

Practical Machine Learning

Drew Owen

August 31, 2016

The goal of this project is to construct a model using machine learning algorithms to predict correct or incorrect form of a person performing a common weightlifting exercise, a dumbbell curl. The data used in training the model was taken from kinematic sensors taken from three sensors (belt and arm of person and a third sensor on the dumbbell). The raw version of this data contained 19622 observations across 160 variables.

Pre-Processing

Some pre-processing of the data was performed to remove inconsistent predictors and to shorten modeling time. Columns containing any NAs were removed from the data set as this was not compatible with the training of the model. This removal cut the number of predictors from 160 to 60. An additional 7 variables were removed. These concerned the name of the person performing the lift, date/time signifiers and other descriptors of the data frame that did not affect the kinematic data.

```
set.seed(17)
setwd("C:/Users/Drew/Documents/Data_Science/MachineLearning")
library(caret)

## Loading required package: lattice

## Loading required package: ggplot2

dat1<-read.csv("pml-training.csv",na.strings=c("", " ", "NA"))
dat2<-dat1[, apply(dat1, 2, function(x) sum(!is.na(x)))==dim(dat1)[1]]
dat3<-dat2[,-7:-1]
```

What remains is 52 variables related to the motion of the belt, arm and dumbbell sensors and the classe of the motion performed. The classe was broken down into 5 levels, A (Correct form), B, C, D and E (Incorrect form). The goal is to predict incorrect form using the kinematic data recorded from the sensors.

Machine Learning Algorithm

The machine learning algorithm utilize boosting with trees to train the model. A decision tree approach was selected because of the categorical nature of the desired predictions, Correct or Incorrect form. Boosting was chosen because each individual piece of kinematic data is relatively insignificant but when combined with the others represents the true movement of the dumbbell in space. This is similar to the principle of boosting where a number of individually weak predictors are combined to create a strong predictor. Repeated (n=3) cross validation was performed using k-fold (k=5) to prevent overfitting.

The model was trained on a subset of the training data. This allowed for a second data set to test against the trained model to test the accuracy of the model.

```
tc<-trainControl(method="repeatedcv", number = 5, repeats= 3)
inTrain <- createDataPartition(dat3$classe, p = 0.70, list = FALSE)
dat3_train<-dat3[inTrain,]
dat3_test<-dat3[-inTrain,]
mod_gbm<-train(classe~., data=dat3_train, method = "gbm", trControl = tc)
```

```
## Loading required package: 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 2.1.1

## Loading required package: plyr
```

## Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
## 1	1.6094	nan	0.1000	0.1321
## 2	1.5226	nan	0.1000	0.0887
## 3	1.4632	nan	0.1000	0.0667
## 4	1.4191	nan	0.1000	0.0542
## 5	1.3832	nan	0.1000	0.0514
## 6	1.3502	nan	0.1000	0.0358
## 7	1.3256	nan	0.1000	0.0400
## 8	1.3000	nan	0.1000	0.0347
## 9	1.2780	nan	0.1000	0.0307
## 10	1.2579	nan	0.1000	0.0337
## 20	1.0994	nan	0.1000	0.0163
## 40	0.9279	nan	0.1000	0.0089
## 60	0.8211	nan	0.1000	0.0073
## 80	0.7394	nan	0.1000	0.0036
## 100	0.6775	nan	0.1000	0.0034
## 120	0.6284	nan	0.1000	0.0038
## 140	0.5832	nan	0.1000	0.0023
## 150	0.5634	nan	0.1000	0.0029
##				
## Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
## 1	1.6094	nan	0.1000	0.1912
## 2	1.4881	nan	0.1000	0.1304
## 3	1.4042	nan	0.1000	0.1053
## 4	1.3358	nan	0.1000	0.0845
## 5	1.2817	nan	0.1000	0.0698
## 6	1.2373	nan	0.1000	0.0700
## 7	1.1932	nan	0.1000	0.0526
## 8	1.1590	nan	0.1000	0.0579
## 9	1.1233	nan	0.1000	0.0435
## 10	1.0956	nan	0.1000	0.0491
## 20	0.8870	nan	0.1000	0.0260
## 40	0.6716	nan	0.1000	0.0109

##	60	0.5528	nan	0.1000	0.0103
##	80	0.4689	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.3993	nan	0.1000	0.0039
##	120	0.3498	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.3041	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.2850	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2425
##	2	1.4591	nan	0.1000	0.1657
##	3	1.3550	nan	0.1000	0.1266
##	4	1.2729	nan	0.1000	0.1055
##	5	1.2061	nan	0.1000	0.0978
##	6	1.1458	nan	0.1000	0.0763
##	7	1.0970	nan	0.1000	0.0653
##	8	1.0552	nan	0.1000	0.0522
##	9	1.0224	nan	0.1000	0.0639
##	10	0.9811	nan	0.1000	0.0468
##	20	0.7521	nan	0.1000	0.0260
##	40	0.5250	nan	0.1000	0.0121
##	60	0.4019	nan	0.1000	0.0048
##	80	0.3225	nan	0.1000	0.0058
##	100	0.2628	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.2214	nan	0.1000	0.0015
##	140	0.1896	nan	0.1000	0.0012
##	150	0.1748	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1329
##	2	1.5229	nan	0.1000	0.0889
##	3	1.4642	nan	0.1000	0.0692
##	4	1.4189	nan	0.1000	0.0541
##	5	1.3835	nan	0.1000	0.0505
##	6	1.3508	nan	0.1000	0.0402
##	7	1.3238	nan	0.1000	0.0396
##	8	1.2990	nan	0.1000	0.0336
##	9	1.2771	nan	0.1000	0.0340
##	10	1.2552	nan	0.1000	0.0320
##	20	1.1040	nan	0.1000	0.0204
##	40	0.9306	nan	0.1000	0.0093
##	60	0.8256	nan	0.1000	0.0057
##	80	0.7463	nan	0.1000	0.0031
##	100	0.6822	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.6323	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.5885	nan	0.1000	0.0026
##	150	0.5683	nan	0.1000	0.0035
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1826
##	2	1.4885	nan	0.1000	0.1230
##	3	1.4058	nan	0.1000	0.1029
##	4	1.3402	nan	0.1000	0.0895
##	5	1.2826	nan	0.1000	0.0735
##	6	1.2365	nan	0.1000	0.0736

##	7	1.1921	nan	0.1000	0.0503
##	8	1.1585	nan	0.1000	0.0523
##	9	1.1246	nan	0.1000	0.0482
##	10	1.0945	nan	0.1000	0.0453
##	20	0.8921	nan	0.1000	0.0218
##	40	0.6788	nan	0.1000	0.0108
##	60	0.5538	nan	0.1000	0.0079
##	80	0.4680	nan	0.1000	0.0071
##	100	0.3993	nan	0.1000	0.0041
##	120	0.3480	nan	0.1000	0.0019
##	140	0.3051	nan	0.1000	0.0028
##	150	0.2869	nan	0.1000	0.0026

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2376
##	2	1.4584	nan	0.1000	0.1625
##	3	1.3540	nan	0.1000	0.1311
##	4	1.2724	nan	0.1000	0.1063
##	5	1.2058	nan	0.1000	0.0803
##	6	1.1551	nan	0.1000	0.0729
##	7	1.1087	nan	0.1000	0.0778
##	8	1.0603	nan	0.1000	0.0651
##	9	1.0195	nan	0.1000	0.0616
##	10	0.9808	nan	0.1000	0.0531
##	20	0.7507	nan	0.1000	0.0234
##	40	0.5269	nan	0.1000	0.0111
##	60	0.4074	nan	0.1000	0.0094
##	80	0.3247	nan	0.1000	0.0036
##	100	0.2670	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.2219	nan	0.1000	0.0025
##	140	0.1875	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.1729	nan	0.1000	0.0030

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1258
##	2	1.5238	nan	0.1000	0.0878
##	3	1.4652	nan	0.1000	0.0687
##	4	1.4206	nan	0.1000	0.0496
##	5	1.3856	nan	0.1000	0.0538
##	6	1.3517	nan	0.1000	0.0418
##	7	1.3245	nan	0.1000	0.0385
##	8	1.3003	nan	0.1000	0.0322
##	9	1.2794	nan	0.1000	0.0267
##	10	1.2616	nan	0.1000	0.0372
##	20	1.1014	nan	0.1000	0.0163
##	40	0.9290	nan	0.1000	0.0101
##	60	0.8227	nan	0.1000	0.0051
##	80	0.7418	nan	0.1000	0.0048
##	100	0.6768	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.6275	nan	0.1000	0.0033
##	140	0.5840	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.5640	nan	0.1000	0.0025

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
----	------	---------------	---------------	----------	---------

##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1870
##	2	1.4870	nan	0.1000	0.1335
##	3	1.4013	nan	0.1000	0.1040
##	4	1.3348	nan	0.1000	0.0836
##	5	1.2810	nan	0.1000	0.0739
##	6	1.2348	nan	0.1000	0.0664
##	7	1.1928	nan	0.1000	0.0590
##	8	1.1549	nan	0.1000	0.0467
##	9	1.1244	nan	0.1000	0.0469
##	10	1.0954	nan	0.1000	0.0468
##	20	0.8880	nan	0.1000	0.0218
##	40	0.6810	nan	0.1000	0.0097
##	60	0.5529	nan	0.1000	0.0067
##	80	0.4645	nan	0.1000	0.0046
##	100	0.3979	nan	0.1000	0.0056
##	120	0.3438	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.3034	nan	0.1000	0.0033
##	150	0.2818	nan	0.1000	0.0021

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2390
##	2	1.4574	nan	0.1000	0.1575
##	3	1.3578	nan	0.1000	0.1281
##	4	1.2768	nan	0.1000	0.1061
##	5	1.2104	nan	0.1000	0.0803
##	6	1.1565	nan	0.1000	0.0868
##	7	1.1034	nan	0.1000	0.0672
##	8	1.0604	nan	0.1000	0.0702
##	9	1.0160	nan	0.1000	0.0520
##	10	0.9834	nan	0.1000	0.0558
##	20	0.7512	nan	0.1000	0.0227
##	40	0.5315	nan	0.1000	0.0097
##	60	0.4081	nan	0.1000	0.0076
##	80	0.3237	nan	0.1000	0.0051
##	100	0.2659	nan	0.1000	0.0030
##	120	0.2196	nan	0.1000	0.0017
##	140	0.1872	nan	0.1000	0.0014
##	150	0.1726	nan	0.1000	0.0025

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1300
##	2	1.5226	nan	0.1000	0.0870
##	3	1.4651	nan	0.1000	0.0696
##	4	1.4206	nan	0.1000	0.0556
##	5	1.3837	nan	0.1000	0.0481
##	6	1.3513	nan	0.1000	0.0404
##	7	1.3243	nan	0.1000	0.0427
##	8	1.2981	nan	0.1000	0.0326
##	9	1.2772	nan	0.1000	0.0324
##	10	1.2571	nan	0.1000	0.0320
##	20	1.1025	nan	0.1000	0.0197
##	40	0.9299	nan	0.1000	0.0095
##	60	0.8239	nan	0.1000	0.0081
##	80	0.7436	nan	0.1000	0.0053

##	100	0.6809	nan	0.1000	0.0036
##	120	0.6296	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.5875	nan	0.1000	0.0035
##	150	0.5680	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1926
##	2	1.4863	nan	0.1000	0.1273
##	3	1.4027	nan	0.1000	0.1083
##	4	1.3343	nan	0.1000	0.0847
##	5	1.2802	nan	0.1000	0.0684
##	6	1.2361	nan	0.1000	0.0688
##	7	1.1922	nan	0.1000	0.0579
##	8	1.1554	nan	0.1000	0.0495
##	9	1.1235	nan	0.1000	0.0418
##	10	1.0957	nan	0.1000	0.0437
##	20	0.8906	nan	0.1000	0.0291
##	40	0.6790	nan	0.1000	0.0139
##	60	0.5496	nan	0.1000	0.0053
##	80	0.4658	nan	0.1000	0.0033
##	100	0.3961	nan	0.1000	0.0043
##	120	0.3460	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.3018	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2831	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2307
##	2	1.4653	nan	0.1000	0.1695
##	3	1.3589	nan	0.1000	0.1306
##	4	1.2764	nan	0.1000	0.1033
##	5	1.2095	nan	0.1000	0.0848
##	6	1.1563	nan	0.1000	0.0783
##	7	1.1067	nan	0.1000	0.0812
##	8	1.0563	nan	0.1000	0.0571
##	9	1.0197	nan	0.1000	0.0583
##	10	0.9827	nan	0.1000	0.0476
##	20	0.7565	nan	0.1000	0.0214
##	40	0.5333	nan	0.1000	0.0080
##	60	0.4055	nan	0.1000	0.0054
##	80	0.3217	nan	0.1000	0.0035
##	100	0.2626	nan	0.1000	0.0017
##	120	0.2182	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.1856	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.1720	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1274
##	2	1.5229	nan	0.1000	0.0892
##	3	1.4626	nan	0.1000	0.0641
##	4	1.4189	nan	0.1000	0.0550
##	5	1.3827	nan	0.1000	0.0502
##	6	1.3500	nan	0.1000	0.0409
##	7	1.3230	nan	0.1000	0.0375
##	8	1.2989	nan	0.1000	0.0351

##	9	1.2768	nan	0.1000	0.0335
##	10	1.2546	nan	0.1000	0.0317
##	20	1.0999	nan	0.1000	0.0167
##	40	0.9262	nan	0.1000	0.0083
##	60	0.8190	nan	0.1000	0.0071
##	80	0.7399	nan	0.1000	0.0043
##	100	0.6804	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.6293	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.5852	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.5656	nan	0.1000	0.0020
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1854
##	2	1.4881	nan	0.1000	0.1343
##	3	1.4016	nan	0.1000	0.1074
##	4	1.3342	nan	0.1000	0.0787
##	5	1.2834	nan	0.1000	0.0768
##	6	1.2344	nan	0.1000	0.0693
##	7	1.1899	nan	0.1000	0.0632
##	8	1.1507	nan	0.1000	0.0558
##	9	1.1164	nan	0.1000	0.0445
##	10	1.0868	nan	0.1000	0.0367
##	20	0.8892	nan	0.1000	0.0235
##	40	0.6780	nan	0.1000	0.0109
##	60	0.5471	nan	0.1000	0.0050
##	80	0.4602	nan	0.1000	0.0064
##	100	0.3966	nan	0.1000	0.0068
##	120	0.3417	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.3010	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.2828	nan	0.1000	0.0012
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2373
##	2	1.4572	nan	0.1000	0.1632
##	3	1.3546	nan	0.1000	0.1209
##	4	1.2781	nan	0.1000	0.1168
##	5	1.2065	nan	0.1000	0.0844
##	6	1.1514	nan	0.1000	0.0729
##	7	1.1045	nan	0.1000	0.0633
##	8	1.0642	nan	0.1000	0.0661
##	9	1.0225	nan	0.1000	0.0566
##	10	0.9858	nan	0.1000	0.0485
##	20	0.7566	nan	0.1000	0.0243
##	40	0.5281	nan	0.1000	0.0129
##	60	0.4063	nan	0.1000	0.0070
##	80	0.3225	nan	0.1000	0.0060
##	100	0.2654	nan	0.1000	0.0043
##	120	0.2205	nan	0.1000	0.0028
##	140	0.1877	nan	0.1000	0.0012
##	150	0.1743	nan	0.1000	0.0014
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1317
##	2	1.5229	nan	0.1000	0.0886

##	3	1.4648	nan	0.1000	0.0657
##	4	1.4207	nan	0.1000	0.0542
##	5	1.3841	nan	0.1000	0.0503
##	6	1.3508	nan	0.1000	0.0439
##	7	1.3220	nan	0.1000	0.0365
##	8	1.2986	nan	0.1000	0.0338
##	9	1.2774	nan	0.1000	0.0304
##	10	1.2572	nan	0.1000	0.0317
##	20	1.1011	nan	0.1000	0.0180
##	40	0.9259	nan	0.1000	0.0086
##	60	0.8181	nan	0.1000	0.0049
##	80	0.7415	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.6795	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.6276	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.5836	nan	0.1000	0.0022
##	150	0.5650	nan	0.1000	0.0041

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1849
##	2	1.4887	nan	0.1000	0.1249
##	3	1.4054	nan	0.1000	0.1095
##	4	1.3368	nan	0.1000	0.0847
##	5	1.2830	nan	0.1000	0.0708
##	6	1.2371	nan	0.1000	0.0793
##	7	1.1880	nan	0.1000	0.0548
##	8	1.1535	nan	0.1000	0.0533
##	9	1.1203	nan	0.1000	0.0487
##	10	1.0880	nan	0.1000	0.0361
##	20	0.8879	nan	0.1000	0.0234
##	40	0.6771	nan	0.1000	0.0091
##	60	0.5536	nan	0.1000	0.0068
##	80	0.4700	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.3987	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.3487	nan	0.1000	0.0029
##	140	0.3047	nan	0.1000	0.0021
##	150	0.2874	nan	0.1000	0.0023

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2422
##	2	1.4561	nan	0.1000	0.1593
##	3	1.3551	nan	0.1000	0.1237
##	4	1.2760	nan	0.1000	0.1078
##	5	1.2078	nan	0.1000	0.0883
##	6	1.1507	nan	0.1000	0.0742
##	7	1.1040	nan	0.1000	0.0746
##	8	1.0583	nan	0.1000	0.0520
##	9	1.0241	nan	0.1000	0.0646
##	10	0.9832	nan	0.1000	0.0438
##	20	0.7451	nan	0.1000	0.0254
##	40	0.5283	nan	0.1000	0.0138
##	60	0.4046	nan	0.1000	0.0094
##	80	0.3234	nan	0.1000	0.0054
##	100	0.2668	nan	0.1000	0.0019
##	120	0.2253	nan	0.1000	0.0022

##	140	0.1906	nan	0.1000	0.0011
##	150	0.1772	nan	0.1000	0.0015
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1281
##	2	1.5228	nan	0.1000	0.0861
##	3	1.4650	nan	0.1000	0.0656
##	4	1.4214	nan	0.1000	0.0536
##	5	1.3861	nan	0.1000	0.0433
##	6	1.3575	nan	0.1000	0.0460
##	7	1.3285	nan	0.1000	0.0409
##	8	1.3030	nan	0.1000	0.0366
##	9	1.2802	nan	0.1000	0.0299
##	10	1.2601	nan	0.1000	0.0307
##	20	1.1063	nan	0.1000	0.0172
##	40	0.9362	nan	0.1000	0.0089
##	60	0.8264	nan	0.1000	0.0054
##	80	0.7483	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.6851	nan	0.1000	0.0030
##	120	0.6336	nan	0.1000	0.0032
##	140	0.5904	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.5720	nan	0.1000	0.0027
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1768
##	2	1.4918	nan	0.1000	0.1282
##	3	1.4081	nan	0.1000	0.1041
##	4	1.3417	nan	0.1000	0.0850
##	5	1.2867	nan	0.1000	0.0780
##	6	1.2379	nan	0.1000	0.0668
##	7	1.1953	nan	0.1000	0.0529
##	8	1.1609	nan	0.1000	0.0542
##	9	1.1274	nan	0.1000	0.0471
##	10	1.0977	nan	0.1000	0.0479
##	20	0.8925	nan	0.1000	0.0198
##	40	0.6800	nan	0.1000	0.0107
##	60	0.5559	nan	0.1000	0.0045
##	80	0.4707	nan	0.1000	0.0055
##	100	0.4063	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.3548	nan	0.1000	0.0022
##	140	0.3126	nan	0.1000	0.0022
##	150	0.2941	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2344
##	2	1.4593	nan	0.1000	0.1578
##	3	1.3602	nan	0.1000	0.1257
##	4	1.2787	nan	0.1000	0.1056
##	5	1.2130	nan	0.1000	0.0827
##	6	1.1601	nan	0.1000	0.0720
##	7	1.1138	nan	0.1000	0.0663
##	8	1.0719	nan	0.1000	0.0706
##	9	1.0275	nan	0.1000	0.0610
##	10	0.9890	nan	0.1000	0.0482

##	20	0.7577	nan	0.1000	0.0301
##	40	0.5234	nan	0.1000	0.0147
##	60	0.3981	nan	0.1000	0.0064
##	80	0.3186	nan	0.1000	0.0057
##	100	0.2617	nan	0.1000	0.0036
##	120	0.2178	nan	0.1000	0.0018
##	140	0.1852	nan	0.1000	0.0014
##	150	0.1716	nan	0.1000	0.0009
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1331
##	2	1.5217	nan	0.1000	0.0856
##	3	1.4623	nan	0.1000	0.0702
##	4	1.4171	nan	0.1000	0.0550
##	5	1.3809	nan	0.1000	0.0448
##	6	1.3516	nan	0.1000	0.0470
##	7	1.3225	nan	0.1000	0.0401
##	8	1.2964	nan	0.1000	0.0313
##	9	1.2760	nan	0.1000	0.0310
##	10	1.2551	nan	0.1000	0.0321
##	20	1.0978	nan	0.1000	0.0169
##	40	0.9308	nan	0.1000	0.0097
##	60	0.8200	nan	0.1000	0.0063
##	80	0.7434	nan	0.1000	0.0050
##	100	0.6781	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.6253	nan	0.1000	0.0042
##	140	0.5814	nan	0.1000	0.0027
##	150	0.5628	nan	0.1000	0.0023
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1926
##	2	1.4864	nan	0.1000	0.1300
##	3	1.4030	nan	0.1000	0.1104
##	4	1.3340	nan	0.1000	0.0804
##	5	1.2812	nan	0.1000	0.0737
##	6	1.2356	nan	0.1000	0.0696
##	7	1.1919	nan	0.1000	0.0591
##	8	1.1535	nan	0.1000	0.0551
##	9	1.1198	nan	0.1000	0.0511
##	10	1.0873	nan	0.1000	0.0412
##	20	0.8839	nan	0.1000	0.0223
##	40	0.6752	nan	0.1000	0.0107
##	60	0.5480	nan	0.1000	0.0058
##	80	0.4628	nan	0.1000	0.0027
##	100	0.3954	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.3443	nan	0.1000	0.0020
##	140	0.3022	nan	0.1000	0.0025
##	150	0.2844	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2372
##	2	1.4624	nan	0.1000	0.1676
##	3	1.3586	nan	0.1000	0.1279
##	4	1.2779	nan	0.1000	0.1013

##	5	1.2145	nan	0.1000	0.0965
##	6	1.1547	nan	0.1000	0.0689
##	7	1.1107	nan	0.1000	0.0644
##	8	1.0689	nan	0.1000	0.0705
##	9	1.0252	nan	0.1000	0.0602
##	10	0.9877	nan	0.1000	0.0530
##	20	0.7605	nan	0.1000	0.0260
##	40	0.5296	nan	0.1000	0.0096
##	60	0.4020	nan	0.1000	0.0085
##	80	0.3192	nan	0.1000	0.0053
##	100	0.2618	nan	0.1000	0.0029
##	120	0.2181	nan	0.1000	0.0019
##	140	0.1825	nan	0.1000	0.0011
##	150	0.1695	nan	0.1000	0.0009
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1306
##	2	1.5223	nan	0.1000	0.0878
##	3	1.4640	nan	0.1000	0.0685
##	4	1.4186	nan	0.1000	0.0533
##	5	1.3826	nan	0.1000	0.0417
##	6	1.3536	nan	0.1000	0.0466
##	7	1.3238	nan	0.1000	0.0414
##	8	1.2971	nan	0.1000	0.0402
##	9	1.2734	nan	0.1000	0.0306
##	10	1.2536	nan	0.1000	0.0299
##	20	1.0978	nan	0.1000	0.0180
##	40	0.9281	nan	0.1000	0.0081
##	60	0.8201	nan	0.1000	0.0050
##	80	0.7409	nan	0.1000	0.0036
##	100	0.6781	nan	0.1000	0.0046
##	120	0.6259	nan	0.1000	0.0020
##	140	0.5831	nan	0.1000	0.0030
##	150	0.5611	nan	0.1000	0.0025
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1989
##	2	1.4847	nan	0.1000	0.1292
##	3	1.4019	nan	0.1000	0.1081
##	4	1.3337	nan	0.1000	0.0868
##	5	1.2773	nan	0.1000	0.0808
##	6	1.2266	nan	0.1000	0.0657
##	7	1.1851	nan	0.1000	0.0555
##	8	1.1486	nan	0.1000	0.0524
##	9	1.1154	nan	0.1000	0.0514
##	10	1.0823	nan	0.1000	0.0366
##	20	0.8853	nan	0.1000	0.0176
##	40	0.6639	nan	0.1000	0.0071
##	60	0.5470	nan	0.1000	0.0085
##	80	0.4669	nan	0.1000	0.0074
##	100	0.3987	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.3461	nan	0.1000	0.0035
##	140	0.3033	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.2835	nan	0.1000	0.0018

```

##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1         1.6094          nan        0.1000     0.2367
##      2         1.4595          nan        0.1000     0.1633
##      3         1.3574          nan        0.1000     0.1241
##      4         1.2779          nan        0.1000     0.0945
##      5         1.2159          nan        0.1000     0.0839
##      6         1.1613          nan        0.1000     0.0867
##      7         1.1086          nan        0.1000     0.0709
##      8         1.0633          nan        0.1000     0.0633
##      9         1.0241          nan        0.1000     0.0603
##     10         0.9862          nan        0.1000     0.0557
##     20         0.7554          nan        0.1000     0.0297
##     40         0.5317          nan        0.1000     0.0104
##     60         0.3976          nan        0.1000     0.0053
##     80         0.3183          nan        0.1000     0.0047
##    100         0.2602          nan        0.1000     0.0039
##    120         0.2159          nan        0.1000     0.0022
##    140         0.1833          nan        0.1000     0.0020
##    150         0.1700          nan        0.1000     0.0011
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1         1.6094          nan        0.1000     0.1299
##      2         1.5233          nan        0.1000     0.0888
##      3         1.4647          nan        0.1000     0.0670
##      4         1.4207          nan        0.1000     0.0561
##      5         1.3845          nan        0.1000     0.0519
##      6         1.3508          nan        0.1000     0.0429
##      7         1.3223          nan        0.1000     0.0346
##      8         1.2998          nan        0.1000     0.0350
##      9         1.2777          nan        0.1000     0.0350
##     10         1.2555          nan        0.1000     0.0312
##     20         1.1002          nan        0.1000     0.0182
##     40         0.9272          nan        0.1000     0.0111
##     60         0.8201          nan        0.1000     0.0046
##     80         0.7420          nan        0.1000     0.0053
##    100         0.6780          nan        0.1000     0.0043
##    120         0.6262          nan        0.1000     0.0025
##    140         0.5843          nan        0.1000     0.0020
##    150         0.5662          nan        0.1000     0.0040
##
## Iter    TrainDeviance    ValidDeviance    StepSize    Improve
##      1         1.6094          nan        0.1000     0.1930
##      2         1.4873          nan        0.1000     0.1302
##      3         1.4025          nan        0.1000     0.1029
##      4         1.3357          nan        0.1000     0.0849
##      5         1.2810          nan        0.1000     0.0721
##      6         1.2343          nan        0.1000     0.0678
##      7         1.1921          nan        0.1000     0.0680
##      8         1.1505          nan        0.1000     0.0482
##      9         1.1201          nan        0.1000     0.0409
##     10         1.0936          nan        0.1000     0.0499
##     20         0.8880          nan        0.1000     0.0198
##     40         0.6798          nan        0.1000     0.0124

```

##	60	0.5547	nan	0.1000	0.0070
##	80	0.4679	nan	0.1000	0.0058
##	100	0.3973	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.3463	nan	0.1000	0.0041
##	140	0.3029	nan	0.1000	0.0035
##	150	0.2861	nan	0.1000	0.0035
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2385
##	2	1.4580	nan	0.1000	0.1667
##	3	1.3522	nan	0.1000	0.1249
##	4	1.2716	nan	0.1000	0.1165
##	5	1.2003	nan	0.1000	0.0898
##	6	1.1427	nan	0.1000	0.0786
##	7	1.0929	nan	0.1000	0.0611
##	8	1.0530	nan	0.1000	0.0530
##	9	1.0188	nan	0.1000	0.0653
##	10	0.9783	nan	0.1000	0.0470
##	20	0.7510	nan	0.1000	0.0250
##	40	0.5220	nan	0.1000	0.0114
##	60	0.3971	nan	0.1000	0.0051
##	80	0.3175	nan	0.1000	0.0043
##	100	0.2611	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2175	nan	0.1000	0.0031
##	140	0.1857	nan	0.1000	0.0009
##	150	0.1725	nan	0.1000	0.0017
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1294
##	2	1.5225	nan	0.1000	0.0865
##	3	1.4623	nan	0.1000	0.0666
##	4	1.4169	nan	0.1000	0.0540
##	5	1.3817	nan	0.1000	0.0410
##	6	1.3532	nan	0.1000	0.0502
##	7	1.3214	nan	0.1000	0.0366
##	8	1.2973	nan	0.1000	0.0384
##	9	1.2739	nan	0.1000	0.0296
##	10	1.2547	nan	0.1000	0.0309
##	20	1.0975	nan	0.1000	0.0172
##	40	0.9246	nan	0.1000	0.0075
##	60	0.8174	nan	0.1000	0.0073
##	80	0.7385	nan	0.1000	0.0044
##	100	0.6757	nan	0.1000	0.0037
##	120	0.6250	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.5816	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.5624	nan	0.1000	0.0013
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1877
##	2	1.4888	nan	0.1000	0.1394
##	3	1.4011	nan	0.1000	0.1061
##	4	1.3347	nan	0.1000	0.0834
##	5	1.2806	nan	0.1000	0.0767
##	6	1.2310	nan	0.1000	0.0613

##	7	1.1917	nan	0.1000	0.0626
##	8	1.1522	nan	0.1000	0.0468
##	9	1.1224	nan	0.1000	0.0553
##	10	1.0877	nan	0.1000	0.0435
##	20	0.8819	nan	0.1000	0.0236
##	40	0.6727	nan	0.1000	0.0101
##	60	0.5511	nan	0.1000	0.0072
##	80	0.4615	nan	0.1000	0.0038
##	100	0.3998	nan	0.1000	0.0020
##	120	0.3445	nan	0.1000	0.0021
##	140	0.3016	nan	0.1000	0.0027
##	150	0.2840	nan	0.1000	0.0028

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2322
##	2	1.4612	nan	0.1000	0.1640
##	3	1.3595	nan	0.1000	0.1327
##	4	1.2755	nan	0.1000	0.1048
##	5	1.2090	nan	0.1000	0.0860
##	6	1.1551	nan	0.1000	0.0825
##	7	1.1029	nan	0.1000	0.0657
##	8	1.0608	nan	0.1000	0.0558
##	9	1.0244	nan	0.1000	0.0550
##	10	0.9890	nan	0.1000	0.0619
##	20	0.7498	nan	0.1000	0.0229
##	40	0.5267	nan	0.1000	0.0126
##	60	0.4049	nan	0.1000	0.0066
##	80	0.3199	nan	0.1000	0.0063
##	100	0.2616	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2194	nan	0.1000	0.0020
##	140	0.1851	nan	0.1000	0.0020
##	150	0.1716	nan	0.1000	0.0013

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1285
##	2	1.5230	nan	0.1000	0.0868
##	3	1.4650	nan	0.1000	0.0660
##	4	1.4203	nan	0.1000	0.0554
##	5	1.3842	nan	0.1000	0.0509
##	6	1.3517	nan	0.1000	0.0448
##	7	1.3232	nan	0.1000	0.0326
##	8	1.3011	nan	0.1000	0.0340
##	9	1.2794	nan	0.1000	0.0352
##	10	1.2565	nan	0.1000	0.0272
##	20	1.1058	nan	0.1000	0.0201
##	40	0.9276	nan	0.1000	0.0087
##	60	0.8221	nan	0.1000	0.0067
##	80	0.7428	nan	0.1000	0.0048
##	100	0.6784	nan	0.1000	0.0050
##	120	0.6266	nan	0.1000	0.0033
##	140	0.5834	nan	0.1000	0.0018
##	150	0.5637	nan	0.1000	0.0020

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
----	------	---------------	---------------	----------	---------

##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1918
##	2	1.4866	nan	0.1000	0.1281
##	3	1.4025	nan	0.1000	0.1056
##	4	1.3351	nan	0.1000	0.0858
##	5	1.2797	nan	0.1000	0.0753
##	6	1.2314	nan	0.1000	0.0583
##	7	1.1929	nan	0.1000	0.0593
##	8	1.1539	nan	0.1000	0.0553
##	9	1.1184	nan	0.1000	0.0445
##	10	1.0903	nan	0.1000	0.0369
##	20	0.8926	nan	0.1000	0.0211
##	40	0.6765	nan	0.1000	0.0104
##	60	0.5585	nan	0.1000	0.0060
##	80	0.4664	nan	0.1000	0.0058
##	100	0.3997	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.3454	nan	0.1000	0.0039
##	140	0.3015	nan	0.1000	0.0015
##	150	0.2838	nan	0.1000	0.0017

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2328
##	2	1.4618	nan	0.1000	0.1725
##	3	1.3544	nan	0.1000	0.1269
##	4	1.2727	nan	0.1000	0.1038
##	5	1.2063	nan	0.1000	0.0852
##	6	1.1526	nan	0.1000	0.0818
##	7	1.1005	nan	0.1000	0.0766
##	8	1.0524	nan	0.1000	0.0658
##	9	1.0113	nan	0.1000	0.0550
##	10	0.9760	nan	0.1000	0.0551
##	20	0.7491	nan	0.1000	0.0243
##	40	0.5278	nan	0.1000	0.0128
##	60	0.4065	nan	0.1000	0.0055
##	80	0.3240	nan	0.1000	0.0029
##	100	0.2668	nan	0.1000	0.0033
##	120	0.2222	nan	0.1000	0.0030
##	140	0.1863	nan	0.1000	0.0010
##	150	0.1721	nan	0.1000	0.0018

##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1292
##	2	1.5231	nan	0.1000	0.0907
##	3	1.4641	nan	0.1000	0.0675
##	4	1.4206	nan	0.1000	0.0555
##	5	1.3840	nan	0.1000	0.0502
##	6	1.3517	nan	0.1000	0.0401
##	7	1.3253	nan	0.1000	0.0384
##	8	1.3005	nan	0.1000	0.0319
##	9	1.2797	nan	0.1000	0.0327
##	10	1.2600	nan	0.1000	0.0333
##	20	1.1060	nan	0.1000	0.0205
##	40	0.9352	nan	0.1000	0.0097
##	60	0.8293	nan	0.1000	0.0051
##	80	0.7467	nan	0.1000	0.0044

##	100	0.6865	nan	0.1000	0.0052
##	120	0.6327	nan	0.1000	0.0034
##	140	0.5893	nan	0.1000	0.0027
##	150	0.5688	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1835
##	2	1.4888	nan	0.1000	0.1308
##	3	1.4052	nan	0.1000	0.1095
##	4	1.3371	nan	0.1000	0.0844
##	5	1.2824	nan	0.1000	0.0674
##	6	1.2391	nan	0.1000	0.0670
##	7	1.1969	nan	0.1000	0.0655
##	8	1.1556	nan	0.1000	0.0503
##	9	1.1242	nan	0.1000	0.0445
##	10	1.0964	nan	0.1000	0.0359
##	20	0.8987	nan	0.1000	0.0286
##	40	0.6833	nan	0.1000	0.0115
##	60	0.5533	nan	0.1000	0.0086
##	80	0.4632	nan	0.1000	0.0053
##	100	0.3988	nan	0.1000	0.0032
##	120	0.3476	nan	0.1000	0.0026
##	140	0.3079	nan	0.1000	0.0024
##	150	0.2889	nan	0.1000	0.0026
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2299
##	2	1.4613	nan	0.1000	0.1595
##	3	1.3618	nan	0.1000	0.1285
##	4	1.2804	nan	0.1000	0.1014
##	5	1.2156	nan	0.1000	0.0932
##	6	1.1575	nan	0.1000	0.0769
##	7	1.1086	nan	0.1000	0.0635
##	8	1.0675	nan	0.1000	0.0534
##	9	1.0326	nan	0.1000	0.0591
##	10	0.9952	nan	0.1000	0.0530
##	20	0.7567	nan	0.1000	0.0210
##	40	0.5250	nan	0.1000	0.0108
##	60	0.4023	nan	0.1000	0.0097
##	80	0.3198	nan	0.1000	0.0047
##	100	0.2613	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2186	nan	0.1000	0.0027
##	140	0.1846	nan	0.1000	0.0012
##	150	0.1719	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1258
##	2	1.5229	nan	0.1000	0.0895
##	3	1.4641	nan	0.1000	0.0691
##	4	1.4195	nan	0.1000	0.0523
##	5	1.3841	nan	0.1000	0.0516
##	6	1.3513	nan	0.1000	0.0374
##	7	1.3259	nan	0.1000	0.0386
##	8	1.3009	nan	0.1000	0.0374

##	9	1.2773	nan	0.1000	0.0273
##	10	1.2590	nan	0.1000	0.0300
##	20	1.1010	nan	0.1000	0.0175
##	40	0.9293	nan	0.1000	0.0098
##	60	0.8212	nan	0.1000	0.0056
##	80	0.7438	nan	0.1000	0.0056
##	100	0.6822	nan	0.1000	0.0040
##	120	0.6300	nan	0.1000	0.0038
##	140	0.5855	nan	0.1000	0.0019
##	150	0.5651	nan	0.1000	0.0028
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1867
##	2	1.4883	nan	0.1000	0.1298
##	3	1.4058	nan	0.1000	0.1104
##	4	1.3363	nan	0.1000	0.0880
##	5	1.2800	nan	0.1000	0.0693
##	6	1.2355	nan	0.1000	0.0563
##	7	1.1980	nan	0.1000	0.0674
##	8	1.1568	nan	0.1000	0.0610
##	9	1.1189	nan	0.1000	0.0500
##	10	1.0871	nan	0.1000	0.0371
##	20	0.8938	nan	0.1000	0.0174
##	40	0.6754	nan	0.1000	0.0102
##	60	0.5522	nan	0.1000	0.0047
##	80	0.4636	nan	0.1000	0.0058
##	100	0.3962	nan	0.1000	0.0031
##	120	0.3453	nan	0.1000	0.0033
##	140	0.3045	nan	0.1000	0.0036
##	150	0.2844	nan	0.1000	0.0018
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2404
##	2	1.4589	nan	0.1000	0.1610
##	3	1.3574	nan	0.1000	0.1242
##	4	1.2785	nan	0.1000	0.1030
##	5	1.2114	nan	0.1000	0.0945
##	6	1.1532	nan	0.1000	0.0792
##	7	1.1035	nan	0.1000	0.0649
##	8	1.0615	nan	0.1000	0.0617
##	9	1.0226	nan	0.1000	0.0622
##	10	0.9838	nan	0.1000	0.0500
##	20	0.7534	nan	0.1000	0.0224
##	40	0.5295	nan	0.1000	0.0111
##	60	0.4006	nan	0.1000	0.0077
##	80	0.3183	nan	0.1000	0.0039
##	100	0.2610	nan	0.1000	0.0027
##	120	0.2175	nan	0.1000	0.0009
##	140	0.1845	nan	0.1000	0.0017
##	150	0.1727	nan	0.1000	0.0009
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1295
##	2	1.5226	nan	0.1000	0.0868

##	3	1.4647	nan	0.1000	0.0660
##	4	1.4202	nan	0.1000	0.0523
##	5	1.3855	nan	0.1000	0.0530
##	6	1.3519	nan	0.1000	0.0444
##	7	1.3227	nan	0.1000	0.0358
##	8	1.2992	nan	0.1000	0.0344
##	9	1.2775	nan	0.1000	0.0320
##	10	1.2572	nan	0.1000	0.0281
##	20	1.1002	nan	0.1000	0.0180
##	40	0.9319	nan	0.1000	0.0089
##	60	0.8220	nan	0.1000	0.0052
##	80	0.7450	nan	0.1000	0.0040
##	100	0.6795	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.6285	nan	0.1000	0.0024
##	140	0.5845	nan	0.1000	0.0029
##	150	0.5652	nan	0.1000	0.0022
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.1882
##	2	1.4860	nan	0.1000	0.1312
##	3	1.4001	nan	0.1000	0.0997
##	4	1.3367	nan	0.1000	0.0854
##	5	1.2815	nan	0.1000	0.0751
##	6	1.2343	nan	0.1000	0.0749
##	7	1.1875	nan	0.1000	0.0608
##	8	1.1508	nan	0.1000	0.0547
##	9	1.1158	nan	0.1000	0.0423
##	10	1.0885	nan	0.1000	0.0398
##	20	0.8878	nan	0.1000	0.0177
##	40	0.6839	nan	0.1000	0.0098
##	60	0.5554	nan	0.1000	0.0072
##	80	0.4669	nan	0.1000	0.0053
##	100	0.3991	nan	0.1000	0.0034
##	120	0.3483	nan	0.1000	0.0028
##	140	0.3065	nan	0.1000	0.0013
##	150	0.2890	nan	0.1000	0.0019
##					
##	Iter	TrainDeviance	ValidDeviance	StepSize	Improve
##	1	1.6094	nan	0.1000	0.2386
##	2	1.4580	nan	0.1000	0.1595
##	3	1.3561	nan	0.1000	0.1305
##	4	1.2727	nan	0.1000	0.0991
##	5	1.2092	nan	0.1000	0.0906
##	6	1.1520	nan	0.1000	0.0780
##	7	1.1022	nan	0.1000	0.0695
##	8	1.0586	nan	0.1000	0.0685
##	9	1.0161	nan	0.1000	0.0529
##	10	0.9827	nan	0.1000	0.0502
##	20	0.7574	nan	0.1000	0.0334
##	40	0.5296	nan	0.1000	0.0115
##	60	0.4066	nan	0.1000	0.0086
##	80	0.3235	nan	0.1000	0.0033
##	100	0.2625	nan	0.1000	0.0038
##	120	0.2211	nan	0.1000	0.0022

```
##      140      0.1874      nan      0.1000      0.0016
##      150      0.1739      nan      0.1000      0.0015
##
## Iter   TrainDeviance   ValidDeviance   StepSize   Improve
##      1      1.6094      nan      0.1000      0.2296
##      2      1.4609      nan      0.1000      0.1593
##      3      1.3589      nan      0.1000      0.1221
##      4      1.2819      nan      0.1000      0.1043
##      5      1.2163      nan      0.1000      0.0931
##      6      1.1577      nan      0.1000      0.0854
##      7      1.1047      nan      0.1000      0.0656
##      8      1.0621      nan      0.1000      0.0684
##      9      1.0199      nan      0.1000      0.0535
##     10      0.9857      nan      0.1000      0.0414
##     20      0.7492      nan      0.1000      0.0234
##     40      0.5325      nan      0.1000      0.0172
##     60      0.4063      nan      0.1000      0.0085
##     80      0.3276      nan      0.1000      0.0037
##    100      0.2670      nan      0.1000      0.0046
##    120      0.2222      nan      0.1000      0.0023
##    140      0.1872      nan      0.1000      0.0018
##    150      0.1736      nan      0.1000      0.0013
```

```
mod_gbm
```

```
## Stochastic Gradient Boosting
##
## 13737 samples
##    52 predictor
##    5 classes: 'A', 'B', 'C', 'D', 'E'
##
## No pre-processing
## Resampling: Cross-Validated (5 fold, repeated 3 times)
## Summary of sample sizes: 10989, 10989, 10990, 10991, 10989, 10991, ...
## Resampling results across tuning parameters:
##
##  interaction.depth  n.trees  Accuracy  Kappa
##      1              50      0.7514493  0.6848898
##      1             100      0.8191501  0.7710924
##      1             150      0.8514711  0.8120618
##      2              50      0.8532423  0.8140260
##      2             100      0.9056317  0.8805575
##      2             150      0.9312075  0.9129478
##      3              50      0.8942753  0.8661464
##      3             100      0.9411074  0.9254756
##      3             150      0.9620246  0.9519503
##
## Tuning parameter 'shrinkage' was held constant at a value of 0.1
##
## Tuning parameter 'n.minobsinnode' was held constant at a value of 10
## Accuracy was used to select the optimal model using the largest value.
## The final values used for the model were n.trees = 150,
## interaction.depth = 3, shrinkage = 0.1 and n.minobsinnode = 10.
```

```
pred_test<-predict(mod_gbm, dat3_test)
confusionMatrix(dat3_test$classe, pred_test)
```

```
## Confusion Matrix and Statistics
##
##           Reference
## Prediction    A    B    C    D    E
##           A 1654   12    3    4    1
##           B   38 1073   27    1    0
##           C    0   44  974    7    1
##           D    2    1   32  925    4
##           E    2    8    6   17 1049
##
## Overall Statistics
##
##           Accuracy : 0.9643
##           95% CI : (0.9593, 0.9689)
##           No Information Rate : 0.2882
##           P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
##
##           Kappa : 0.9548
##           McNemar's Test P-Value : 1.204e-08
##
## Statistics by Class:
##
##           Class: A Class: B Class: C Class: D Class: E
## Sensitivity      0.9752   0.9429   0.9347   0.9696   0.9943
## Specificity      0.9952   0.9861   0.9893   0.9921   0.9932
## Pos Pred Value   0.9881   0.9421   0.9493   0.9595   0.9695
## Neg Pred Value   0.9900   0.9863   0.9860   0.9941   0.9988
## Prevalence       0.2882   0.1934   0.1771   0.1621   0.1793
## Detection Rate   0.2811   0.1823   0.1655   0.1572   0.1782
## Detection Prevalence 0.2845   0.1935   0.1743   0.1638   0.1839
## Balanced Accuracy 0.9852   0.9645   0.9620   0.9808   0.9937
```

This model exhibited an accuracy of 96.43%, yielding an an error rate of 3.57%. This was deemed adequate for applying to the validatio data set.

Validation Testing

Similar preprocessing was performed on the validation data set as was done with the training and testing data.

```
validData <- read.csv("pml-testing.csv", na.strings = c("NA", ""))
validdat2<-validData[, apply(validData, 2, function(x) sum(!is.na(x)))==dim(validData)[1]]
validdat3<-validdat2[,-7:-1]
```

The results from this analysis were submitted to the course quiz.

```
predvalid<-predict(mod_gbm, validdat3)
```