

# Machine Learning: Course Project

*Jeremy Peters*

*February 6, 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 1323084232 1323084232 1323084232 1323084232 ...
## $ raw_timestamp_part_2 : int  788290 808298 820366 120339 196328 304277 368296 440390 484323 484323 ...
## $ 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.
- A 5-fold cross validation (cv) resampling method is applied to the algorithm
- 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 top 20 variables are plotted to show importance

```
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 0.9897836 0.9870717
## 27 0.9895157 0.9867334
## 52 0.9811410 0.9761360
##
## 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 1395    0    0    0    0
##           B    6  942    1    0    0
##           C    0    5  850    0    0
##           D    0    0   18  785    1
##           E    0    0    0    0  901
```

```
## Overall Statistics
```

```
##
##           Accuracy : 0.9937
##           95% CI : (0.991, 0.9957)
##           No Information Rate : 0.2857
##           P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
```

```
##
##           Kappa : 0.992
##           McNemar's Test P-Value : NA
```

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

```
##
##           Class: A Class: B Class: C Class: D Class: E
## Sensitivity      0.9957  0.9947  0.9781  1.0000  0.9989
## Specificity      1.0000  0.9982  0.9988  0.9954  1.0000
## Pos Pred Value   1.0000  0.9926  0.9942  0.9764  1.0000
## Neg Pred Value   0.9983  0.9987  0.9953  1.0000  0.9998
## Prevalence       0.2857  0.1931  0.1772  0.1601  0.1839
## Detection Rate   0.2845  0.1921  0.1733  0.1601  0.1837
## Detection Prevalence 0.2845  0.1935  0.1743  0.1639  0.1837
## Balanced Accuracy 0.9979  0.9965  0.9884  0.9977  0.9994
```

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

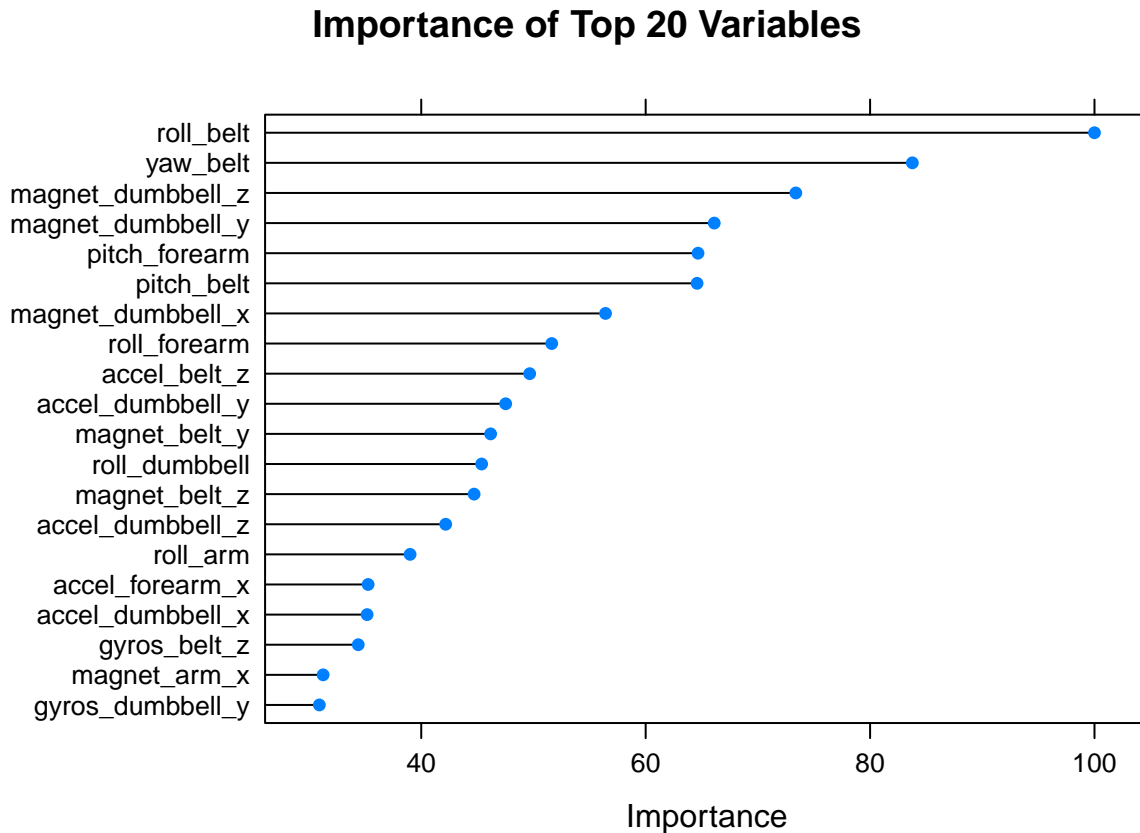


```
## Accuracy      Kappa
## 0.9936786 0.9920026
```

```
#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 0.995 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 0.005 (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 expected 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   0.1299
##      2         1.5213         nan         0.1000   0.0887
##      3         1.4621         nan         0.1000   0.0693
##      4         1.4168         nan         0.1000   0.0534
##      5         1.3811         nan         0.1000   0.0441
##      6         1.3517         nan         0.1000   0.0458
##      7         1.3218         nan         0.1000   0.0442
##      8         1.2943         nan         0.1000   0.0375
##      9         1.2708         nan         0.1000   0.0334
##     10         1.2498         nan         0.1000   0.0273
##     20         1.0909         nan         0.1000   0.0154
##     40         0.9203         nan         0.1000   0.0101
##     60         0.8110         nan         0.1000   0.0074
##     80         0.7314         nan         0.1000   0.0045
##    100         0.6703         nan         0.1000   0.0044
##    120         0.6180         nan         0.1000   0.0051
##    140         0.5741         nan         0.1000   0.0021
##    150         0.5544         nan         0.1000   0.0037
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1         1.6094         nan         0.1000   0.1907
##      2         1.4855         nan         0.1000   0.1307
##      3         1.4029         nan         0.1000   0.1072
##      4         1.3363         nan         0.1000   0.0876
##      5         1.2799         nan         0.1000   0.0723
##      6         1.2325         nan         0.1000   0.0731
##      7         1.1872         nan         0.1000   0.0634
##      8         1.1479         nan         0.1000   0.0523
##      9         1.1145         nan         0.1000   0.0536
##     10         1.0812         nan         0.1000   0.0413
##     20         0.8786         nan         0.1000   0.0242
##     40         0.6620         nan         0.1000   0.0094
##     60         0.5342         nan         0.1000   0.0056
##     80         0.4461         nan         0.1000   0.0043
##    100         0.3826         nan         0.1000   0.0042
##    120         0.3324         nan         0.1000   0.0032
##    140         0.2922         nan         0.1000   0.0023
##    150         0.2746         nan         0.1000   0.0015
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1         1.6094         nan         0.1000   0.2378
##      2         1.4598         nan         0.1000   0.1659
##      3         1.3552         nan         0.1000   0.1298
```

##	4	1.2732	nan	0.1000	0.1167
##	5	1.2001	nan	0.1000	0.0843
##	6	1.1455	nan	0.1000	0.0820
##	7	1.0934	nan	0.1000	0.0675
##	8	1.0511	nan	0.1000	0.0735
##	9	1.0057	nan	0.1000	0.0578
##	10	0.9696	nan	0.1000	0.0531
##	20	0.7480	nan	0.1000	0.0394
##	40	0.5148	nan	0.1000	0.0123
##	60	0.3876	nan	0.1000	0.0089
##	80	0.3069	nan	0.1000	0.0032
##	100	0.2488	nan	0.1000	0.0025
##	120	0.2086	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.1762	nan	0.1000	0.0014
##	150	0.1637	nan	0.1000	0.0018

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1355
##	2	1.5193	nan	0.1000	0.0898
##	3	1.4593	nan	0.1000	0.0723
##	4	1.4124	nan	0.1000	0.0549
##	5	1.3759	nan	0.1000	0.0441
##	6	1.3460	nan	0.1000	0.0441
##	7	1.3172	nan	0.1000	0.0445
##	8	1.2902	nan	0.1000	0.0370
##	9	1.2668	nan	0.1000	0.0301
##	10	1.2470	nan	0.1000	0.0321
##	20	1.0855	nan	0.1000	0.0174
##	40	0.9120	nan	0.1000	0.0086
##	60	0.8062	nan	0.1000	0.0067
##	80	0.7279	nan	0.1000	0.0038
##	100	0.6645	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.6141	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.5695	nan	0.1000	0.0032
##	150	0.5495	nan	0.1000	0.0017

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1975
##	2	1.4826	nan	0.1000	0.1307
##	3	1.3970	nan	0.1000	0.1095
##	4	1.3272	nan	0.1000	0.0837
##	5	1.2728	nan	0.1000	0.0721
##	6	1.2268	nan	0.1000	0.0740
##	7	1.1814	nan	0.1000	0.0638
##	8	1.1420	nan	0.1000	0.0549
##	9	1.1075	nan	0.1000	0.0456
##	10	1.0787	nan	0.1000	0.0414
##	20	0.8787	nan	0.1000	0.0295
##	40	0.6630	nan	0.1000	0.0129
##	60	0.5394	nan	0.1000	0.0068
##	80	0.4538	nan	0.1000	0.0068
##	100	0.3881	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.3365	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.2963	nan	0.1000	0.0017

```

##      150      0.2782      nan      0.1000      0.0018
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2412
##      2      1.4554      nan      0.1000      0.1726
##      3      1.3470      nan      0.1000      0.1279
##      4      1.2667      nan      0.1000      0.1060
##      5      1.1988      nan      0.1000      0.0900
##      6      1.1424      nan      0.1000      0.0802
##      7      1.0931      nan      0.1000      0.0719
##      8      1.0480      nan      0.1000      0.0682
##      9      1.0058      nan      0.1000      0.0573
##     10      0.9697      nan      0.1000      0.0534
##     20      0.7391      nan      0.1000      0.0276
##     40      0.5119      nan      0.1000      0.0124
##     60      0.3916      nan      0.1000      0.0067
##     80      0.3093      nan      0.1000      0.0039
##    100      0.2552      nan      0.1000      0.0028
##    120      0.2126      nan      0.1000      0.0021
##    140      0.1799      nan      0.1000      0.0014
##    150      0.1673      nan      0.1000      0.0016
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1329
##      2      1.5211      nan      0.1000      0.0913
##      3      1.4605      nan      0.1000      0.0670
##      4      1.4162      nan      0.1000      0.0556
##      5      1.3798      nan      0.1000      0.0508
##      6      1.3463      nan      0.1000      0.0425
##      7      1.3190      nan      0.1000      0.0374
##      8      1.2951      nan      0.1000      0.0371
##      9      1.2722      nan      0.1000      0.0350
##     10      1.2487      nan      0.1000      0.0299
##     20      1.0948      nan      0.1000      0.0187
##     40      0.9261      nan      0.1000      0.0098
##     60      0.8209      nan      0.1000      0.0072
##     80      0.7415      nan      0.1000      0.0050
##    100      0.6798      nan      0.1000      0.0031
##    120      0.6296      nan      0.1000      0.0033
##    140      0.5880      nan      0.1000      0.0018
##    150      0.5689      nan      0.1000      0.0025
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1921
##      2      1.4862      nan      0.1000      0.1331
##      3      1.4008      nan      0.1000      0.1080
##      4      1.3326      nan      0.1000      0.0771
##      5      1.2823      nan      0.1000      0.0725
##      6      1.2355      nan      0.1000      0.0724
##      7      1.1897      nan      0.1000      0.0641
##      8      1.1496      nan      0.1000      0.0518
##      9      1.1171      nan      0.1000      0.0445
##     10      1.0897      nan      0.1000      0.0437
##     20      0.8864      nan      0.1000      0.0235

```

##	40	0.6789	nan	0.1000	0.0094
##	60	0.5546	nan	0.1000	0.0076
##	80	0.4679	nan	0.1000	0.0061
##	100	0.3972	nan	0.1000	0.0049
##	120	0.3458	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.3022	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.2819	nan	0.1000	0.0013
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2322
##	2	1.4597	nan	0.1000	0.1610
##	3	1.3578	nan	0.1000	0.1308
##	4	1.2741	nan	0.1000	0.1019
##	5	1.2104	nan	0.1000	0.0955
##	6	1.1516	nan	0.1000	0.0743
##	7	1.1032	nan	0.1000	0.0729
##	8	1.0582	nan	0.1000	0.0703
##	9	1.0147	nan	0.1000	0.0528
##	10	0.9816	nan	0.1000	0.0561
##	20	0.7549	nan	0.1000	0.0214
##	40	0.5344	nan	0.1000	0.0132
##	60	0.4065	nan	0.1000	0.0083
##	80	0.3230	nan	0.1000	0.0064
##	100	0.2638	nan	0.1000	0.0030
##	120	0.2185	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.1857	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.1715	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1335
##	2	1.5224	nan	0.1000	0.0894
##	3	1.4634	nan	0.1000	0.0696
##	4	1.4182	nan	0.1000	0.0542
##	5	1.3834	nan	0.1000	0.0407
##	6	1.3554	nan	0.1000	0.0484
##	7	1.3260	nan	0.1000	0.0392
##	8	1.3015	nan	0.1000	0.0362
##	9	1.2779	nan	0.1000	0.0276
##	10	1.2601	nan	0.1000	0.0367
##	20	1.1014	nan	0.1000	0.0191
##	40	0.9251	nan	0.1000	0.0094
##	60	0.8182	nan	0.1000	0.0066
##	80	0.7404	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.6777	nan	0.1000	0.0028
##	120	0.6260	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.5832	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.5654	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1888
##	2	1.4875	nan	0.1000	0.1265
##	3	1.4048	nan	0.1000	0.1031
##	4	1.3394	nan	0.1000	0.0868
##	5	1.2844	nan	0.1000	0.0758

##	6	1.2354	nan	0.1000	0.0670
##	7	1.1933	nan	0.1000	0.0615
##	8	1.1542	nan	0.1000	0.0499
##	9	1.1230	nan	0.1000	0.0512
##	10	1.0908	nan	0.1000	0.0438
##	20	0.8863	nan	0.1000	0.0197
##	40	0.6790	nan	0.1000	0.0101
##	60	0.5530	nan	0.1000	0.0099
##	80	0.4644	nan	0.1000	0.0052
##	100	0.3991	nan	0.1000	0.0046
##	120	0.3469	nan	0.1000	0.0030
##	140	0.3046	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.2851	nan	0.1000	0.0021
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2418
##	2	1.4577	nan	0.1000	0.1603
##	3	1.3547	nan	0.1000	0.1255
##	4	1.2762	nan	0.1000	0.1170
##	5	1.2040	nan	0.1000	0.0870
##	6	1.1479	nan	0.1000	0.0806
##	7	1.0980	nan	0.1000	0.0615
##	8	1.0588	nan	0.1000	0.0652
##	9	1.0189	nan	0.1000	0.0652
##	10	0.9790	nan	0.1000	0.0535
##	20	0.7457	nan	0.1000	0.0229
##	40	0.5277	nan	0.1000	0.0130
##	60	0.4034	nan	0.1000	0.0064
##	80	0.3217	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.2618	nan	0.1000	0.0025
##	120	0.2191	nan	0.1000	0.0015
##	140	0.1861	nan	0.1000	0.0015
##	150	0.1709	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1280
##	2	1.5234	nan	0.1000	0.0854
##	3	1.4661	nan	0.1000	0.0663
##	4	1.4224	nan	0.1000	0.0531
##	5	1.3873	nan	0.1000	0.0500
##	6	1.3548	nan	0.1000	0.0380
##	7	1.3300	nan	0.1000	0.0405
##	8	1.3044	nan	0.1000	0.0354
##	9	1.2809	nan	0.1000	0.0305
##	10	1.2613	nan	0.1000	0.0317
##	20	1.1030	nan	0.1000	0.0169
##	40	0.9302	nan	0.1000	0.0079
##	60	0.8227	nan	0.1000	0.0083
##	80	0.7403	nan	0.1000	0.0048
##	100	0.6779	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.6286	nan	0.1000	0.0040
##	140	0.5857	nan	0.1000	0.0027
##	150	0.5667	nan	0.1000	0.0034
##					

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1879
##	2	1.4895	nan	0.1000	0.1292
##	3	1.4073	nan	0.1000	0.1067
##	4	1.3381	nan	0.1000	0.0810
##	5	1.2864	nan	0.1000	0.0717
##	6	1.2408	nan	0.1000	0.0659
##	7	1.1996	nan	0.1000	0.0626
##	8	1.1617	nan	0.1000	0.0540
##	9	1.1275	nan	0.1000	0.0427
##	10	1.0999	nan	0.1000	0.0471
##	20	0.8958	nan	0.1000	0.0273
##	40	0.6755	nan	0.1000	0.0105
##	60	0.5506	nan	0.1000	0.0085
##	80	0.4615	nan	0.1000	0.0057
##	100	0.3949	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.3436	nan	0.1000	0.0047
##	140	0.2996	nan	0.1000	0.0032
##	150	0.2803	nan	0.1000	0.0029
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2309
##	2	1.4612	nan	0.1000	0.1644
##	3	1.3564	nan	0.1000	0.1205
##	4	1.2795	nan	0.1000	0.1141
##	5	1.2078	nan	0.1000	0.0936
##	6	1.1497	nan	0.1000	0.0701
##	7	1.1050	nan	0.1000	0.0750
##	8	1.0589	nan	0.1000	0.0572
##	9	1.0227	nan	0.1000	0.0560
##	10	0.9876	nan	0.1000	0.0442
##	20	0.7567	nan	0.1000	0.0266
##	40	0.5237	nan	0.1000	0.0126
##	60	0.4037	nan	0.1000	0.0085
##	80	0.3163	nan	0.1000	0.0041
##	100	0.2593	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.2168	nan	0.1000	0.0014
##	140	0.1838	nan	0.1000	0.0015
##	150	0.1707	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1321
##	2	1.5220	nan	0.1000	0.0880
##	3	1.4639	nan	0.1000	0.0671
##	4	1.4193	nan	0.1000	0.0554
##	5	1.3832	nan	0.1000	0.0430
##	6	1.3546	nan	0.1000	0.0481
##	7	1.3250	nan	0.1000	0.0409
##	8	1.2998	nan	0.1000	0.0329
##	9	1.2786	nan	0.1000	0.0342
##	10	1.2571	nan	0.1000	0.0303
##	20	1.0990	nan	0.1000	0.0193
##	40	0.9266	nan	0.1000	0.0087
##	60	0.8210	nan	0.1000	0.0078

##	80	0.7442	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.6800	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.6283	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.5838	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.5632	nan	0.1000	0.0019
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1940
##	2	1.4856	nan	0.1000	0.1287
##	3	1.4016	nan	0.1000	0.1084
##	4	1.3341	nan	0.1000	0.0826
##	5	1.2816	nan	0.1000	0.0737
##	6	1.2347	nan	0.1000	0.0753
##	7	1.1888	nan	0.1000	0.0563
##	8	1.1526	nan	0.1000	0.0562
##	9	1.1169	nan	0.1000	0.0419
##	10	1.0900	nan	0.1000	0.0387
##	20	0.8863	nan	0.1000	0.0241
##	40	0.6778	nan	0.1000	0.0112
##	60	0.5540	nan	0.1000	0.0081
##	80	0.4606	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.3977	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.3439	nan	0.1000	0.0038
##	140	0.3009	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2814	nan	0.1000	0.0027
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2433
##	2	1.4585	nan	0.1000	0.1645
##	3	1.3568	nan	0.1000	0.1251
##	4	1.2766	nan	0.1000	0.1086
##	5	1.2081	nan	0.1000	0.0888
##	6	1.1523	nan	0.1000	0.0651
##	7	1.1096	nan	0.1000	0.0767
##	8	1.0618	nan	0.1000	0.0635
##	9	1.0218	nan	0.1000	0.0556
##	10	0.9876	nan	0.1000	0.0472
##	20	0.7520	nan	0.1000	0.0243
##	40	0.5279	nan	0.1000	0.0131
##	60	0.4010	nan	0.1000	0.0075
##	80	0.3157	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.2573	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2159	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.1822	nan	0.1000	0.0014
##	150	0.1686	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1349
##	2	1.5215	nan	0.1000	0.0891
##	3	1.4631	nan	0.1000	0.0679
##	4	1.4187	nan	0.1000	0.0563
##	5	1.3823	nan	0.1000	0.0448
##	6	1.3514	nan	0.1000	0.0459
##	7	1.3226	nan	0.1000	0.0426



##	8	1.2965	nan	0.1000	0.0363
##	9	1.2736	nan	0.1000	0.0300
##	10	1.2531	nan	0.1000	0.0292
##	20	1.0937	nan	0.1000	0.0168
##	40	0.9256	nan	0.1000	0.0114
##	60	0.8159	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.7339	nan	0.1000	0.0063
##	100	0.6700	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.6213	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.5761	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.5563	nan	0.1000	0.0021

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1901
##	2	1.4879	nan	0.1000	0.1359
##	3	1.4018	nan	0.1000	0.1013
##	4	1.3356	nan	0.1000	0.0862
##	5	1.2815	nan	0.1000	0.0696
##	6	1.2362	nan	0.1000	0.0788
##	7	1.1877	nan	0.1000	0.0591
##	8	1.1511	nan	0.1000	0.0553
##	9	1.1157	nan	0.1000	0.0493
##	10	1.0839	nan	0.1000	0.0407
##	20	0.8869	nan	0.1000	0.0194
##	40	0.6665	nan	0.1000	0.0099
##	60	0.5446	nan	0.1000	0.0103
##	80	0.4577	nan	0.1000	0.0056
##	100	0.3917	nan	0.1000	0.0046
##	120	0.3415	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.3010	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2824	nan	0.1000	0.0025

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2406
##	2	1.4568	nan	0.1000	0.1627
##	3	1.3548	nan	0.1000	0.1295
##	4	1.2734	nan	0.1000	0.1097
##	5	1.2052	nan	0.1000	0.0848
##	6	1.1515	nan	0.1000	0.0804
##	7	1.1009	nan	0.1000	0.0607
##	8	1.0620	nan	0.1000	0.0636
##	9	1.0220	nan	0.1000	0.0683
##	10	0.9806	nan	0.1000	0.0580
##	20	0.7494	nan	0.1000	0.0278
##	40	0.5143	nan	0.1000	0.0088
##	60	0.3925	nan	0.1000	0.0062
##	80	0.3136	nan	0.1000	0.0057
##	100	0.2552	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.2109	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.1787	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.1666	nan	0.1000	0.0017

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1320

##	2	1.5218	nan	0.1000	0.0870
##	3	1.4635	nan	0.1000	0.0680
##	4	1.4184	nan	0.1000	0.0544
##	5	1.3823	nan	0.1000	0.0455
##	6	1.3527	nan	0.1000	0.0438
##	7	1.3231	nan	0.1000	0.0436
##	8	1.2968	nan	0.1000	0.0314
##	9	1.2760	nan	0.1000	0.0338
##	10	1.2542	nan	0.1000	0.0295
##	20	1.0991	nan	0.1000	0.0152
##	40	0.9243	nan	0.1000	0.0080
##	60	0.8156	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.7368	nan	0.1000	0.0044
##	100	0.6739	nan	0.1000	0.0055
##	120	0.6230	nan	0.1000	0.0036
##	140	0.5774	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.5587	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1942
##	2	1.4867	nan	0.1000	0.1355
##	3	1.4024	nan	0.1000	0.1079
##	4	1.3334	nan	0.1000	0.0836
##	5	1.2792	nan	0.1000	0.0772
##	6	1.2303	nan	0.1000	0.0652
##	7	1.1879	nan	0.1000	0.0636
##	8	1.1474	nan	0.1000	0.0552
##	9	1.1136	nan	0.1000	0.0420
##	10	1.0863	nan	0.1000	0.0458
##	20	0.8905	nan	0.1000	0.0221
##	40	0.6705	nan	0.1000	0.0088
##	60	0.5414	nan	0.1000	0.0080
##	80	0.4593	nan	0.1000	0.0058
##	100	0.3937	nan	0.1000	0.0050
##	120	0.3414	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.2998	nan	0.1000	0.0015
##	150	0.2818	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2449
##	2	1.4552	nan	0.1000	0.1668
##	3	1.3497	nan	0.1000	0.1251
##	4	1.2704	nan	0.1000	0.1098
##	5	1.2025	nan	0.1000	0.0932
##	6	1.1447	nan	0.1000	0.0700
##	7	1.0995	nan	0.1000	0.0685
##	8	1.0560	nan	0.1000	0.0693
##	9	1.0140	nan	0.1000	0.0584
##	10	0.9776	nan	0.1000	0.0538
##	20	0.7437	nan	0.1000	0.0292
##	40	0.5129	nan	0.1000	0.0131
##	60	0.3927	nan	0.1000	0.0071
##	80	0.3130	nan	0.1000	0.0045
##	100	0.2542	nan	0.1000	0.0029

##	120	0.2092	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.1799	nan	0.1000	0.0013
##	150	0.1670	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1331
##	2	1.5191	nan	0.1000	0.0911
##	3	1.4589	nan	0.1000	0.0700
##	4	1.4133	nan	0.1000	0.0528
##	5	1.3778	nan	0.1000	0.0536
##	6	1.3434	nan	0.1000	0.0407
##	7	1.3167	nan	0.1000	0.0399
##	8	1.2910	nan	0.1000	0.0362
##	9	1.2674	nan	0.1000	0.0304
##	10	1.2481	nan	0.1000	0.0297
##	20	1.0881	nan	0.1000	0.0171
##	40	0.9184	nan	0.1000	0.0104
##	60	0.8098	nan	0.1000	0.0063
##	80	0.7302	nan	0.1000	0.0057
##	100	0.6683	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.6184	nan	0.1000	0.0030
##	140	0.5757	nan	0.1000	0.0027
##	150	0.5563	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1989
##	2	1.4834	nan	0.1000	0.1311
##	3	1.3982	nan	0.1000	0.1084
##	4	1.3277	nan	0.1000	0.0881
##	5	1.2719	nan	0.1000	0.0721
##	6	1.2263	nan	0.1000	0.0605
##	7	1.1870	nan	0.1000	0.0625
##	8	1.1481	nan	0.1000	0.0533
##	9	1.1148	nan	0.1000	0.0531
##	10	1.0819	nan	0.1000	0.0484
##	20	0.8791	nan	0.1000	0.0193
##	40	0.6690	nan	0.1000	0.0140
##	60	0.5456	nan	0.1000	0.0075
##	80	0.4562	nan	0.1000	0.0081
##	100	0.3893	nan	0.1000	0.0043
##	120	0.3379	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.2990	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.2813	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2434
##	2	1.4552	nan	0.1000	0.1689
##	3	1.3504	nan	0.1000	0.1264
##	4	1.2706	nan	0.1000	0.1077
##	5	1.2030	nan	0.1000	0.0906
##	6	1.1454	nan	0.1000	0.0785
##	7	1.0956	nan	0.1000	0.0657
##	8	1.0535	nan	0.1000	0.0724
##	9	1.0086	nan	0.1000	0.0562

##	10	0.9737	nan	0.1000	0.0512
##	20	0.7408	nan	0.1000	0.0225
##	40	0.5172	nan	0.1000	0.0126
##	60	0.3928	nan	0.1000	0.0068
##	80	0.3084	nan	0.1000	0.0049
##	100	0.2511	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.2093	nan	0.1000	0.0018
##	140	0.1785	nan	0.1000	0.0009
##	150	0.1652	nan	0.1000	0.0013
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1340
##	2	1.5204	nan	0.1000	0.0868
##	3	1.4594	nan	0.1000	0.0684
##	4	1.4144	nan	0.1000	0.0534
##	5	1.3787	nan	0.1000	0.0526
##	6	1.3453	nan	0.1000	0.0426
##	7	1.3169	nan	0.1000	0.0369
##	8	1.2933	nan	0.1000	0.0370
##	9	1.2703	nan	0.1000	0.0313
##	10	1.2508	nan	0.1000	0.0310
##	20	1.0949	nan	0.1000	0.0171
##	40	0.9229	nan	0.1000	0.0068
##	60	0.8150	nan	0.1000	0.0059
##	80	0.7346	nan	0.1000	0.0042
##	100	0.6720	nan	0.1000	0.0041
##	120	0.6191	nan	0.1000	0.0033
##	140	0.5752	nan	0.1000	0.0033
##	150	0.5550	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1932
##	2	1.4848	nan	0.1000	0.1309
##	3	1.4018	nan	0.1000	0.1002
##	4	1.3372	nan	0.1000	0.0855
##	5	1.2825	nan	0.1000	0.0760
##	6	1.2334	nan	0.1000	0.0655
##	7	1.1931	nan	0.1000	0.0663
##	8	1.1505	nan	0.1000	0.0511
##	9	1.1176	nan	0.1000	0.0447
##	10	1.0896	nan	0.1000	0.0462
##	20	0.8831	nan	0.1000	0.0202
##	40	0.6684	nan	0.1000	0.0106
##	60	0.5392	nan	0.1000	0.0110
##	80	0.4559	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.3886	nan	0.1000	0.0030
##	120	0.3371	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.2972	nan	0.1000	0.0035
##	150	0.2782	nan	0.1000	0.0021
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2324
##	2	1.4610	nan	0.1000	0.1616
##	3	1.3593	nan	0.1000	0.1248

##	4	1.2807	nan	0.1000	0.1064
##	5	1.2142	nan	0.1000	0.1028
##	6	1.1495	nan	0.1000	0.0733
##	7	1.1026	nan	0.1000	0.0675
##	8	1.0601	nan	0.1000	0.0617
##	9	1.0215	nan	0.1000	0.0632
##	10	0.9827	nan	0.1000	0.0550
##	20	0.7436	nan	0.1000	0.0242
##	40	0.5255	nan	0.1000	0.0096
##	60	0.3975	nan	0.1000	0.0073
##	80	0.3158	nan	0.1000	0.0065
##	100	0.2601	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.2165	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.1829	nan	0.1000	0.0016
##	150	0.1696	nan	0.1000	0.0018

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1284
##	2	1.5215	nan	0.1000	0.0932
##	3	1.4603	nan	0.1000	0.0669
##	4	1.4143	nan	0.1000	0.0542
##	5	1.3783	nan	0.1000	0.0501
##	6	1.3457	nan	0.1000	0.0460
##	7	1.3163	nan	0.1000	0.0382
##	8	1.2920	nan	0.1000	0.0363
##	9	1.2688	nan	0.1000	0.0317
##	10	1.2480	nan	0.1000	0.0298
##	20	1.0944	nan	0.1000	0.0169
##	40	0.9223	nan	0.1000	0.0104
##	60	0.8162	nan	0.1000	0.0053
##	80	0.7373	nan	0.1000	0.0060
##	100	0.6751	nan	0.1000	0.0039
##	120	0.6246	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.5813	nan	0.1000	0.0033
##	150	0.5629	nan	0.1000	0.0027

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1895
##	2	1.4848	nan	0.1000	0.1293
##	3	1.4008	nan	0.1000	0.1057
##	4	1.3315	nan	0.1000	0.0880
##	5	1.2760	nan	0.1000	0.0722
##	6	1.2302	nan	0.1000	0.0727
##	7	1.1846	nan	0.1000	0.0562
##	8	1.1488	nan	0.1000	0.0547
##	9	1.1144	nan	0.1000	0.0498
##	10	1.0828	nan	0.1000	0.0401
##	20	0.8861	nan	0.1000	0.0207
##	40	0.6730	nan	0.1000	0.0094
##	60	0.5481	nan	0.1000	0.0081
##	80	0.4594	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.3935	nan	0.1000	0.0052
##	120	0.3415	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.3011	nan	0.1000	0.0020

##	150	0.2836	nan	0.1000	0.0021
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2369
##	2	1.4578	nan	0.1000	0.1592
##	3	1.3558	nan	0.1000	0.1331
##	4	1.2721	nan	0.1000	0.1079
##	5	1.2038	nan	0.1000	0.0894
##	6	1.1458	nan	0.1000	0.0735
##	7	1.0993	nan	0.1000	0.0652
##	8	1.0574	nan	0.1000	0.0703
##	9	1.0141	nan	0.1000	0.0642
##	10	0.9741	nan	0.1000	0.0479
##	20	0.7501	nan	0.1000	0.0230
##	40	0.5235	nan	0.1000	0.0112
##	60	0.4010	nan	0.1000	0.0088
##	80	0.3143	nan	0.1000	0.0034
##	100	0.2590	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.2144	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.1819	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.1678	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1264
##	2	1.5232	nan	0.1000	0.0877
##	3	1.4645	nan	0.1000	0.0675
##	4	1.4202	nan	0.1000	0.0567
##	5	1.3833	nan	0.1000	0.0525
##	6	1.3498	nan	0.1000	0.0405
##	7	1.3234	nan	0.1000	0.0342
##	8	1.3011	nan	0.1000	0.0389
##	9	1.2768	nan	0.1000	0.0286
##	10	1.2587	nan	0.1000	0.0351
##	20	1.1011	nan	0.1000	0.0186
##	40	0.9303	nan	0.1000	0.0093
##	60	0.8209	nan	0.1000	0.0060
##	80	0.7427	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.6791	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.6262	nan	0.1000	0.0028
##	140	0.5833	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.5643	nan	0.1000	0.0027
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1944
##	2	1.4848	nan	0.1000	0.1337
##	3	1.3990	nan	0.1000	0.1018
##	4	1.3322	nan	0.1000	0.0837
##	5	1.2796	nan	0.1000	0.0722
##	6	1.2322	nan	0.1000	0.0716
##	7	1.1879	nan	0.1000	0.0626
##	8	1.1489	nan	0.1000	0.0550
##	9	1.1141	nan	0.1000	0.0439
##	10	1.0865	nan	0.1000	0.0424
##	20	0.8878	nan	0.1000	0.0218

##	40	0.6782	nan	0.1000	0.0162
##	60	0.5478	nan	0.1000	0.0062
##	80	0.4601	nan	0.1000	0.0053
##	100	0.3958	nan	0.1000	0.0028
##	120	0.3439	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.3019	nan	0.1000	0.0022
##	150	0.2820	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2416
##	2	1.4555	nan	0.1000	0.1634
##	3	1.3521	nan	0.1000	0.1308
##	4	1.2700	nan	0.1000	0.1066
##	5	1.2037	nan	0.1000	0.0897
##	6	1.1474	nan	0.1000	0.0767
##	7	1.0984	nan	0.1000	0.0654
##	8	1.0562	nan	0.1000	0.0653
##	9	1.0152	nan	0.1000	0.0538
##	10	0.9813	nan	0.1000	0.0492
##	20	0.7491	nan	0.1000	0.0246
##	40	0.5221	nan	0.1000	0.0131
##	60	0.4012	nan	0.1000	0.0079
##	80	0.3213	nan	0.1000	0.0060
##	100	0.2631	nan	0.1000	0.0018
##	120	0.2214	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.1868	nan	0.1000	0.0011
##	150	0.1724	nan	0.1000	0.0019
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1319
##	2	1.5201	nan	0.1000	0.0900
##	3	1.4608	nan	0.1000	0.0689
##	4	1.4156	nan	0.1000	0.0554
##	5	1.3794	nan	0.1000	0.0439
##	6	1.3498	nan	0.1000	0.0460
##	7	1.3206	nan	0.1000	0.0423
##	8	1.2941	nan	0.1000	0.0375
##	9	1.2704	nan	0.1000	0.0308
##	10	1.2502	nan	0.1000	0.0315
##	20	1.0951	nan	0.1000	0.0195
##	40	0.9237	nan	0.1000	0.0094
##	60	0.8168	nan	0.1000	0.0067
##	80	0.7375	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.6747	nan	0.1000	0.0041
##	120	0.6225	nan	0.1000	0.0018
##	140	0.5793	nan	0.1000	0.0034
##	150	0.5600	nan	0.1000	0.0018
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1935
##	2	1.4854	nan	0.1000	0.1294
##	3	1.4008	nan	0.1000	0.1123
##	4	1.3301	nan	0.1000	0.0857
##	5	1.2758	nan	0.1000	0.0711

##	6	1.2293	nan	0.1000	0.0754
##	7	1.1830	nan	0.1000	0.0511
##	8	1.1498	nan	0.1000	0.0556
##	9	1.1145	nan	0.1000	0.0431
##	10	1.0863	nan	0.1000	0.0482
##	20	0.8832	nan	0.1000	0.0210
##	40	0.6718	nan	0.1000	0.0106
##	60	0.5434	nan	0.1000	0.0074
##	80	0.4561	nan	0.1000	0.0045
##	100	0.3929	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.3381	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.2989	nan	0.1000	0.0027
##	150	0.2802	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2374
##	2	1.4590	nan	0.1000	0.1622
##	3	1.3541	nan	0.1000	0.1326
##	4	1.2708	nan	0.1000	0.1160
##	5	1.2003	nan	0.1000	0.0897
##	6	1.1448	nan	0.1000	0.0784
##	7	1.0946	nan	0.1000	0.0662
##	8	1.0512	nan	0.1000	0.0518
##	9	1.0178	nan	0.1000	0.0618
##	10	0.9793	nan	0.1000	0.0639
##	20	0.7429	nan	0.1000	0.0254
##	40	0.5167	nan	0.1000	0.0098
##	60	0.3922	nan	0.1000	0.0098
##	80	0.3102	nan	0.1000	0.0035
##	100	0.2540	nan	0.1000	0.0025
##	120	0.2111	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.1783	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.1646	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1320
##	2	1.5218	nan	0.1000	0.0876
##	3	1.4634	nan	0.1000	0.0666
##	4	1.4202	nan	0.1000	0.0554
##	5	1.3842	nan	0.1000	0.0503
##	6	1.3510	nan	0.1000	0.0429
##	7	1.3240	nan	0.1000	0.0429
##	8	1.2971	nan	0.1000	0.0318
##	9	1.2761	nan	0.1000	0.0303
##	10	1.2565	nan	0.1000	0.0333
##	20	1.0953	nan	0.1000	0.0178
##	40	0.9249	nan	0.1000	0.0084
##	60	0.8165	nan	0.1000	0.0054
##	80	0.7389	nan	0.1000	0.0038
##	100	0.6750	nan	0.1000	0.0042
##	120	0.6218	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.5781	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.5585	nan	0.1000	0.0022
##					



##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1855
##	2	1.4865	nan	0.1000	0.1310
##	3	1.4017	nan	0.1000	0.1085
##	4	1.3336	nan	0.1000	0.0868
##	5	1.2784	nan	0.1000	0.0743
##	6	1.2317	nan	0.1000	0.0623
##	7	1.1922	nan	0.1000	0.0649
##	8	1.1519	nan	0.1000	0.0536
##	9	1.1186	nan	0.1000	0.0551
##	10	1.0844	nan	0.1000	0.0457
##	20	0.8791	nan	0.1000	0.0201
##	40	0.6677	nan	0.1000	0.0138
##	60	0.5418	nan	0.1000	0.0062
##	80	0.4498	nan	0.1000	0.0060
##	100	0.3852	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.3320	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.2924	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.2745	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2420
##	2	1.4560	nan	0.1000	0.1613
##	3	1.3527	nan	0.1000	0.1343
##	4	1.2705	nan	0.1000	0.0998
##	5	1.2079	nan	0.1000	0.0920
##	6	1.1497	nan	0.1000	0.0830
##	7	1.0983	nan	0.1000	0.0760
##	8	1.0518	nan	0.1000	0.0631
##	9	1.0119	nan	0.1000	0.0598
##	10	0.9743	nan	0.1000	0.0543
##	20	0.7413	nan	0.1000	0.0241
##	40	0.5218	nan	0.1000	0.0105
##	60	0.3996	nan	0.1000	0.0083
##	80	0.3132	nan	0.1000	0.0038
##	100	0.2561	nan	0.1000	0.0036
##	120	0.2134	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.1821	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.1665	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1352
##	2	1.5189	nan	0.1000	0.0923
##	3	1.4587	nan	0.1000	0.0682
##	4	1.4129	nan	0.1000	0.0570
##	5	1.3764	nan	0.1000	0.0458
##	6	1.3458	nan	0.1000	0.0441
##	7	1.3170	nan	0.1000	0.0388
##	8	1.2920	nan	0.1000	0.0333
##	9	1.2702	nan	0.1000	0.0338
##	10	1.2491	nan	0.1000	0.0306
##	20	1.0937	nan	0.1000	0.0188
##	40	0.9220	nan	0.1000	0.0093
##	60	0.8164	nan	0.1000	0.0070

##	80	0.7384	nan	0.1000	0.0061
##	100	0.6748	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.6253	nan	0.1000	0.0038
##	140	0.5835	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.5639	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1886
##	2	1.4843	nan	0.1000	0.1267
##	3	1.4023	nan	0.1000	0.1066
##	4	1.3349	nan	0.1000	0.0871
##	5	1.2792	nan	0.1000	0.0718
##	6	1.2340	nan	0.1000	0.0686
##	7	1.1912	nan	0.1000	0.0634
##	8	1.1512	nan	0.1000	0.0581
##	9	1.1142	nan	0.1000	0.0436
##	10	1.0868	nan	0.1000	0.0455
##	20	0.8824	nan	0.1000	0.0196
##	40	0.6705	nan	0.1000	0.0102
##	60	0.5438	nan	0.1000	0.0061
##	80	0.4590	nan	0.1000	0.0048
##	100	0.3933	nan	0.1000	0.0056
##	120	0.3414	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.3015	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.2837	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2387
##	2	1.4583	nan	0.1000	0.1590
##	3	1.3582	nan	0.1000	0.1276
##	4	1.2773	nan	0.1000	0.0980
##	5	1.2153	nan	0.1000	0.0955
##	6	1.1554	nan	0.1000	0.0789
##	7	1.1061	nan	0.1000	0.0717
##	8	1.0611	nan	0.1000	0.0585
##	9	1.0235	nan	0.1000	0.0545
##	10	0.9873	nan	0.1000	0.0633
##	20	0.7507	nan	0.1000	0.0279
##	40	0.5230	nan	0.1000	0.0114
##	60	0.3970	nan	0.1000	0.0101
##	80	0.3148	nan	0.1000	0.0053
##	100	0.2581	nan	0.1000	0.0046
##	120	0.2154	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.1814	nan	0.1000	0.0022
##	150	0.1673	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1292
##	2	1.5225	nan	0.1000	0.0874
##	3	1.4635	nan	0.1000	0.0656
##	4	1.4191	nan	0.1000	0.0557
##	5	1.3831	nan	0.1000	0.0449
##	6	1.3533	nan	0.1000	0.0455
##	7	1.3248	nan	0.1000	0.0414

##	8	1.2984	nan	0.1000	0.0328
##	9	1.2770	nan	0.1000	0.0327
##	10	1.2568	nan	0.1000	0.0302
##	20	1.0995	nan	0.1000	0.0188
##	40	0.9276	nan	0.1000	0.0094
##	60	0.8208	nan	0.1000	0.0057
##	80	0.7405	nan	0.1000	0.0053
##	100	0.6778	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.6281	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.5847	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.5649	nan	0.1000	0.0036

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1883
##	2	1.4867	nan	0.1000	0.1315
##	3	1.4027	nan	0.1000	0.1039
##	4	1.3357	nan	0.1000	0.0747
##	5	1.2875	nan	0.1000	0.0763
##	6	1.2395	nan	0.1000	0.0691
##	7	1.1964	nan	0.1000	0.0587
##	8	1.1593	nan	0.1000	0.0517
##	9	1.1254	nan	0.1000	0.0478
##	10	1.0950	nan	0.1000	0.0445
##	20	0.8914	nan	0.1000	0.0237
##	40	0.6769	nan	0.1000	0.0114
##	60	0.5488	nan	0.1000	0.0056
##	80	0.4634	nan	0.1000	0.0056
##	100	0.4010	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.3511	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.3127	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.2940	nan	0.1000	0.0029

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2310
##	2	1.4614	nan	0.1000	0.1639
##	3	1.3596	nan	0.1000	0.1200
##	4	1.2842	nan	0.1000	0.1026
##	5	1.2174	nan	0.1000	0.0915
##	6	1.1599	nan	0.1000	0.0703
##	7	1.1136	nan	0.1000	0.0641
##	8	1.0726	nan	0.1000	0.0721
##	9	1.0283	nan	0.1000	0.0623
##	10	0.9886	nan	0.1000	0.0549
##	20	0.7577	nan	0.1000	0.0279
##	40	0.5257	nan	0.1000	0.0121
##	60	0.4029	nan	0.1000	0.0076
##	80	0.3241	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.2656	nan	0.1000	0.0024
##	120	0.2219	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.1891	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.1746	nan	0.1000	0.0024

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1334

##	2	1.5213	nan	0.1000	0.0871
##	3	1.4634	nan	0.1000	0.0662
##	4	1.4195	nan	0.1000	0.0529
##	5	1.3845	nan	0.1000	0.0484
##	6	1.3532	nan	0.1000	0.0436
##	7	1.3252	nan	0.1000	0.0383
##	8	1.3014	nan	0.1000	0.0320
##	9	1.2812	nan	0.1000	0.0330
##	10	1.2588	nan	0.1000	0.0335
##	20	1.1047	nan	0.1000	0.0186
##	40	0.9352	nan	0.1000	0.0084
##	60	0.8244	nan	0.1000	0.0075
##	80	0.7440	nan	0.1000	0.0051
##	100	0.6795	nan	0.1000	0.0039
##	120	0.6276	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.5840	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.5660	nan	0.1000	0.0017

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1926
##	2	1.4859	nan	0.1000	0.1291
##	3	1.4025	nan	0.1000	0.0988
##	4	1.3386	nan	0.1000	0.0871
##	5	1.2834	nan	0.1000	0.0763
##	6	1.2351	nan	0.1000	0.0613
##	7	1.1957	nan	0.1000	0.0639
##	8	1.1546	nan	0.1000	0.0485
##	9	1.1238	nan	0.1000	0.0445
##	10	1.0956	nan	0.1000	0.0476
##	20	0.8927	nan	0.1000	0.0245
##	40	0.6872	nan	0.1000	0.0120
##	60	0.5576	nan	0.1000	0.0084
##	80	0.4638	nan	0.1000	0.0056
##	100	0.3991	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.3501	nan	0.1000	0.0033
##	140	0.3056	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.2874	nan	0.1000	0.0025

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2359
##	2	1.4592	nan	0.1000	0.1626
##	3	1.3560	nan	0.1000	0.1251
##	4	1.2774	nan	0.1000	0.1051
##	5	1.2109	nan	0.1000	0.0869
##	6	1.1554	nan	0.1000	0.0815
##	7	1.1033	nan	0.1000	0.0676
##	8	1.0601	nan	0.1000	0.0575
##	9	1.0237	nan	0.1000	0.0635
##	10	0.9841	nan	0.1000	0.0444
##	20	0.7494	nan	0.1000	0.0220
##	40	0.5231	nan	0.1000	0.0134
##	60	0.3992	nan	0.1000	0.0049
##	80	0.3173	nan	0.1000	0.0036
##	100	0.2584	nan	0.1000	0.0035

##	120	0.2139	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.1811	nan	0.1000	0.0032
##	150	0.1667	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1284
##	2	1.5226	nan	0.1000	0.0844
##	3	1.4656	nan	0.1000	0.0691
##	4	1.4209	nan	0.1000	0.0534
##	5	1.3862	nan	0.1000	0.0499
##	6	1.3540	nan	0.1000	0.0374
##	7	1.3294	nan	0.1000	0.0426
##	8	1.3031	nan	0.1000	0.0358
##	9	1.2806	nan	0.1000	0.0292
##	10	1.2614	nan	0.1000	0.0301
##	20	1.1028	nan	0.1000	0.0173
##	40	0.9333	nan	0.1000	0.0097
##	60	0.8256	nan	0.1000	0.0069
##	80	0.7453	nan	0.1000	0.0042
##	100	0.6836	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.6316	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.5871	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.5672	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1865
##	2	1.4868	nan	0.1000	0.1263
##	3	1.4042	nan	0.1000	0.1034
##	4	1.3376	nan	0.1000	0.0812
##	5	1.2853	nan	0.1000	0.0720
##	6	1.2389	nan	0.1000	0.0664
##	7	1.1976	nan	0.1000	0.0676
##	8	1.1553	nan	0.1000	0.0500
##	9	1.1241	nan	0.1000	0.0431
##	10	1.0966	nan	0.1000	0.0413
##	20	0.8913	nan	0.1000	0.0268
##	40	0.6760	nan	0.1000	0.0087
##	60	0.5443	nan	0.1000	0.0049
##	80	0.4533	nan	0.1000	0.0070
##	100	0.3879	nan	0.1000	0.0030
##	120	0.3380	nan	0.1000	0.0028
##	140	0.2948	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.2779	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2355
##	2	1.4589	nan	0.1000	0.1566
##	3	1.3597	nan	0.1000	0.1229
##	4	1.2802	nan	0.1000	0.1042
##	5	1.2144	nan	0.1000	0.0968
##	6	1.1533	nan	0.1000	0.0813
##	7	1.1015	nan	0.1000	0.0643
##	8	1.0603	nan	0.1000	0.0668
##	9	1.0189	nan	0.1000	0.0562

##	10	0.9836	nan	0.1000	0.0517
##	20	0.7492	nan	0.1000	0.0309
##	40	0.5178	nan	0.1000	0.0129
##	60	0.3891	nan	0.1000	0.0083
##	80	0.3074	nan	0.1000	0.0032
##	100	0.2509	nan	0.1000	0.0035
##	120	0.2080	nan	0.1000	0.0019
##	140	0.1776	nan	0.1000	0.0012
##	150	0.1641	nan	0.1000	0.0016
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1307
##	2	1.5206	nan	0.1000	0.0916
##	3	1.4608	nan	0.1000	0.0705
##	4	1.4153	nan	0.1000	0.0568
##	5	1.3785	nan	0.1000	0.0454
##	6	1.3485	nan	0.1000	0.0434
##	7	1.3202	nan	0.1000	0.0415
##	8	1.2938	nan	0.1000	0.0339
##	9	1.2726	nan	0.1000	0.0356
##	10	1.2489	nan	0.1000	0.0319
##	20	1.0936	nan	0.1000	0.0168
##	40	0.9196	nan	0.1000	0.0094
##	60	0.8118	nan	0.1000	0.0064
##	80	0.7302	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.6697	nan	0.1000	0.0043
##	120	0.6171	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.5745	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.5550	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1976
##	2	1.4837	nan	0.1000	0.1316
##	3	1.3986	nan	0.1000	0.1050
##	4	1.3299	nan	0.1000	0.0895
##	5	1.2723	nan	0.1000	0.0716
##	6	1.2276	nan	0.1000	0.0736
##	7	1.1813	nan	0.1000	0.0566
##	8	1.1452	nan	0.1000	0.0545
##	9	1.1110	nan	0.1000	0.0534
##	10	1.0782	nan	0.1000	0.0445
##	20	0.8780	nan	0.1000	0.0271
##	40	0.6695	nan	0.1000	0.0128
##	60	0.5423	nan	0.1000	0.0075
##	80	0.4553	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.3885	nan	0.1000	0.0055
##	120	0.3368	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.2966	nan	0.1000	0.0032
##	150	0.2780	nan	0.1000	0.0012
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2399
##	2	1.4576	nan	0.1000	0.1670
##	3	1.3512	nan	0.1000	0.1277

##	4	1.2711	nan	0.1000	0.1159
##	5	1.1996	nan	0.1000	0.0870
##	6	1.1442	nan	0.1000	0.0791
##	7	1.0955	nan	0.1000	0.0755
##	8	1.0485	nan	0.1000	0.0598
##	9	1.0109	nan	0.1000	0.0607
##	10	0.9733	nan	0.1000	0.0515
##	20	0.7386	nan	0.1000	0.0210
##	40	0.5196	nan	0.1000	0.0161
##	60	0.3927	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.3117	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.2545	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.2114	nan	0.1000	0.0023
##	140	0.1779	nan	0.1000	0.0023
##	150	0.1636	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1297
##	2	1.5222	nan	0.1000	0.0894
##	3	1.4630	nan	0.1000	0.0675
##	4	1.4183	nan	0.1000	0.0534
##	5	1.3830	nan	0.1000	0.0422
##	6	1.3543	nan	0.1000	0.0454
##	7	1.3252	nan	0.1000	0.0397
##	8	1.2997	nan	0.1000	0.0340
##	9	1.2780	nan	0.1000	0.0334
##	10	1.2568	nan	0.1000	0.0343
##	20	1.1005	nan	0.1000	0.0190
##	40	0.9265	nan	0.1000	0.0096
##	60	0.8205	nan	0.1000	0.0056
##	80	0.7419	nan	0.1000	0.0051
##	100	0.6805	nan	0.1000	0.0025
##	120	0.6300	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.5873	nan	0.1000	0.0022
##	150	0.5672	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1880
##	2	1.4875	nan	0.1000	0.1262
##	3	1.4048	nan	0.1000	0.1060
##	4	1.3373	nan	0.1000	0.0780
##	5	1.2861	nan	0.1000	0.0738
##	6	1.2384	nan	0.1000	0.0715
##	7	1.1939	nan	0.1000	0.0612
##	8	1.1561	nan	0.1000	0.0560
##	9	1.1215	nan	0.1000	0.0529
##	10	1.0890	nan	0.1000	0.0399
##	20	0.8863	nan	0.1000	0.0219
##	40	0.6818	nan	0.1000	0.0098
##	60	0.5522	nan	0.1000	0.0091
##	80	0.4652	nan	0.1000	0.0065
##	100	0.3972	nan	0.1000	0.0024
##	120	0.3477	nan	0.1000	0.0047
##	140	0.3033	nan	0.1000	0.0032

```

##      150      0.2861      nan      0.1000      0.0024
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2351
##      2      1.4600      nan      0.1000      0.1602
##      3      1.3581      nan      0.1000      0.1259
##      4      1.2792      nan      0.1000      0.1127
##      5      1.2090      nan      0.1000      0.0847
##      6      1.1562      nan      0.1000      0.0850
##      7      1.1034      nan      0.1000      0.0652
##      8      1.0626      nan      0.1000      0.0613
##      9      1.0236      nan      0.1000      0.0659
##     10      0.9832      nan      0.1000      0.0467
##     20      0.7543      nan      0.1000      0.0229
##     40      0.5309      nan      0.1000      0.0091
##     60      0.4040      nan      0.1000      0.0078
##     80      0.3242      nan      0.1000      0.0035
##    100      0.2654      nan      0.1000      0.0057
##    120      0.2211      nan      0.1000      0.0015
##    140      0.1879      nan      0.1000      0.0025
##    150      0.1732      nan      0.1000      0.0014
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1291
##      2      1.5234      nan      0.1000      0.0861
##      3      1.4653      nan      0.1000      0.0671
##      4      1.4207      nan      0.1000      0.0506
##      5      1.3866      nan      0.1000      0.0455
##      6      1.3571      nan      0.1000      0.0462
##      7      1.3283      nan      0.1000      0.0407
##      8      1.3026      nan      0.1000      0.0333
##      9      1.2813      nan      0.1000      0.0312
##     10      1.2611      nan      0.1000      0.0331
##     20      1.1031      nan      0.1000      0.0159
##     40      0.9308      nan      0.1000      0.0083
##     60      0.8238      nan      0.1000      0.0068
##     80      0.7434      nan      0.1000      0.0046
##    100      0.6804      nan      0.1000      0.0044
##    120      0.6293      nan      0.1000      0.0037
##    140      0.5858      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.5655      nan      0.1000      0.0023
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.1934
##      2      1.4848      nan      0.1000      0.1279
##      3      1.4018      nan      0.1000      0.1002
##      4      1.3372      nan      0.1000      0.0871
##      5      1.2814      nan      0.1000      0.0732
##      6      1.2346      nan      0.1000      0.0584
##      7      1.1963      nan      0.1000      0.0606
##      8      1.1583      nan      0.1000      0.0613
##      9      1.1210      nan      0.1000      0.0482
##     10      1.0903      nan      0.1000      0.0449
##     20      0.8866      nan      0.1000      0.0261

```



##	40	0.6674	nan	0.1000	0.0142
##	60	0.5423	nan	0.1000	0.0077
##	80	0.4615	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.3934	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.3420	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.2978	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.2811	nan	0.1000	0.0012
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2455
##	2	1.4559	nan	0.1000	0.1639
##	3	1.3526	nan	0.1000	0.1279
##	4	1.2735	nan	0.1000	0.1028
##	5	1.2087	nan	0.1000	0.0827
##	6	1.1550	nan	0.1000	0.0813
##	7	1.1039	nan	0.1000	0.0752
##	8	1.0580	nan	0.1000	0.0630
##	9	1.0174	nan	0.1000	0.0673
##	10	0.9765	nan	0.1000	0.0504
##	20	0.7473	nan	0.1000	0.0271
##	40	0.5158	nan	0.1000	0.0105
##	60	0.3891	nan	0.1000	0.0066
##	80	0.3115	nan	0.1000	0.0045
##	100	0.2555	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.2129	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.1804	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.1657	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1280
##	2	1.5223	nan	0.1000	0.0893
##	3	1.4638	nan	0.1000	0.0666
##	4	1.4206	nan	0.1000	0.0532
##	5	1.3850	nan	0.1000	0.0489
##	6	1.3531	nan	0.1000	0.0442
##	7	1.3251	nan	0.1000	0.0396
##	8	1.2994	nan	0.1000	0.0339
##	9	1.2775	nan	0.1000	0.0348
##	10	1.2554	nan	0.1000	0.0325
##	20	1.0972	nan	0.1000	0.0185
##	40	0.9243	nan	0.1000	0.0098
##	60	0.8167	nan	0.1000	0.0073
##	80	0.7344	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.6707	nan	0.1000	0.0045
##	120	0.6198	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.5771	nan	0.1000	0.0027
##	150	0.5580	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1888
##	2	1.4859	nan	0.1000	0.1314
##	3	1.4018	nan	0.1000	0.1018
##	4	1.3365	nan	0.1000	0.0824
##	5	1.2838	nan	0.1000	0.0812

##	6	1.2332	nan	0.1000	0.0746
##	7	1.1867	nan	0.1000	0.0571
##	8	1.1505	nan	0.1000	0.0585
##	9	1.1142	nan	0.1000	0.0425
##	10	1.0867	nan	0.1000	0.0434
##	20	0.8801	nan	0.1000	0.0221
##	40	0.6656	nan	0.1000	0.0103
##	60	0.5416	nan	0.1000	0.0099
##	80	0.4568	nan	0.1000	0.0030
##	100	0.3956	nan	0.1000	0.0047
##	120	0.3418	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.2995	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.2816	nan	0.1000	0.0021
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2361
##	2	1.4576	nan	0.1000	0.1585
##	3	1.3570	nan	0.1000	0.1325
##	4	1.2757	nan	0.1000	0.1121
##	5	1.2045	nan	0.1000	0.0922
##	6	1.1459	nan	0.1000	0.0785
##	7	1.0968	nan	0.1000	0.0714
##	8	1.0521	nan	0.1000	0.0655
##	9	1.0119	nan	0.1000	0.0632
##	10	0.9730	nan	0.1000	0.0577
##	20	0.7442	nan	0.1000	0.0284
##	40	0.5230	nan	0.1000	0.0132
##	60	0.3973	nan	0.1000	0.0078
##	80	0.3142	nan	0.1000	0.0044
##	100	0.2574	nan	0.1000	0.0044
##	120	0.2145	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.1813	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.1681	nan	0.1000	0.0010
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1308
##	2	1.5210	nan	0.1000	0.0904
##	3	1.4600	nan	0.1000	0.0671
##	4	1.4152	nan	0.1000	0.0517
##	5	1.3802	nan	0.1000	0.0489
##	6	1.3489	nan	0.1000	0.0466
##	7	1.3202	nan	0.1000	0.0382
##	8	1.2958	nan	0.1000	0.0363
##	9	1.2730	nan	0.1000	0.0333
##	10	1.2525	nan	0.1000	0.0321
##	20	1.0935	nan	0.1000	0.0175
##	40	0.9206	nan	0.1000	0.0088
##	60	0.8132	nan	0.1000	0.0054
##	80	0.7333	nan	0.1000	0.0038
##	100	0.6711	nan	0.1000	0.0045
##	120	0.6197	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.5746	nan	0.1000	0.0040
##	150	0.5554	nan	0.1000	0.0024
##					

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1895
##	2	1.4864	nan	0.1000	0.1280
##	3	1.4034	nan	0.1000	0.1079
##	4	1.3354	nan	0.1000	0.0828
##	5	1.2805	nan	0.1000	0.0774
##	6	1.2324	nan	0.1000	0.0641
##	7	1.1917	nan	0.1000	0.0655
##	8	1.1511	nan	0.1000	0.0471
##	9	1.1212	nan	0.1000	0.0472
##	10	1.0921	nan	0.1000	0.0451
##	20	0.8858	nan	0.1000	0.0249
##	40	0.6701	nan	0.1000	0.0116
##	60	0.5413	nan	0.1000	0.0045
##	80	0.4568	nan	0.1000	0.0039
##	100	0.3927	nan	0.1000	0.0047
##	120	0.3359	nan	0.1000	0.0037
##	140	0.2952	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.2764	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2391
##	2	1.4564	nan	0.1000	0.1568
##	3	1.3571	nan	0.1000	0.1353
##	4	1.2742	nan	0.1000	0.0959
##	5	1.2136	nan	0.1000	0.0948
##	6	1.1536	nan	0.1000	0.0745
##	7	1.1065	nan	0.1000	0.0670
##	8	1.0632	nan	0.1000	0.0659
##	9	1.0214	nan	0.1000	0.0607
##	10	0.9836	nan	0.1000	0.0567
##	20	0.7436	nan	0.1000	0.0284
##	40	0.5187	nan	0.1000	0.0137
##	60	0.3904	nan	0.1000	0.0068
##	80	0.3101	nan	0.1000	0.0048
##	100	0.2563	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.2127	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.1795	nan	0.1000	0.0016
##	150	0.1649	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1386
##	2	1.5193	nan	0.1000	0.0905
##	3	1.4595	nan	0.1000	0.0694
##	4	1.4135	nan	0.1000	0.0563
##	5	1.3760	nan	0.1000	0.0466
##	6	1.3456	nan	0.1000	0.0468
##	7	1.3160	nan	0.1000	0.0450
##	8	1.2885	nan	0.1000	0.0318
##	9	1.2676	nan	0.1000	0.0340
##	10	1.2463	nan	0.1000	0.0311
##	20	1.0935	nan	0.1000	0.0161
##	40	0.9238	nan	0.1000	0.0098
##	60	0.8160	nan	0.1000	0.0070

##	80	0.7340	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.6706	nan	0.1000	0.0044
##	120	0.6193	nan	0.1000	0.0041
##	140	0.5745	nan	0.1000	0.0031
##	150	0.5548	nan	0.1000	0.0019
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1981
##	2	1.4833	nan	0.1000	0.1343
##	3	1.3968	nan	0.1000	0.1107
##	4	1.3261	nan	0.1000	0.0877
##	5	1.2712	nan	0.1000	0.0652
##	6	1.2284	nan	0.1000	0.0678
##	7	1.1853	nan	0.1000	0.0580
##	8	1.1481	nan	0.1000	0.0514
##	9	1.1147	nan	0.1000	0.0439
##	10	1.0862	nan	0.1000	0.0486
##	20	0.8783	nan	0.1000	0.0205
##	40	0.6682	nan	0.1000	0.0149
##	60	0.5378	nan	0.1000	0.0080
##	80	0.4490	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.3825	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.3328	nan	0.1000	0.0030
##	140	0.2939	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.2759	nan	0.1000	0.0019
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2404
##	2	1.4567	nan	0.1000	0.1650
##	3	1.3530	nan	0.1000	0.1221
##	4	1.2748	nan	0.1000	0.1111
##	5	1.2044	nan	0.1000	0.0906
##	6	1.1469	nan	0.1000	0.0770
##	7	1.0968	nan	0.1000	0.0653
##	8	1.0541	nan	0.1000	0.0634
##	9	1.0141	nan	0.1000	0.0670
##	10	0.9743	nan	0.1000	0.0474
##	20	0.7366	nan	0.1000	0.0250
##	40	0.5180	nan	0.1000	0.0121
##	60	0.3916	nan	0.1000	0.0071
##	80	0.3120	nan	0.1000	0.0038
##	100	0.2527	nan	0.1000	0.0028
##	120	0.2129	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.1783	nan	0.1000	0.0037
##	150	0.1640	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1199
##	2	1.5267	nan	0.1000	0.0841
##	3	1.4714	nan	0.1000	0.0626
##	4	1.4299	nan	0.1000	0.0513
##	5	1.3964	nan	0.1000	0.0500
##	6	1.3640	nan	0.1000	0.0383
##	7	1.3389	nan	0.1000	0.0389

##	8	1.3148	nan	0.1000	0.0373
##	9	1.2917	nan	0.1000	0.0338
##	10	1.2679	nan	0.1000	0.0302
##	20	1.1139	nan	0.1000	0.0195
##	40	0.9418	nan	0.1000	0.0116
##	60	0.8318	nan	0.1000	0.0063
##	80	0.7497	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.6866	nan	0.1000	0.0050
##	120	0.6350	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.5915	nan	0.1000	0.0034
##	150	0.5721	nan	0.1000	0.0032

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1890
##	2	1.4896	nan	0.1000	0.1252
##	3	1.4089	nan	0.1000	0.1053
##	4	1.3416	nan	0.1000	0.0835
##	5	1.2867	nan	0.1000	0.0783
##	6	1.2370	nan	0.1000	0.0577
##	7	1.1998	nan	0.1000	0.0622
##	8	1.1603	nan	0.1000	0.0516
##	9	1.1278	nan	0.1000	0.0431
##	10	1.1002	nan	0.1000	0.0499
##	20	0.8903	nan	0.1000	0.0233
##	40	0.6717	nan	0.1000	0.0113
##	60	0.5444	nan	0.1000	0.0081
##	80	0.4570	nan	0.1000	0.0042
##	100	0.3893	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.3374	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.2941	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.2752	nan	0.1000	0.0027

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2345
##	2	1.4622	nan	0.1000	0.1559
##	3	1.3642	nan	0.1000	0.1233
##	4	1.2852	nan	0.1000	0.1108
##	5	1.2172	nan	0.1000	0.0933
##	6	1.1582	nan	0.1000	0.0746
##	7	1.1097	nan	0.1000	0.0691
##	8	1.0664	nan	0.1000	0.0619
##	9	1.0279	nan	0.1000	0.0576
##	10	0.9923	nan	0.1000	0.0604
##	20	0.7538	nan	0.1000	0.0229
##	40	0.5194	nan	0.1000	0.0121
##	60	0.3931	nan	0.1000	0.0059
##	80	0.3139	nan	0.1000	0.0044
##	100	0.2561	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2154	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.1837	nan	0.1000	0.0016
##	150	0.1702	nan	0.1000	0.0018

##

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2392

```
##      2      1.4580      nan      0.1000      0.1615
##      3      1.3578      nan      0.1000      0.1246
##      4      1.2792      nan      0.1000      0.1044
##      5      1.2136      nan      0.1000      0.0821
##      6      1.1598      nan      0.1000      0.0832
##      7      1.1075      nan      0.1000      0.0843
##      8      1.0564      nan      0.1000      0.0651
##      9      1.0160      nan      0.1000      0.0545
##     10      0.9816      nan      0.1000      0.0540
##     20      0.7511      nan      0.1000      0.0205
##     40      0.5314      nan      0.1000      0.0079
##     60      0.4101      nan      0.1000      0.0058
##     80      0.3291      nan      0.1000      0.0069
##    100      0.2684      nan      0.1000      0.0030
##    120      0.2245      nan      0.1000      0.0014
##    140      0.1900      nan      0.1000      0.0021
##    150      0.1770      nan      0.1000      0.0015
```

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

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

```
##
##           Reference
## Prediction    A    B    C    D    E
##           A 1377    9    5    3    1
##           B   33  896   17    1    2
##           C    0   31  811   11    2
##           D    0    4   26  769    5
##           E    3   13    7   13  865
```

```
## Overall Statistics
```

```
##
##           Accuracy : 0.9621
##           95% CI : (0.9563, 0.9672)
##           No Information Rate : 0.2881
##           P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
##
##           Kappa : 0.952
##           McNemar's Test P-Value : 3.94e-07
```

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

```
##
##           Class: A Class: B Class: C Class: D Class: E
## Sensitivity      0.9745  0.9402  0.9365  0.9649  0.9886
## Specificity      0.9948  0.9866  0.9891  0.9915  0.9911
## Pos Pred Value   0.9871  0.9442  0.9485  0.9565  0.9600
## Neg Pred Value   0.9897  0.9856  0.9864  0.9932  0.9975
## Prevalence       0.2881  0.1943  0.1766  0.1625  0.1784
## Detection Rate   0.2808  0.1827  0.1654  0.1568  0.1764
## Detection Prevalence 0.2845  0.1935  0.1743  0.1639  0.1837
## Balanced Accuracy 0.9847  0.9634  0.9628  0.9782  0.9898
```

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

```
## Accuracy      Kappa
## 0.9620718 0.9520028
```