

Machine Learning: Course Project

Jeremy Peters

February 5, 2018

Executive Summary

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. In a study, 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). Only Class A corresponds to correct performance. The objective of this project is to use data from accelerometers on the belt, forearm, arm, and dumbbell of 6 participants to build a machine learning algorithm to predict the manner/class type in which an exercise was completed. More information about the study and data set can be found in the section on the Weight Lifting Exercise Dataset at the following URL: <http://groupware.les.inf.puc-rio.br/har>.

Exploratory Data Analysis

- The training data for this project was download from the following URL: <https://d396qusza40orc.cloudfront.net/predmachlearn/pml-training.csv>
- The test data for this project was download from the following URL: <https://d396qusza40orc.cloudfront.net/predmachlearn/pml-testing.csv>
- Load the required r packages: caret, gbm and randomForest
- Read the Training and Testing CSV files in table format, specify types of missing values (NA, empty strings and div0), and create data frames
- Display the internal structure of an R object and generate summary statistics of the training dataset
- The Training dataset contains 160 variables and 19,622 records
- The Testing dataset contains 160 variables and 20 records
- classe is the outcome factor variable with 5 levels: Class A, Class B, Class C, Class D, and Class E

```
# Load the required r packages
```

```
library(caret)
```

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

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

```
library(randomForest)
```

```
## randomForest 4.6-12
```

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

```
##
```

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

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

```
##
```

```
## margin
```

```
library(gbm)
```

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

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

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

## Loading required package: splines

## Loading required package: parallel

## Loaded gbm 2.1.3

dfTrain <- read.csv("pml-training.csv", header = TRUE, na.strings=c("NA","#DIV/0!",""))
dfTest  <- read.csv("pml-testing.csv", header = TRUE, na.strings=c("NA","#DIV/0!",""))

# Get variable names
names(dfTrain)
```

##	[1]	"X"	"user_name"
##	[3]	"raw_timestamp_part_1"	"raw_timestamp_part_2"
##	[5]	"cvtd_timestamp"	"new_window"
##	[7]	"num_window"	"roll_belt"
##	[9]	"pitch_belt"	"yaw_belt"
##	[11]	"total_accel_belt"	"kurtosis_roll_belt"
##	[13]	"kurtosis_picth_belt"	"kurtosis_yaw_belt"
##	[15]	"skewness_roll_belt"	"skewness_roll_belt.1"
##	[17]	"skewness_yaw_belt"	"max_roll_belt"
##	[19]	"max_picth_belt"	"max_yaw_belt"
##	[21]	"min_roll_belt"	"min_pitch_belt"
##	[23]	"min_yaw_belt"	"amplitude_roll_belt"
##	[25]	"amplitude_pitch_belt"	"amplitude_yaw_belt"
##	[27]	"var_total_accel_belt"	"avg_roll_belt"
##	[29]	"stddev_roll_belt"	"var_roll_belt"
##	[31]	"avg_pitch_belt"	"stddev_pitch_belt"
##	[33]	"var_pitch_belt"	"avg_yaw_belt"
##	[35]	"stddev_yaw_belt"	"var_yaw_belt"
##	[37]	"gyros_belt_x"	"gyros_belt_y"
##	[39]	"gyros_belt_z"	"accel_belt_x"
##	[41]	"accel_belt_y"	"accel_belt_z"
##	[43]	"magnet_belt_x"	"magnet_belt_y"
##	[45]	"magnet_belt_z"	"roll_arm"
##	[47]	"pitch_arm"	"yaw_arm"
##	[49]	"total_accel_arm"	"var_accel_arm"
##	[51]	"avg_roll_arm"	"stddev_roll_arm"
##	[53]	"var_roll_arm"	"avg_pitch_arm"
##	[55]	"stddev_pitch_arm"	"var_pitch_arm"
##	[57]	"avg_yaw_arm"	"stddev_yaw_arm"
##	[59]	"var_yaw_arm"	"gyros_arm_x"
##	[61]	"gyros_arm_y"	"gyros_arm_z"
##	[63]	"accel_arm_x"	"accel_arm_y"
##	[65]	"accel_arm_z"	"magnet_arm_x"
##	[67]	"magnet_arm_y"	"magnet_arm_z"
##	[69]	"kurtosis_roll_arm"	"kurtosis_picth_arm"
##	[71]	"kurtosis_yaw_arm"	"skewness_roll_arm"
##	[73]	"skewness_pitch_arm"	"skewness_yaw_arm"
##	[75]	"max_roll_arm"	"max_picth_arm"

```
## [77] "max_yaw_arm"          "min_roll_arm"
## [79] "min_pitch_arm"        "min_yaw_arm"
## [81] "amplitude_roll_arm"   "amplitude_pitch_arm"
## [83] "amplitude_yaw_arm"    "roll_dumbbell"
## [85] "pitch_dumbbell"       "yaw_dumbbell"
## [87] "kurtosis_roll_dumbbell" "kurtosis_pitch_dumbbell"
## [89] "kurtosis_yaw_dumbbell" "skewness_roll_dumbbell"
## [91] "skewness_pitch_dumbbell" "skewness_yaw_dumbbell"
## [93] "max_roll_dumbbell"    "max_pitch_dumbbell"
## [95] "max_yaw_dumbbell"     "min_roll_dumbbell"
## [97] "min_pitch_dumbbell"   "min_yaw_dumbbell"
## [99] "amplitude_roll_dumbbell" "amplitude_pitch_dumbbell"
## [101] "amplitude_yaw_dumbbell" "total_accel_dumbbell"
## [103] "var_accel_dumbbell"   "avg_roll_dumbbell"
## [105] "stddev_roll_dumbbell" "var_roll_dumbbell"
## [107] "avg_pitch_dumbbell"   "stddev_pitch_dumbbell"
## [109] "var_pitch_dumbbell"   "avg_yaw_dumbbell"
## [111] "stddev_yaw_dumbbell"  "var_yaw_dumbbell"
## [113] "gyros_dumbbell_x"     "gyros_dumbbell_y"
## [115] "gyros_dumbbell_z"     "accel_dumbbell_x"
## [117] "accel_dumbbell_y"     "accel_dumbbell_z"
## [119] "magnet_dumbbell_x"    "magnet_dumbbell_y"
## [121] "magnet_dumbbell_z"    "roll_forearm"
## [123] "pitch_forearm"        "yaw_forearm"
## [125] "kurtosis_roll_forearm" "kurtosis_pitch_forearm"
## [127] "kurtosis_yaw_forearm"  "skewness_roll_forearm"
## [129] "skewness_pitch_forearm" "skewness_yaw_forearm"
## [131] "max_roll_forearm"     "max_pitch_forearm"
## [133] "max_yaw_forearm"      "min_roll_forearm"
## [135] "min_pitch_forearm"    "min_yaw_forearm"
## [137] "amplitude_roll_forearm" "amplitude_pitch_forearm"
## [139] "amplitude_yaw_forearm" "total_accel_forearm"
## [141] "var_accel_forearm"    "avg_roll_forearm"
## [143] "stddev_roll_forearm"  "var_roll_forearm"
## [145] "avg_pitch_forearm"    "stddev_pitch_forearm"
## [147] "var_pitch_forearm"    "avg_yaw_forearm"
## [149] "stddev_yaw_forearm"   "var_yaw_forearm"
## [151] "gyros_forearm_x"      "gyros_forearm_y"
## [153] "gyros_forearm_z"      "accel_forearm_x"
## [155] "accel_forearm_y"      "accel_forearm_z"
## [157] "magnet_forearm_x"     "magnet_forearm_y"
## [159] "magnet_forearm_z"     "classe"
```

```
str(dfTrain)
```

```
## 'data.frame':   19622 obs. of  160 variables:
## $ X : int  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
## $ user_name : Factor w/ 6 levels "adelmo","carlitos",...: 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
## $ raw_timestamp_part_1 : int  1323084231 1323084231 1323084231 1323084232 1323084232 1323084232 ...
## $ raw_timestamp_part_2 : int  788290 808298 820366 120339 196328 304277 368296 440390 484323 484...
## $ cvtd_timestamp : Factor w/ 20 levels "02/12/2011 13:32",...: 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 ...
## $ new_window : Factor w/ 2 levels "no","yes": 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
## $ num_window : int  11 11 11 12 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 ...
## $ pitch_belt : num  8.07 8.07 8.07 8.05 8.07 8.06 8.09 8.13 8.16 8.17 ...
```

```

## $ yaw_belt : num -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 -94.4 ...
## $ total_accel_belt : int 3 3 3 3 3 3 3 3 3 ...
## $ kurtosis_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ kurtosis_pitch_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ kurtosis_yaw_belt : logi NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_roll_belt.1 : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_yaw_belt : logi NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_pitch_belt : int NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_yaw_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_pitch_belt : int NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_yaw_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ amplitude_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ amplitude_pitch_belt : int NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ amplitude_yaw_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ var_total_accel_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ avg_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ stddev_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ var_roll_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ avg_pitch_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ stddev_pitch_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ var_pitch_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ avg_yaw_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ stddev_yaw_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ var_yaw_belt : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ gyros_belt_x : num 0 0.02 0 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.03 ...
## $ 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 -0.02 -0.02 0 ...
## $ accel_belt_x : int -21 -22 -20 -22 -21 -21 -22 -22 -20 -21 ...
## $ accel_belt_y : int 4 4 5 3 2 4 3 4 2 4 ...
## $ accel_belt_z : int 22 22 23 21 24 21 21 21 24 22 ...
## $ magnet_belt_x : int -3 -7 -2 -6 -6 0 -4 -2 1 -3 ...
## $ magnet_belt_y : int 599 608 600 604 600 603 599 603 602 609 ...
## $ magnet_belt_z : int -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 : int 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 ...
## $ var_accel_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ avg_roll_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ stddev_roll_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ var_roll_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ avg_pitch_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ stddev_pitch_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ var_pitch_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ avg_yaw_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ stddev_yaw_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ var_yaw_arm : num NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ gyros_arm_x : num 0 0.02 0.02 0.02 0 0.02 0 0.02 0.02 0.02 ...
## $ gyros_arm_y : num 0 -0.02 -0.02 -0.03 -0.03 -0.03 -0.03 -0.02 -0.03 -0.03 ...
## $ gyros_arm_z : num -0.02 -0.02 -0.02 0.02 0 0 0 0 -0.02 -0.02 ...
## $ accel_arm_x : int -288 -290 -289 -289 -289 -289 -289 -289 -288 -288 ...

```

```
## $ accel_arm_y      : int  109 110 110 111 111 111 111 111 109 110 ...
## $ accel_arm_z      : int  -123 -125 -126 -123 -123 -122 -125 -124 -122 -124 ...
## $ magnet_arm_x     : int  -368 -369 -368 -372 -374 -369 -373 -372 -369 -376 ...
## $ magnet_arm_y     : int   337 337 344 344 337 342 336 338 341 334 ...
## $ magnet_arm_z     : int   516 513 513 512 506 513 509 510 518 516 ...
## $ kurtosis_roll_arm : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ kurtosis_pitch_arm : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ kurtosis_yaw_arm  : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_roll_arm : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_pitch_arm : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_yaw_arm  : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_roll_arm     : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_pitch_arm    : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_yaw_arm      : int   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_roll_arm     : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_pitch_arm    : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_yaw_arm      : int   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ amplitude_roll_arm : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ amplitude_pitch_arm : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ amplitude_yaw_arm : int   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ 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 ...
## $ kurtosis_roll_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ kurtosis_pitch_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ kurtosis_yaw_dumbbell : logi   NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_roll_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_pitch_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ skewness_yaw_dumbbell : logi   NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_roll_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_pitch_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ max_yaw_dumbbell  : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_roll_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_pitch_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ min_yaw_dumbbell  : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ amplitude_roll_dumbbell : num   NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## [list output truncated]
```

```
dim(dfTest)
```

```
## [1]  20 160
```

```
#summary(dfTrain)
```

```
summary(dfTrain$classe)
```

```
##      A      B      C      D      E
## 5580 3797 3422 3216 3607
```

Data Processing: Cleaning and Preparation

- Remove the first seven descriptive variables/fields (X/Id, user_name, raw_timestamp_part_1, raw_timestamp_part_2, cvtd_timestamp, new_window, num_window) from both data sets that will not help predict the manner in which an exercise was completed.
- Remove the variables/fields from the data set that contain missing values
- Remove Near Zero Variance Variables

- The resulting Training and Testing datasets both have 53 variables/fields the last of which is the classe variable/field
- Cross-validation is performed by splitting the cleaned training data set into a training data set (75%) that will be used for prediction and a testing/validation data set (25%) that will be used to determine out-of-sample errors

```
dfTrain <- dfTrain[, -c(1:7)]
dfTest <- dfTest[, -c(1:7)]
```

```
dfTrain <- dfTrain[, colSums(is.na(dfTrain)) == 0]
dfTest <- dfTest[, colSums(is.na(dfTest)) == 0]
```

```
#Remove any Near Zero Variance Variables
nzVar <- nearZeroVar(dfTrain, saveMetrics = TRUE)
nzVar
```

##	freqRatio	percentUnique	zeroVar	nzv
## roll_belt	1.101904	6.7781062	FALSE	FALSE
## pitch_belt	1.036082	9.3772296	FALSE	FALSE
## yaw_belt	1.058480	9.9734991	FALSE	FALSE
## total_accel_belt	1.063160	0.1477933	FALSE	FALSE
## gyros_belt_x	1.058651	0.7134849	FALSE	FALSE
## gyros_belt_y	1.144000	0.3516461	FALSE	FALSE
## gyros_belt_z	1.066214	0.8612782	FALSE	FALSE
## accel_belt_x	1.055412	0.8357966	FALSE	FALSE
## accel_belt_y	1.113725	0.7287738	FALSE	FALSE
## accel_belt_z	1.078767	1.5237998	FALSE	FALSE
## magnet_belt_x	1.090141	1.6664968	FALSE	FALSE
## magnet_belt_y	1.099688	1.5187035	FALSE	FALSE
## magnet_belt_z	1.006369	2.3290184	FALSE	FALSE
## roll_arm	52.338462	13.5256345	FALSE	FALSE
## pitch_arm	87.256410	15.7323412	FALSE	FALSE
## yaw_arm	33.029126	14.6570176	FALSE	FALSE
## total_accel_arm	1.024526	0.3363572	FALSE	FALSE
## gyros_arm_x	1.015504	3.2769341	FALSE	FALSE
## gyros_arm_y	1.454369	1.9162165	FALSE	FALSE
## gyros_arm_z	1.110687	1.2638875	FALSE	FALSE
## accel_arm_x	1.017341	3.9598410	FALSE	FALSE
## accel_arm_y	1.140187	2.7367241	FALSE	FALSE
## accel_arm_z	1.128000	4.0362858	FALSE	FALSE
## magnet_arm_x	1.000000	6.8239731	FALSE	FALSE
## magnet_arm_y	1.056818	4.4439914	FALSE	FALSE
## magnet_arm_z	1.036364	6.4468454	FALSE	FALSE
## roll_dumbbell	1.022388	84.2065029	FALSE	FALSE
## pitch_dumbbell	2.277372	81.7449801	FALSE	FALSE
## yaw_dumbbell	1.132231	83.4828254	FALSE	FALSE
## total_accel_dumbbell	1.072634	0.2191418	FALSE	FALSE
## gyros_dumbbell_x	1.003268	1.2282132	FALSE	FALSE
## gyros_dumbbell_y	1.264957	1.4167771	FALSE	FALSE
## gyros_dumbbell_z	1.060100	1.0498420	FALSE	FALSE
## accel_dumbbell_x	1.018018	2.1659362	FALSE	FALSE
## accel_dumbbell_y	1.053061	2.3748853	FALSE	FALSE
## accel_dumbbell_z	1.133333	2.0894914	FALSE	FALSE
## magnet_dumbbell_x	1.098266	5.7486495	FALSE	FALSE

```
## magnet_dumbbell_y      1.197740      4.3012945  FALSE FALSE
## magnet_dumbbell_z      1.020833      3.4451126  FALSE FALSE
## roll_forearm           11.589286     11.0895933  FALSE FALSE
## pitch_forearm          65.983051     14.8557741  FALSE FALSE
## yaw_forearm            15.322835     10.1467740  FALSE FALSE
## total_accel_forearm    1.128928      0.3567424  FALSE FALSE
## gyros_forearm_x        1.059273      1.5187035  FALSE FALSE
## gyros_forearm_y        1.036554      3.7763735  FALSE FALSE
## gyros_forearm_z        1.122917      1.5645704  FALSE FALSE
## accel_forearm_x        1.126437      4.0464784  FALSE FALSE
## accel_forearm_y        1.059406      5.1116094  FALSE FALSE
## accel_forearm_z        1.006250      2.9558659  FALSE FALSE
## magnet_forearm_x       1.012346      7.7667924  FALSE FALSE
## magnet_forearm_y       1.246914      9.5403119  FALSE FALSE
## magnet_forearm_z       1.000000      8.5771073  FALSE FALSE
## classe                 1.469581      0.0254816  FALSE FALSE
```

```
dfTrain <- dfTrain[, !nzVar$nzv]
dfTest <- dfTest[, !nzVar$nzv]
dim(dfTrain)
```

```
## [1] 19622    53
```

```
dfInTrain <- createDataPartition(dfTrain$classe, p = 0.75, list = FALSE)
dfPredict <- dfTrain[dfInTrain, ]
dfValidate <- dfTrain[-dfInTrain, ]
```

Model Fitting

- Random Forest and Stochastic Gradient Boosting Predictive models are fitted to predict the manner/class type in which an exercise was completed because they are usually the top performing algorithms. see Appendix for Stochastic Gradient Boosting model fitting
- set.seed for pseudo-random number generation in order to ensure reproducible results
- Prediction evaluation will maximize accuracy and minimize out-of sample error
- Random Forest algorithm was selected because it is one of the most accurate learning algorithms available and determines the features that are important for classification for many datasets. It works well with a large number of variables where the interactions between variables are unknown. It provides estimates of what variables are important in the classification and handles correlated covariates & outliers.
- 10-fold cross validation (cv) resampling method is applied to the Random Forest algorithm by default
- The results are predicted using the validation data set
- The results are compared using a confusionMatrix: a cross-tabulation of observed and predicted classes with associated statistics.
- The accuracy/overall agreement rate and Kappa are computed
- The importance of Top 20 Variables are calculated and plotted

```
set.seed(25)
```

```
#fitControl <- trainControl(method='cv', number = 10)
#modFitRf<- train(classe ~ ., data = dfPredict, method = "rf", trControl = fitControl)
modFitRf<- train(classe ~ ., data = dfPredict, method = "rf")
modFitRf
```

```
## Random Forest
##
```

```
## 14718 samples
## 52 predictor
## 5 classes: 'A', 'B', 'C', 'D', 'E'
##
## No pre-processing
## Resampling: Bootstrapped (25 reps)
## Summary of sample sizes: 14718, 14718, 14718, 14718, 14718, 14718, ...
## Resampling results across tuning parameters:
##
## mtry Accuracy Kappa
## 2 0.9902685 0.9876856
## 27 0.9895362 0.9867598
## 52 0.9789492 0.9733650
##
## Accuracy was used to select the optimal model using the largest value.
## The final value used for the model was mtry = 2.
```

```
predictRf <- predict(modFitRf, dfValidate)
confusionMatrix(dfValidate$classe, predictRf)
```

```
## Confusion Matrix and Statistics
```

```
##
##           Reference
## Prediction    A    B    C    D    E
##           A 1394    1    0    0    0
##           B    6  942    1    0    0
##           C    0    3  852    0    0
##           D    0    0   13  791    0
##           E    0    0    0    1  900
```

```
## Overall Statistics
```

```
##
##           Accuracy : 0.9949
##           95% CI : (0.9925, 0.9967)
##           No Information Rate : 0.2855
##           P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
```

```
##
##           Kappa : 0.9936
##           McNemar's Test P-Value : NA
```

```
## Statistics by Class:
```

```
##
##           Class: A Class: B Class: C Class: D Class: E
## Sensitivity      0.9957  0.9958  0.9838  0.9987  1.0000
## Specificity      0.9997  0.9982  0.9993  0.9968  0.9998
## Pos Pred Value   0.9993  0.9926  0.9965  0.9838  0.9989
## Neg Pred Value   0.9983  0.9990  0.9965  0.9998  1.0000
## Prevalence       0.2855  0.1929  0.1766  0.1615  0.1835
## Detection Rate   0.2843  0.1921  0.1737  0.1613  0.1835
## Detection Prevalence 0.2845  0.1935  0.1743  0.1639  0.1837
## Balanced Accuracy 0.9977  0.9970  0.9915  0.9978  0.9999
```

```
accuracy1 <- postResample(predictRf, dfValidate$classe)
accuracy1
```

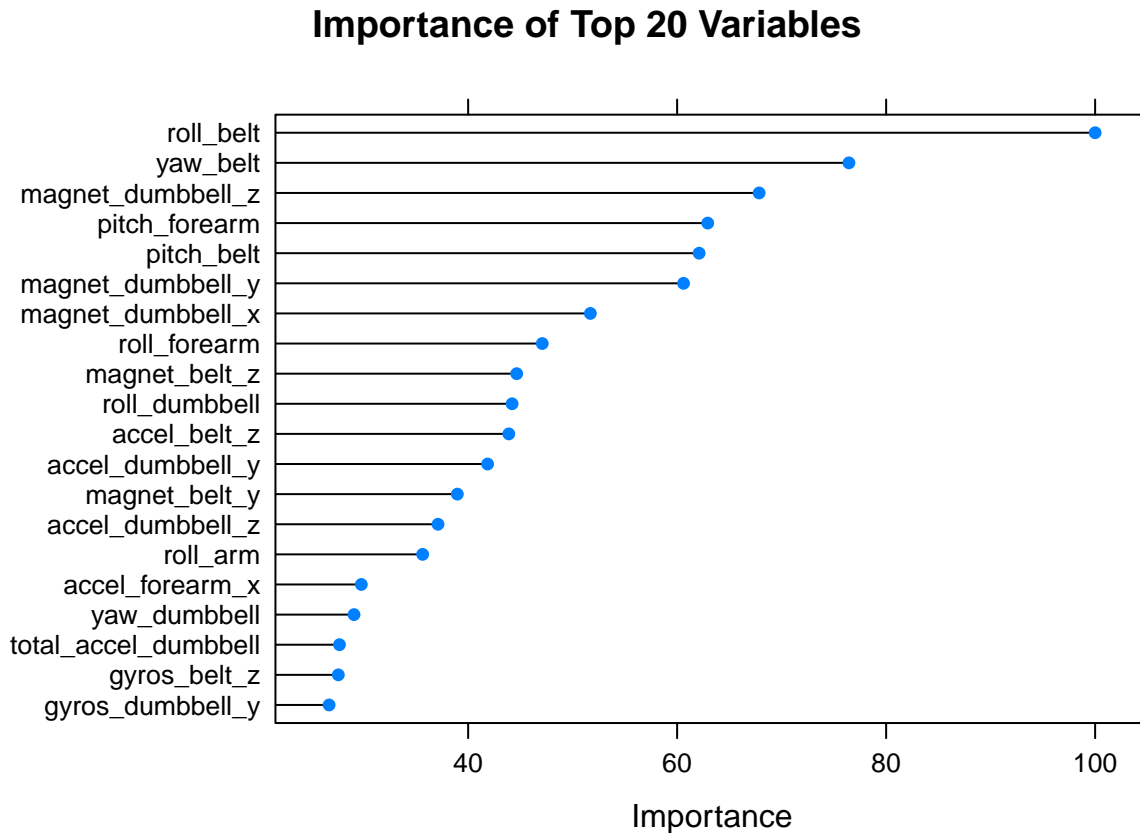


```
## Accuracy      Kappa
## 0.9949021 0.9935509
```

```
#Calculate the variable importance
```

```
modFitRfvarImp <- varImp(modFitRf)
```

```
plot(modFitRfvarImp, main = "Importance of Top 20 Variables", top = 20)
```



Conclusions & Test Data Set Prediction

- The Random Forest algorithm performed very well and gave the best result with an accuracy of 0.992 where accuracy is the proportion of correctly classified observations in the cross-validation test data set. The expected out-of-sample error rate is estimated at 0.008 (1 - accuracy) to represent the the expected misclassified observations in the test data set.
- Therefore, the Random Forest predictive model is applied to the 20 test cases available in the original test data set (not cross-validation test data set) . We can expect that few of the test samples will be misclassified based on the accuracy shown on the cross-validation data set.
- 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

```
predictRf <- predict(modFitRf, dfTest)
predictRf
```

```
## [1] 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
```

Appendix

- Stochastic Gradient Boosting Predictive models is fitted to predict the manner/class type in which an exercise was completed
- The results are predicted using the validation data set
- The results are compared using a confusionMatrix: a cross-tabulation of observed and predicted classes with associated statistics.
- The accuracy/overall agreement rate and Kappa are computed

```
modFitGbm<- train(classe ~ ., data = dfPredict, method = "gbm")
```

```
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1         1.6094         nan         0.1000   0.1277
##      2         1.5238         nan         0.1000   0.0860
##      3         1.4674         nan         0.1000   0.0668
##      4         1.4233         nan         0.1000   0.0519
##      5         1.3886         nan         0.1000   0.0516
##      6         1.3554         nan         0.1000   0.0436
##      7         1.3280         nan         0.1000   0.0379
##      8         1.3042         nan         0.1000   0.0393
##      9         1.2790         nan         0.1000   0.0310
##     10         1.2586         nan         0.1000   0.0295
##     20         1.1029         nan         0.1000   0.0172
##     40         0.9337         nan         0.1000   0.0096
##     60         0.8237         nan         0.1000   0.0053
##     80         0.7439         nan         0.1000   0.0043
##    100         0.6810         nan         0.1000   0.0043
##    120         0.6280         nan         0.1000   0.0033
##    140         0.5829         nan         0.1000   0.0016
##    150         0.5639         nan         0.1000   0.0018
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1         1.6094         nan         0.1000   0.1829
##      2         1.4898         nan         0.1000   0.1275
##      3         1.4066         nan         0.1000   0.1066
##      4         1.3371         nan         0.1000   0.0892
##      5         1.2808         nan         0.1000   0.0691
##      6         1.2360         nan         0.1000   0.0760
##      7         1.1897         nan         0.1000   0.0639
##      8         1.1504         nan         0.1000   0.0560
##      9         1.1159         nan         0.1000   0.0451
##     10         1.0867         nan         0.1000   0.0351
##     20         0.8875         nan         0.1000   0.0226
##     40         0.6778         nan         0.1000   0.0116
##     60         0.5523         nan         0.1000   0.0094
##     80         0.4628         nan         0.1000   0.0066
##    100         0.3963         nan         0.1000   0.0048
##    120         0.3450         nan         0.1000   0.0033
##    140         0.2994         nan         0.1000   0.0029
##    150         0.2806         nan         0.1000   0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1         1.6094         nan         0.1000   0.2360
##      2         1.4588         nan         0.1000   0.1598
##      3         1.3569         nan         0.1000   0.1324
```

##	4	1.2733	nan	0.1000	0.0996
##	5	1.2108	nan	0.1000	0.0948
##	6	1.1517	nan	0.1000	0.0772
##	7	1.1026	nan	0.1000	0.0669
##	8	1.0606	nan	0.1000	0.0637
##	9	1.0204	nan	0.1000	0.0626
##	10	0.9827	nan	0.1000	0.0568
##	20	0.7518	nan	0.1000	0.0290
##	40	0.5288	nan	0.1000	0.0139
##	60	0.3983	nan	0.1000	0.0081
##	80	0.3165	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.2603	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.2158	nan	0.1000	0.0028
##	140	0.1827	nan	0.1000	0.0015
##	150	0.1687	nan	0.1000	0.0018
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1290
##	2	1.5247	nan	0.1000	0.0895
##	3	1.4668	nan	0.1000	0.0653
##	4	1.4238	nan	0.1000	0.0555
##	5	1.3878	nan	0.1000	0.0482
##	6	1.3562	nan	0.1000	0.0370
##	7	1.3319	nan	0.1000	0.0428
##	8	1.3061	nan	0.1000	0.0289
##	9	1.2871	nan	0.1000	0.0349
##	10	1.2644	nan	0.1000	0.0282
##	20	1.1095	nan	0.1000	0.0164
##	40	0.9378	nan	0.1000	0.0091
##	60	0.8299	nan	0.1000	0.0059
##	80	0.7473	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.6863	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.6331	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.5892	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.5703	nan	0.1000	0.0026
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1865
##	2	1.4883	nan	0.1000	0.1265
##	3	1.4069	nan	0.1000	0.0999
##	4	1.3424	nan	0.1000	0.0829
##	5	1.2881	nan	0.1000	0.0620
##	6	1.2461	nan	0.1000	0.0710
##	7	1.2027	nan	0.1000	0.0599
##	8	1.1656	nan	0.1000	0.0596
##	9	1.1281	nan	0.1000	0.0446
##	10	1.0995	nan	0.1000	0.0389
##	20	0.8963	nan	0.1000	0.0200
##	40	0.6875	nan	0.1000	0.0156
##	60	0.5558	nan	0.1000	0.0102
##	80	0.4657	nan	0.1000	0.0071
##	100	0.3944	nan	0.1000	0.0028
##	120	0.3449	nan	0.1000	0.0035
##	140	0.3018	nan	0.1000	0.0018

```

##      150      0.2843      nan      0.1000      0.0032
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2367
##      2      1.4598      nan      0.1000      0.1513
##      3      1.3612      nan      0.1000      0.1326
##      4      1.2786      nan      0.1000      0.1029
##      5      1.2124      nan      0.1000      0.0858
##      6      1.1583      nan      0.1000      0.0823
##      7      1.1052      nan      0.1000      0.0729
##      8      1.0597      nan      0.1000      0.0612
##      9      1.0226      nan      0.1000      0.0597
##     10      0.9851      nan      0.1000      0.0478
##     20      0.7591      nan      0.1000      0.0230
##     40      0.5250      nan      0.1000      0.0082
##     60      0.4037      nan      0.1000      0.0071
##     80      0.3167      nan      0.1000      0.0065
##    100      0.2580      nan      0.1000      0.0025
##    120      0.2164      nan      0.1000      0.0024
##    140      0.1839      nan      0.1000      0.0018
##    150      0.1690      nan      0.1000      0.0020
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1252
##      2      1.5244      nan      0.1000      0.0870
##      3      1.4671      nan      0.1000      0.0642
##      4      1.4250      nan      0.1000      0.0529
##      5      1.3902      nan      0.1000      0.0452
##      6      1.3612      nan      0.1000      0.0453
##      7      1.3333      nan      0.1000      0.0409
##      8      1.3083      nan      0.1000      0.0354
##      9      1.2860      nan      0.1000      0.0307
##     10      1.2649      nan      0.1000      0.0277
##     20      1.1102      nan      0.1000      0.0170
##     40      0.9379      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.8268      nan      0.1000      0.0063
##     80      0.7451      nan      0.1000      0.0042
##    100      0.6827      nan      0.1000      0.0036
##    120      0.6299      nan      0.1000      0.0018
##    140      0.5853      nan      0.1000      0.0030
##    150      0.5645      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1786
##      2      1.4903      nan      0.1000      0.1266
##      3      1.4078      nan      0.1000      0.1055
##      4      1.3407      nan      0.1000      0.0865
##      5      1.2848      nan      0.1000      0.0728
##      6      1.2385      nan      0.1000      0.0675
##      7      1.1953      nan      0.1000      0.0534
##      8      1.1609      nan      0.1000      0.0587
##      9      1.1241      nan      0.1000      0.0447
##     10      1.0961      nan      0.1000      0.0424
##     20      0.8958      nan      0.1000      0.0257

```

##	40	0.6776	nan	0.1000	0.0086
##	60	0.5496	nan	0.1000	0.0092
##	80	0.4611	nan	0.1000	0.0051
##	100	0.3936	nan	0.1000	0.0022
##	120	0.3384	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.2988	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.2812	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2273
##	2	1.4653	nan	0.1000	0.1649
##	3	1.3611	nan	0.1000	0.1256
##	4	1.2815	nan	0.1000	0.1038
##	5	1.2166	nan	0.1000	0.0953
##	6	1.1579	nan	0.1000	0.0740
##	7	1.1113	nan	0.1000	0.0670
##	8	1.0692	nan	0.1000	0.0714
##	9	1.0254	nan	0.1000	0.0539
##	10	0.9916	nan	0.1000	0.0522
##	20	0.7586	nan	0.1000	0.0244
##	40	0.5244	nan	0.1000	0.0119
##	60	0.3969	nan	0.1000	0.0060
##	80	0.3158	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.2592	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.2140	nan	0.1000	0.0017
##	140	0.1830	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.1683	nan	0.1000	0.0012
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1260
##	2	1.5248	nan	0.1000	0.0831
##	3	1.4687	nan	0.1000	0.0655
##	4	1.4258	nan	0.1000	0.0530
##	5	1.3911	nan	0.1000	0.0455
##	6	1.3599	nan	0.1000	0.0441
##	7	1.3322	nan	0.1000	0.0358
##	8	1.3086	nan	0.1000	0.0324
##	9	1.2877	nan	0.1000	0.0330
##	10	1.2667	nan	0.1000	0.0335
##	20	1.1123	nan	0.1000	0.0172
##	40	0.9423	nan	0.1000	0.0104
##	60	0.8345	nan	0.1000	0.0072
##	80	0.7526	nan	0.1000	0.0056
##	100	0.6869	nan	0.1000	0.0043
##	120	0.6355	nan	0.1000	0.0030
##	140	0.5915	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.5725	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1836
##	2	1.4910	nan	0.1000	0.1304
##	3	1.4060	nan	0.1000	0.0998
##	4	1.3405	nan	0.1000	0.0801
##	5	1.2888	nan	0.1000	0.0805

##	6	1.2384	nan	0.1000	0.0626
##	7	1.1998	nan	0.1000	0.0511
##	8	1.1673	nan	0.1000	0.0536
##	9	1.1331	nan	0.1000	0.0444
##	10	1.1054	nan	0.1000	0.0453
##	20	0.9013	nan	0.1000	0.0234
##	40	0.6896	nan	0.1000	0.0097
##	60	0.5590	nan	0.1000	0.0061
##	80	0.4708	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.4030	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.3507	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.3076	nan	0.1000	0.0018
##	150	0.2886	nan	0.1000	0.0031
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2272
##	2	1.4623	nan	0.1000	0.1575
##	3	1.3615	nan	0.1000	0.1213
##	4	1.2851	nan	0.1000	0.1141
##	5	1.2143	nan	0.1000	0.0860
##	6	1.1601	nan	0.1000	0.0691
##	7	1.1162	nan	0.1000	0.0706
##	8	1.0716	nan	0.1000	0.0578
##	9	1.0339	nan	0.1000	0.0515
##	10	1.0005	nan	0.1000	0.0564
##	20	0.7591	nan	0.1000	0.0264
##	40	0.5327	nan	0.1000	0.0120
##	60	0.4043	nan	0.1000	0.0056
##	80	0.3184	nan	0.1000	0.0031
##	100	0.2616	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.2210	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.1877	nan	0.1000	0.0018
##	150	0.1736	nan	0.1000	0.0019
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1266
##	2	1.5229	nan	0.1000	0.0882
##	3	1.4647	nan	0.1000	0.0654
##	4	1.4208	nan	0.1000	0.0530
##	5	1.3850	nan	0.1000	0.0504
##	6	1.3526	nan	0.1000	0.0437
##	7	1.3243	nan	0.1000	0.0352
##	8	1.3017	nan	0.1000	0.0370
##	9	1.2791	nan	0.1000	0.0360
##	10	1.2567	nan	0.1000	0.0288
##	20	1.1058	nan	0.1000	0.0187
##	40	0.9315	nan	0.1000	0.0081
##	60	0.8244	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.7451	nan	0.1000	0.0062
##	100	0.6814	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.6296	nan	0.1000	0.0039
##	140	0.5848	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.5647	nan	0.1000	0.0016
##					

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1827
##	2	1.4894	nan	0.1000	0.1317
##	3	1.4055	nan	0.1000	0.1006
##	4	1.3411	nan	0.1000	0.0881
##	5	1.2852	nan	0.1000	0.0722
##	6	1.2396	nan	0.1000	0.0733
##	7	1.1934	nan	0.1000	0.0558
##	8	1.1581	nan	0.1000	0.0547
##	9	1.1245	nan	0.1000	0.0488
##	10	1.0944	nan	0.1000	0.0423
##	20	0.8929	nan	0.1000	0.0271
##	40	0.6820	nan	0.1000	0.0102
##	60	0.5551	nan	0.1000	0.0068
##	80	0.4655	nan	0.1000	0.0037
##	100	0.3979	nan	0.1000	0.0048
##	120	0.3437	nan	0.1000	0.0039
##	140	0.3023	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2834	nan	0.1000	0.0013
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2385
##	2	1.4605	nan	0.1000	0.1615
##	3	1.3604	nan	0.1000	0.1231
##	4	1.2835	nan	0.1000	0.1031
##	5	1.2182	nan	0.1000	0.0944
##	6	1.1606	nan	0.1000	0.0789
##	7	1.1109	nan	0.1000	0.0726
##	8	1.0649	nan	0.1000	0.0553
##	9	1.0293	nan	0.1000	0.0588
##	10	0.9924	nan	0.1000	0.0558
##	20	0.7581	nan	0.1000	0.0266
##	40	0.5277	nan	0.1000	0.0129
##	60	0.3990	nan	0.1000	0.0075
##	80	0.3172	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.2587	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.2148	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.1827	nan	0.1000	0.0012
##	150	0.1698	nan	0.1000	0.0011
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1210
##	2	1.5269	nan	0.1000	0.0829
##	3	1.4704	nan	0.1000	0.0634
##	4	1.4277	nan	0.1000	0.0560
##	5	1.3926	nan	0.1000	0.0495
##	6	1.3607	nan	0.1000	0.0423
##	7	1.3333	nan	0.1000	0.0362
##	8	1.3097	nan	0.1000	0.0333
##	9	1.2886	nan	0.1000	0.0308
##	10	1.2684	nan	0.1000	0.0336
##	20	1.1142	nan	0.1000	0.0165
##	40	0.9410	nan	0.1000	0.0089
##	60	0.8347	nan	0.1000	0.0076

##	80	0.7528	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.6918	nan	0.1000	0.0041
##	120	0.6379	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.5944	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.5754	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1780
##	2	1.4917	nan	0.1000	0.1299
##	3	1.4070	nan	0.1000	0.1013
##	4	1.3433	nan	0.1000	0.0827
##	5	1.2909	nan	0.1000	0.0724
##	6	1.2447	nan	0.1000	0.0620
##	7	1.2046	nan	0.1000	0.0644
##	8	1.1646	nan	0.1000	0.0507
##	9	1.1322	nan	0.1000	0.0486
##	10	1.1019	nan	0.1000	0.0331
##	20	0.9013	nan	0.1000	0.0223
##	40	0.6868	nan	0.1000	0.0123
##	60	0.5651	nan	0.1000	0.0061
##	80	0.4785	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.4082	nan	0.1000	0.0039
##	120	0.3532	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.3125	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.2943	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2253
##	2	1.4663	nan	0.1000	0.1546
##	3	1.3687	nan	0.1000	0.1280
##	4	1.2894	nan	0.1000	0.1101
##	5	1.2215	nan	0.1000	0.0785
##	6	1.1709	nan	0.1000	0.0840
##	7	1.1186	nan	0.1000	0.0730
##	8	1.0729	nan	0.1000	0.0585
##	9	1.0345	nan	0.1000	0.0569
##	10	0.9982	nan	0.1000	0.0526
##	20	0.7639	nan	0.1000	0.0227
##	40	0.5388	nan	0.1000	0.0128
##	60	0.4061	nan	0.1000	0.0069
##	80	0.3269	nan	0.1000	0.0062
##	100	0.2664	nan	0.1000	0.0023
##	120	0.2225	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.1879	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.1743	nan	0.1000	0.0011
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1278
##	2	1.5246	nan	0.1000	0.0866
##	3	1.4676	nan	0.1000	0.0669
##	4	1.4231	nan	0.1000	0.0547
##	5	1.3878	nan	0.1000	0.0506
##	6	1.3556	nan	0.1000	0.0404
##	7	1.3289	nan	0.1000	0.0362

##	8	1.3056	nan	0.1000	0.0357
##	9	1.2832	nan	0.1000	0.0316
##	10	1.2638	nan	0.1000	0.0302
##	20	1.1115	nan	0.1000	0.0189
##	40	0.9401	nan	0.1000	0.0108
##	60	0.8309	nan	0.1000	0.0055
##	80	0.7508	nan	0.1000	0.0041
##	100	0.6862	nan	0.1000	0.0041
##	120	0.6326	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.5883	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.5696	nan	0.1000	0.0022

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1808
##	2	1.4912	nan	0.1000	0.1299
##	3	1.4090	nan	0.1000	0.0983
##	4	1.3445	nan	0.1000	0.0772
##	5	1.2937	nan	0.1000	0.0752
##	6	1.2468	nan	0.1000	0.0606
##	7	1.2080	nan	0.1000	0.0634
##	8	1.1683	nan	0.1000	0.0597
##	9	1.1320	nan	0.1000	0.0473
##	10	1.1031	nan	0.1000	0.0393
##	20	0.9042	nan	0.1000	0.0290
##	40	0.6898	nan	0.1000	0.0121
##	60	0.5594	nan	0.1000	0.0069
##	80	0.4649	nan	0.1000	0.0071
##	100	0.3987	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.3450	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.3030	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.2844	nan	0.1000	0.0017

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2305
##	2	1.4642	nan	0.1000	0.1578
##	3	1.3649	nan	0.1000	0.1211
##	4	1.2875	nan	0.1000	0.1052
##	5	1.2215	nan	0.1000	0.0883
##	6	1.1649	nan	0.1000	0.0759
##	7	1.1173	nan	0.1000	0.0608
##	8	1.0784	nan	0.1000	0.0617
##	9	1.0378	nan	0.1000	0.0662
##	10	0.9974	nan	0.1000	0.0520
##	20	0.7560	nan	0.1000	0.0222
##	40	0.5265	nan	0.1000	0.0106
##	60	0.3986	nan	0.1000	0.0069
##	80	0.3167	nan	0.1000	0.0058
##	100	0.2572	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.2123	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.1806	nan	0.1000	0.0014
##	150	0.1679	nan	0.1000	0.0019

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1318

##	2	1.5233	nan	0.1000	0.0868
##	3	1.4662	nan	0.1000	0.0647
##	4	1.4234	nan	0.1000	0.0551
##	5	1.3874	nan	0.1000	0.0415
##	6	1.3594	nan	0.1000	0.0442
##	7	1.3315	nan	0.1000	0.0387
##	8	1.3069	nan	0.1000	0.0365
##	9	1.2839	nan	0.1000	0.0304
##	10	1.2645	nan	0.1000	0.0309
##	20	1.1073	nan	0.1000	0.0190
##	40	0.9350	nan	0.1000	0.0084
##	60	0.8273	nan	0.1000	0.0080
##	80	0.7461	nan	0.1000	0.0045
##	100	0.6787	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.6268	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.5825	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.5633	nan	0.1000	0.0027

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1873
##	2	1.4887	nan	0.1000	0.1232
##	3	1.4081	nan	0.1000	0.0965
##	4	1.3456	nan	0.1000	0.0821
##	5	1.2932	nan	0.1000	0.0722
##	6	1.2478	nan	0.1000	0.0577
##	7	1.2091	nan	0.1000	0.0680
##	8	1.1669	nan	0.1000	0.0598
##	9	1.1303	nan	0.1000	0.0433
##	10	1.1022	nan	0.1000	0.0453
##	20	0.9037	nan	0.1000	0.0227
##	40	0.6835	nan	0.1000	0.0185
##	60	0.5511	nan	0.1000	0.0094
##	80	0.4623	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.3938	nan	0.1000	0.0049
##	120	0.3423	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.2996	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.2816	nan	0.1000	0.0015

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2330
##	2	1.4619	nan	0.1000	0.1558
##	3	1.3624	nan	0.1000	0.1302
##	4	1.2808	nan	0.1000	0.0965
##	5	1.2190	nan	0.1000	0.0840
##	6	1.1670	nan	0.1000	0.0703
##	7	1.1208	nan	0.1000	0.0791
##	8	1.0716	nan	0.1000	0.0568
##	9	1.0349	nan	0.1000	0.0624
##	10	0.9968	nan	0.1000	0.0519
##	20	0.7588	nan	0.1000	0.0301
##	40	0.5267	nan	0.1000	0.0106
##	60	0.4023	nan	0.1000	0.0073
##	80	0.3136	nan	0.1000	0.0043
##	100	0.2574	nan	0.1000	0.0041

##	120	0.2154	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.1819	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.1680	nan	0.1000	0.0019
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1303
##	2	1.5235	nan	0.1000	0.0887
##	3	1.4658	nan	0.1000	0.0643
##	4	1.4225	nan	0.1000	0.0542
##	5	1.3875	nan	0.1000	0.0455
##	6	1.3577	nan	0.1000	0.0447
##	7	1.3293	nan	0.1000	0.0407
##	8	1.3039	nan	0.1000	0.0310
##	9	1.2839	nan	0.1000	0.0328
##	10	1.2629	nan	0.1000	0.0320
##	20	1.1111	nan	0.1000	0.0162
##	40	0.9387	nan	0.1000	0.0073
##	60	0.8275	nan	0.1000	0.0068
##	80	0.7483	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.6827	nan	0.1000	0.0039
##	120	0.6291	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.5868	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.5662	nan	0.1000	0.0036
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1841
##	2	1.4909	nan	0.1000	0.1261
##	3	1.4091	nan	0.1000	0.1086
##	4	1.3392	nan	0.1000	0.0805
##	5	1.2874	nan	0.1000	0.0867
##	6	1.2345	nan	0.1000	0.0627
##	7	1.1945	nan	0.1000	0.0645
##	8	1.1547	nan	0.1000	0.0437
##	9	1.1267	nan	0.1000	0.0453
##	10	1.0985	nan	0.1000	0.0433
##	20	0.8961	nan	0.1000	0.0244
##	40	0.6813	nan	0.1000	0.0149
##	60	0.5495	nan	0.1000	0.0045
##	80	0.4622	nan	0.1000	0.0058
##	100	0.3935	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.3433	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.2994	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.2829	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2315
##	2	1.4627	nan	0.1000	0.1580
##	3	1.3623	nan	0.1000	0.1313
##	4	1.2800	nan	0.1000	0.1118
##	5	1.2119	nan	0.1000	0.0892
##	6	1.1556	nan	0.1000	0.0725
##	7	1.1094	nan	0.1000	0.0767
##	8	1.0621	nan	0.1000	0.0561
##	9	1.0265	nan	0.1000	0.0554

##	10	0.9910	nan	0.1000	0.0556
##	20	0.7490	nan	0.1000	0.0236
##	40	0.5161	nan	0.1000	0.0090
##	60	0.3958	nan	0.1000	0.0096
##	80	0.3085	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.2526	nan	0.1000	0.0025
##	120	0.2111	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.1796	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.1654	nan	0.1000	0.0012
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1292
##	2	1.5227	nan	0.1000	0.0870
##	3	1.4661	nan	0.1000	0.0666
##	4	1.4223	nan	0.1000	0.0550
##	5	1.3859	nan	0.1000	0.0517
##	6	1.3528	nan	0.1000	0.0411
##	7	1.3266	nan	0.1000	0.0425
##	8	1.3005	nan	0.1000	0.0342
##	9	1.2785	nan	0.1000	0.0340
##	10	1.2574	nan	0.1000	0.0295
##	20	1.1001	nan	0.1000	0.0160
##	40	0.9303	nan	0.1000	0.0087
##	60	0.8221	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.7432	nan	0.1000	0.0032
##	100	0.6795	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.6297	nan	0.1000	0.0030
##	140	0.5847	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.5659	nan	0.1000	0.0014
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1854
##	2	1.4908	nan	0.1000	0.1299
##	3	1.4085	nan	0.1000	0.1029
##	4	1.3429	nan	0.1000	0.0852
##	5	1.2890	nan	0.1000	0.0778
##	6	1.2404	nan	0.1000	0.0680
##	7	1.1963	nan	0.1000	0.0557
##	8	1.1615	nan	0.1000	0.0523
##	9	1.1288	nan	0.1000	0.0441
##	10	1.1009	nan	0.1000	0.0478
##	20	0.8904	nan	0.1000	0.0224
##	40	0.6770	nan	0.1000	0.0104
##	60	0.5507	nan	0.1000	0.0080
##	80	0.4626	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.3928	nan	0.1000	0.0044
##	120	0.3426	nan	0.1000	0.0033
##	140	0.2989	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.2803	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2319
##	2	1.4620	nan	0.1000	0.1544
##	3	1.3634	nan	0.1000	0.1254

##	4	1.2843	nan	0.1000	0.1049
##	5	1.2171	nan	0.1000	0.0916
##	6	1.1603	nan	0.1000	0.0832
##	7	1.1098	nan	0.1000	0.0724
##	8	1.0648	nan	0.1000	0.0682
##	9	1.0231	nan	0.1000	0.0556
##	10	0.9871	nan	0.1000	0.0569
##	20	0.7549	nan	0.1000	0.0291
##	40	0.5241	nan	0.1000	0.0115
##	60	0.3979	nan	0.1000	0.0082
##	80	0.3192	nan	0.1000	0.0025
##	100	0.2620	nan	0.1000	0.0049
##	120	0.2187	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.1849	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.1709	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1259
##	2	1.5256	nan	0.1000	0.0853
##	3	1.4696	nan	0.1000	0.0648
##	4	1.4261	nan	0.1000	0.0529
##	5	1.3913	nan	0.1000	0.0486
##	6	1.3597	nan	0.1000	0.0405
##	7	1.3336	nan	0.1000	0.0381
##	8	1.3093	nan	0.1000	0.0373
##	9	1.2859	nan	0.1000	0.0307
##	10	1.2651	nan	0.1000	0.0328
##	20	1.1121	nan	0.1000	0.0174
##	40	0.9390	nan	0.1000	0.0086
##	60	0.8291	nan	0.1000	0.0086
##	80	0.7507	nan	0.1000	0.0051
##	100	0.6830	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.6334	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.5886	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.5682	nan	0.1000	0.0032
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1839
##	2	1.4904	nan	0.1000	0.1254
##	3	1.4076	nan	0.1000	0.1050
##	4	1.3402	nan	0.1000	0.0826
##	5	1.2872	nan	0.1000	0.0793
##	6	1.2367	nan	0.1000	0.0597
##	7	1.1981	nan	0.1000	0.0635
##	8	1.1588	nan	0.1000	0.0467
##	9	1.1285	nan	0.1000	0.0502
##	10	1.0975	nan	0.1000	0.0370
##	20	0.8978	nan	0.1000	0.0211
##	40	0.6808	nan	0.1000	0.0116
##	60	0.5553	nan	0.1000	0.0098
##	80	0.4621	nan	0.1000	0.0059
##	100	0.3956	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.3439	nan	0.1000	0.0035
##	140	0.2993	nan	0.1000	0.0026

```

##      150      0.2811      nan      0.1000      0.0026
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2368
##      2      1.4619      nan      0.1000      0.1586
##      3      1.3601      nan      0.1000      0.1304
##      4      1.2786      nan      0.1000      0.1035
##      5      1.2128      nan      0.1000      0.0850
##      6      1.1591      nan      0.1000      0.0871
##      7      1.1065      nan      0.1000      0.0678
##      8      1.0629      nan      0.1000      0.0673
##      9      1.0211      nan      0.1000      0.0551
##     10      0.9865      nan      0.1000      0.0491
##     20      0.7541      nan      0.1000      0.0246
##     40      0.5292      nan      0.1000      0.0129
##     60      0.4047      nan      0.1000      0.0086
##     80      0.3228      nan      0.1000      0.0054
##    100      0.2639      nan      0.1000      0.0033
##    120      0.2207      nan      0.1000      0.0016
##    140      0.1874      nan      0.1000      0.0020
##    150      0.1738      nan      0.1000      0.0016
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1258
##      2      1.5271      nan      0.1000      0.0865
##      3      1.4706      nan      0.1000      0.0636
##      4      1.4294      nan      0.1000      0.0547
##      5      1.3952      nan      0.1000      0.0483
##      6      1.3631      nan      0.1000      0.0383
##      7      1.3380      nan      0.1000      0.0369
##      8      1.3142      nan      0.1000      0.0319
##      9      1.2931      nan      0.1000      0.0326
##     10      1.2711      nan      0.1000      0.0349
##     20      1.1167      nan      0.1000      0.0155
##     40      0.9457      nan      0.1000      0.0101
##     60      0.8389      nan      0.1000      0.0063
##     80      0.7587      nan      0.1000      0.0052
##    100      0.6911      nan      0.1000      0.0023
##    120      0.6412      nan      0.1000      0.0031
##    140      0.5970      nan      0.1000      0.0031
##    150      0.5773      nan      0.1000      0.0025
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1884
##      2      1.4901      nan      0.1000      0.1210
##      3      1.4099      nan      0.1000      0.1036
##      4      1.3446      nan      0.1000      0.0836
##      5      1.2906      nan      0.1000      0.0687
##      6      1.2464      nan      0.1000      0.0734
##      7      1.2004      nan      0.1000      0.0601
##      8      1.1641      nan      0.1000      0.0476
##      9      1.1341      nan      0.1000      0.0455
##     10      1.1057      nan      0.1000      0.0442
##     20      0.9053      nan      0.1000      0.0207

```

##	40	0.6881	nan	0.1000	0.0147
##	60	0.5646	nan	0.1000	0.0098
##	80	0.4758	nan	0.1000	0.0046
##	100	0.4041	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.3518	nan	0.1000	0.0046
##	140	0.3106	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2907	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2263
##	2	1.4648	nan	0.1000	0.1606
##	3	1.3644	nan	0.1000	0.1224
##	4	1.2871	nan	0.1000	0.0978
##	5	1.2257	nan	0.1000	0.0951
##	6	1.1652	nan	0.1000	0.0741
##	7	1.1194	nan	0.1000	0.0783
##	8	1.0717	nan	0.1000	0.0686
##	9	1.0303	nan	0.1000	0.0559
##	10	0.9962	nan	0.1000	0.0439
##	20	0.7716	nan	0.1000	0.0248
##	40	0.5391	nan	0.1000	0.0104
##	60	0.4129	nan	0.1000	0.0059
##	80	0.3279	nan	0.1000	0.0041
##	100	0.2694	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.2240	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.1898	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.1749	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1285
##	2	1.5242	nan	0.1000	0.0872
##	3	1.4667	nan	0.1000	0.0671
##	4	1.4229	nan	0.1000	0.0561
##	5	1.3865	nan	0.1000	0.0489
##	6	1.3554	nan	0.1000	0.0397
##	7	1.3296	nan	0.1000	0.0408
##	8	1.3041	nan	0.1000	0.0328
##	9	1.2829	nan	0.1000	0.0357
##	10	1.2593	nan	0.1000	0.0314
##	20	1.1040	nan	0.1000	0.0172
##	40	0.9334	nan	0.1000	0.0083
##	60	0.8242	nan	0.1000	0.0060
##	80	0.7417	nan	0.1000	0.0064
##	100	0.6754	nan	0.1000	0.0036
##	120	0.6245	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.5798	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.5616	nan	0.1000	0.0033
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1879
##	2	1.4882	nan	0.1000	0.1277
##	3	1.4063	nan	0.1000	0.1018
##	4	1.3409	nan	0.1000	0.0883
##	5	1.2852	nan	0.1000	0.0768

##	6	1.2367	nan	0.1000	0.0658
##	7	1.1951	nan	0.1000	0.0607
##	8	1.1558	nan	0.1000	0.0503
##	9	1.1234	nan	0.1000	0.0510
##	10	1.0920	nan	0.1000	0.0478
##	20	0.8855	nan	0.1000	0.0213
##	40	0.6817	nan	0.1000	0.0151
##	60	0.5475	nan	0.1000	0.0077
##	80	0.4579	nan	0.1000	0.0053
##	100	0.3948	nan	0.1000	0.0055
##	120	0.3382	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.2965	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.2802	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2330
##	2	1.4598	nan	0.1000	0.1637
##	3	1.3572	nan	0.1000	0.1207
##	4	1.2807	nan	0.1000	0.1077
##	5	1.2144	nan	0.1000	0.0893
##	6	1.1574	nan	0.1000	0.0882
##	7	1.1037	nan	0.1000	0.0787
##	8	1.0550	nan	0.1000	0.0636
##	9	1.0151	nan	0.1000	0.0577
##	10	0.9789	nan	0.1000	0.0467
##	20	0.7470	nan	0.1000	0.0261
##	40	0.5177	nan	0.1000	0.0117
##	60	0.3947	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.3118	nan	0.1000	0.0051
##	100	0.2580	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2132	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.1808	nan	0.1000	0.0012
##	150	0.1672	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1286
##	2	1.5237	nan	0.1000	0.0852
##	3	1.4672	nan	0.1000	0.0665
##	4	1.4243	nan	0.1000	0.0531
##	5	1.3897	nan	0.1000	0.0500
##	6	1.3573	nan	0.1000	0.0404
##	7	1.3305	nan	0.1000	0.0366
##	8	1.3066	nan	0.1000	0.0370
##	9	1.2835	nan	0.1000	0.0347
##	10	1.2605	nan	0.1000	0.0307
##	20	1.1042	nan	0.1000	0.0150
##	40	0.9289	nan	0.1000	0.0091
##	60	0.8197	nan	0.1000	0.0074
##	80	0.7398	nan	0.1000	0.0056
##	100	0.6767	nan	0.1000	0.0046
##	120	0.6240	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.5792	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.5598	nan	0.1000	0.0027
##					

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1833
##	2	1.4895	nan	0.1000	0.1267
##	3	1.4056	nan	0.1000	0.1069
##	4	1.3375	nan	0.1000	0.0876
##	5	1.2816	nan	0.1000	0.0719
##	6	1.2359	nan	0.1000	0.0689
##	7	1.1916	nan	0.1000	0.0520
##	8	1.1587	nan	0.1000	0.0530
##	9	1.1258	nan	0.1000	0.0526
##	10	1.0936	nan	0.1000	0.0418
##	20	0.8879	nan	0.1000	0.0190
##	40	0.6750	nan	0.1000	0.0109
##	60	0.5464	nan	0.1000	0.0053
##	80	0.4611	nan	0.1000	0.0063
##	100	0.3969	nan	0.1000	0.0068
##	120	0.3425	nan	0.1000	0.0035
##	140	0.3004	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.2836	nan	0.1000	0.0029
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2360
##	2	1.4602	nan	0.1000	0.1594
##	3	1.3589	nan	0.1000	0.1287
##	4	1.2786	nan	0.1000	0.1124
##	5	1.2083	nan	0.1000	0.0826
##	6	1.1561	nan	0.1000	0.0827
##	7	1.1046	nan	0.1000	0.0678
##	8	1.0613	nan	0.1000	0.0706
##	9	1.0187	nan	0.1000	0.0556
##	10	0.9844	nan	0.1000	0.0564
##	20	0.7386	nan	0.1000	0.0244
##	40	0.5171	nan	0.1000	0.0129
##	60	0.3935	nan	0.1000	0.0071
##	80	0.3140	nan	0.1000	0.0037
##	100	0.2576	nan	0.1000	0.0030
##	120	0.2137	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.1807	nan	0.1000	0.0013
##	150	0.1667	nan	0.1000	0.0011
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1270
##	2	1.5244	nan	0.1000	0.0844
##	3	1.4681	nan	0.1000	0.0654
##	4	1.4249	nan	0.1000	0.0542
##	5	1.3887	nan	0.1000	0.0412
##	6	1.3614	nan	0.1000	0.0437
##	7	1.3336	nan	0.1000	0.0420
##	8	1.3084	nan	0.1000	0.0374
##	9	1.2851	nan	0.1000	0.0331
##	10	1.2627	nan	0.1000	0.0279
##	20	1.1142	nan	0.1000	0.0151
##	40	0.9478	nan	0.1000	0.0088
##	60	0.8377	nan	0.1000	0.0075

##	80	0.7537	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.6892	nan	0.1000	0.0039
##	120	0.6367	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.5924	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.5706	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1852
##	2	1.4903	nan	0.1000	0.1258
##	3	1.4092	nan	0.1000	0.1087
##	4	1.3408	nan	0.1000	0.0838
##	5	1.2881	nan	0.1000	0.0696
##	6	1.2440	nan	0.1000	0.0582
##	7	1.2056	nan	0.1000	0.0661
##	8	1.1654	nan	0.1000	0.0488
##	9	1.1335	nan	0.1000	0.0482
##	10	1.1033	nan	0.1000	0.0415
##	20	0.9040	nan	0.1000	0.0219
##	40	0.6893	nan	0.1000	0.0107
##	60	0.5614	nan	0.1000	0.0078
##	80	0.4694	nan	0.1000	0.0079
##	100	0.4019	nan	0.1000	0.0060
##	120	0.3478	nan	0.1000	0.0028
##	140	0.3048	nan	0.1000	0.0018
##	150	0.2849	nan	0.1000	0.0030
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2307
##	2	1.4636	nan	0.1000	0.1567
##	3	1.3636	nan	0.1000	0.1282
##	4	1.2830	nan	0.1000	0.1080
##	5	1.2144	nan	0.1000	0.0865
##	6	1.1593	nan	0.1000	0.0707
##	7	1.1150	nan	0.1000	0.0685
##	8	1.0724	nan	0.1000	0.0577
##	9	1.0360	nan	0.1000	0.0526
##	10	1.0036	nan	0.1000	0.0630
##	20	0.7622	nan	0.1000	0.0292
##	40	0.5316	nan	0.1000	0.0137
##	60	0.4022	nan	0.1000	0.0060
##	80	0.3182	nan	0.1000	0.0076
##	100	0.2610	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.2191	nan	0.1000	0.0040
##	140	0.1859	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.1702	nan	0.1000	0.0011
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1305
##	2	1.5226	nan	0.1000	0.0911
##	3	1.4640	nan	0.1000	0.0660
##	4	1.4207	nan	0.1000	0.0518
##	5	1.3857	nan	0.1000	0.0472
##	6	1.3553	nan	0.1000	0.0447
##	7	1.3277	nan	0.1000	0.0346

##	8	1.3039	nan	0.1000	0.0346
##	9	1.2816	nan	0.1000	0.0330
##	10	1.2596	nan	0.1000	0.0327
##	20	1.1069	nan	0.1000	0.0195
##	40	0.9331	nan	0.1000	0.0091
##	60	0.8265	nan	0.1000	0.0065
##	80	0.7482	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.6856	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.6326	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.5897	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.5689	nan	0.1000	0.0025

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1855
##	2	1.4885	nan	0.1000	0.1244
##	3	1.4075	nan	0.1000	0.1103
##	4	1.3391	nan	0.1000	0.0816
##	5	1.2862	nan	0.1000	0.0727
##	6	1.2399	nan	0.1000	0.0700
##	7	1.1963	nan	0.1000	0.0591
##	8	1.1585	nan	0.1000	0.0468
##	9	1.1284	nan	0.1000	0.0442
##	10	1.1005	nan	0.1000	0.0429
##	20	0.8947	nan	0.1000	0.0212
##	40	0.6883	nan	0.1000	0.0102
##	60	0.5564	nan	0.1000	0.0081
##	80	0.4666	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.4002	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.3503	nan	0.1000	0.0038
##	140	0.3071	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.2882	nan	0.1000	0.0029

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2371
##	2	1.4590	nan	0.1000	0.1673
##	3	1.3549	nan	0.1000	0.1214
##	4	1.2784	nan	0.1000	0.0946
##	5	1.2178	nan	0.1000	0.0931
##	6	1.1598	nan	0.1000	0.0745
##	7	1.1136	nan	0.1000	0.0622
##	8	1.0735	nan	0.1000	0.0707
##	9	1.0292	nan	0.1000	0.0656
##	10	0.9889	nan	0.1000	0.0541
##	20	0.7561	nan	0.1000	0.0251
##	40	0.5273	nan	0.1000	0.0113
##	60	0.4028	nan	0.1000	0.0085
##	80	0.3206	nan	0.1000	0.0041
##	100	0.2615	nan	0.1000	0.0044
##	120	0.2161	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.1833	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.1700	nan	0.1000	0.0013

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1268

##	2	1.5234	nan	0.1000	0.0863
##	3	1.4665	nan	0.1000	0.0658
##	4	1.4232	nan	0.1000	0.0529
##	5	1.3880	nan	0.1000	0.0484
##	6	1.3561	nan	0.1000	0.0424
##	7	1.3293	nan	0.1000	0.0381
##	8	1.3050	nan	0.1000	0.0357
##	9	1.2822	nan	0.1000	0.0309
##	10	1.2623	nan	0.1000	0.0369
##	20	1.1061	nan	0.1000	0.0171
##	40	0.9324	nan	0.1000	0.0111
##	60	0.8242	nan	0.1000	0.0057
##	80	0.7426	nan	0.1000	0.0042
##	100	0.6809	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.6288	nan	0.1000	0.0039
##	140	0.5837	nan	0.1000	0.0015
##	150	0.5634	nan	0.1000	0.0028

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1890
##	2	1.4884	nan	0.1000	0.1268
##	3	1.4062	nan	0.1000	0.1088
##	4	1.3378	nan	0.1000	0.0864
##	5	1.2833	nan	0.1000	0.0737
##	6	1.2362	nan	0.1000	0.0747
##	7	1.1899	nan	0.1000	0.0613
##	8	1.1514	nan	0.1000	0.0521
##	9	1.1173	nan	0.1000	0.0443
##	10	1.0891	nan	0.1000	0.0362
##	20	0.8860	nan	0.1000	0.0261
##	40	0.6727	nan	0.1000	0.0119
##	60	0.5450	nan	0.1000	0.0080
##	80	0.4562	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.3919	nan	0.1000	0.0052
##	120	0.3411	nan	0.1000	0.0036
##	140	0.2986	nan	0.1000	0.0034
##	150	0.2807	nan	0.1000	0.0016

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2330
##	2	1.4619	nan	0.1000	0.1575
##	3	1.3618	nan	0.1000	0.1204
##	4	1.2846	nan	0.1000	0.1044
##	5	1.2187	nan	0.1000	0.0873
##	6	1.1631	nan	0.1000	0.0866
##	7	1.1085	nan	0.1000	0.0755
##	8	1.0616	nan	0.1000	0.0719
##	9	1.0171	nan	0.1000	0.0556
##	10	0.9819	nan	0.1000	0.0534
##	20	0.7526	nan	0.1000	0.0260
##	40	0.5217	nan	0.1000	0.0131
##	60	0.3934	nan	0.1000	0.0076
##	80	0.3125	nan	0.1000	0.0036
##	100	0.2553	nan	0.1000	0.0033

##	120	0.2146	nan	0.1000	0.0017
##	140	0.1810	nan	0.1000	0.0012
##	150	0.1684	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1248
##	2	1.5255	nan	0.1000	0.0847
##	3	1.4698	nan	0.1000	0.0630
##	4	1.4271	nan	0.1000	0.0541
##	5	1.3921	nan	0.1000	0.0435
##	6	1.3631	nan	0.1000	0.0409
##	7	1.3351	nan	0.1000	0.0398
##	8	1.3099	nan	0.1000	0.0340
##	9	1.2886	nan	0.1000	0.0321
##	10	1.2676	nan	0.1000	0.0321
##	20	1.1160	nan	0.1000	0.0170
##	40	0.9460	nan	0.1000	0.0105
##	60	0.8364	nan	0.1000	0.0077
##	80	0.7558	nan	0.1000	0.0045
##	100	0.6918	nan	0.1000	0.0045
##	120	0.6379	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.5937	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.5742	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1807
##	2	1.4930	nan	0.1000	0.1297
##	3	1.4097	nan	0.1000	0.0996
##	4	1.3450	nan	0.1000	0.0879
##	5	1.2895	nan	0.1000	0.0698
##	6	1.2448	nan	0.1000	0.0674
##	7	1.2028	nan	0.1000	0.0572
##	8	1.1667	nan	0.1000	0.0519
##	9	1.1338	nan	0.1000	0.0431
##	10	1.1064	nan	0.1000	0.0443
##	20	0.9067	nan	0.1000	0.0197
##	40	0.6869	nan	0.1000	0.0130
##	60	0.5614	nan	0.1000	0.0069
##	80	0.4700	nan	0.1000	0.0031
##	100	0.4028	nan	0.1000	0.0043
##	120	0.3505	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.3048	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.2864	nan	0.1000	0.0027
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2288
##	2	1.4625	nan	0.1000	0.1624
##	3	1.3624	nan	0.1000	0.1259
##	4	1.2833	nan	0.1000	0.1035
##	5	1.2188	nan	0.1000	0.0914
##	6	1.1613	nan	0.1000	0.0764
##	7	1.1135	nan	0.1000	0.0757
##	8	1.0653	nan	0.1000	0.0540
##	9	1.0306	nan	0.1000	0.0630

##	10	0.9917	nan	0.1000	0.0526
##	20	0.7637	nan	0.1000	0.0270
##	40	0.5309	nan	0.1000	0.0121
##	60	0.4057	nan	0.1000	0.0067
##	80	0.3199	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.2616	nan	0.1000	0.0039
##	120	0.2157	nan	0.1000	0.0015
##	140	0.1847	nan	0.1000	0.0016
##	150	0.1710	nan	0.1000	0.0014
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1261
##	2	1.5226	nan	0.1000	0.0858
##	3	1.4647	nan	0.1000	0.0674
##	4	1.4198	nan	0.1000	0.0527
##	5	1.3846	nan	0.1000	0.0486
##	6	1.3526	nan	0.1000	0.0417
##	7	1.3262	nan	0.1000	0.0412
##	8	1.3004	nan	0.1000	0.0314
##	9	1.2799	nan	0.1000	0.0309
##	10	1.2598	nan	0.1000	0.0297
##	20	1.1076	nan	0.1000	0.0162
##	40	0.9360	nan	0.1000	0.0086
##	60	0.8283	nan	0.1000	0.0072
##	80	0.7492	nan	0.1000	0.0039
##	100	0.6898	nan	0.1000	0.0043
##	120	0.6364	nan	0.1000	0.0040
##	140	0.5903	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.5702	nan	0.1000	0.0026
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1800
##	2	1.4897	nan	0.1000	0.1314
##	3	1.4057	nan	0.1000	0.1008
##	4	1.3422	nan	0.1000	0.0830
##	5	1.2894	nan	0.1000	0.0705
##	6	1.2449	nan	0.1000	0.0585
##	7	1.2069	nan	0.1000	0.0607
##	8	1.1690	nan	0.1000	0.0466
##	9	1.1397	nan	0.1000	0.0498
##	10	1.1082	nan	0.1000	0.0482
##	20	0.9061	nan	0.1000	0.0226
##	40	0.6781	nan	0.1000	0.0092
##	60	0.5511	nan	0.1000	0.0082
##	80	0.4619	nan	0.1000	0.0048
##	100	0.3956	nan	0.1000	0.0030
##	120	0.3445	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.2997	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2815	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2326
##	2	1.4615	nan	0.1000	0.1646
##	3	1.3582	nan	0.1000	0.1241

##	4	1.2797	nan	0.1000	0.1125
##	5	1.2096	nan	0.1000	0.0814
##	6	1.1576	nan	0.1000	0.0765
##	7	1.1096	nan	0.1000	0.0607
##	8	1.0700	nan	0.1000	0.0651
##	9	1.0290	nan	0.1000	0.0597
##	10	0.9908	nan	0.1000	0.0482
##	20	0.7516	nan	0.1000	0.0259
##	40	0.5314	nan	0.1000	0.0117
##	60	0.4038	nan	0.1000	0.0071
##	80	0.3168	nan	0.1000	0.0060
##	100	0.2579	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.2140	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.1813	nan	0.1000	0.0016
##	150	0.1668	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1339
##	2	1.5216	nan	0.1000	0.0897
##	3	1.4632	nan	0.1000	0.0671
##	4	1.4187	nan	0.1000	0.0534
##	5	1.3834	nan	0.1000	0.0463
##	6	1.3528	nan	0.1000	0.0441
##	7	1.3243	nan	0.1000	0.0426
##	8	1.2988	nan	0.1000	0.0306
##	9	1.2789	nan	0.1000	0.0343
##	10	1.2557	nan	0.1000	0.0312
##	20	1.1018	nan	0.1000	0.0174
##	40	0.9299	nan	0.1000	0.0081
##	60	0.8213	nan	0.1000	0.0055
##	80	0.7417	nan	0.1000	0.0057
##	100	0.6778	nan	0.1000	0.0052
##	120	0.6265	nan	0.1000	0.0043
##	140	0.5819	nan	0.1000	0.0040
##	150	0.5599	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1882
##	2	1.4863	nan	0.1000	0.1297
##	3	1.4034	nan	0.1000	0.1108
##	4	1.3341	nan	0.1000	0.0813
##	5	1.2812	nan	0.1000	0.0724
##	6	1.2348	nan	0.1000	0.0635
##	7	1.1945	nan	0.1000	0.0572
##	8	1.1590	nan	0.1000	0.0545
##	9	1.1245	nan	0.1000	0.0445
##	10	1.0951	nan	0.1000	0.0490
##	20	0.8887	nan	0.1000	0.0223
##	40	0.6751	nan	0.1000	0.0100
##	60	0.5483	nan	0.1000	0.0062
##	80	0.4599	nan	0.1000	0.0057
##	100	0.3916	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.3430	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.3029	nan	0.1000	0.0027

```

##      150      0.2852      nan      0.1000      0.0032
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2334
##      2      1.4603      nan      0.1000      0.1622
##      3      1.3589      nan      0.1000      0.1227
##      4      1.2823      nan      0.1000      0.1107
##      5      1.2138      nan      0.1000      0.0890
##      6      1.1580      nan      0.1000      0.0724
##      7      1.1123      nan      0.1000      0.0749
##      8      1.0652      nan      0.1000      0.0653
##      9      1.0237      nan      0.1000      0.0516
##     10      0.9914      nan      0.1000      0.0586
##     20      0.7574      nan      0.1000      0.0221
##     40      0.5323      nan      0.1000      0.0158
##     60      0.4018      nan      0.1000      0.0074
##     80      0.3190      nan      0.1000      0.0055
##    100      0.2575      nan      0.1000      0.0026
##    120      0.2144      nan      0.1000      0.0027
##    140      0.1831      nan      0.1000      0.0011
##    150      0.1699      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1279
##      2      1.5251      nan      0.1000      0.0816
##      3      1.4694      nan      0.1000      0.0665
##      4      1.4254      nan      0.1000      0.0526
##      5      1.3909      nan      0.1000      0.0432
##      6      1.3617      nan      0.1000      0.0432
##      7      1.3340      nan      0.1000      0.0385
##      8      1.3096      nan      0.1000      0.0324
##      9      1.2890      nan      0.1000      0.0349
##     10      1.2669      nan      0.1000      0.0301
##     20      1.1149      nan      0.1000      0.0183
##     40      0.9425      nan      0.1000      0.0090
##     60      0.8343      nan      0.1000      0.0052
##     80      0.7526      nan      0.1000      0.0052
##    100      0.6883      nan      0.1000      0.0040
##    120      0.6380      nan      0.1000      0.0041
##    140      0.5929      nan      0.1000      0.0025
##    150      0.5730      nan      0.1000      0.0022
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1844
##      2      1.4890      nan      0.1000      0.1266
##      3      1.4076      nan      0.1000      0.0969
##      4      1.3459      nan      0.1000      0.0888
##      5      1.2902      nan      0.1000      0.0727
##      6      1.2442      nan      0.1000      0.0670
##      7      1.2012      nan      0.1000      0.0577
##      8      1.1643      nan      0.1000      0.0473
##      9      1.1344      nan      0.1000      0.0490
##     10      1.1036      nan      0.1000      0.0443
##     20      0.9030      nan      0.1000      0.0251

```


##	40	0.6860	nan	0.1000	0.0118
##	60	0.5534	nan	0.1000	0.0085
##	80	0.4622	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.3968	nan	0.1000	0.0046
##	120	0.3454	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.3023	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.2855	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2334
##	2	1.4633	nan	0.1000	0.1597
##	3	1.3636	nan	0.1000	0.1259
##	4	1.2844	nan	0.1000	0.1059
##	5	1.2167	nan	0.1000	0.0825
##	6	1.1646	nan	0.1000	0.0705
##	7	1.1196	nan	0.1000	0.0808
##	8	1.0700	nan	0.1000	0.0646
##	9	1.0307	nan	0.1000	0.0596
##	10	0.9930	nan	0.1000	0.0445
##	20	0.7668	nan	0.1000	0.0291
##	40	0.5319	nan	0.1000	0.0143
##	60	0.4036	nan	0.1000	0.0076
##	80	0.3214	nan	0.1000	0.0031
##	100	0.2599	nan	0.1000	0.0041
##	120	0.2183	nan	0.1000	0.0033
##	140	0.1841	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.1684	nan	0.1000	0.0014
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1281
##	2	1.5248	nan	0.1000	0.0844
##	3	1.4678	nan	0.1000	0.0650
##	4	1.4244	nan	0.1000	0.0540
##	5	1.3903	nan	0.1000	0.0495
##	6	1.3583	nan	0.1000	0.0396
##	7	1.3325	nan	0.1000	0.0393
##	8	1.3077	nan	0.1000	0.0331
##	9	1.2862	nan	0.1000	0.0313
##	10	1.2654	nan	0.1000	0.0304
##	20	1.1111	nan	0.1000	0.0164
##	40	0.9440	nan	0.1000	0.0092
##	60	0.8336	nan	0.1000	0.0065
##	80	0.7525	nan	0.1000	0.0064
##	100	0.6884	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.6350	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.5901	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.5697	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1804
##	2	1.4904	nan	0.1000	0.1301
##	3	1.4064	nan	0.1000	0.1013
##	4	1.3432	nan	0.1000	0.0810
##	5	1.2915	nan	0.1000	0.0693

##	6	1.2483	nan	0.1000	0.0733
##	7	1.2032	nan	0.1000	0.0599
##	8	1.1660	nan	0.1000	0.0490
##	9	1.1350	nan	0.1000	0.0534
##	10	1.1027	nan	0.1000	0.0385
##	20	0.8988	nan	0.1000	0.0239
##	40	0.6887	nan	0.1000	0.0116
##	60	0.5598	nan	0.1000	0.0069
##	80	0.4730	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.4011	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.3467	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.3034	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.2858	nan	0.1000	0.0014
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2338
##	2	1.4610	nan	0.1000	0.1535
##	3	1.3630	nan	0.1000	0.1319
##	4	1.2812	nan	0.1000	0.1094
##	5	1.2140	nan	0.1000	0.0801
##	6	1.1628	nan	0.1000	0.0798
##	7	1.1132	nan	0.1000	0.0663
##	8	1.0721	nan	0.1000	0.0660
##	9	1.0306	nan	0.1000	0.0524
##	10	0.9973	nan	0.1000	0.0564
##	20	0.7616	nan	0.1000	0.0264
##	40	0.5249	nan	0.1000	0.0123
##	60	0.3994	nan	0.1000	0.0077
##	80	0.3169	nan	0.1000	0.0049
##	100	0.2569	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2163	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.1819	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.1680	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1304
##	2	1.5233	nan	0.1000	0.0873
##	3	1.4652	nan	0.1000	0.0670
##	4	1.4200	nan	0.1000	0.0562
##	5	1.3845	nan	0.1000	0.0527
##	6	1.3502	nan	0.1000	0.0373
##	7	1.3253	nan	0.1000	0.0372
##	8	1.3009	nan	0.1000	0.0354
##	9	1.2783	nan	0.1000	0.0298
##	10	1.2576	nan	0.1000	0.0322
##	20	1.1011	nan	0.1000	0.0165
##	40	0.9284	nan	0.1000	0.0102
##	60	0.8163	nan	0.1000	0.0060
##	80	0.7398	nan	0.1000	0.0036
##	100	0.6766	nan	0.1000	0.0023
##	120	0.6240	nan	0.1000	0.0028
##	140	0.5792	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.5583	nan	0.1000	0.0026
##					

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1909
##	2	1.4870	nan	0.1000	0.1369
##	3	1.4005	nan	0.1000	0.1025
##	4	1.3342	nan	0.1000	0.0860
##	5	1.2782	nan	0.1000	0.0772
##	6	1.2295	nan	0.1000	0.0593
##	7	1.1917	nan	0.1000	0.0584
##	8	1.1542	nan	0.1000	0.0535
##	9	1.1207	nan	0.1000	0.0526
##	10	1.0873	nan	0.1000	0.0409
##	20	0.8873	nan	0.1000	0.0244
##	40	0.6737	nan	0.1000	0.0167
##	60	0.5434	nan	0.1000	0.0084
##	80	0.4533	nan	0.1000	0.0064
##	100	0.3887	nan	0.1000	0.0055
##	120	0.3371	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.2956	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.2786	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2408
##	2	1.4571	nan	0.1000	0.1582
##	3	1.3564	nan	0.1000	0.1284
##	4	1.2768	nan	0.1000	0.1007
##	5	1.2131	nan	0.1000	0.0982
##	6	1.1511	nan	0.1000	0.0722
##	7	1.1049	nan	0.1000	0.0655
##	8	1.0618	nan	0.1000	0.0676
##	9	1.0199	nan	0.1000	0.0513
##	10	0.9879	nan	0.1000	0.0496
##	20	0.7458	nan	0.1000	0.0266
##	40	0.5198	nan	0.1000	0.0125
##	60	0.3900	nan	0.1000	0.0080
##	80	0.3116	nan	0.1000	0.0068
##	100	0.2538	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.2084	nan	0.1000	0.0030
##	140	0.1744	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.1623	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1259
##	2	1.5244	nan	0.1000	0.0855
##	3	1.4675	nan	0.1000	0.0661
##	4	1.4243	nan	0.1000	0.0521
##	5	1.3900	nan	0.1000	0.0487
##	6	1.3580	nan	0.1000	0.0373
##	7	1.3334	nan	0.1000	0.0391
##	8	1.3086	nan	0.1000	0.0341
##	9	1.2865	nan	0.1000	0.0322
##	10	1.2656	nan	0.1000	0.0249
##	20	1.1148	nan	0.1000	0.0179
##	40	0.9429	nan	0.1000	0.0095
##	60	0.8350	nan	0.1000	0.0078

##	80	0.7541	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.6904	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.6372	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.5937	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.5736	nan	0.1000	0.0027
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1859
##	2	1.4899	nan	0.1000	0.1243
##	3	1.4077	nan	0.1000	0.1029
##	4	1.3407	nan	0.1000	0.0844
##	5	1.2867	nan	0.1000	0.0663
##	6	1.2444	nan	0.1000	0.0607
##	7	1.2062	nan	0.1000	0.0576
##	8	1.1694	nan	0.1000	0.0489
##	9	1.1385	nan	0.1000	0.0494
##	10	1.1084	nan	0.1000	0.0447
##	20	0.9067	nan	0.1000	0.0222
##	40	0.6893	nan	0.1000	0.0105
##	60	0.5635	nan	0.1000	0.0073
##	80	0.4758	nan	0.1000	0.0028
##	100	0.4086	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.3567	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.3102	nan	0.1000	0.0018
##	150	0.2930	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2286
##	2	1.4618	nan	0.1000	0.1557
##	3	1.3633	nan	0.1000	0.1225
##	4	1.2856	nan	0.1000	0.1066
##	5	1.2190	nan	0.1000	0.0886
##	6	1.1628	nan	0.1000	0.0702
##	7	1.1174	nan	0.1000	0.0640
##	8	1.0759	nan	0.1000	0.0649
##	9	1.0352	nan	0.1000	0.0523
##	10	1.0026	nan	0.1000	0.0604
##	20	0.7553	nan	0.1000	0.0237
##	40	0.5341	nan	0.1000	0.0144
##	60	0.3993	nan	0.1000	0.0057
##	80	0.3201	nan	0.1000	0.0071
##	100	0.2634	nan	0.1000	0.0021
##	120	0.2192	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.1860	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.1710	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1264
##	2	1.5230	nan	0.1000	0.0851
##	3	1.4649	nan	0.1000	0.0642
##	4	1.4220	nan	0.1000	0.0522
##	5	1.3874	nan	0.1000	0.0494
##	6	1.3557	nan	0.1000	0.0410
##	7	1.3295	nan	0.1000	0.0378

##	8	1.3055	nan	0.1000	0.0347
##	9	1.2839	nan	0.1000	0.0341
##	10	1.2622	nan	0.1000	0.0295
##	20	1.1116	nan	0.1000	0.0216
##	40	0.9405	nan	0.1000	0.0100
##	60	0.8337	nan	0.1000	0.0073
##	80	0.7519	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.6874	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.6339	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.5897	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.5702	nan	0.1000	0.0030

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1822
##	2	1.4898	nan	0.1000	0.1327
##	3	1.4061	nan	0.1000	0.1021
##	4	1.3411	nan	0.1000	0.0789
##	5	1.2899	nan	0.1000	0.0685
##	6	1.2456	nan	0.1000	0.0745
##	7	1.1988	nan	0.1000	0.0568
##	8	1.1613	nan	0.1000	0.0496
##	9	1.1298	nan	0.1000	0.0496
##	10	1.0991	nan	0.1000	0.0397
##	20	0.9028	nan	0.1000	0.0252
##	40	0.6837	nan	0.1000	0.0125
##	60	0.5546	nan	0.1000	0.0076
##	80	0.4631	nan	0.1000	0.0070
##	100	0.3997	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.3447	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.3035	nan	0.1000	0.0022
##	150	0.2855	nan	0.1000	0.0025

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2338
##	2	1.4599	nan	0.1000	0.1571
##	3	1.3604	nan	0.1000	0.1234
##	4	1.2810	nan	0.1000	0.0995
##	5	1.2178	nan	0.1000	0.0906
##	6	1.1595	nan	0.1000	0.0771
##	7	1.1099	nan	0.1000	0.0646
##	8	1.0677	nan	0.1000	0.0698
##	9	1.0241	nan	0.1000	0.0498
##	10	0.9930	nan	0.1000	0.0519
##	20	0.7615	nan	0.1000	0.0231
##	40	0.5303	nan	0.1000	0.0115
##	60	0.4021	nan	0.1000	0.0055
##	80	0.3194	nan	0.1000	0.0044
##	100	0.2591	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.2154	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.1834	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.1691	nan	0.1000	0.0020

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2378

```
##      2      1.4614      nan      0.1000      0.1544
##      3      1.3622      nan      0.1000      0.1247
##      4      1.2835      nan      0.1000      0.1040
##      5      1.2171      nan      0.1000      0.0881
##      6      1.1611      nan      0.1000      0.0708
##      7      1.1158      nan      0.1000      0.0743
##      8      1.0692      nan      0.1000      0.0585
##      9      1.0301      nan      0.1000      0.0596
##     10      0.9925      nan      0.1000      0.0502
##     20      0.7630      nan      0.1000      0.0195
##     40      0.5325      nan      0.1000      0.0130
##     60      0.4073      nan      0.1000      0.0065
##     80      0.3294      nan      0.1000      0.0029
##    100      0.2697      nan      0.1000      0.0036
##    120      0.2256      nan      0.1000      0.0016
##    140      0.1915      nan      0.1000      0.0024
##    150      0.1776      nan      0.1000      0.0020
```

```
predictGbm <- predict(modFitGbm, dfValidate)
confusionMatrix(dfValidate$classe, predictGbm)
```

```
## Confusion Matrix and Statistics
```

```
##
##           Reference
## Prediction    A    B    C    D    E
##           A 1369   14   10    2    0
##           B   22  907   20    0    0
##           C    0   28  816   10    1
##           D    0    4   26  770    4
##           E    0   12    8   10  871
```

```
## Overall Statistics
```

```
##
##           Accuracy : 0.9651
##           95% CI : (0.9596, 0.9701)
##           No Information Rate : 0.2836
##           P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
##
##           Kappa : 0.9559
##           McNemar's Test P-Value : NA
```

```
## Statistics by Class:
```

```
##
##           Class: A Class: B Class: C Class: D Class: E
## Sensitivity      0.9842  0.9399  0.9273  0.9722  0.9943
## Specificity      0.9926  0.9893  0.9903  0.9917  0.9926
## Pos Pred Value   0.9814  0.9557  0.9544  0.9577  0.9667
## Neg Pred Value   0.9937  0.9853  0.9842  0.9946  0.9988
## Prevalence       0.2836  0.1968  0.1794  0.1615  0.1786
## Detection Rate   0.2792  0.1850  0.1664  0.1570  0.1776
## Detection Prevalence 0.2845  0.1935  0.1743  0.1639  0.1837
## Balanced Accuracy 0.9884  0.9646  0.9588  0.9820  0.9934
```

```
accuracy2 <- postResample(predictGbm, dfValidate$classe)
accuracy2
```

```
## Accuracy      Kappa
## 0.9651305 0.9558978
```