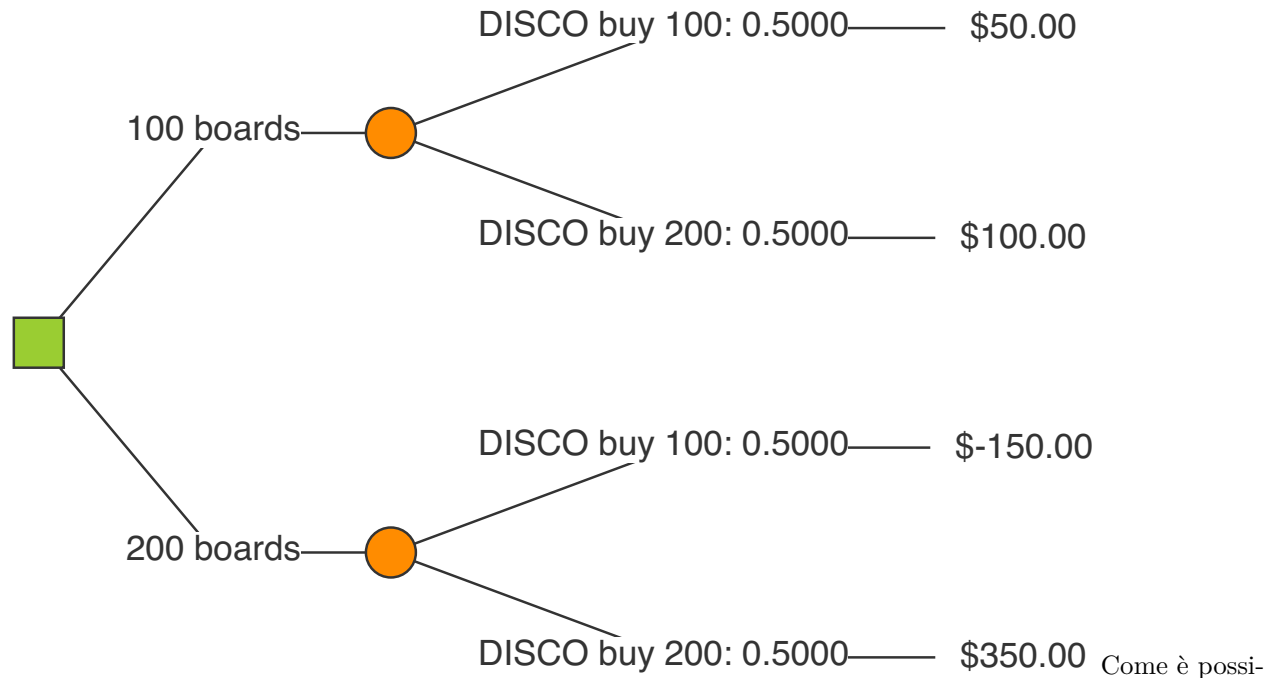


Dario Carolla 807547 - Assignment 1

Il problema proposto consiste nell'ottimizzazione dei guadagni dell'azienda MC Manufacturing. Per risolverlo è stato utilizzato il seguente **decision tree**, all'interno del quale le unità di produzione ed i relativi guadagni sono stati espressi in migliaia.

```
tree = yaml.load_file(input = "/Users/dario/Desktop/Università/Decision\ Models/Assignment\ 1/dtree_inp
result = dtree(yl = tree)
plot(result, final = FALSE)
```



bile osservare l'albero si divide inizialmente in due rami:

- 100 boards: corrisponde al caso in cui MC Manufacturing produca inizialmente solo 100.000 schede. Al termine di questo ramo vi è uno *Chance node* il quale si divide in due ulteriori rami:
 - DISCO Buy 100: rappresenta la possibilità che DISCO acquisti solo 100.000 schede e non si avvalga della possibilità di acquistarne altre 100.000. Questa possibilità ha una probabilità dello 0.5000 e porterebbe ad un guadagno di \$50.000 per MC Manufacturing
 - DISCO Buy 200: rappresenta la possibilità che DISCO acquisti 200.000 schede. Questa possibilità ha una probabilità dello 0.5000 e porterebbe ad un guadagno di \$100.000 per MC Manufacturing
- 200 board: corrisponde al caso in cui MC Manufacturing produca sin dall'inizio 200.000 schede. Al termine di questo ramo vi è uno *Chance node* il quale si divide in due ulteriori rami:
 - DISCO Buy 100: rappresenta la possibilità che DISCO acquisti solo 100.000 schede e non si avvalga della possibilità di acquistarne altre 100.000. Questa possibilità ha una probabilità dello 0.5000 e porterebbe ad una perdita di \$150.000 per MC Manufacturing
 - DISCO Buy 200: rappresenta la possibilità che DISCO acquisti 200.000 schede. Questa possibilità ha una probabilità dello 0.5000 e porterebbe ad un guadagno di \$350.000 per MC Manufacturing

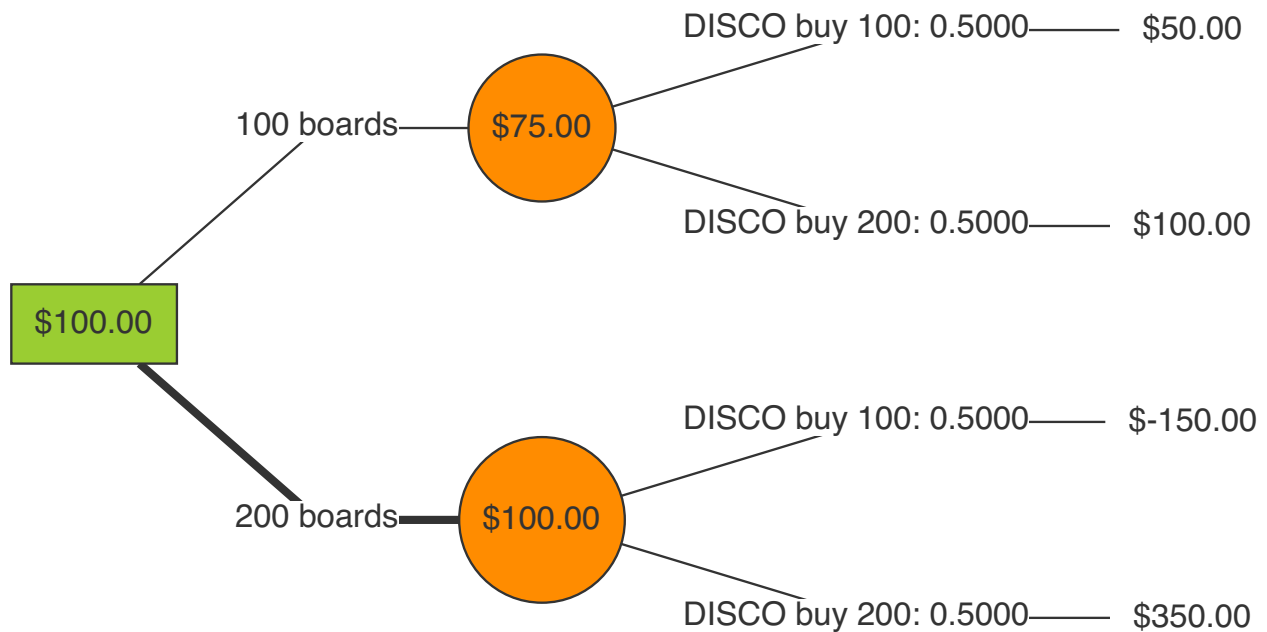
All'interno del decision tree i costi di produzione di MC Manufacturing sono stati calcolati all'interno delle variabili utilizzate per la creazione dell'albero, senza specificare un costo fisso, dunque considerando i costi variabili. Infatti, l'azienda ha la possibilità di decidere se produrre sin dall'inizio 200.000 schede o se produrne 100.000 e, solo nel caso in cui vengano richieste, produrne successivamente altre 100.000.

Expected value

Per decidere quale alternativa selezionare in un problema decisionale si necessita di un criterio decisionale. L'ottimizzazione dell'**Expected Value** è un criterio valido per prendere una decisione che tenga conto dei possibili risultati per ogni decisione alternativa e della probabilità che ogni risultato si verifichi. L'alternativa con il massimo Expected value rappresenta il miglior percorso di scelta in base alle informazioni che si possiedono.

```
summary(result, input = FALSE, output = TRUE)
```

```
## Variable input values:
##
## Quantity1                100
## Quantity2                200
## Fixed Setup Cost         250
## Marginal Manufacturing Cost 2
## Disco pay                 5
## cost_100                 450
## cost_200                 650
## Revenue100               500
## Revenue200              1000
## Net_profit1              50
## Net_profit2             100
## Net_profit3            -150
## Net_profit4             350
##
## Initial decision tree:
##
##              Probability  Payoff Cost      Type
## MC Manufacturing
##   |--100 boards                      decision
##   |   |--DISCO buy 100      50.00 %   50.00      chance
##   |   °--DISCO buy 200     50.00 %  100.00      chance
##   °--200 boards                      decision
##       |--DISCO buy 100      50.00 % -150.00      chance
##       °--DISCO buy 200     50.00 %  350.00      chance
##
## Final decision tree:
##
##              Probability  Payoff Cost      Type
## MC Manufacturing
##   |--100 boards                      75.00      decision
##   |   |--DISCO buy 100      50.00 %   50.00      chance
##   |   °--DISCO buy 200     50.00 %  100.00      chance
##   °--200 boards                      100.00      decision
##       |--DISCO buy 100      50.00 % -150.00      chance
##       °--DISCO buy 200     50.00 %  350.00      chance
##
plot(result, final = TRUE)
```



Il risultato ottenuto evidenzia che, scegliendo secondo l'Expected Value, la scelta giusta da fare per la produzione è rappresentata dal ramo *200 boards*, che equivale alla produzione immediata di 200.000 schede.

Utility Function and Certainty Equivalent

Utility Function

Per i decisori avversi al rischio, nelle decisioni che comportano profitti, viene utilizzata la funzione esponenziale che ha la seguente forma:

$$U(x) = 1 - e^{x/R}$$

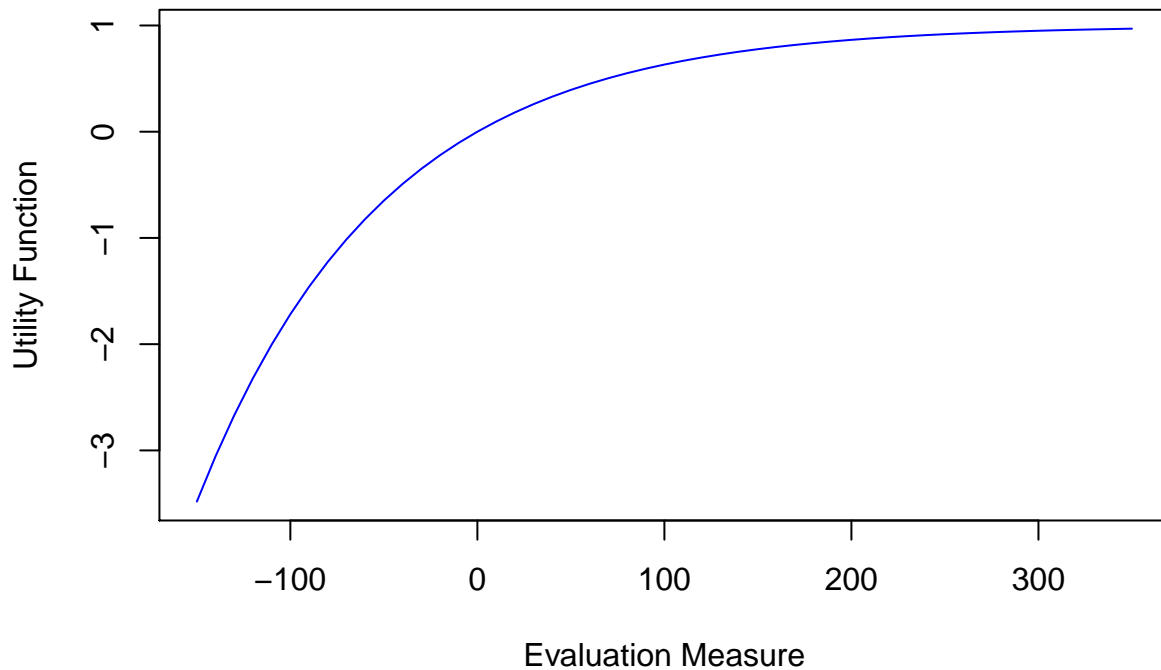
dove $U(x)$ rappresenta la funzione di utilità, x è la misura di valutazione, R è una costante chiamata tolleranza al rischio (che nel problema proposto corrisponde a 100.000) ed e rappresenta la funzione esponenziale. Quando x aumenta, $U(x)$ si avvicina ad 1. La Utility Function, applicata al problema, con $R = \$100.000$, possiede il seguente andamento:

```

utilityFunctionExp <- function(X, R) { #funzione per Utility Function
res <- 1- exp(-X/R)
return(res)
}

x = seq(from = -150, to = 350, by = 10)
plot(x, utilityFunctionExp(x, 100), type="l", col="blue", ylab="Utility Function", xlab="Evaluation Meas

```



Certainty Equivalent

Il Certainty Equivalent per la funzione esponenziale utilizzata in questo problema è:

$$CE = -R * \ln(1 - E[U])$$

```
CertEquivalent = function(EU, R){ #funzione per Certainty Equivalent
CE = -R*ln(1-EU)
return(CE)
}

branch1 <- c(50, 100)
branch2 <- c(-150, 350)
profit <- c(branch1, branch2)

#Calcolo valori della funzione di utilità
UF1 = utilityFunctionExp(branch1, 100)
UF1_A = 0.5*UF1[1]+0.5*UF1[2]
UF2 = utilityFunctionExp(branch2, 100)
UF2_A = 0.5*UF2[1]+0.5*UF2[2]
UF_value <- c(UF1_A, UF2_A)

#Certain Equivalency
CE_vett <- CertEquivalent(UF_value, 100)
print(paste0("Certain Equivalency per il primo ramo: ", CE_vett[1]))

## [1] "Certain Equivalency per il primo ramo: 71.9070196379839"
print(paste0("Certain Equivalency per il secondo ramo: ", CE_vett[2]))

## [1] "Certain Equivalency per il secondo ramo: -81.3568167929173"
```

```
print(paste0("Certain Equivalency maggiore: ", max(CE_vett)))
```

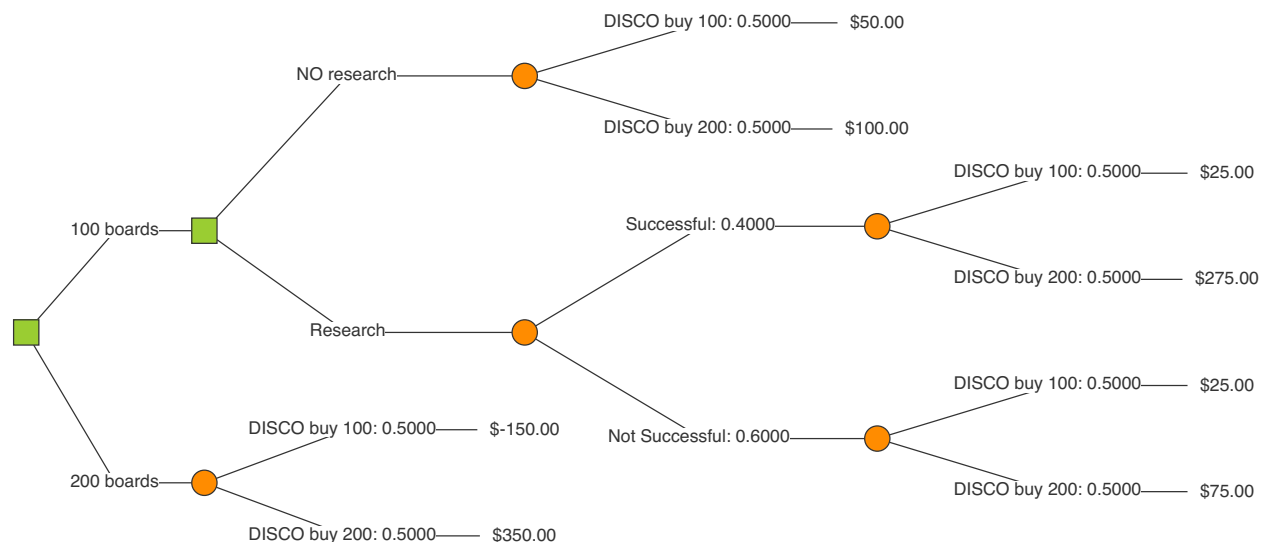
```
## [1] "Certain Equivalency maggiore: 71.9070196379839"
```

A differenza dei risultati conseguiti con le Expected Value, il risultato ottenuto, considerando la propensione al rischio, è migliore per il primo ramo dell'albero, che equivale alla produzione iniziale pari a sole 100.000 schede.

Modification of the process

Per la decisione del punto precedente, MC Manufacturing ha creato una nuova opzione: può condurre alcune ricerche e sviluppi nel tentativo di abbassare i fixed setup cost associati alla produzione di un lotto di schede PC. La ricerca e lo sviluppo costeranno \$25.000 con una probabilità di successo pari a 0.4. Nel caso in cui dovesse avere successo, il fixed setup cost per lotto verrà ridotto a \$50.000. Se la ricerca e lo sviluppo non dovessero avere successo, non ci sarà alcuna riduzione dei costi. Per risolvere questo nuovo problema è stato utilizzato il seguente decision tree:

```
tree = yaml.load_file(input = "/Users/dario/Desktop/Università/Decision\ Models/Assignment\ 1/dtree_modi
result_2 = dtree(yl = tree)
plot(result_2, final = FALSE)
```



A differenza dell'albero iniziale, è stato aggiunto un secondo *Decision node* nel ramo in cui si sceglie di produrre inizialmente 100.000 schede, tramite il quale viene considerata la possibilità di svolgere o non la ricerca. Nel caso in cui ne vengano prodotte direttamente 200.000, invece, non avrebbe senso eseguire la ricerca e non viene dunque introdotta questa possibilità.

Anche in questo caso, per decidere quale alternativa selezionare, sono state utilizzate le Expected value.

```
summary(result_2, input = FALSE, output = TRUE)
```

```
## Variable input values:
##
## Quantity1                100
## Quantity2                200
## Fixed Setup Cost         250
## New FSC                   50
## Marginal Manufacturing Cost 2
## Disco pay                 5
## cost research             25
```

```

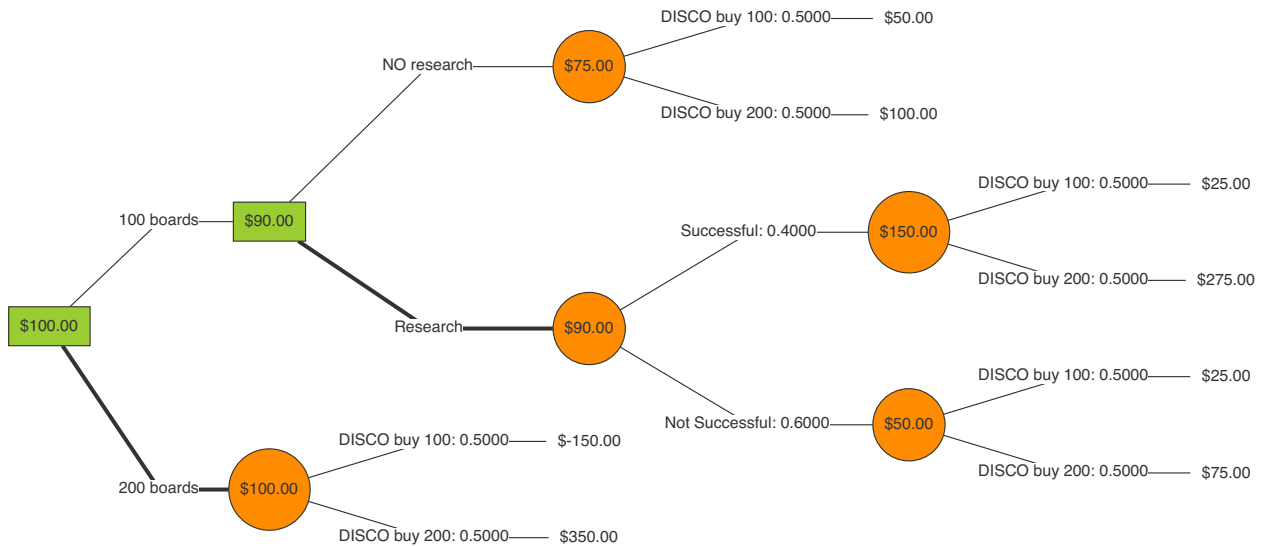
## cost_100                450
## NewC_100                250
## cost_200                650
## Revenue100              500
## Revenue200              1000
## Net_profit1              50
## Net_profit2              100
## Net_profit3             -150
## Net_profit4              350
## Net_profit5              25
## Net_profit6              275
## Net_profit7              25
## Net_profit8              75
##
## Initial decision tree:
##
##          Probability  Payoff Cost      Type
## MC Manufacturing2
##   |--100 boards                      decision
##   |   |--NO research                  decision
##   |   |   |--DISCO buy 100           50.00 %   50.00      chance
##   |   |   °--DISCO buy 200           50.00 %  100.00      chance
##   |   °--Research                      decision
##   |       |--Successful                40.00 %
##   |       |   |--DISCO buy 100         50.00 %   25.00      chance
##   |       |   °--DISCO buy 200         50.00 %  275.00      chance
##   |       °--Not Successful            60.00 %
##   |           |--DISCO buy 100         50.00 %   25.00      chance
##   |           °--DISCO buy 200         50.00 %   75.00      chance
##   °--200 boards                      decision
##       |--DISCO buy 100                 50.00 % -150.00      chance
##       °--DISCO buy 200                 50.00 %  350.00      chance
##
## Final decision tree:
##
##          Probability  Payoff Cost      Type
## MC Manufacturing2                      100.00
##   |--100 boards                      90.00      decision
##   |   |--NO research                  75.00      decision
##   |   |   |--DISCO buy 100           50.00 %   50.00      chance
##   |   |   °--DISCO buy 200           50.00 %  100.00      chance
##   |   °--Research                      90.00      decision
##   |       |--Successful                40.00 %  150.00      chance
##   |       |   |--DISCO buy 100         50.00 %   25.00      chance
##   |       |   °--DISCO buy 200         50.00 %  275.00      chance
##   |       °--Not Successful            60.00 %   50.00      chance
##   |           |--DISCO buy 100         50.00 %   25.00      chance
##   |           °--DISCO buy 200         50.00 %   75.00      chance
##   °--200 boards                      100.00      decision
##       |--DISCO buy 100                 50.00 % -150.00      chance
##       °--DISCO buy 200                 50.00 %  350.00      chance

```

```

plot(result_2, final = TRUE)

```

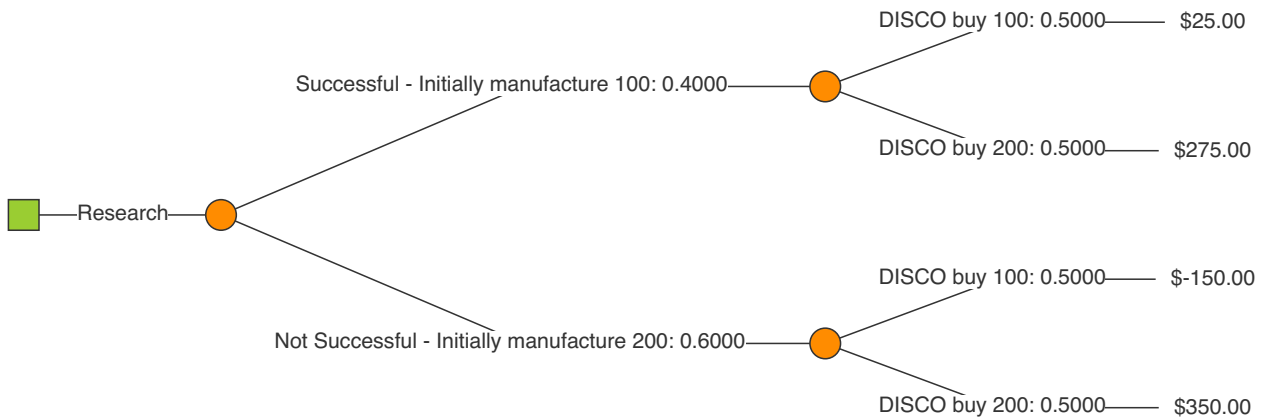


Come è possibile osservare dagli Expected value ottenuti, l'opzione migliore rimane la precedente, ovvero produrre 200.000 unità di merce immediatamente, pertanto il processo di ricerca e sviluppo non viene preso in considerazione.

Value of Information

Nell'ultimo caso viene considerata la situazione in cui venga pagato un esperto per conoscere l'esito del processo di ricerca e sviluppo. Per calcolare il valore della **Perfect Information** è stato utilizzato il seguente decision tree:

```
tree = yaml.load_file(input = "/Users/dario/Desktop/Università/Decision\ Models/Assignment\ 1/dtree_PF_
result_3 = dtree(yl = tree)
plot(result_3, final = FALSE)
```



All'interno di questo albero si considera solo il caso in cui la ricerca venga effettuata e si suppone che l'esito di quest'ultima sia conosciuto. Anche in quest'ultimo caso, per decidere quale alternativa selezionare, sono state utilizzate le Expected value.

```
summary(result_3, input = FALSE, output = TRUE)
```

```
## Variable input values:
```

```
##
```

```
## Quantity1          100
```

```
## Quantity2          200
```

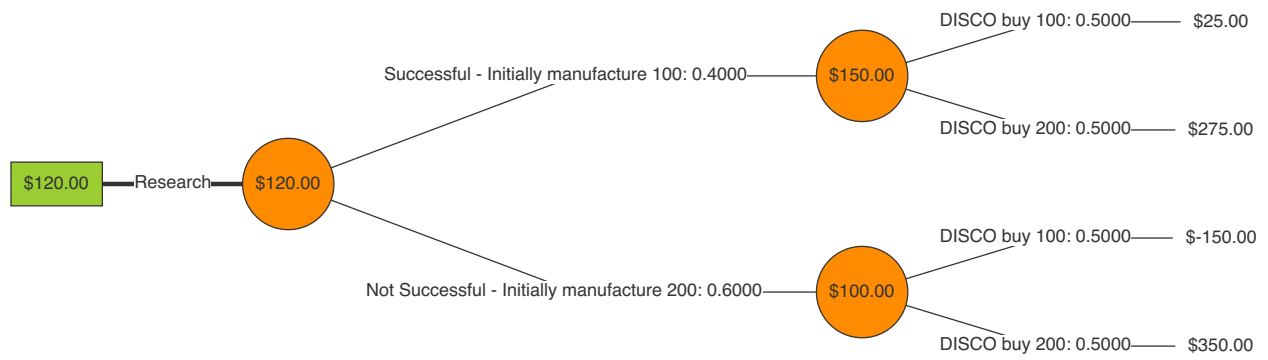
```

## Fixed Setup Cost          250
## New FSC                   50
## Marginal Manufacturing Cost  2
## Disco pay                 5
## cost research             25
## cost_100                  450
## NewC_100                  250
## cost_200                  650
## Revenue100                500
## Revenue200                1000
## Net_profit1               -150
## Net_profit2               350
## Net_profit3               25
## Net_profit4               275
##
## Initial decision tree:
##
##                                     Probability  Payoff
## MC Manufacturing2
##   °--Research
##     |--Successful - Initially manufacture 100    40.00 %
##     |   |--DISCO buy 100                        50.00 %   25.00
##     |   °--DISCO buy 200                        50.00 %  275.00
##     °--Not Successful - Initially manufacture 200 60.00 %
##         |--DISCO buy 100                        50.00 % -150.00
##         °--DISCO buy 200                        50.00 %  350.00
## Cost      Type
##
##      decision
##      chance
##      chance
##      chance
##      chance
##      chance
##      chance
##
## Final decision tree:
##
##                                     Probability  Payoff
## MC Manufacturing2                                120.00
##   °--Research                                120.00
##     |--Successful - Initially manufacture 100    40.00 %  150.00
##     |   |--DISCO buy 100                        50.00 %   25.00
##     |   °--DISCO buy 200                        50.00 %  275.00
##     °--Not Successful - Initially manufacture 200 60.00 %  100.00
##         |--DISCO buy 100                        50.00 % -150.00
##         °--DISCO buy 200                        50.00 %  350.00
## Cost      Type
##
##      decision
##      chance
##      chance
##      chance
##      chance
##      chance
##      chance

```



```
plot(result_3, final = TRUE)
```



Il risultato offerto evidenzia come la conoscenza del fattore analizzato influisca sul risultato in modo significativo, facendo passare l'EV dai precedenti \$100.000 alla cifra di \$120.000. Pertanto il valore dell'informazione perfetta è di \$20.000.