Assignment 1 CS 6375: Machine Learning **Reports File with the Output Accuracies**

Course: CS6375.003

Name: Saraswathi Shanmugamoorthy Submitted on: 23rd Sep 2018

Accuracies For data_sets2:

(L, K)	INFORMATION GAIN HEURISTIC		VARIANCE IMPURITY HEURISTIC	
	Before Pruning	After Pruning	Before Pruning	After Pruning
(9, 2)	72.33333333333 34%	78.0%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(10, 3)	72.33333333333 34%	77.83333333333 33%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(11, 4)	72.333333333333333333333333333333333333	78.83333333333 33%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(12, 5)	72.33333333333 34%	78.0%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(15, 5)	72.33333333333 34%	78.5%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(15, 10)	72.33333333333 34%	79.5%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(2, 2)	72.333333333333333333333333333333333333	77.166666666666666666666666666666666666	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(3, 4)	72.33333333333 34%	78.0%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666
(5, 10)	72.333333333333333333333333333333333333	77.5%	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666

(2, 10)	72.333333333333333333333333333333333333	77.33333333333333333333333333333333333	72.5%	76.66666666666666666666666666666666666

Accuracies For data_sets1:

(L, K)	INFORMATION GAIN HEURISTIC		VARIANCE IMPURITY HEURISTIC	
	Before Pruning	After Pruning	Before Pruning	After Pruning
(15, 3)	75.85%	76.5%	75.35%	75.75%
(14, 2)	75.85%	77.5%	75.35%	75.35%
(13, 1)	75.85%	76.05%	75.35%	75.75%
(15, 2)	75.85%	76.25%	75.35%	75.75%
(17, 2)	75.85%	77.7%	75.35%	75.75%
(20, 5)	75.85%	78.05%	75.35%	75.75%
(5, 10)	75.85%	75.9%	75.35%	75.75%
(22, 10)	75.85%	76.6%	75.35%	75.75%
(15, 7)	75.85%	77.4%	75.35%	75.75%
(15, 9)	75.85%	76.9%	75.35%	75.75%

Decision trees for L = 10, K = 3:

```
***************
INFORMATION GAIN HEURISTIC
***********
Pre-Pruned Tree
_____
XI = 0:
| XU = 0 :
| | XQ = 0 :
| | | XF = 0 :
 | | | XO = 0 :
 | \ | \ | \ | \ XB = 0 :
 | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 0 : 0
 | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 :
 | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 0 : 0
 | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 1 : 1
  | \ | \ | \ | \ XB = 1 : 0
  | | | XO = 1 :
  | \ | \ | \ | \ XB = 0 :
     | | | XD = 0 :
     | \ | \ | \ | \ XM = 0 : 1
   | | | | | XM = 1 : 0
| | | | XD = 1 : 0
   | \ | \ | \ XB = 1 :
     | \ | \ | \ | \ | \ XL = 1 :
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 0 :
   | | | | | | XC = 1 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ XH = 1 : 1
| \ | \ | \ XF = 1 : 0
| | XQ = 1 :
| | | XB = 0 :
| \ | \ | \ | \ XT = 0 :
| \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 0 : 1
   | | | | XG = 1 :
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XP = 0 : 1
   | | | | | XP = 1 :
     | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XC = 0:
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 0
   | | | | | | | | | XE = 1 : 1
| | | | | | | | XC = 1 : 0
   | | | | XN = 1 : 0
   | \ | \ | \ | \ XR = 1 : 1
       | XL = 1 :
     | | | XF = 0 : 0
         | XF = 1 :
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ XH = 0 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ XH = 1 :
 | | | | | | XE = 0 : 1
 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XE = 1 : 0
   | \ | \ | \ XJ = 0 : 0
```

| | | XJ = 1 :

```
| XK = 0 : 1
             | XK = 1 :
       | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XM = 1 : 0
     XT = 1:
     | XO = 0 : 1
       XO = 1 :
       | XM = 0 :
         | XH = 0 :
           | XL = 0 : 0
           | XL = 1 :
            | XC = 0 :
           | \ | \ | \ XD = 0 : 0
         | \ | \ | \ XC = 1 : 1
         XH = 1 : 1
    | \ | \ | \ XM = 1 : 0
   XB = 1:
    | XO = 0 : 0
     XO = 1 :
       XM = 0:
         XF = 0:
         | XP = 0 :
           | XT = 0 :
             | XC = 0 : 1
              XC = 1:
                XK = 0:
                  XE = 0:
                  | XD = 0 :
                      XG = 0:
                      | XH = 0 : 0
                        XH = 1:
                        | XJ = 0 : 0
                         XJ = 1:
                          | XN = 0 :
                            | XR = 0 :
                             | xs = 0 :
                             | | XT = 0 : 0
                             | | XS = 1 : 0
                         | | XR = 1 : 0
                      | | | XN = 1 : 0
                    | XG = 1 : 0
                  | XD = 1 : 0
                | XE = 1 : 0
             | XL = 1 : 0
         | XP = 1 : 1
   | \ | \ | \ XF = 1 : 0
| \ | \ | \ | \ XM = 1 : 0
XU = 1:
| XG = 0 :
  | XS = 0 :
    | XF = 0 :
     | XO = 0 : 0
       xo = 1 :
       | XM = 0 : 1
| XM = 1 :
         | XB = 0 : 0
           XB = 1:
           | XJ = 0 :
             | XC = 0 : 0
              XC = 1:
               | XD = 0 : 0
             | | XD = 1 : 1
           | XJ = 1 : 1
```

```
XF = 1:
      | XB = 0 :
       | XQ = 0 : 0
         XQ = 1:
         | XC = 0 : 1
          XC = 1:
          | XH = 0 :
         | | | XD = 0 : 0
| | | XD = 1 : 1
       | | | \dot{X}H = 1:
       XS = 1:
    | XO = 0 : 0
    | XO = 1 :
    | XL = 0 :
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 0 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 0
 | | XG = 1 : 0
XI = 1:
| XK = 0 :
 | XC = 0 :
 | | XS = 0 :
   | | XM = 0 : 1
      | XM = 1 :
       | XT = 0 : 1
| XT = 1 :
         | XL = 0 :
           | XP = 0 : 1
         | | XP = 1 :
         | \ | \ | \ XB = 0 : 1
          | | XB = 1 : 0
         | XL = 1 :
           | XP = 0 : 0
           | XP = 1 :
           | | | XQ = 1 :
         | \ | \ | \ | \ | \ | \ XB = 1 : 0
    \mid XG = 1 :
      | XO = 0 : 1
    | | xo = 1 :
   | | | XH = 1 :
   | \ | \ | \ | \ | \ XL = 0 : 1
    | | | XL = 1 : 0
    XS = 1:
    | XR = 0 :
      | XN = 0 : 1
       XN = 1:
       | XH = 0 :
         | XJ = 0 :
           | XM = 0 :
            | XD = 0 : 0
         | | | XD = 1 : 1
           | XM = 1 : 1
         | XJ = 1 : 1
         XH = 1:
         \mid XT = 0 : 0
```

```
| \ | \ | \ XF = 0 : 0
    XR = 1:
    | XG = 0 :
      | XM = 0 :
      | | XH = 0 : 0
| | XH = 1 :
      | XM = 1 :
 | \ | \ | \ | \ | \ XD = 0 : 0
   | \ | \ | \ | \ XD = 1 : 1
 | XC = 1 :
 | XD = 0 :
 | | XS = 0 :
   | | XF = 0 :
   | \ | \ | \ XB = 0 : 0
   XF = 1:
   | XP = 0 : 1
      | XP = 1 :
      XH = 1:
         | XL = 0 :
      | \ | \ | \ | \ XJ = 1 :
    | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
    XS = 1:
    | XJ = 0 :
      | XM = 0 : 0
       XM = 1:
       | XQ = 0 :
        | XB = 0 : 1
         | XB = 1 :
      | \ | \ | \ | \ XF = 0 :
      | \ | \ | \ | \ | \ XH = 0 : 0
      | \ | \ | \ | \ | \ XH = 1 : 1
      | \ | \ | \ | \ XF = 1 : 1
      XJ = 1:
      XO = 0:
      | | XF = 0 :
      | \ | \ | \ XE = 0 : 0
      | \ | \ | \ XE = 1 : 1
      | | XF = 1 : 1
       XO = 1:
       | XR = 0 :
         | XB = 0 :
      | XB = 1 : 1
    | \ | \ | \ XR = 1 : 1
  XD = 1:
   \mid XF = 0 : 0
    XF = 1:
    | XO = 0 : 0
    xo = 1 :
    | | XP = 0 : 0
```

```
| | XD = 0 :
 | | XT = 0 :
 | | | XF = 0 :
 | \ | \ | \ | \ XB = 0 :
     | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XL = 0 : 1
     | | | XB = 1 :
   | \ | \ | \ | \ XO = 0 : 0
     | | | xo = 1 : 1
     | XF = 1 :
     | | XO = 0 : 1
     | | xo = 1 :
     | | | XH = 0 :
     | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 0 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 1 : 0
   | | | | XL = 1 : 1
   | \ | \ | \ | \ XH = 1 :
   | \ | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XL = 0 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
   | XT = 1 :
     | XB = 0 :
     | \ | \ | \ | \ XM = 0 : 1
     | | XM = 1 :
      | \ | \ | \ XJ = 0 : 0
     | \ | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 0
      | | | | XE = 1 : 1
     | XC = 1 :
     | | | XH = 0 : 1
      | \ | \ | \ XB = 1 : 0
| | XD = 1 : 0
Post-Pruned Tree
XI = 0:
| XU = 0 :
 | XQ = 0 :
 | | XF = 0 :
 | | | XO = 0 :
 | \ | \ | \ | \ XB = 0 :
 | | | | | XJ = 0 : 0
| | | | | XJ = 1 :
| | | | | XG = 0 : 0
 | | | | | XG = 1 : 1
   | | XO = 1 :
```

 $| \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XP = 1 : 1$

xK = 1 :

```
XB = 1:
       | XH = 0 :
        \mid XL = 0 : 1
          XL = 1 :
          | XS = 0 :
           | XJ = 0 :
       | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 1
   | | XF = 1 : 0
 | XQ = 1 :
| | | XB = 0 : 1
 | \ | \ | \ XO = 0 : 0
| \ | \ | \ | \ XO = 1 : 0
| XU = 1 :
 | XG = 0 :
 | | XS = 0 :
  | | XF = 0 :
     | XO = 0 : 0
     XO = 1:
       | XM = 0 : 1
       XM = 1:
       | | XB = 0 : 0
       | XJ = 0 :
        | | XC = 1 :
     | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 1
    | XF = 1 :
      \mid XB = 0 :
       | XQ = 0 : 0
| XQ = 1 :
        | XC = 0 : 1
        | XC = 1 :
        \mid XD = 0 : 0
          | | XD = 1 : 1
        | | XH = 1 :
       | \ | \ | \ | \ XJ = 0 :
       | \ | \ | \ XB = 1 : 0
  \mid XS = 1 :
 | | | XO = 0 : 0
 | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 0 : 1
  | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 0
 | | | | XN = 1 : 1
 | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
XI = 1:
| XK = 0 :
 | XC = 0 :
  | XS = 0 :
  | XG = 0 :
     | XM = 0 : 1
  XM = 1:
   | \ | \ | \ | \ XT = 0 : 1
```

```
XT = 1:
       | XL = 0 :
        | XP = 0 : 1
        | XP = 1 :
        | | XB = 0 : 1
      | | | XB = 1 : 0
      | XL = 1 :
     | \ | \ | \ XP = 0 : 0
        XP = 1:
      | | | XQ = 0 : 1
      | | | XQ = 1 :
      | \ | \ | \ | \ XB = 0 : 1
   | XG = 1 :
   | xo = 0 : 1
   xo = 1:
   | \ | \ | \ XL = 0 : 1
  XS = 1:
  | XR = 0 :
   | XN = 0 : 1
     XN = 1:
     | XH = 0 :
      | XJ = 0 :
      | | XM = 0 :
     | \ | \ | \ | \ XD = 0 : 0
     | \ | \ | \ XJ = 1 : 1
     | XH = 1 :
     | | XT = 0 : 0
| | XT = 1 :
     | \ | \ | \ XF = 0 : 0
   | XG = 0 :
     | XM = 0 :
     | | | XB = 0 : 1
     | \ | \ | \ | \ | \ XF = 0 : 1
  | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XF = 1 : 0
| \ | \ | \ | \ XM = 1 :
| \ | \ | \ XG = 1 : 0
XC = 1:
| XD = 0 :
| XS = 0 :
   | XF = 0 : 0
   XF = 1 :
   | | XP = 0 : 1
     | XP = 1 :
   | XH = 0 : 1
| XH = 1 :
        | XL = 0 :
        | XJ = 1 :
      | | | xN = 0 : 0
        | \ | \ | \ XN = 1 : 1
     XS = 1:
   | XJ = 0 :
```

```
XM = 0 : 0
         XM = 1:
         | XQ = 0 :
           | XB = 0 : 1
           | XB = 1 :
         | | | XF = 0 :
        XQ = 1 : 0
       XJ = 1:
        | XO = 0 :
         | XF = 0 :
        | | XE = 1 : 1
        | | XF = 1 : 1
        | XO = 1 :
         | XR = 0 :
         | | XB = 0 :
         | \ | \ | \ XB = 1 : 1
    XD = 1:
  | | XF = 0 : 0
 | | | XF = 1 :
 | \ | \ | \ | \ XO = 0 : 0
 | \ | \ | \ | \ XO = 1 :
 | \ | \ | \ | \ | \ XP = 0 : 0
 | | | | XP = 1 : 1
| XK = 1 :
 | XD = 0 :
  | XT = 0 :
    | XF = 0 :
      | XB = 0 :
      | | XR = 0 : 0
| | XR = 1 :
      | | | XO = 0 : 1
      | | XO = 1 :
      | \ | \ | \ | \ XL = 0 : 1
      | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
      \mid XB = 1 :
    | | | xo = 0 : 0
      | | XO = 1 : 1
      XF = 1:
      | XO = 0 : 1
        XO = 1 :
        XH = 0:
        | XL = 0 :
        | | | XE = 1 :
       | \ | \ | \ | \ XG = 0 : 1
      | \ | \ | \ | \ | \ XG = 1 : 0
        XH = 1:
    | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 1
        | | | | XL = 1 : 0
    XT = 1:
    | XB = 0 :
      | XC = 0 :
        | XM = 0 : 1
      XM = 1:
         \mid XJ = 0 : 0
```

```
| \ | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 0
       | | | XE = 1 : 1
 | \ | \ | \ | \ | \ XH = 0 : 1
 | \ | \ | \ | \ | \ XH = 1 :
 | | XB = 1 : 0
| | XD = 1 : 0
VARIANCE IMPURITY HEURISTIC
Pre-Pruned Tree
XI = 0:
| XU = 0 :
| | XQ = 0 :
| | | XF = 0:
| | | XO = 0 :
| \ | \ | \ | \ | \ XB = 0 :
| \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 :
 | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 0 : 0
  | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 1 : 1
   | | XO = 1 :
   | | | XB = 0 :
      | | | XD = 0 :
     | | | | XM = 0 : 1
| | | XM = 1 : 0
| | XD = 1 : 0
       \mid XB = 1 :
      | | | XH = 0 :
          | | XS = 0 :
          | | | XJ = 0 :
        | \ | \ | \ | \ | \ | \ XN = 0 : 1
       | \ | \ | \ | \ | \ | \ XN = 1 : 0
      | \ | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 1
    | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
 XQ = 1:
 \mid \quad \mid \quad XB = 0 \quad :
 | \ | \ | \ XF = 0 :
 | \ | \ | \ | \ XG = 0 : 0
 | \ | \ | \ | \ XG = 1 :
  | | | | XL = 0 :
   | | | | | | XS = 0 : 0
| | | | | | XS = 1 : 1
   | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
      | XF = 1 :
    | \ | \ | \ XT = 0 :
         | XL = 0 :
       | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XC = 1 : 1
         | XL = 1 :
       | | XC = 0 :
```

 $| \ | \ | \ XH = 0 : 1$

```
XH = 1:
             | XE = 0 : 1
           | | XE = 1 : 0
           XC = 1
           | XJ = 0 : 0
           | XJ = 1 :
           | | XK = 0 : 1
| | XK = 1 :
         XT = 1:
       | XH = 0 :
         | XO = 0 : 1
          xo = 1 :
           \mid XL = 0 : 0
           | XL = 1 :
           | | XC = 0 :
           | | | XD = 0 : 0
         | \ | \ | \ XH = 1 : 1
    XB = 1:
    | XO = 0 : 0
     XO = 1 :
     | XM = 0 :
       | XF = 0 :
         | XP = 0 :
           | XL = 0 :
             | XC = 0 : 1
              XC = 1:
               | XK = 0 :
                  XE = 0:
                  | XD = 0 :
                    | XG = 0 :
                        XH = 0 : 0
                        XH = 1
                        | XJ = 0 : 0
                         XJ = 1:
                           XN = 0:
                             XR = 0:
                             | xs = 0 :
                               \mid XT = 0 : 0
                               | XT = 1 : 0
                             | XS = 1 : 0
                         | | XR = 1 : 0
                      | XG = 1 : 0
                  | XD = 1 : 0
                | XE = 1 : 0
             | | XK = 1 : 1
           \mid XL = 1 : 0
       | | XP = 1 : 1
 | \ | \ | \ | \ XF = 1 : 0
| \ | \ | \ | \ XM = 1 : 0
XU = 1:
XG = 0:
  | XS = 0 :
    \mid XB = 0 :
     | XF = 0 : 0
| XF = 1 :
         XQ = 0 : 0
         xQ = 1:
         | XC = 0 : 1
           XC = 1:
           \mid XH = 0:
           | | XD = 0 : 0
```

```
| | XD = 1 : 1
             XH = 1:
             | XJ = 0 :
        | | | | | | XN = 0 : 1
| | | | | XN = 1 : 0
      | | | | XJ = 1 : 1
      XB = 1:
      | XO = 0 : 0
      | XO = 1 :
        | XJ = 0 :
        | | XC = 0 : 0
       | | XC = 1 :
       | \ | \ | \ | \ XD = 0 : 0
     xs = 1 :
     | XO = 0 : 0
     | XO = 1 :
     | XL = 0 :
    | | | XN = 0 :
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 0 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 0
 | | XG = 1 : 0
XI = 1:
| XK = 0 :
 | XC = 0 :
 | | XS = 0 :
     | XG = 0 :
     | | XM = 0 : 1
      XM = 1:
        | XT = 0 : 1
| XT = 1 :
          | XR = 0 :
            | XQ = 0 :
             \mid XD = 0 :
            | \ | \ | \ XE = 0 : 0
            | | XE = 1 : 1
        | | XQ = 1 : 1
          XR = 1:
        | | | XQ = 0 : 1
      XG = 1:
     | | XO = 0 : 1
      | XO = 1 :
     | | | XH = 0 : 0
     | | | XH = 1 :
     | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
     XS = 1:
     | XR = 0 :
      | XN = 0 : 1
        XN = 1:
        | XH = 0 :
          | XJ = 0 :
           XM = 0:
          | | | XD = 0 : 0
| | XD = 1 : 1
            | XM = 1 : 1
          | XJ = 1 : 1
          XH = 1:
          \mid XT = 0 : 0
           XT = 1:
          | | XF = 0 : 0
```

```
XR = 1:
     XG = 0:
       | XM = 0 :
         | XH = 0 : 0
       | | XH = 1 :
       | \ | \ | \ XB = 0 : 1
       | \ | \ | \ XB = 1 :
    | \ | \ | \ | \ | \ XD = 0 : 0
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ XD = 1 : 1
  | | | XG = 1 : 0
 \mid XC = 1 :
  | XD = 0 :
  | | XS = 0 :
    | | XF = 0 :
    | \ | \ | \ XB = 0 : 0
    | \ | \ | \ XB = 1 :
    | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 0
    | | XF = 1 :
    | \ | \ | \ XP = 0 : 1
       | XP = 1 :
       | | | XL = 0 :
       | | | XJ = 1 :
    | | | XL = 1 : 0
    | XS = 1 :
      | XJ = 0 :
       | XM = 0 : 0
       XM = 1:
         | XQ = 0 :
         | | XB = 0 : 1
        | | | XB = 1 :
         | | | XF = 0 :
        | \ | \ | \ | \ | \ XH = 0 : 0
       | \ | \ | \ | \ | \ XH = 1 : 1
       | \ | \ | \ | \ XF = 1 : 1
       | | XQ = 1 : 0
       XJ = 1:
       | XO = 0 :
        | | XF = 0 :
       | \ | \ | \ XE = 1 : 1
        | | XF = 1 : 1
       | XO = 1 :
       | | XR = 0 :
          XB = 0:
       | | | XH = 1 : 1
       | | | XB = 1 : 1
    XD = 1:
    \mid XF = 0 : 0
    | XF = 1 :
     | XO = 0 : 0
   | | | XO = 1 :
    | \ | \ | \ XP = 0 : 0
  | XK = 1 :
```

```
XD = 0:
   | XT = 0 :
   | | XF = 0 :
        | XB = 0 :
        | | XR = 0 : 0
      | | | XR = 1 :
    | | | | | | XL = 0 : 1
| | | | | XL = 1 : 0
    | | | XB = 1 :
      | | | XO = 0 : 0
      | | | XO = 1 : 1
      XF = 1:
      | | xo = 0 : 1
        xo = 1 :
      | | | XH = 0 :
        | | | XL = 0 :
      | \ | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 0
      | \ | \ | \ | \ | \ XE = 1 :
     | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 0 : 1
    | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XG = 1 : 0
    | \ | \ | \ | \ XH = 1 :
    | \ | \ | \ | \ | \ | \ XE = 0 : 1
    | \ | \ | \ | \ | \ | \ XE = 1 :
    | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XL = 0 : 1
    | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
   | XT = 1 :
      \mid XB = 0 :
    | | | XC = 0 :
      | | | XM = 0 : 1
| | XM = 1 :
      | \ | \ | \ | \ XJ = 1 :
        | XC = 1 :
          | XE = 0 :
        | \ | \ | \ XF = 0 : 0
        | | | XF = 1 : 1
        | | XE = 1 :
    | \ | \ | \ | \ | \ XM = 0 :
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ XQ = 0 : 1
   | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ XQ = 1 : 0
   | \ | \ | \ | \ | \ XM = 1 : 1
  | \ | \ | \ XB = 1 : 0
| | XD = 1 : 0
Post-Pruned Tree
XI = 0:
| XU = 0 :
  | XQ = 0 :
  | | XF = 0 :
  | | | XO = 0 :
  | \ | \ | \ | \ XB = 0 :
```

| | | | | XG = 1 : 1 | | XB = 1 : 0 | XO = 1 : | | XB = 0 : | | | XD = 0 : | | | XM = 0 : 1

```
| | XM = 1 : 0
       | XD = 1 : 0
      XB = 1:
       | XH = 0 :
        | XS = 0 :
          | XJ = 0 :
       | XJ = 1 : 1
       | | xs = 1 :
       | | | XH = 1 : 1
 | XF = 1 : 0
| XQ = 1 :
 \mid XB = 0:
   | XF = 0 :
    | XG = 0 : 0
   | | XG = 1 :
   | \ | \ | \ XS = 1 : 1
    | XF = 1 :
     | XT = 0 :
       | XL = 0 :
        | XS = 0 : 1
        | XS = 1 :
        | | XC = 0 : 0
        | | XC = 1 : 1
       | XL = 1 :
        | XC = 0 :
        | | XH = 0 : 1
| XH = 1 :
          | | XE = 0 : 1
          | | XE = 1 : 0
        \mid XC = 1 :
          | XJ = 0 : 0
          | XJ = 1 :
           \mid XK = 0 : 1
          | | XK = 1 :
          | \ | \ | \ | \ | \ XM = 1 : 0
      XT = 1:
       | XH = 0 :
        | XO = 0 : 1
          XO = 1:
          | XL = 0 : 0
          | XL = 1 :
       | \ | \ | \ | \ | \ | \ XD = 0 : 0
       | \ | \ | \ | \ | \ | \ XD = 1 : 1
    | \ | \ | \ | \ | \ | \ XC = 1 : 1
   | \ | \ | \ XH = 1 : 1
   XB = 1:
   | XO = 0 : 0
     XO = 1 :
     | XM = 0 :
       | XF = 0 :
        | XP = 0 :
          | XL = 0 :
            | XC = 0 : 1
             XC = 1:
              | XK = 0 :
               | XE = 0 :
                 | XD = 0 :
```

```
XG = 0:
                     XH = 0 : 0
                     XH = 1:
                       XJ = 0 : 0
                       XJ = 1:
                       | XN = 0 :
                         | XR = 0 :
                          | XS = 0 :
                            | XT = 0 : 0
                         | | | xs = 1 : 0
                       | | XR = 1 : 0
                    | XG = 1 : 0
                 | XD = 1 : 0
               | XE = 1 : 0
            | | XK = 1 : 1
           | XL = 1 : 0
         | XP = 1 : 1
       | XF = 1 : 0
 | \ | \ | \ | \ XM = 1 : 0
| XU = 1 :
 | XG = 0 :
 | | XS = 0 :
  | | XB = 0 :
    | | XF = 0 : 0
      | XF = 1 :
       | XQ = 0 : 0
         XQ = 1:
        | XC = 0 : 1
| XC = 1 :
           | XH = 0 :
         | XJ = 0 :
         | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 1
    | XB = 1 :
      | XO = 0 : 0
       xo = 1 :
       | XJ = 0 :
       | | XC = 0 : 0
       | | XC = 1 :
    | \ | \ | \ XJ = 1 : 1
    XS = 1:
  | | XO = 0 : 0
 | | | XO = 1 :
  | | | XL = 0 :
  | \ | \ | \ | \ | \ XJ = 1 : 0
 | | | | XN = 1 : 1
 | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
XI = 1:
| XK = 0 :
 | XC = 0 :
  | xs = 0 :
  | XG = 0 :
     | XM = 0 : 1
  XM = 1:
   | \ | \ | \ | \ XT = 0 : 1
```

```
XT = 1:
        | XR = 0 :
          XQ = 0:
            | XD = 0 :
            | \quad | \quad XE = 0 \quad : \quad 0
        | | | XE = 1 : 1
      | | | | | XD = 1 : 0
| | | XQ = 1 : 1
      | | XR = 1 :
      | XG = 1 :
    | xo = 0 : 1
    \mid XO = 1 :
      | XH = 0 : 0
      | XH = 1 :
    | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
  XS = 1:
  | XR = 0 :
    | XN = 0 : 1
      XN = 1:
      | XH = 0 :
        | XJ = 0 :
        | | XM = 0 :
       | \ | \ | \ | \ XD = 0 : 0
      | \ | \ | \ XJ = 1 : 1
      | XH = 1 :
    | | | | XF = 0 : 0
| | | | XF = 1 : 1
XR = 1 :
    | XG = 0 :
      \mid XM = 0:
        | XH = 0 : 0
        | XH = 1 :
      | \ | \ | \ XB = 0 : 1
      | | | XB = 1 :
      | \ | \ | \ | \ XF = 0 : 1
    | \ | \ | \ | \ | \ XF = 1 : 0
  | \ | \ | \ XM = 1 :
| \ | \ | \ | \ | \ XD = 0 : 0
| \ | \ | \ | \ | \ | \ XD = 1 : 1
| \ | \ | \ XG = 1 : 0
XC = 1:
| XD = 0 :
  | XS = 0 :
    | XF = 0 :
  | \ | \ | \ XB = 0 : 0
  | \ | \ | \ XB = 1 :
    | | | XE = 0 : 0
    | | XE = 1 : 1
      XF = 1:
    | XP = 0 : 1
| XP = 1 :
        | XH = 0 : 1
          XH = 1:
          | XL = 0 :
            | XJ = 0 : 1
            XJ = 1:
            | | XN = 0 : 0
            | | XN = 1 : 1
          | XL = 1 : 0
```

```
XS = 1:
     | XJ = 0 :
       \mid XM = 0 : 0
        XM = 1:
         | XQ = 0 :
          | XB = 0 : 1
          XB = 1:
       | | | | | XH = 0 : 0
| | | | XH = 1 : 1
       | XQ = 1 : 0
       XJ = 1:
       | XO = 0 :
       | | XF = 0 :
        | | XE = 0 : 0
       | | | XE = 1 : 1
       | | XF = 1 : 1
       | XO = 1 :
       | | XR = 0 :
        | XB = 0 :
        | | | XH = 0 : 0
       | XD = 1 :
| | | XF = 1 :
| \ | \ | \ | \ XO = 0 : 0
| | | | XO = 1 :
| \ | \ | \ | \ | \ XP = 0 : 0
| \ | \ | \ | \ | \ | \ XP = 1 : 1
XK = 1:
| XD = 0 :
  | XT = 0 :
   | XF = 0 :
     \mid XB = 0 :
       | XR = 0 : 0
       | XR = 1 :
     | \ | \ | \ XO = 0 : 1
     | | | xo = 1 :
     | \ | \ | \ | \ XL = 0 : 1
   | | XB = 1 :
   | | | XO = 0 : 0
    | \ | \ | \ XO = 1 : 1
     XF = 1:
     | XO = 0 : 1
       XO = 1:
       | XH = 0 :
        XL = 0:
       | | XE = 1 :
       | | | | XG = 0 : 1
| | | XG = 1 : 0
       | | XL = 1 : 1
       | XH = 1 :
       | | XE = 1 :
       | | | XL = 0 : 1
     | \ | \ | \ | \ XL = 1 : 0
   XT = 1:
  | XC = 0 :
     | | XM = 0 : 1
   | \ | \ | \ XM = 1 :
```