      0.1000      0.0916
##      6      1.1593      nan      0.1000      0.0754
##      7      1.1100      nan      0.1000      0.0673
##      8      1.0684      nan      0.1000      0.0684
##      9      1.0255      nan      0.1000      0.0615
##     10      0.9871      nan      0.1000      0.0517
##     20      0.7370      nan      0.1000      0.0314
##     40      0.4805      nan      0.1000      0.0133
##     60      0.3445      nan      0.1000      0.0108
##     80      0.2518      nan      0.1000      0.0045
##    100      0.1947      nan      0.1000      0.0046
##    120      0.1540      nan      0.1000      0.0012
##    140      0.1221      nan      0.1000      0.0018
##    150      0.1086      nan      0.1000      0.0010
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1252
##      2      1.5249      nan      0.1000      0.0840
##      3      1.4682      nan      0.1000      0.0650

```

```

##      4      1.4254      nan      0.1000      0.0528
##      5      1.3897      nan      0.1000      0.0469
##      6      1.3593      nan      0.1000      0.0389
##      7      1.3340      nan      0.1000      0.0386
##      8      1.3092      nan      0.1000      0.0321
##      9      1.2881      nan      0.1000      0.0364
##     10      1.2645      nan      0.1000      0.0272
##     20      1.1118      nan      0.1000      0.0187
##     40      0.9433      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.8411      nan      0.1000      0.0070
##     80      0.7629      nan      0.1000      0.0058
##    100      0.6998      nan      0.1000      0.0038
##    120      0.6461      nan      0.1000      0.0034
##    140      0.6014      nan      0.1000      0.0029
##    150      0.5812      nan      0.1000      0.0041
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1800
##      2      1.4935      nan      0.1000      0.1261
##      3      1.4105      nan      0.1000      0.1030
##      4      1.3442      nan      0.1000      0.0811
##      5      1.2914      nan      0.1000      0.0700
##      6      1.2464      nan      0.1000      0.0595
##      7      1.2083      nan      0.1000      0.0663
##      8      1.1681      nan      0.1000      0.0451
##      9      1.1386      nan      0.1000      0.0454
##     10      1.1090      nan      0.1000      0.0402
##     20      0.8930      nan      0.1000      0.0285
##     40      0.6767      nan      0.1000      0.0140
##     60      0.5259      nan      0.1000      0.0153
##     80      0.4160      nan      0.1000      0.0042
##    100      0.3464      nan      0.1000      0.0052
##    120      0.2848      nan      0.1000      0.0023
##    140      0.2425      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.2255      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2227
##      2      1.4660      nan      0.1000      0.1561
##      3      1.3653      nan      0.1000      0.1217
##      4      1.2879      nan      0.1000      0.1024
##      5      1.2219      nan      0.1000      0.0789
##      6      1.1710      nan      0.1000      0.0800
##      7      1.1201      nan      0.1000      0.0823
##      8      1.0690      nan      0.1000      0.0570
##      9      1.0335      nan      0.1000      0.0684
##     10      0.9915      nan      0.1000      0.0564
##     20      0.7382      nan      0.1000      0.0241
##     40      0.4952      nan      0.1000      0.0132

```



```

##      60      0.3581      nan      0.1000      0.0069
##      80      0.2688      nan      0.1000      0.0051
##     100      0.2015      nan      0.1000      0.0035
##     120      0.1592      nan      0.1000      0.0021
##     140      0.1264      nan      0.1000      0.0023
##     150      0.1140      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1257
##      2      1.5259      nan      0.1000      0.0849
##      3      1.4706      nan      0.1000      0.0675
##      4      1.4273      nan      0.1000      0.0516
##      5      1.3940      nan      0.1000      0.0513
##      6      1.3618      nan      0.1000      0.0378
##      7      1.3370      nan      0.1000      0.0402
##      8      1.3123      nan      0.1000      0.0372
##      9      1.2883      nan      0.1000      0.0305
##     10      1.2667      nan      0.1000      0.0300
##     20      1.1070      nan      0.1000      0.0176
##     40      0.9376      nan      0.1000      0.0075
##     60      0.8342      nan      0.1000      0.0073
##     80      0.7567      nan      0.1000      0.0048
##    100      0.6917      nan      0.1000      0.0042
##    120      0.6396      nan      0.1000      0.0038
##    140      0.5943      nan      0.1000      0.0023
##    150      0.5745      nan      0.1000      0.0021
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1923
##      2      1.4870      nan      0.1000      0.1292
##      3      1.4045      nan      0.1000      0.1012
##      4      1.3394      nan      0.1000      0.0841
##      5      1.2843      nan      0.1000      0.0718
##      6      1.2377      nan      0.1000      0.0638
##      7      1.1972      nan      0.1000      0.0468
##      8      1.1657      nan      0.1000      0.0477
##      9      1.1357      nan      0.1000      0.0554
##     10      1.1021      nan      0.1000      0.0412
##     20      0.8867      nan      0.1000      0.0268
##     40      0.6701      nan      0.1000      0.0155
##     60      0.5191      nan      0.1000      0.0069
##     80      0.4097      nan      0.1000      0.0085
##    100      0.3371      nan      0.1000      0.0074
##    120      0.2843      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.2395      nan      0.1000      0.0024
##    150      0.2228      nan      0.1000      0.0033
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2294

```

```

##      2      1.4627      nan      0.1000      0.1628
##      3      1.3584      nan      0.1000      0.1307
##      4      1.2778      nan      0.1000      0.1005
##      5      1.2148      nan      0.1000      0.0910
##      6      1.1568      nan      0.1000      0.0705
##      7      1.1111      nan      0.1000      0.0716
##      8      1.0658      nan      0.1000      0.0682
##      9      1.0233      nan      0.1000      0.0688
##     10      0.9820      nan      0.1000      0.0419
##     20      0.7289      nan      0.1000      0.0272
##     40      0.4914      nan      0.1000      0.0123
##     60      0.3391      nan      0.1000      0.0066
##     80      0.2578      nan      0.1000      0.0053
##    100      0.2041      nan      0.1000      0.0044
##    120      0.1588      nan      0.1000      0.0039
##    140      0.1261      nan      0.1000      0.0012
##    150      0.1143      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1277
##      2      1.5240      nan      0.1000      0.0883
##      3      1.4659      nan      0.1000      0.0684
##      4      1.4216      nan      0.1000      0.0546
##      5      1.3865      nan      0.1000      0.0517
##      6      1.3541      nan      0.1000      0.0373
##      7      1.3295      nan      0.1000      0.0408
##      8      1.3042      nan      0.1000      0.0343
##      9      1.2821      nan      0.1000      0.0355
##     10      1.2585      nan      0.1000      0.0287
##     20      1.1054      nan      0.1000      0.0181
##     40      0.9305      nan      0.1000      0.0104
##     60      0.8246      nan      0.1000      0.0069
##     80      0.7461      nan      0.1000      0.0043
##    100      0.6831      nan      0.1000      0.0046
##    120      0.6315      nan      0.1000      0.0045
##    140      0.5880      nan      0.1000      0.0039
##    150      0.5674      nan      0.1000      0.0030
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1817
##      2      1.4907      nan      0.1000      0.1286
##      3      1.4058      nan      0.1000      0.1004
##      4      1.3401      nan      0.1000      0.0886
##      5      1.2827      nan      0.1000      0.0717
##      6      1.2368      nan      0.1000      0.0614
##      7      1.1968      nan      0.1000      0.0533
##      8      1.1617      nan      0.1000      0.0627
##      9      1.1241      nan      0.1000      0.0403
##     10      1.0978      nan      0.1000      0.0516

```

```

##      20      0.8840      nan      0.1000      0.0221
##      40      0.6646      nan      0.1000      0.0091
##      60      0.5225      nan      0.1000      0.0085
##      80      0.4169      nan      0.1000      0.0090
##     100      0.3429      nan      0.1000      0.0064
##     120      0.2867      nan      0.1000      0.0027
##     140      0.2415      nan      0.1000      0.0047
##     150      0.2196      nan      0.1000      0.0021
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2296
##      2      1.4613      nan      0.1000      0.1610
##      3      1.3589      nan      0.1000      0.1252
##      4      1.2783      nan      0.1000      0.1013
##      5      1.2140      nan      0.1000      0.0806
##      6      1.1610      nan      0.1000      0.0904
##      7      1.1040      nan      0.1000      0.0640
##      8      1.0631      nan      0.1000      0.0637
##      9      1.0231      nan      0.1000      0.0632
##     10      0.9844      nan      0.1000      0.0536
##     20      0.7287      nan      0.1000      0.0203
##     40      0.4880      nan      0.1000      0.0224
##     60      0.3443      nan      0.1000      0.0062
##     80      0.2530      nan      0.1000      0.0047
##    100      0.1955      nan      0.1000      0.0062
##    120      0.1569      nan      0.1000      0.0035
##    140      0.1250      nan      0.1000      0.0024
##    150      0.1127      nan      0.1000      0.0008
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1279
##      2      1.5245      nan      0.1000      0.0901
##      3      1.4667      nan      0.1000      0.0653
##      4      1.4235      nan      0.1000      0.0546
##      5      1.3872      nan      0.1000      0.0425
##      6      1.3599      nan      0.1000      0.0444
##      7      1.3318      nan      0.1000      0.0354
##      8      1.3086      nan      0.1000      0.0395
##      9      1.2813      nan      0.1000      0.0295
##     10      1.2627      nan      0.1000      0.0298
##     20      1.1057      nan      0.1000      0.0180
##     40      0.9366      nan      0.1000      0.0078
##     60      0.8340      nan      0.1000      0.0070
##     80      0.7562      nan      0.1000      0.0044
##    100      0.6933      nan      0.1000      0.0042
##    120      0.6405      nan      0.1000      0.0028
##    140      0.5941      nan      0.1000      0.0040
##    150      0.5750      nan      0.1000      0.0019
##

```

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1851
##	2	1.4898	nan	0.1000	0.1319
##	3	1.4062	nan	0.1000	0.1017
##	4	1.3401	nan	0.1000	0.0881
##	5	1.2840	nan	0.1000	0.0783
##	6	1.2343	nan	0.1000	0.0579
##	7	1.1968	nan	0.1000	0.0536
##	8	1.1626	nan	0.1000	0.0545
##	9	1.1279	nan	0.1000	0.0523
##	10	1.0953	nan	0.1000	0.0432
##	20	0.8883	nan	0.1000	0.0204
##	40	0.6721	nan	0.1000	0.0109
##	60	0.5309	nan	0.1000	0.0088
##	80	0.4226	nan	0.1000	0.0056
##	100	0.3461	nan	0.1000	0.0053
##	120	0.2968	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.2529	nan	0.1000	0.0040
##	150	0.2341	nan	0.1000	0.0024
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2266
##	2	1.4629	nan	0.1000	0.1637
##	3	1.3600	nan	0.1000	0.1258
##	4	1.2814	nan	0.1000	0.1051
##	5	1.2146	nan	0.1000	0.0930
##	6	1.1580	nan	0.1000	0.0689
##	7	1.1140	nan	0.1000	0.0839
##	8	1.0623	nan	0.1000	0.0632
##	9	1.0228	nan	0.1000	0.0550
##	10	0.9884	nan	0.1000	0.0534
##	20	0.7424	nan	0.1000	0.0254
##	40	0.4922	nan	0.1000	0.0129
##	60	0.3481	nan	0.1000	0.0075
##	80	0.2638	nan	0.1000	0.0042
##	100	0.2037	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.1614	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.1295	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.1176	nan	0.1000	0.0014
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1271
##	2	1.5248	nan	0.1000	0.0863
##	3	1.4682	nan	0.1000	0.0703
##	4	1.4232	nan	0.1000	0.0521
##	5	1.3894	nan	0.1000	0.0464
##	6	1.3592	nan	0.1000	0.0438
##	7	1.3321	nan	0.1000	0.0378
##	8	1.3077	nan	0.1000	0.0370

```

##      9      1.2831      nan      0.1000      0.0317
##     10      1.2624      nan      0.1000      0.0325
##     20      1.1070      nan      0.1000      0.0175
##     40      0.9367      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.8330      nan      0.1000      0.0064
##     80      0.7574      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.6956      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.6440      nan      0.1000      0.0030
##    140      0.5986      nan      0.1000      0.0032
##    150      0.5769      nan      0.1000      0.0030
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1784
##      2      1.4930      nan      0.1000      0.1253
##      3      1.4113      nan      0.1000      0.1099
##      4      1.3408      nan      0.1000      0.0833
##      5      1.2872      nan      0.1000      0.0733
##      6      1.2408      nan      0.1000      0.0625
##      7      1.2018      nan      0.1000      0.0549
##      8      1.1666      nan      0.1000      0.0461
##      9      1.1362      nan      0.1000      0.0503
##     10      1.1053      nan      0.1000      0.0438
##     20      0.8882      nan      0.1000      0.0237
##     40      0.6657      nan      0.1000      0.0099
##     60      0.5255      nan      0.1000      0.0092
##     80      0.4188      nan      0.1000      0.0057
##    100      0.3432      nan      0.1000      0.0038
##    120      0.2859      nan      0.1000      0.0052
##    140      0.2411      nan      0.1000      0.0050
##    150      0.2192      nan      0.1000      0.0035
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2309
##      2      1.4648      nan      0.1000      0.1610
##      3      1.3636      nan      0.1000      0.1240
##      4      1.2841      nan      0.1000      0.1107
##      5      1.2141      nan      0.1000      0.0798
##      6      1.1634      nan      0.1000      0.0795
##      7      1.1145      nan      0.1000      0.0713
##      8      1.0700      nan      0.1000      0.0722
##      9      1.0251      nan      0.1000      0.0667
##     10      0.9852      nan      0.1000      0.0571
##     20      0.7402      nan      0.1000      0.0372
##     40      0.4868      nan      0.1000      0.0164
##     60      0.3490      nan      0.1000      0.0074
##     80      0.2622      nan      0.1000      0.0034
##    100      0.2012      nan      0.1000      0.0042
##    120      0.1570      nan      0.1000      0.0026
##    140      0.1246      nan      0.1000      0.0023

```

```

##      150      0.1132      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1302
##      2      1.5223      nan      0.1000      0.0878
##      3      1.4645      nan      0.1000      0.0695
##      4      1.4196      nan      0.1000      0.0549
##      5      1.3834      nan      0.1000      0.0434
##      6      1.3542      nan      0.1000      0.0442
##      7      1.3260      nan      0.1000      0.0342
##      8      1.3042      nan      0.1000      0.0343
##      9      1.2825      nan      0.1000      0.0335
##     10      1.2595      nan      0.1000      0.0314
##     20      1.1051      nan      0.1000      0.0210
##     40      0.9352      nan      0.1000      0.0095
##     60      0.8346      nan      0.1000      0.0062
##     80      0.7604      nan      0.1000      0.0061
##    100      0.6961      nan      0.1000      0.0054
##    120      0.6401      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.5938      nan      0.1000      0.0025
##    150      0.5755      nan      0.1000      0.0026
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1844
##      2      1.4908      nan      0.1000      0.1328
##      3      1.4053      nan      0.1000      0.0999
##      4      1.3409      nan      0.1000      0.0847
##      5      1.2869      nan      0.1000      0.0713
##      6      1.2409      nan      0.1000      0.0585
##      7      1.2032      nan      0.1000      0.0518
##      8      1.1691      nan      0.1000      0.0585
##      9      1.1327      nan      0.1000      0.0482
##     10      1.1019      nan      0.1000      0.0385
##     20      0.8892      nan      0.1000      0.0195
##     40      0.6717      nan      0.1000      0.0145
##     60      0.5254      nan      0.1000      0.0050
##     80      0.4224      nan      0.1000      0.0046
##    100      0.3470      nan      0.1000      0.0047
##    120      0.2885      nan      0.1000      0.0017
##    140      0.2425      nan      0.1000      0.0041
##    150      0.2213      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2301
##      2      1.4645      nan      0.1000      0.1621
##      3      1.3604      nan      0.1000      0.1245
##      4      1.2819      nan      0.1000      0.0960
##      5      1.2216      nan      0.1000      0.0877
##      6      1.1660      nan      0.1000      0.0842

```

##	7	1.1126	nan	0.1000	0.0771
##	8	1.0657	nan	0.1000	0.0654
##	9	1.0251	nan	0.1000	0.0573
##	10	0.9890	nan	0.1000	0.0610
##	20	0.7352	nan	0.1000	0.0296
##	40	0.4878	nan	0.1000	0.0069
##	60	0.3558	nan	0.1000	0.0066
##	80	0.2708	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.2093	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.1655	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.1335	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.1194	nan	0.1000	0.0018

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1309
##	2	1.5229	nan	0.1000	0.0858
##	3	1.4663	nan	0.1000	0.0697
##	4	1.4207	nan	0.1000	0.0550
##	5	1.3855	nan	0.1000	0.0517
##	6	1.3521	nan	0.1000	0.0382
##	7	1.3266	nan	0.1000	0.0387
##	8	1.3022	nan	0.1000	0.0350
##	9	1.2799	nan	0.1000	0.0353
##	10	1.2552	nan	0.1000	0.0315
##	20	1.1009	nan	0.1000	0.0182
##	40	0.9286	nan	0.1000	0.0091
##	60	0.8252	nan	0.1000	0.0063
##	80	0.7492	nan	0.1000	0.0045
##	100	0.6882	nan	0.1000	0.0036
##	120	0.6346	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.5895	nan	0.1000	0.0033
##	150	0.5696	nan	0.1000	0.0035

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1840
##	2	1.4902	nan	0.1000	0.1366
##	3	1.4029	nan	0.1000	0.0991
##	4	1.3389	nan	0.1000	0.0861
##	5	1.2831	nan	0.1000	0.0720
##	6	1.2356	nan	0.1000	0.0534
##	7	1.1990	nan	0.1000	0.0621
##	8	1.1594	nan	0.1000	0.0485
##	9	1.1280	nan	0.1000	0.0423
##	10	1.1006	nan	0.1000	0.0427
##	20	0.8757	nan	0.1000	0.0228
##	40	0.6522	nan	0.1000	0.0179
##	60	0.5145	nan	0.1000	0.0061
##	80	0.4115	nan	0.1000	0.0086
##	100	0.3437	nan	0.1000	0.0040

```

##      120      0.2851      nan      0.1000      0.0018
##      140      0.2410      nan      0.1000      0.0028
##      150      0.2229      nan      0.1000      0.0026
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2252
##      2      1.4664      nan      0.1000      0.1650
##      3      1.3609      nan      0.1000      0.1263
##      4      1.2810      nan      0.1000      0.1054
##      5      1.2152      nan      0.1000      0.0940
##      6      1.1562      nan      0.1000      0.0913
##      7      1.1000      nan      0.1000      0.0657
##      8      1.0578      nan      0.1000      0.0596
##      9      1.0205      nan      0.1000      0.0648
##     10      0.9796      nan      0.1000      0.0618
##     20      0.7251      nan      0.1000      0.0325
##     40      0.4879      nan      0.1000      0.0160
##     60      0.3487      nan      0.1000      0.0100
##     80      0.2593      nan      0.1000      0.0074
##    100      0.1977      nan      0.1000      0.0031
##    120      0.1551      nan      0.1000      0.0048
##    140      0.1234      nan      0.1000      0.0019
##    150      0.1123      nan      0.1000      0.0014
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1278
##      2      1.5240      nan      0.1000      0.0888
##      3      1.4660      nan      0.1000      0.0652
##      4      1.4228      nan      0.1000      0.0521
##      5      1.3882      nan      0.1000      0.0507
##      6      1.3557      nan      0.1000      0.0410
##      7      1.3281      nan      0.1000      0.0364
##      8      1.3050      nan      0.1000      0.0371
##      9      1.2796      nan      0.1000      0.0347
##     10      1.2580      nan      0.1000      0.0270
##     20      1.1079      nan      0.1000      0.0169
##     40      0.9380      nan      0.1000      0.0083
##     60      0.8348      nan      0.1000      0.0057
##     80      0.7580      nan      0.1000      0.0051
##    100      0.6965      nan      0.1000      0.0042
##    120      0.6431      nan      0.1000      0.0039
##    140      0.5965      nan      0.1000      0.0029
##    150      0.5739      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1783
##      2      1.4925      nan      0.1000      0.1342
##      3      1.4057      nan      0.1000      0.1019
##      4      1.3396      nan      0.1000      0.0830

```



```

##      5      1.2857      nan      0.1000      0.0661
##      6      1.2422      nan      0.1000      0.0639
##      7      1.2015      nan      0.1000      0.0589
##      8      1.1629      nan      0.1000      0.0451
##      9      1.1334      nan      0.1000      0.0456
##     10      1.1048      nan      0.1000      0.0435
##     20      0.8876      nan      0.1000      0.0206
##     40      0.6668      nan      0.1000      0.0120
##     60      0.5187      nan      0.1000      0.0099
##     80      0.4198      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.3458      nan      0.1000      0.0043
##    120      0.2925      nan      0.1000      0.0042
##    140      0.2448      nan      0.1000      0.0030
##    150      0.2278      nan      0.1000      0.0012
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2227
##      2      1.4644      nan      0.1000      0.1602
##      3      1.3631      nan      0.1000      0.1220
##      4      1.2841      nan      0.1000      0.1108
##      5      1.2142      nan      0.1000      0.1111
##      6      1.1453      nan      0.1000      0.0734
##      7      1.0986      nan      0.1000      0.0738
##      8      1.0526      nan      0.1000      0.0652
##      9      1.0129      nan      0.1000      0.0497
##     10      0.9814      nan      0.1000      0.0600
##     20      0.7254      nan      0.1000      0.0262
##     40      0.4946      nan      0.1000      0.0186
##     60      0.3417      nan      0.1000      0.0105
##     80      0.2576      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.1976      nan      0.1000      0.0026
##    120      0.1569      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.1258      nan      0.1000      0.0015
##    150      0.1117      nan      0.1000      0.0038
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1243
##      2      1.5255      nan      0.1000      0.0851
##      3      1.4691      nan      0.1000      0.0658
##      4      1.4261      nan      0.1000      0.0514
##      5      1.3928      nan      0.1000      0.0429
##      6      1.3646      nan      0.1000      0.0412
##      7      1.3379      nan      0.1000      0.0357
##      8      1.3155      nan      0.1000      0.0382
##      9      1.2896      nan      0.1000      0.0308
##     10      1.2686      nan      0.1000      0.0288
##     20      1.1103      nan      0.1000      0.0201
##     40      0.9400      nan      0.1000      0.0102
##     60      0.8357      nan      0.1000      0.0062

```

```

##      80      0.7591      nan      0.1000      0.0038
##     100      0.6957      nan      0.1000      0.0044
##     120      0.6445      nan      0.1000      0.0027
##     140      0.5992      nan      0.1000      0.0020
##     150      0.5803      nan      0.1000      0.0033
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1841
##      2      1.4910      nan      0.1000      0.1248
##      3      1.4109      nan      0.1000      0.1040
##      4      1.3451      nan      0.1000      0.0852
##      5      1.2901      nan      0.1000      0.0742
##      6      1.2426      nan      0.1000      0.0590
##      7      1.2036      nan      0.1000      0.0611
##      8      1.1652      nan      0.1000      0.0454
##      9      1.1353      nan      0.1000      0.0498
##     10      1.1048      nan      0.1000      0.0488
##     20      0.8812      nan      0.1000      0.0242
##     40      0.6706      nan      0.1000      0.0152
##     60      0.5272      nan      0.1000      0.0158
##     80      0.4205      nan      0.1000      0.0039
##    100      0.3472      nan      0.1000      0.0047
##    120      0.2903      nan      0.1000      0.0022
##    140      0.2438      nan      0.1000      0.0019
##    150      0.2273      nan      0.1000      0.0029
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2245
##      2      1.4667      nan      0.1000      0.1604
##      3      1.3647      nan      0.1000      0.1249
##      4      1.2859      nan      0.1000      0.1026
##      5      1.2201      nan      0.1000      0.0814
##      6      1.1670      nan      0.1000      0.0844
##      7      1.1144      nan      0.1000      0.0697
##      8      1.0709      nan      0.1000      0.0629
##      9      1.0310      nan      0.1000      0.0625
##     10      0.9923      nan      0.1000      0.0615
##     20      0.7530      nan      0.1000      0.0319
##     40      0.4893      nan      0.1000      0.0151
##     60      0.3478      nan      0.1000      0.0087
##     80      0.2590      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.2017      nan      0.1000      0.0029
##    120      0.1601      nan      0.1000      0.0040
##    140      0.1269      nan      0.1000      0.0024
##    150      0.1147      nan      0.1000      0.0019
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1278
##      2      1.5250      nan      0.1000      0.0920

```

```

##      3      1.4653      nan      0.1000      0.0672
##      4      1.4210      nan      0.1000      0.0542
##      5      1.3858      nan      0.1000      0.0431
##      6      1.3575      nan      0.1000      0.0463
##      7      1.3278      nan      0.1000      0.0376
##      8      1.3043      nan      0.1000      0.0384
##      9      1.2783      nan      0.1000      0.0308
##     10      1.2581      nan      0.1000      0.0299
##     20      1.0993      nan      0.1000      0.0199
##     40      0.9311      nan      0.1000      0.0092
##     60      0.8260      nan      0.1000      0.0060
##     80      0.7490      nan      0.1000      0.0056
##    100      0.6879      nan      0.1000      0.0043
##    120      0.6353      nan      0.1000      0.0038
##    140      0.5905      nan      0.1000      0.0041
##    150      0.5704      nan      0.1000      0.0021
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1840
##      2      1.4900      nan      0.1000      0.1298
##      3      1.4059      nan      0.1000      0.1012
##      4      1.3406      nan      0.1000      0.0848
##      5      1.2864      nan      0.1000      0.0692
##      6      1.2412      nan      0.1000      0.0621
##      7      1.2022      nan      0.1000      0.0528
##      8      1.1673      nan      0.1000      0.0542
##      9      1.1330      nan      0.1000      0.0404
##     10      1.1070      nan      0.1000      0.0482
##     20      0.8817      nan      0.1000      0.0243
##     40      0.6633      nan      0.1000      0.0088
##     60      0.5306      nan      0.1000      0.0126
##     80      0.4293      nan      0.1000      0.0101
##    100      0.3502      nan      0.1000      0.0058
##    120      0.2913      nan      0.1000      0.0068
##    140      0.2450      nan      0.1000      0.0034
##    150      0.2264      nan      0.1000      0.0024
##
## Iter      TrainDeviance      ValidDeviance      StepSize      Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2316
##      2      1.4623      nan      0.1000      0.1514
##      3      1.3667      nan      0.1000      0.1492
##      4      1.2744      nan      0.1000      0.0978
##      5      1.2108      nan      0.1000      0.0939
##      6      1.1512      nan      0.1000      0.0806
##      7      1.1014      nan      0.1000      0.0867
##      8      1.0492      nan      0.1000      0.0557
##      9      1.0142      nan      0.1000      0.0595
##     10      0.9761      nan      0.1000      0.0670
##     20      0.7293      nan      0.1000      0.0260

```

```

##      40      0.4804      nan      0.1000      0.0124
##      60      0.3360      nan      0.1000      0.0051
##      80      0.2541      nan      0.1000      0.0068
##     100      0.1973      nan      0.1000      0.0041
##     120      0.1561      nan      0.1000      0.0024
##     140      0.1275      nan      0.1000      0.0009
##     150      0.1143      nan      0.1000      0.0009
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1280
##      2      1.5259      nan      0.1000      0.0873
##      3      1.4691      nan      0.1000      0.0649
##      4      1.4262      nan      0.1000      0.0530
##      5      1.3916      nan      0.1000      0.0507
##      6      1.3588      nan      0.1000      0.0388
##      7      1.3338      nan      0.1000      0.0405
##      8      1.3086      nan      0.1000      0.0359
##      9      1.2845      nan      0.1000      0.0335
##     10      1.2632      nan      0.1000      0.0269
##     20      1.1061      nan      0.1000      0.0192
##     40      0.9361      nan      0.1000      0.0092
##     60      0.8339      nan      0.1000      0.0059
##     80      0.7600      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.6973      nan      0.1000      0.0051
##    120      0.6447      nan      0.1000      0.0035
##    140      0.5987      nan      0.1000      0.0029
##    150      0.5784      nan      0.1000      0.0029
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1813
##      2      1.4912      nan      0.1000      0.1331
##      3      1.4062      nan      0.1000      0.1010
##      4      1.3410      nan      0.1000      0.0859
##      5      1.2861      nan      0.1000      0.0645
##      6      1.2435      nan      0.1000      0.0615
##      7      1.2043      nan      0.1000      0.0602
##      8      1.1666      nan      0.1000      0.0510
##      9      1.1339      nan      0.1000      0.0556
##     10      1.0998      nan      0.1000      0.0518
##     20      0.8825      nan      0.1000      0.0190
##     40      0.6697      nan      0.1000      0.0159
##     60      0.5314      nan      0.1000      0.0117
##     80      0.4223      nan      0.1000      0.0090
##    100      0.3443      nan      0.1000      0.0041
##    120      0.2860      nan      0.1000      0.0034
##    140      0.2430      nan      0.1000      0.0030
##    150      0.2260      nan      0.1000      0.0031
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve

```

##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2318
##	2	1.4646	nan	0.1000	0.1634
##	3	1.3615	nan	0.1000	0.1300
##	4	1.2799	nan	0.1000	0.1046
##	5	1.2130	nan	0.1000	0.0930
##	6	1.1564	nan	0.1000	0.0727
##	7	1.1095	nan	0.1000	0.0736
##	8	1.0630	nan	0.1000	0.0615
##	9	1.0235	nan	0.1000	0.0780
##	10	0.9773	nan	0.1000	0.0503
##	20	0.7229	nan	0.1000	0.0366
##	40	0.4816	nan	0.1000	0.0101
##	60	0.3498	nan	0.1000	0.0053
##	80	0.2614	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.2012	nan	0.1000	0.0057
##	120	0.1627	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.1292	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.1169	nan	0.1000	0.0031
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1291
##	2	1.5222	nan	0.1000	0.0894
##	3	1.4626	nan	0.1000	0.0674
##	4	1.4181	nan	0.1000	0.0586
##	5	1.3810	nan	0.1000	0.0444
##	6	1.3514	nan	0.1000	0.0466
##	7	1.3231	nan	0.1000	0.0374
##	8	1.2989	nan	0.1000	0.0335
##	9	1.2779	nan	0.1000	0.0297
##	10	1.2591	nan	0.1000	0.0344
##	20	1.0992	nan	0.1000	0.0177
##	40	0.9297	nan	0.1000	0.0095
##	60	0.8285	nan	0.1000	0.0068
##	80	0.7520	nan	0.1000	0.0044
##	100	0.6907	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.6385	nan	0.1000	0.0043
##	140	0.5937	nan	0.1000	0.0041
##	150	0.5731	nan	0.1000	0.0032
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1831
##	2	1.4885	nan	0.1000	0.1271
##	3	1.4059	nan	0.1000	0.1046
##	4	1.3398	nan	0.1000	0.0890
##	5	1.2830	nan	0.1000	0.0754
##	6	1.2355	nan	0.1000	0.0569
##	7	1.1972	nan	0.1000	0.0588
##	8	1.1602	nan	0.1000	0.0553
##	9	1.1250	nan	0.1000	0.0444

```

##      10      1.0977      nan      0.1000      0.0394
##      20      0.8793      nan      0.1000      0.0269
##      40      0.6645      nan      0.1000      0.0118
##      60      0.5203      nan      0.1000      0.0126
##      80      0.4225      nan      0.1000      0.0140
##     100      0.3383      nan      0.1000      0.0047
##     120      0.2814      nan      0.1000      0.0022
##     140      0.2413      nan      0.1000      0.0014
##     150      0.2213      nan      0.1000      0.0017
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2334
##      2      1.4621      nan      0.1000      0.1679
##      3      1.3570      nan      0.1000      0.1261
##      4      1.2792      nan      0.1000      0.1075
##      5      1.2119      nan      0.1000      0.0812
##      6      1.1602      nan      0.1000      0.0923
##      7      1.1046      nan      0.1000      0.0717
##      8      1.0606      nan      0.1000      0.0615
##      9      1.0213      nan      0.1000      0.0712
##     10      0.9786      nan      0.1000      0.0526
##     20      0.7311      nan      0.1000      0.0199
##     40      0.4864      nan      0.1000      0.0120
##     60      0.3496      nan      0.1000      0.0072
##     80      0.2563      nan      0.1000      0.0069
##    100      0.1986      nan      0.1000      0.0059
##    120      0.1557      nan      0.1000      0.0019
##    140      0.1239      nan      0.1000      0.0016
##    150      0.1107      nan      0.1000      0.0014
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1277
##      2      1.5242      nan      0.1000      0.0892
##      3      1.4662      nan      0.1000      0.0694
##      4      1.4214      nan      0.1000      0.0545
##      5      1.3853      nan      0.1000      0.0439
##      6      1.3571      nan      0.1000      0.0433
##      7      1.3297      nan      0.1000      0.0396
##      8      1.3050      nan      0.1000      0.0406
##      9      1.2785      nan      0.1000      0.0317
##     10      1.2577      nan      0.1000      0.0288
##     20      1.1056      nan      0.1000      0.0166
##     40      0.9390      nan      0.1000      0.0091
##     60      0.8369      nan      0.1000      0.0068
##     80      0.7598      nan      0.1000      0.0041
##    100      0.6989      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.6472      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.6005      nan      0.1000      0.0048
##    150      0.5789      nan      0.1000      0.0028

```

```
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1          1.6094          nan      0.1000      0.1865
##      2          1.4881          nan      0.1000      0.1337
##      3          1.4028          nan      0.1000      0.1015
##      4          1.3382          nan      0.1000      0.0845
##      5          1.2836          nan      0.1000      0.0725
##      6          1.2379          nan      0.1000      0.0624
##      7          1.1983          nan      0.1000      0.0586
##      8          1.1617          nan      0.1000      0.0534
##      9          1.1284          nan      0.1000      0.0402
##     10          1.1028          nan      0.1000      0.0390
##     20          0.8879          nan      0.1000      0.0241
##     40          0.6793          nan      0.1000      0.0142
##     60          0.5323          nan      0.1000      0.0063
##     80          0.4285          nan      0.1000      0.0079
##    100          0.3500          nan      0.1000      0.0026
##    120          0.2899          nan      0.1000      0.0021
##    140          0.2479          nan      0.1000      0.0033
##    150          0.2283          nan      0.1000      0.0026
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1          1.6094          nan      0.1000      0.2318
##      2          1.4625          nan      0.1000      0.1634
##      3          1.3594          nan      0.1000      0.1198
##      4          1.2823          nan      0.1000      0.1009
##      5          1.2186          nan      0.1000      0.0938
##      6          1.1606          nan      0.1000      0.0726
##      7          1.1147          nan      0.1000      0.0681
##      8          1.0724          nan      0.1000      0.0568
##      9          1.0368          nan      0.1000      0.0566
##     10          1.0017          nan      0.1000      0.0565
##     20          0.7428          nan      0.1000      0.0273
##     40          0.4966          nan      0.1000      0.0118
##     60          0.3486          nan      0.1000      0.0078
##     80          0.2628          nan      0.1000      0.0024
##    100          0.2034          nan      0.1000      0.0023
##    120          0.1617          nan      0.1000      0.0023
##    140          0.1311          nan      0.1000      0.0018
##    150          0.1163          nan      0.1000      0.0018
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1          1.6094          nan      0.1000      0.1276
##      2          1.5248          nan      0.1000      0.0851
##      3          1.4690          nan      0.1000      0.0643
##      4          1.4266          nan      0.1000      0.0539
##      5          1.3914          nan      0.1000      0.0505
##      6          1.3593          nan      0.1000      0.0386
##      7          1.3348          nan      0.1000      0.0380
```

```

##      8      1.3108      nan      0.1000      0.0353
##      9      1.2884      nan      0.1000      0.0348
##     10      1.2650      nan      0.1000      0.0259
##     20      1.1124      nan      0.1000      0.0198
##     40      0.9403      nan      0.1000      0.0086
##     60      0.8391      nan      0.1000      0.0055
##     80      0.7636      nan      0.1000      0.0044
##    100      0.7006      nan      0.1000      0.0043
##    120      0.6479      nan      0.1000      0.0034
##    140      0.6025      nan      0.1000      0.0026
##    150      0.5817      nan      0.1000      0.0025
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1809
##      2      1.4912      nan      0.1000      0.1283
##      3      1.4085      nan      0.1000      0.1047
##      4      1.3421      nan      0.1000      0.0848
##      5      1.2873      nan      0.1000      0.0673
##      6      1.2435      nan      0.1000      0.0617
##      7      1.2042      nan      0.1000      0.0568
##      8      1.1685      nan      0.1000      0.0497
##      9      1.1373      nan      0.1000      0.0523
##     10      1.1048      nan      0.1000      0.0400
##     20      0.8953      nan      0.1000      0.0212
##     40      0.6775      nan      0.1000      0.0190
##     60      0.5281      nan      0.1000      0.0070
##     80      0.4175      nan      0.1000      0.0073
##    100      0.3420      nan      0.1000      0.0038
##    120      0.2860      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.2408      nan      0.1000      0.0041
##    150      0.2217      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2234
##      2      1.4652      nan      0.1000      0.1651
##      3      1.3610      nan      0.1000      0.1205
##      4      1.2836      nan      0.1000      0.0967
##      5      1.2214      nan      0.1000      0.0883
##      6      1.1642      nan      0.1000      0.0734
##      7      1.1165      nan      0.1000      0.0969
##      8      1.0572      nan      0.1000      0.0616
##      9      1.0187      nan      0.1000      0.0521
##     10      0.9859      nan      0.1000      0.0460
##     20      0.7298      nan      0.1000      0.0228
##     40      0.4813      nan      0.1000      0.0155
##     60      0.3397      nan      0.1000      0.0071
##     80      0.2600      nan      0.1000      0.0063
##    100      0.1963      nan      0.1000      0.0025
##    120      0.1542      nan      0.1000      0.0027

```



```

##      140      0.1243      nan      0.1000      0.0015
##      150      0.1110      nan      0.1000      0.0012
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1284
##      2      1.5230      nan      0.1000      0.0866
##      3      1.4653      nan      0.1000      0.0667
##      4      1.4213      nan      0.1000      0.0535
##      5      1.3861      nan      0.1000      0.0484
##      6      1.3547      nan      0.1000      0.0395
##      7      1.3291      nan      0.1000      0.0312
##      8      1.3079      nan      0.1000      0.0366
##      9      1.2831      nan      0.1000      0.0345
##     10      1.2615      nan      0.1000      0.0322
##     20      1.1035      nan      0.1000      0.0174
##     40      0.9337      nan      0.1000      0.0085
##     60      0.8313      nan      0.1000      0.0068
##     80      0.7528      nan      0.1000      0.0040
##    100      0.6897      nan      0.1000      0.0030
##    120      0.6379      nan      0.1000      0.0028
##    140      0.5933      nan      0.1000      0.0023
##    150      0.5749      nan      0.1000      0.0027
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1883
##      2      1.4883      nan      0.1000      0.1362
##      3      1.4013      nan      0.1000      0.0987
##      4      1.3375      nan      0.1000      0.0862
##      5      1.2824      nan      0.1000      0.0713
##      6      1.2360      nan      0.1000      0.0588
##      7      1.1967      nan      0.1000      0.0602
##      8      1.1589      nan      0.1000      0.0454
##      9      1.1302      nan      0.1000      0.0468
##     10      1.1003      nan      0.1000      0.0457
##     20      0.8816      nan      0.1000      0.0232
##     40      0.6659      nan      0.1000      0.0124
##     60      0.5268      nan      0.1000      0.0097
##     80      0.4228      nan      0.1000      0.0062
##    100      0.3508      nan      0.1000      0.0035
##    120      0.2929      nan      0.1000      0.0031
##    140      0.2500      nan      0.1000      0.0038
##    150      0.2337      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2303
##      2      1.4630      nan      0.1000      0.1697
##      3      1.3551      nan      0.1000      0.1211
##      4      1.2783      nan      0.1000      0.1014
##      5      1.2127      nan      0.1000      0.0819

```

```

##      6      1.1602      nan      0.1000      0.0755
##      7      1.1118      nan      0.1000      0.0660
##      8      1.0711      nan      0.1000      0.0606
##      9      1.0338      nan      0.1000      0.0724
##     10      0.9899      nan      0.1000      0.0539
##     20      0.7230      nan      0.1000      0.0334
##     40      0.4789      nan      0.1000      0.0123
##     60      0.3476      nan      0.1000      0.0077
##     80      0.2679      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.2075      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.1599      nan      0.1000      0.0025
##    140      0.1289      nan      0.1000      0.0026
##    150      0.1162      nan      0.1000      0.0027
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1279
##      2      1.5235      nan      0.1000      0.0889
##      3      1.4648      nan      0.1000      0.0651
##      4      1.4215      nan      0.1000      0.0546
##      5      1.3863      nan      0.1000      0.0436
##      6      1.3573      nan      0.1000      0.0469
##      7      1.3281      nan      0.1000      0.0385
##      8      1.3038      nan      0.1000      0.0368
##      9      1.2801      nan      0.1000      0.0343
##     10      1.2569      nan      0.1000      0.0264
##     20      1.1024      nan      0.1000      0.0149
##     40      0.9341      nan      0.1000      0.0099
##     60      0.8293      nan      0.1000      0.0062
##     80      0.7535      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.6905      nan      0.1000      0.0037
##    120      0.6365      nan      0.1000      0.0029
##    140      0.5946      nan      0.1000      0.0026
##    150      0.5750      nan      0.1000      0.0034
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1827
##      2      1.4898      nan      0.1000      0.1294
##      3      1.4068      nan      0.1000      0.0999
##      4      1.3412      nan      0.1000      0.0888
##      5      1.2844      nan      0.1000      0.0733
##      6      1.2379      nan      0.1000      0.0632
##      7      1.1975      nan      0.1000      0.0618
##      8      1.1592      nan      0.1000      0.0483
##      9      1.1286      nan      0.1000      0.0432
##     10      1.1016      nan      0.1000      0.0425
##     20      0.8861      nan      0.1000      0.0209
##     40      0.6694      nan      0.1000      0.0110
##     60      0.5280      nan      0.1000      0.0115
##     80      0.4237      nan      0.1000      0.0048

```

```

##      100      0.3457      nan      0.1000      0.0040
##      120      0.2915      nan      0.1000      0.0041
##      140      0.2483      nan      0.1000      0.0028
##      150      0.2298      nan      0.1000      0.0030
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2292
##      2      1.4618      nan      0.1000      0.1571
##      3      1.3630      nan      0.1000      0.1314
##      4      1.2796      nan      0.1000      0.1214
##      5      1.2064      nan      0.1000      0.0840
##      6      1.1523      nan      0.1000      0.0890
##      7      1.0974      nan      0.1000      0.0670
##      8      1.0548      nan      0.1000      0.0663
##      9      1.0134      nan      0.1000      0.0581
##     10      0.9779      nan      0.1000      0.0542
##     20      0.7251      nan      0.1000      0.0236
##     40      0.4790      nan      0.1000      0.0199
##     60      0.3431      nan      0.1000      0.0109
##     80      0.2546      nan      0.1000      0.0059
##    100      0.1959      nan      0.1000      0.0024
##    120      0.1563      nan      0.1000      0.0036
##    140      0.1272      nan      0.1000      0.0016
##    150      0.1152      nan      0.1000      0.0024
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1289
##      2      1.5226      nan      0.1000      0.0865
##      3      1.4659      nan      0.1000      0.0661
##      4      1.4225      nan      0.1000      0.0536
##      5      1.3872      nan      0.1000      0.0410
##      6      1.3600      nan      0.1000      0.0466
##      7      1.3304      nan      0.1000      0.0347
##      8      1.3077      nan      0.1000      0.0338
##      9      1.2851      nan      0.1000      0.0329
##     10      1.2646      nan      0.1000      0.0295
##     20      1.1095      nan      0.1000      0.0184
##     40      0.9413      nan      0.1000      0.0077
##     60      0.8384      nan      0.1000      0.0061
##     80      0.7617      nan      0.1000      0.0049
##    100      0.6979      nan      0.1000      0.0034
##    120      0.6454      nan      0.1000      0.0041
##    140      0.5981      nan      0.1000      0.0034
##    150      0.5771      nan      0.1000      0.0024
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1839
##      2      1.4913      nan      0.1000      0.1236
##      3      1.4099      nan      0.1000      0.1080

```

```

##      4      1.3414      nan      0.1000      0.0852
##      5      1.2869      nan      0.1000      0.0673
##      6      1.2430      nan      0.1000      0.0617
##      7      1.2036      nan      0.1000      0.0565
##      8      1.1667      nan      0.1000      0.0547
##      9      1.1329      nan      0.1000      0.0434
##     10      1.1056      nan      0.1000      0.0471
##     20      0.8920      nan      0.1000      0.0217
##     40      0.6764      nan      0.1000      0.0175
##     60      0.5216      nan      0.1000      0.0093
##     80      0.4204      nan      0.1000      0.0123
##    100      0.3406      nan      0.1000      0.0038
##    120      0.2862      nan      0.1000      0.0034
##    140      0.2419      nan      0.1000      0.0029
##    150      0.2225      nan      0.1000      0.0028
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2218
##      2      1.4657      nan      0.1000      0.1619
##      3      1.3647      nan      0.1000      0.1201
##      4      1.2881      nan      0.1000      0.1055
##      5      1.2209      nan      0.1000      0.0861
##      6      1.1666      nan      0.1000      0.0883
##      7      1.1140      nan      0.1000      0.0598
##      8      1.0749      nan      0.1000      0.0723
##      9      1.0294      nan      0.1000      0.0647
##     10      0.9896      nan      0.1000      0.0557
##     20      0.7390      nan      0.1000      0.0280
##     40      0.4814      nan      0.1000      0.0121
##     60      0.3388      nan      0.1000      0.0093
##     80      0.2497      nan      0.1000      0.0033
##    100      0.1954      nan      0.1000      0.0029
##    120      0.1551      nan      0.1000      0.0014
##    140      0.1249      nan      0.1000      0.0012
##    150      0.1120      nan      0.1000      0.0012
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1309
##      2      1.5223      nan      0.1000      0.0885
##      3      1.4647      nan      0.1000      0.0651
##      4      1.4213      nan      0.1000      0.0573
##      5      1.3842      nan      0.1000      0.0430
##      6      1.3552      nan      0.1000      0.0443
##      7      1.3269      nan      0.1000      0.0404
##      8      1.3012      nan      0.1000      0.0304
##      9      1.2812      nan      0.1000      0.0372
##     10      1.2561      nan      0.1000      0.0301
##     20      1.0990      nan      0.1000      0.0165
##     40      0.9294      nan      0.1000      0.0083

```

```

##      60      0.8275      nan      0.1000      0.0075
##      80      0.7510      nan      0.1000      0.0054
##     100      0.6901      nan      0.1000      0.0031
##     120      0.6387      nan      0.1000      0.0031
##     140      0.5937      nan      0.1000      0.0016
##     150      0.5737      nan      0.1000      0.0026
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1893
##      2      1.4881      nan      0.1000      0.1305
##      3      1.4034      nan      0.1000      0.1001
##      4      1.3382      nan      0.1000      0.0823
##      5      1.2839      nan      0.1000      0.0776
##      6      1.2356      nan      0.1000      0.0635
##      7      1.1947      nan      0.1000      0.0569
##      8      1.1589      nan      0.1000      0.0503
##      9      1.1277      nan      0.1000      0.0517
##     10      1.0951      nan      0.1000      0.0464
##     20      0.8763      nan      0.1000      0.0352
##     40      0.6532      nan      0.1000      0.0097
##     60      0.5136      nan      0.1000      0.0120
##     80      0.4139      nan      0.1000      0.0047
##    100      0.3401      nan      0.1000      0.0028
##    120      0.2801      nan      0.1000      0.0017
##    140      0.2425      nan      0.1000      0.0022
##    150      0.2228      nan      0.1000      0.0039
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2323
##      2      1.4612      nan      0.1000      0.1697
##      3      1.3544      nan      0.1000      0.1243
##      4      1.2754      nan      0.1000      0.1023
##      5      1.2096      nan      0.1000      0.0922
##      6      1.1515      nan      0.1000      0.0700
##      7      1.1061      nan      0.1000      0.0815
##      8      1.0555      nan      0.1000      0.0492
##      9      1.0237      nan      0.1000      0.0632
##     10      0.9848      nan      0.1000      0.0556
##     20      0.7360      nan      0.1000      0.0290
##     40      0.4744      nan      0.1000      0.0183
##     60      0.3389      nan      0.1000      0.0054
##     80      0.2570      nan      0.1000      0.0043
##    100      0.1998      nan      0.1000      0.0015
##    120      0.1584      nan      0.1000      0.0035
##    140      0.1276      nan      0.1000      0.0013
##    150      0.1174      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1303

```

```

##      2      1.5220      nan      0.1000      0.0855
##      3      1.4648      nan      0.1000      0.0669
##      4      1.4209      nan      0.1000      0.0515
##      5      1.3867      nan      0.1000      0.0418
##      6      1.3586      nan      0.1000      0.0411
##      7      1.3319      nan      0.1000      0.0356
##      8      1.3089      nan      0.1000      0.0358
##      9      1.2866      nan      0.1000      0.0331
##     10      1.2633      nan      0.1000      0.0291
##     20      1.1075      nan      0.1000      0.0183
##     40      0.9375      nan      0.1000      0.0103
##     60      0.8352      nan      0.1000      0.0054
##     80      0.7600      nan      0.1000      0.0047
##    100      0.6974      nan      0.1000      0.0046
##    120      0.6451      nan      0.1000      0.0037
##    140      0.6000      nan      0.1000      0.0031
##    150      0.5789      nan      0.1000      0.0028
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1839
##      2      1.4882      nan      0.1000      0.1238
##      3      1.4084      nan      0.1000      0.1020
##      4      1.3431      nan      0.1000      0.0827
##      5      1.2886      nan      0.1000      0.0714
##      6      1.2422      nan      0.1000      0.0636
##      7      1.2020      nan      0.1000      0.0554
##      8      1.1667      nan      0.1000      0.0524
##      9      1.1328      nan      0.1000      0.0522
##     10      1.1006      nan      0.1000      0.0444
##     20      0.8926      nan      0.1000      0.0215
##     40      0.6683      nan      0.1000      0.0090
##     60      0.5216      nan      0.1000      0.0106
##     80      0.4159      nan      0.1000      0.0039
##    100      0.3448      nan      0.1000      0.0056
##    120      0.2902      nan      0.1000      0.0072
##    140      0.2448      nan      0.1000      0.0022
##    150      0.2257      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2306
##      2      1.4613      nan      0.1000      0.1566
##      3      1.3609      nan      0.1000      0.1256
##      4      1.2811      nan      0.1000      0.1002
##      5      1.2158      nan      0.1000      0.0842
##      6      1.1621      nan      0.1000      0.0742
##      7      1.1139      nan      0.1000      0.0829
##      8      1.0634      nan      0.1000      0.0519
##      9      1.0300      nan      0.1000      0.0680
##     10      0.9884      nan      0.1000      0.0480

```

```

##      20      0.7356      nan      0.1000      0.0268
##      40      0.4979      nan      0.1000      0.0165
##      60      0.3566      nan      0.1000      0.0089
##      80      0.2701      nan      0.1000      0.0077
##     100      0.2090      nan      0.1000      0.0023
##     120      0.1623      nan      0.1000      0.0023
##     140      0.1317      nan      0.1000      0.0012
##     150      0.1179      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1270
##      2      1.5241      nan      0.1000      0.0864
##      3      1.4668      nan      0.1000      0.0672
##      4      1.4238      nan      0.1000      0.0551
##      5      1.3878      nan      0.1000      0.0488
##      6      1.3569      nan      0.1000      0.0414
##      7      1.3303      nan      0.1000      0.0386
##      8      1.3059      nan      0.1000      0.0337
##      9      1.2839      nan      0.1000      0.0370
##     10      1.2586      nan      0.1000      0.0299
##     20      1.1029      nan      0.1000      0.0182
##     40      0.9309      nan      0.1000      0.0090
##     60      0.8286      nan      0.1000      0.0063
##     80      0.7539      nan      0.1000      0.0055
##    100      0.6911      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.6418      nan      0.1000      0.0035
##    140      0.5966      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.5750      nan      0.1000      0.0027
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1849
##      2      1.4886      nan      0.1000      0.1326
##      3      1.4042      nan      0.1000      0.1020
##      4      1.3382      nan      0.1000      0.0813
##      5      1.2861      nan      0.1000      0.0741
##      6      1.2390      nan      0.1000      0.0627
##      7      1.1987      nan      0.1000      0.0532
##      8      1.1640      nan      0.1000      0.0518
##      9      1.1312      nan      0.1000      0.0628
##     10      1.0932      nan      0.1000      0.0447
##     20      0.8767      nan      0.1000      0.0243
##     40      0.6577      nan      0.1000      0.0134
##     60      0.5238      nan      0.1000      0.0086
##     80      0.4205      nan      0.1000      0.0078
##    100      0.3449      nan      0.1000      0.0059
##    120      0.2864      nan      0.1000      0.0042
##    140      0.2432      nan      0.1000      0.0043
##    150      0.2219      nan      0.1000      0.0043
##

```

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2311
##	2	1.4627	nan	0.1000	0.1645
##	3	1.3607	nan	0.1000	0.1210
##	4	1.2831	nan	0.1000	0.1090
##	5	1.2145	nan	0.1000	0.0891
##	6	1.1586	nan	0.1000	0.0982
##	7	1.0983	nan	0.1000	0.0732
##	8	1.0530	nan	0.1000	0.0681
##	9	1.0119	nan	0.1000	0.0542
##	10	0.9771	nan	0.1000	0.0635
##	20	0.7204	nan	0.1000	0.0282
##	40	0.4928	nan	0.1000	0.0167
##	60	0.3442	nan	0.1000	0.0077
##	80	0.2546	nan	0.1000	0.0038
##	100	0.1986	nan	0.1000	0.0020
##	120	0.1566	nan	0.1000	0.0016
##	140	0.1245	nan	0.1000	0.0033
##	150	0.1120	nan	0.1000	0.0013
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1265
##	2	1.5236	nan	0.1000	0.0833
##	3	1.4672	nan	0.1000	0.0655
##	4	1.4240	nan	0.1000	0.0536
##	5	1.3895	nan	0.1000	0.0491
##	6	1.3578	nan	0.1000	0.0389
##	7	1.3328	nan	0.1000	0.0382
##	8	1.3082	nan	0.1000	0.0283
##	9	1.2899	nan	0.1000	0.0364
##	10	1.2647	nan	0.1000	0.0279
##	20	1.1127	nan	0.1000	0.0156
##	40	0.9430	nan	0.1000	0.0092
##	60	0.8421	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.7663	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.7051	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.6534	nan	0.1000	0.0040
##	140	0.6074	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.5863	nan	0.1000	0.0034
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1830
##	2	1.4920	nan	0.1000	0.1322
##	3	1.4076	nan	0.1000	0.0977
##	4	1.3442	nan	0.1000	0.0808
##	5	1.2930	nan	0.1000	0.0676
##	6	1.2490	nan	0.1000	0.0591
##	7	1.2110	nan	0.1000	0.0594
##	8	1.1726	nan	0.1000	0.0570



```

##      9      1.1373      nan      0.1000      0.0427
##     10      1.1100      nan      0.1000      0.0429
##     20      0.9071      nan      0.1000      0.0307
##     40      0.6817      nan      0.1000      0.0142
##     60      0.5362      nan      0.1000      0.0164
##     80      0.4359      nan      0.1000      0.0071
##    100      0.3550      nan      0.1000      0.0044
##    120      0.2961      nan      0.1000      0.0045
##    140      0.2502      nan      0.1000      0.0031
##    150      0.2288      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2250
##      2      1.4653      nan      0.1000      0.1593
##      3      1.3642      nan      0.1000      0.1187
##      4      1.2890      nan      0.1000      0.1101
##      5      1.2194      nan      0.1000      0.0875
##      6      1.1637      nan      0.1000      0.0765
##      7      1.1168      nan      0.1000      0.0589
##      8      1.0791      nan      0.1000      0.0679
##      9      1.0365      nan      0.1000      0.0461
##     10      1.0068      nan      0.1000      0.0516
##     20      0.7529      nan      0.1000      0.0279
##     40      0.4935      nan      0.1000      0.0142
##     60      0.3489      nan      0.1000      0.0098
##     80      0.2628      nan      0.1000      0.0043
##    100      0.2087      nan      0.1000      0.0036
##    120      0.1646      nan      0.1000      0.0015
##    140      0.1332      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.1209      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2270
##      2      1.4641      nan      0.1000      0.1552
##      3      1.3647      nan      0.1000      0.1299
##      4      1.2831      nan      0.1000      0.1038
##      5      1.2173      nan      0.1000      0.0812
##      6      1.1653      nan      0.1000      0.0826
##      7      1.1144      nan      0.1000      0.0826
##      8      1.0622      nan      0.1000      0.0637
##      9      1.0224      nan      0.1000      0.0614
##     10      0.9846      nan      0.1000      0.0489
##     20      0.7319      nan      0.1000      0.0289
##     40      0.4755      nan      0.1000      0.0223
##     60      0.3402      nan      0.1000      0.0093
##     80      0.2587      nan      0.1000      0.0068
##    100      0.1964      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.1578      nan      0.1000      0.0034

```

```
##      140      0.1264      nan      0.1000      0.0011
##      150      0.1139      nan      0.1000      0.0028
```

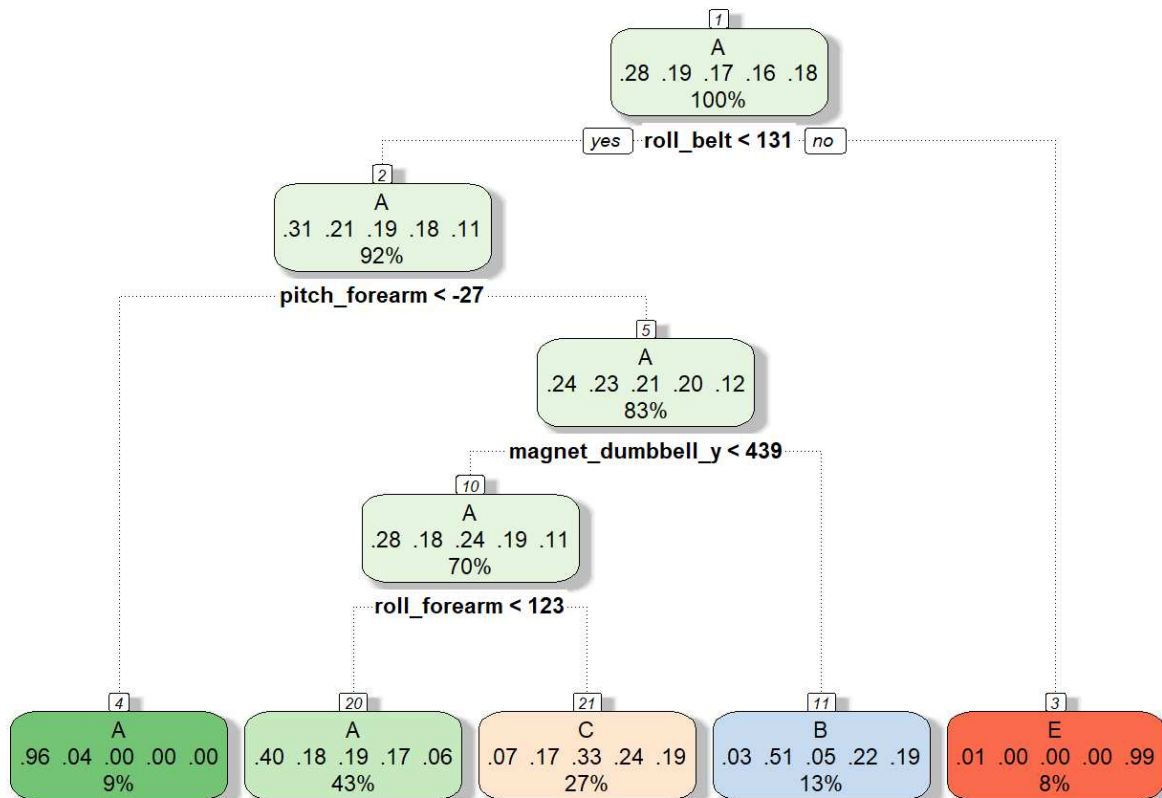
```
# we have used confusion matrix under CARET package to check out of sample error.
# out of sample accuracy is 0.9973 with using randomforest.
```

```
confusionMatrix(predict(model_fit_gbm, test_vif), test_vif$test_data.classe)
```

```
## Confusion Matrix and Statistics
##
##              Reference
## Prediction      A      B      C      D      E
##           A 1110      6      0      0      0
##           B   5    746      6      1      2
##           C   0     4   676     10      2
##           D   1     1     1    632      5
##           E   0     2     1     0   712
##
## Overall Statistics
##
##              Accuracy : 0.988
##              95% CI : (0.9841, 0.9912)
##      No Information Rate : 0.2845
##      P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
##
##              Kappa : 0.9848
##
##      McNemar's Test P-Value : NA
##
## Statistics by Class:
##
##              Class: A Class: B Class: C Class: D Class: E
## Sensitivity      0.9946   0.9829   0.9883   0.9829   0.9875
## Specificity      0.9979   0.9956   0.9951   0.9976   0.9991
## Pos Pred Value   0.9946   0.9816   0.9769   0.9875   0.9958
## Neg Pred Value   0.9979   0.9959   0.9975   0.9966   0.9972
## Prevalence       0.2845   0.1935   0.1744   0.1639   0.1838
## Detection Rate   0.2829   0.1902   0.1723   0.1611   0.1815
## Detection Prevalence 0.2845   0.1937   0.1764   0.1631   0.1823
## Balanced Accuracy 0.9962   0.9892   0.9917   0.9902   0.9933
```

# Prediction with using classification method

```
# Train function under CARET is having
modelfit_class <- train(train_data.classe ~ ., method="rpart", data=train_vif)
# we have installed rattle package to create fancy tree
fancyRpartPlot(modelfit_class$finalModel)
```



Rattle 2019-Dec-09 13:36:34 irgcmh

```
pred_test <- table(predict(modelfit_class, test_vif), test_vif$test_data.classe)
pred_test
```

```
##
##      A      B      C      D      E
## A 1017  336  313  280   98
## B   17  243   17  134  103
## C   79  180  354  229  178
## D    0    0    0    0    0
## E    3    0    0    0  342
```

```
# Out of sample accuracy of classification method is 52.63% which is very less
than random forest.
sum(diag(pred_test)) / nrow(test_vif)
```

```
## [1] 0.498598
```

## Comparison

Random forest Accuracy : 0.9973 Generalize boosting method Accuracy : 0.9888 Classification method accuracy : 0.5263

Accuracy of random forest is high so final validation will be made using random forest.

## Final prediction of testing data set with using random forest

```
# our train_vif data has reduced to 34 column. So we need to create out testing
dataset to sample unique column to predict classes A,B,C,D and E. Following cod
e is reducing testing data set variable from 160 to 34 column.
```

```
set.seed(32343)
testing <- testing[,-c(1:6)]
testing <- testing[,-c(3:30)]
testing <- testing[,-c(6:9)]
testing <- testing[,-c(12:21)]
testing <- testing[,-c(13,15,16,19:35)]
testing <- testing[,-c(19:33)]
testing <- testing[,-c(20:29)]
testing <- testing[,-c(22:26)]
testing <- testing[,-c(27:41,43:52)]
testing <- testing[,-c(30:32)]
```

```
# Prediction with using random forest
predict(modelfit_rf,testing)
```

```
## 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
## B A B A A E D B A A B C B A E E A B B B
## Levels: A B C D E
```