

Ứng dụng phần mềm R định giá quyền chọn cho các cổ phiếu trên TTCK Việt Nam

Lê Văn Tuấn

Đại học Thương mại

Tóm tắt. Bài viết trình bày việc ứng dụng phần mềm R trong định giá quyền chọn cho cổ phiếu trên TTCK Việt Nam. Các phương pháp định giá quyền chọn gồm có: dùng mô hình Black-Scholes, mô hình Cox-Ross-Rubinstein (còn gọi là mô hình cây nhị phân) và mô phỏng Monte Carlo. Các loại quyền chọn được định giá là: quyền chọn kiểu Âu, kiểu Mỹ và kiểu Á.

1. Mở đầu

Định giá quyền chọn là một mảng kinh điển trong tài chính định lượng trên thế giới. Ba phương pháp cơ bản để định giá quyền chọn là: dùng mô hình Black-Scholes (1973), dùng mô hình Cox-Ross-Rubinstein (còn gọi là mô hình cây nhị phân – 1979) và mô phỏng Monte Carlo (1977,1996,2001). Mô hình Black-Scholes chỉ áp dụng cho quyền chọn kiểu Âu, hai phương pháp còn lại áp dụng cho nhiều loại quyền chọn. Cơ sở lý thuyết của các phương pháp này có thể xem trong (Capinski, 2003).

Các hướng phát triển của định giá quyền chọn được trình bày chi tiết trong (Gong, 2011), cụ thể là:

- Sử dụng mô hình Heston với giả thiết tài sản gốc tuân theo mô hình Black-Scholes nhưng độ biến động là ngẫu nhiên.
- Ứng dụng mô hình GARCH để mô hình hóa độ biến động
- Sử dụng tính chất động lượng của phân phối log-chuẩn cắt cụt
- Sử dụng quá trình ngẫu nhiên diffusion với bước nhảy

Ở hướng thực hành trên phần mềm R, (Daróczi, 2013) trình bày các phương pháp Black-Scholes và Cox-Ross-Rubinstein để định giá quyền chọn; phương pháp mô phỏng Monte Carlo có thể xem trong (Iacus, 2011) .

Tại Việt Nam, khái niệm quyền chọn được giảng dạy cho sinh viên ngành tài chính tại hầu hết các trường đại học khối ngành kinh tế. Lý thuyết về định giá quyền chọn cũng được giảng dạy cho sinh viên học về tài chính định lượng tại nhiều trường. Nhiều giáo trình trình bày về định giá các loại quyền chọn theo các phương pháp khác nhau, chẳng hạn (Dũng, 2014).

Bên cạnh đó, cũng xuất hiện nhiều công trình nghiên cứu về việc ứng dụng quyền chọn cho thị trường chứng khoán Việt Nam.

Trong (Thủy, 2011), các tác giả đưa ra tình hình chung của TTCK Việt Nam, những khó khăn và thuận lợi trong việc triển khai giao dịch quyền chọn trên TTCK Việt Nam.

Hướng sử dụng mô hình Black-Scholes để định giá quyền chọn có thể xem trong một số tài liệu. Trong đó, (Thái, 2013) ứng dụng mô hình Black-Scholes để định giá quyền chọn cho chỉ số VN30, các tác giả cũng thực hiện một số kiểm định để kiểm tra các giả thiết của mô hình Black-Scholes. Trong (Đào, 2019), các tác giả đã sử dụng mô hình GARCH để mô hình hóa độ biến động. Trong (Tuyen, 2013), các tác giả đã sử dụng một mở rộng của mô hình Black-Scholes, đó là giả thiết tài sản gốc tuân theo chuỗi Markov, để áp dụng định giá quyền chọn cho chỉ số VN-Index; các tác giả cũng đã chứng tỏ rằng mô hình Markov là phù hợp với dữ liệu của TTCK Việt Nam.

Hướng sử dụng mô hình Cox-Ross-Rubinstein (mô hình cây nhị phân) có thể xem trong (Trung, 2011), tuy nhiên, trong bài viết này các tác giả chỉ trình bày cơ sở lý thuyết của mô hình.

Chúng tôi chưa tìm thấy công trình nghiên cứu về định giá quyền chọn của Việt Nam sử dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo.

2. Một số loại quyền chọn

Quyền chọn (Option)¹

Quyền chọn là một hợp đồng giữa hai bên – người mua và người bán – trong đó cho người mua quyền nhưng không phải là nghĩa vụ, để mua hoặc bán một tài sản nào đó vào một ngày trong tương lai với giá được thỏa thuận ngày hôm nay. Người mua quyền chọn trả cho người bán một số tiền gọi là giá hay phí quyền chọn. Người mua quyền chọn được quyền, nhưng không có nghĩa vụ tham gia vào các giao dịch đó, trong khi người bán phải gánh chịu nghĩa vụ tương ứng để thực hiện giao dịch. Vì vậy, sự thiệt hại của người mua quyền chọn được giới hạn tại mức phí quyền chọn, trong khi sự mất mát của người bán quyền chọn là không giới hạn. Giá của một quyền chọn xuất phát từ sự khác

¹ Quyền chọn là một loại chứng khoán phái sinh phổ biến trên thế giới; tuy nhiên, hiện tại ở VN, trên TTCK vẫn chưa giao dịch quyền chọn.

biệt giữa giá tham chiếu và giá trị của tài sản cơ sở cộng với phí quyền chọn dựa trên thời gian còn lại cho đến hết thời hạn của quyền chọn.

Có hai loại quyền chọn: quyền chọn mua (Call option) và quyền chọn bán (Put option). Một quyền chọn mua cho phép người mua quyền chọn (hay còn gọi là người nắm giữ quyền chọn) được quyền mua tài sản cơ sở (tài sản cơ sở có thể là cổ phiếu, trái phiếu, tiền tệ hay hàng hóa) ở một mức giá cụ thể, trong khi một quyền chọn bán cho phép người mua quyền chọn được quyền bán tài sản cơ sở ở một mức giá cụ thể. Việc thực hiện hợp đồng vào thời điểm nào còn tùy thuộc vào kiểu quyền chọn.

Hợp đồng quyền chọn có thông số kỹ thuật sau đây:

- các loại (mua hoặc bán),
- khối lượng và loại của các tài sản cơ sở,
- hiện giá/giá thực hiện (tức là giá mà tại đó các giao dịch cơ sở sẽ xảy ra khi thực hiện quyền chọn),
- ngày hết hạn (ngày cuối cùng các quyền chọn có thể được thực hiện),

Quyền chọn kiểu Âu (European Option)

Quyền chọn mua kiểu Âu (European Call) là một hợp đồng cho phép nhà đầu tư mua một đơn vị của một hàng hóa hay tài sản S nào đó (gọi là tài sản gốc-underlying asset) với một giá K đã được cố định (gọi là giá thực hiện-exercise price hay strike price) tại một thời điểm T trong tương lai cũng đã được cố định, gọi là (thời điểm đáo hạn-exercise time hay expiry time).

Nếu thay chữ mua bằng chữ bán trong định nghĩa này, thì ta được một quyền chọn bán kiểu Âu (European Put).

Quyền chọn kiểu Mỹ (American Option)

Quyền chọn mua kiểu Mỹ (American Call) là một hợp đồng cho phép nhà đầu tư mua một đơn vị của một tài sản S với một giá thực hiện X đã được cố định tại mọi thời điểm cho đến một thời điểm đáo hạn T trong tương lai cũng đã được cố định.

Quyền chọn bán kiểu Mỹ (American Put) cũng được định nghĩa tương tự, nhưng thay chữ mua bằng chữ bán.

Sự khác nhau giữa quyền chọn kiểu Âu và quyền chọn kiểu Mỹ là quyền chọn kiểu Mỹ cho quyền mua (nếu là Call) hoặc bán (nếu là Put) vào thời điểm T hoặc mọi thời điểm trước đó, trong khi quyền chọn kiểu Âu chỉ cho quyền mua/bán tại đúng thời điểm T. Vì sự khác nhau này, việc đánh giá giá trị của quyền chọn kiểu Mỹ nói chung sẽ phức tạp hơn so với quyền chọn kiểu Âu, tuy rằng trong nhiều trường hợp thì giá của quyền chọn kiểu Mỹ và kiểu Âu sẽ gần như nhau, thậm chí đúng bằng nhau.

Quyền chọn kiểu Á (Asian Option)

Quyền chọn châu Á là một loại quyền chọn mà giá được tính là giá trung bình của tài sản trong một khoản thời gian, ngược lại với những loại quyền chọn khác (kiểu Mỹ và châu Âu) khi mà giá được tính là giá vào thời điểm đáo hạn. Loại quyền chọn này giúp người mua có thể mua (hoặc bán) tài sản với giá trung bình thay vì giá thị trường.

Có nhiều cách hiểu khái niệm giá trung bình và cần được làm rõ trong hợp đồng quyền chọn. Thường thì giá trung bình chính là giá trung bình cộng hoặc trung bình nhân của tài sản trong một khoản thời gian xác định được ghi rõ trong hợp đồng.

3. Ứng dụng trên TTCK Việt Nam

Để minh họa ứng dụng trên thị trường chứng khoán Việt Nam, chúng tôi sử dụng chuỗi dữ liệu giá đóng cửa cuối ngày (Closed price) của mã cổ phiếu VIC - Tập đoàn VINGROUP. Chuỗi dữ liệu từ 5/3/2020 đến 5/3/2021 gồm 252 quan sát. Cấu trúc của dữ liệu như bảng dưới (gồm 6 quan sát):

	DTYYYYMMDD	Volume	Open	High	Low	Close
1	20210305	1294800	106.9	107.5	105.8	106.3
2	20210304	1671400	107.6	107.9	106.6	106.9
3	20210303	1075300	106.6	108.2	106.5	106.9
4	20210302	926300	108.5	109.1	106.2	108.2
5	20210301	777700	109.9	109.9	107.7	108.5
6	20210226	926800	106.2	109.9	106.2	109.0

Từ chuỗi lợi suất, ta tính được độ biến động của chuỗi lợi suất là: $\text{vic_sigma} = 0.3639701$.

Các câu lệnh của phần mềm R giúp thực hiện tính toán như sau:

```
#Lệnh đọc dữ liệu
vic<-read.csv("D:\\data\\option\\VIC.csv", header=TRUE)

#Lệnh đảo ngược chuỗi dữ liệu theo chiều tăng của thời gian
vic<- vic[seq(dim(vic)[1],1),]

#Lệnh tính chuỗi lợi suất
vic_return <- diff(log(vic$Close))

#Lệnh tính độ biến động
vic_sigma<-sd(vic_return)*sqrt(252)
```

Mô hình Black-Scholes

Nói đến quyền chọn thì không thể không đề cập đến mô hình Black-Scholes. Cho đến nay, mô hình nổi tiếng cũng như phổ biến nhất trong thế giới tài chính là mô hình định giá quyền chọn Black-Scholes. Nhà kinh tế học Steve Ross trong cuốn từ điển kinh tế Palgrave đã viết “lý thuyết định giá quyền chọn là lý thuyết thành công nhất không chỉ trong ngành tài chính, mà còn trong tất cả các ngành kinh tế”. Năm 1973, Black & Scholes đã công bố công thức định giá quyền chọn trong nghiên cứu “Định giá quyền chọn và nợ phải trả công ty” mà ngày nay được gọi là mô hình Black-Scholes.

Ta tính được giá của quyền chọn mua/bán kiểu Âu có giá thực thi là 120 (ngàn), thời gian đáo hạn là 9 tháng, lãi suất phi rủi ro là 3,79 % (năm)² theo công thức Black-Scholes:

Quyền chọn mua	9.385954
Quyền chọn bán	19.72298

Các câu lệnh của phần mềm R giúp thực hiện tính toán bao gồm:

```
#Lệnh gọi thư viện
```

```
library(fOptions)
```

```
#Lệnh nhập các giá trị
```

```
S0 = 106.3; K = 120; r = 0.0379; T = 3/4
```

```
#Lệnh tính giá quyền chọn mua kiểu Âu theo công thức Black-Scholes
```

```
GBSOption(TypeFlag = "c", S =S0, X =K, Time = T, r = r, sigma =  
vic_sigma, b = r)@price
```

Lưu ý: TypeFlag = "p" để tính giá quyền chọn bán; b=r cho kết quả mô hình Black-Scholes cổ điển, giá trị b được sử dụng cho các mô hình mở rộng (chẳng hạn có chia cổ tức).

Mô hình cây nhị thức

Mô hình định giá quyền chọn cây nhị thức, còn gọi là mô hình Cox-Ross-Rubinstein (viết tắt là CRR), được : Cox, John C., Stephen A. Ross, and Mark Rubinstein công bố năm 1979 trong bài báo “Option Pricing: A Simplified Approach”. Đối với các quyền chọn kiểu Âu cho các cổ phiếu không trả cổ tức, thì mô hình này là một sự xấp xỉ rời rạc của mô hình Black-Scholes, và khi các bước thời gian trong mô hình CRR tiến tới 0, thì kết quả cho bởi mô hình CRR tiến tới kết quả cho bởi mô hình Black-Scholes. Vì mô hình CRR là một mô hình rời rạc, với thuật toán tính dễ đưa vào máy tính, nên nó cũng có thể được coi như là một phương pháp tính gần đúng giá quyền chọn cho theo công thức của Black-Scholes. Ứng dụng của mô hình CRR không chỉ dừng lại ở chỗ làm phương pháp tính cho công thức Black-Scholes, mà nó còn sử dụng được để tính toán với những loại quyền chọn mà mô hình Black-Scholes không áp dụng được, trong đó có quyền chọn kiểu Mỹ và quyền chọn kiểu Bermuda.

Ta tính được giá của quyền chọn mua/bán kiểu Âu/Mỹ có giá thực thi là 120 (ngàn), thời gian đáo hạn là 9 tháng, lãi suất phi rủi ro là 3,79 % (năm) theo mô hình cây nhị phân:

²Lãi suất liên ngân hàng kỳ hạn 9 tháng (nguồn: <http://www.sbv.gov.vn/>)

	Kiểu Âu	Kiểu Mỹ
Quyền chọn mua	9.393412	9.393412
Quyền chọn bán	19.73043	20.30882

Các câu lệnh của phần mềm R giúp thực hiện tính toán bao gồm:

```
#Lệnh gọi thư viện
```

```
library(fOptions)
```

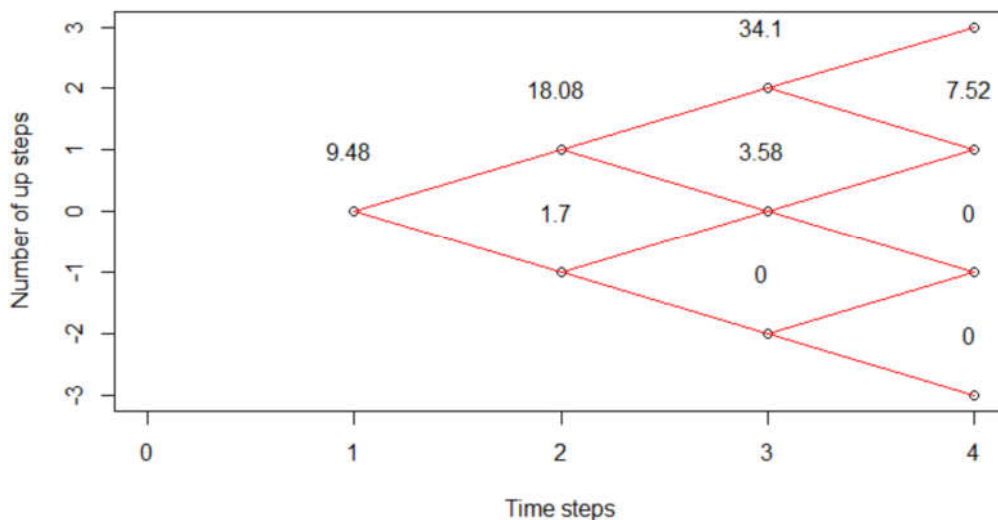
```
#Lệnh nhập các giá trị
```

```
S0 = 106.3; K = 120; r = 0.0379; T = 3/4
```

```
#Lệnh tính giá quyền chọn mua kiểu Âu theo mô hình cây nhị phân
```

```
CRRBinomialTreeOption(TypeFlag = "ce", S = S0, X = K, Time = T, r = r, b =  
r, sigma = vic_sigma, n = 300)@price
```

Ta cũng có thể quan sát được các giá trị trên toàn cây quyền chọn của quyền chọn mua kiểu Âu (để đơn giản ta chọn số bước là 3)



Hình 7. Sơ đồ cây 3 bước

Các câu lệnh của phần mềm R giúp thực hiện tính toán như sau:

```
CRRTree <- BinomialTreeOption(TypeFlag = "ce", S = S0, X = K, Time = T,
                                r = r, b = r, sigma = vic_sigma, n = 3)
```

```
BinomialTreePlot(CRRTree, dy = 1, xlab = "Time steps", ylab = "Number of
up steps", xlim = c(0,4))
```

Lưu ý rằng, các câu lệnh để tính giá và hiển thị cây của các quyền chọn khác tương tự, chỉ thay đổi TypeFlag = “ce” , “pe”, “ca”, “pa” cho quyền chọn mua/bán kiểu Âu/Mỹ. Giá trị n thể hiện số cây của mô hình.

Phương pháp mô phỏng Monte Carlo

Ký hiệu lợi nhuận của quyền chọn là $X = f(S_T)$.

Ký hiệu giá của quyền chọn tại thời điểm t là $C(t, S_t) = P_t$, giá quyền chọn phụ thuộc vào hàm lợi nhuận f và tài sản cơ sở S . Tại thời điểm T , $P_T = C(T, S_T) = f(S_T) = X$.

Từ phương trình Black – Scholes ta có công thức của giá quyền chọn là

$$C(t, x) = e^{-r(T-t)} E f(Z_T^{t,x})$$

Trong đó $Z_T^{t,x} = x \exp \left\{ \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) (T - t) + \sigma \sqrt{T - t} u \right\}$ với $u \sim N(0,1)$.

Ta có các khả năng sau:

- Quyền chọn mua kiểu Âu: $f(x) = \max(0, x - K)$
- Quyền chọn bán kiểu Âu: $f(x) = \max(0, K - x)$

Thuật toán để tính giá quyền chọn kiểu Âu:

1. Giả lập M lần u và áp dụng tính $Z_T^{t,x}$
2. Với mỗi giả lập $Z_T^{t,x}$ tính $f(Z_T^{t,x})$
3. Tính trung bình các giá trị trên và nhân với $e^{-r(T-t)}$

a) Quyền chọn kiểu Âu

Ta tính được giá của quyền chọn mua/bán kiểu Âu có giá thực thi là 120 (ngàn), thời gian đáo hạn là 9 tháng, lãi suất phi rủi ro là 3,79 % (năm) theo phương pháp mô phỏng Monte Carlo:

Quyền chọn mua	10.78579
Quyền chọn bán	19.78064

Các câu lệnh của phần mềm R giúp thực hiện tính toán bao gồm:

```
#Lệnh nhập các giá trị
S0 = 106.3; K = 120; r = 0.0379; T = 3/4

#Lệnh tính giá quyền chọn mua kiểu Âu theo phương pháp mô phỏng Monte
Carlo

f <- function(x) max(0, x - K)
M <- 1000
MCPrice <- function(x = 1, t = 0, T = 1, r = 1, sigma = 1, M = 1000, f) {
  h <- function(m) {
    u <- rnorm(m/2)
    tmp <- c(x * exp((r - 0.5 * sigma^2) * (T - t) + sigma * sqrt(T - t) * u),
             x * exp((r - 0.5 * sigma^2) * (T - t) + sigma * sqrt(T - t) * (-u)))
    mean(sapply(tmp, function(xx) f(xx)))
  }
  p <- h(M)
  p * exp(-r * (T - t))
}
MCPrice(x = S0, t = 0, T = T, r = r, vic_sigma, M = M, f = f)
```

Lưu ý, để tính giá quyền chọn bán ta thay `f <- function(x) max(0, K - x)`.

Một vấn đề quan trọng khi sử dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo là vấn đề tăng tốc độ xử lý khi số lần giả lập tăng bằng tính toán song song. Câu lệnh dưới đây sẽ minh học việc áp dụng thư viện `foreach` của R để giải quyết vấn đề này.

```
MCPrice <- function(x = 1, t = 0, T = 1, r = 1, sigma = 1, M = 1000, f) {
  require(foreach)
  h <- function(m) {
    u <- rnorm(m/2)
    tmp <- c(x * exp((r - 0.5 * sigma^2) * (T - t) + sigma * sqrt(T - t) * u), x *
             exp((r - 0.5 * sigma^2) * (T - t) + sigma * sqrt(T - t) * (-u)))
    mean(sapply(tmp, function(xx) f(xx)))
  }
  nodes <- getDoParWorkers()
```



```

p <- foreach(m = rep(M/nodes, nodes),.combine = "c") %dopar% h(m)
p <- mean(p)
p * exp(-r * (T - t))
}

```

b) Quyền chọn kiểu Á

Ta tính được giá của quyền chọn kiểu Á có giá thực thi là 120 (ngàn), thời gian đáo hạn là 9 tháng, lãi suất phi rủi ro là 3,79 % (năm) theo phương pháp mô phỏng Monte Carlo:

Quyền chọn mua	5.837051
Quyền chọn bán	14.26662

Các câu lệnh của phần mềm R giúp thực hiện tính toán bao gồm:

```

#Thư viện để giả lập quá trình ngẫu nhiên
require(sde)

#Lệnh nhập các giá trị
S0 = 106.3; K = 120; r = 0.0379; T = 3/4

#Lệnh tính giá quyền chọn kiểu Á theo phương pháp mô phỏng Monte Carlo
MCAsian <- function(S0 = 100, K = 100, t = 0, T = 1, mu = 0.1,
                    sigma = 0.1, r = 0.1, N = 100, M = 1000) {
  h <- function(x) {
    z <- colMeans(sde.sim(X0 = S0, model = "BS", theta = c(mu,
                                                              + sigma), M = x, N = N))
    f <- function(x) max(x - K, 0)
    p0 <- mean(sapply(z, f))
  }
  p <- h(M)
  p <- mean(p)
  p * exp(-r * (T - t))
}

```

```
MCAAsian(S0 = S0, K = K, t = 0, T = T, mu = 0.1, sigma = vic_sigma,  
r = r, N = 250, M = M)
```

Lưu ý, để tính giá quyền chọn bán ta thay `f <- function(x) max(0, K - x)`.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Phúc Trung. 2011. *Định giá quyền chọn chứng khoán phái sinh bằng mô hình cây nhị phân*. Tạp chí phát triển kinh tế Số 246
2. Gergely Daróczi et al. 2013. *Introduction to R for Quantitative Finance*. Packt Publishing
3. Hui Gong, Aerambamoorthy Thavaneswaran and You Liang. 2011. *Recent Developments in Option Pricing*. Journal of Mathematical Finance, 1, 63-71
4. Lê Thị Anh Đào, Ngô Văn Toàn. 2019. *Định giá quyền chọn sử dụng Garch và mô hình Black-Scholes: nghiên cứu thực nghiệm tại Việt Nam*. Tạp chí Kinh tế và Ngân hàng châu Á, S. 160
5. Luc Tri Tuyen. 2013. *Markov financial model using hidden Markov model*. International Journal of Applied Mathematics and Statistics 40 (10), 72-83
6. Marek Capinski and Tomasz Zastawniak. 2003. *Mathematics for Finance An Introduction to Financial Engineering*. Springer
7. Nguyễn Tiến Dũng và Đỗ Đức Thái. 2014. *Nhập môn Toán tài chính*. Ebook.
8. Phạm Hữu Hồng Thái. 2013. *Ứng dụng mô hình Black-Scholes định giá quyền chọn VN30*. Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế. Số 422
9. Stefano M. Iacus. 2011. *Option Pricing and Estimation of Financial Models with R*. John Wiley & Sons
10. Thân Thị Thu Thủy. 2011. *Ứng dụng quyền chọn cổ phiếu trên thị trường chứng khoán Việt Nam*. Công nghệ ngân hàng số 61

PHỤ LỤC

A. Giới thiệu phần mềm R

R là phần mềm (cũng gọi là ngôn ngữ lập trình R) để phân tích dữ liệu được xây dựng bởi Ross Ihaka và Robert Gentleman tại The University of Auckland, New Zealand, tiếp tục được phát triển bởi nhóm R Development Core Team. Phần lớn các kỹ thuật phân tích trong kinh doanh đều được R hỗ trợ: từ Thống kê đến Học máy hay các kỹ thuật Tối ưu hóa. Bằng chứng cho sức mạnh của R đó là những giải thưởng và sự tán dương từ những tạp chí hay cộng đồng uy tín trên thế giới như New York Times, Forbes, Intelligent, Enterprise, InfoWorld và The Register; cũng như được tích hợp phát triển bởi các tập đoàn công nghệ hàng đầu như Microsoft, Google, IBM, Oracle, Amazon-AWS.

Các lí do chính nên sử dụng R trong học thuật cũng như thực tiễn là: Miễn phí (và mã nguồn mở); Phần mềm mạnh nhất trong các phần mềm miễn phí; Cạnh tranh (thậm chí vượt trội) so với các phần mềm thương mại³; Đã sử dụng nhiều trong thực tiễn; Chạy được trên nhiều hệ điều hành.

Các thư viện (gói lệnh) của R hỗ trợ định giá quyền chọn.

- fOptions: Hỗ trợ định giá quyền chọn kiểu Âu/Mỹ theo hai phương pháp mô hình Black-Scholes và mô hình cây nhị phân.
- sde: Hỗ trợ giả lập quá trình ngẫu nhiên.

Download và cài đặt trên Windows (R có cả phiên bản trên Linux và (Mac) OS X)

- Truy cập vào trang chủ: <http://www.r-project.org/>, click vào [CRAN](#) (dưới chữ Download ở cột bên trái), sẽ đến trang CRAN Mirrors, click vào một link (ví dụ của Thailand), click tiếp [Download R for Windows](#), click tiếp [install R for the first time](#), click tiếp Download R *.*.* for Windows sẽ download được file R-*. *.*.*-win.exe (*. *.*.* chỉ version tại thời điểm download).
- Cài đặt như các phần mềm khác.

Cài đặt thư viện

- Thư viện fOptions: Tại cửa sổ lệnh của R gõ: `install.packages("fOptions")`
- Các thư viện khác cài tương tự

Sử dụng thư viện:

Để sử dụng các hàm của thư viện `oaxaca` (chẳng hạn), mỗi lần chạy R, tại cửa sổ lệnh gõ: `library(fOptions)`

³ http://stanfordphd.com/Statistical_Software.html