

# VAR model

Lương Hồng Nhung

2024-10-28

## Import file

```
library(readxl)
```

```
## Warning: package 'readxl' was built under R version 4.2.3
```

```
library(vars)
```

```
## Warning: package 'vars' was built under R version 4.2.3
```

```
## Loading required package: MASS
```

```
## Loading required package: strucchange
```

```
## Warning: package 'strucchange' was built under R version 4.2.3
```

```
## Loading required package: zoo
```

```
## Warning: package 'zoo' was built under R version 4.2.3
```

```
##
```

```
## Attaching package: 'zoo'
```

```
## The following objects are masked from 'package:base':
```

```
##
```

```
##      as.Date, as.Date.numeric
```

```
## Loading required package: sandwich
```

```
## Warning: package 'sandwich' was built under R version 4.2.3
```

```
## Loading required package: urca
```

```
## Warning: package 'urca' was built under R version 4.2.3
```

```
## Loading required package: lmtest
```

```
data_final <- read_excel("D:/Thesis/data_final.xlsx")
attach(data_final)
VNI<-ts(VNI,start = c(1,1),frequency = 1)
GLD<-ts(GLD,start = c(1,1),frequency = 1)
OIL<-ts(OIL,start = c(1,1),frequency = 1)
EXR<-ts(EXR,start = c(1,1),frequency = 1)
```

## Remove date column

```
#bỏ cột date
df <- subset(data_final, select = -date)
```

## Kiểm định tính dừng của từng chuỗi gốc

```
summary(ur.df(GLD,type = "trend", selectlags = "AIC"))

##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression trend
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -3.7301 -0.1269 -0.0233  0.1174  3.1483
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  5.255e-01  2.141e-01   2.454  0.0143 *
## z.lag.1      -9.438e-03  3.891e-03  -2.426  0.0154 *
## tt           2.367e-04  9.845e-05   2.404  0.0164 *
## z.diff.lag    1.204e-01  2.967e-02   4.058  5.3e-05 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4477 on 1120 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.01876,    Adjusted R-squared:  0.01613
## F-statistic: 7.136 on 3 and 1120 DF,  p-value: 9.491e-05
##
##
## Value of test-statistic is: -2.4255 2.8869 3.0572
##
```

```
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

```
summary(ur.df(VNI,type = "trend", selectlags = "AIC"))
```

```
##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression trend
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -75.940  -3.890   0.458   6.718  55.424
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  8.250090   4.288002   1.924  0.0546 .
## z.lag.1      -0.006073   0.003211  -1.891  0.0589 .
## tt           -0.001119   0.001360  -0.823  0.4109
## z.diff.lag   -0.029452   0.029835  -0.987  0.3238
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 13.93 on 1120 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.004248,    Adjusted R-squared:  0.00158
## F-statistic: 1.593 on 3 and 1120 DF,  p-value: 0.1895
##
##
## Value of test-statistic is: -1.8911 1.2508 1.8073
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

```
summary(ur.df(OIL,type = "trend", selectlags = "AIC"))
```

```
##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression trend
```

```
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -14.5072  -0.7287   0.0058   0.8854  10.5609
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  1.0473827  0.3415520   3.067  0.00222 **
## z.lag.1      -0.0118818  0.0042019  -2.828  0.00477 **
## tt           -0.0001417  0.0001724  -0.822  0.41130
## z.diff.lag    0.0302345  0.0298114   1.014  0.31071
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1.858 on 1120 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.009059,    Adjusted R-squared:  0.006405
## F-statistic: 3.413 on 3 and 1120 DF,  p-value: 0.01696
##
##
## Value of test-statistic is: -2.8278 3.1845 4.7235
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

```
summary(ur.df(EXR,type = "trend", selectlags = "AIC"))
```

```
##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression trend
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.59870 -0.00866 -0.00074  0.00864  0.63330
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  1.383e-01  7.332e-02   1.886  0.05950 .
## z.lag.1      -6.122e-03  3.263e-03  -1.877  0.06085 .
## tt           1.465e-05  8.354e-06   1.754  0.07964 .
## z.diff.lag   -7.840e-02  2.978e-02  -2.633  0.00859 **
```

```
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.0455 on 1120 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.009741, Adjusted R-squared:  0.007089
## F-statistic: 3.672 on 3 and 1120 DF, p-value: 0.0119
##
##
## Value of test-statistic is: -1.8765 1.566 1.7944
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

*Kết luận: Các chuỗi gốc đều không dừng*

## Kiểm định tính dừng của từng chuỗi sai phân

```
summary(ur.df(diff(GLD),type = "trend", selectlags = "AIC"))

##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression trend
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -3.8103 -0.1178 -0.0182  0.1341  3.0816
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  8.259e-03  2.684e-02   0.308   0.758
## z.lag.1      -8.758e-01  3.973e-02 -22.041 <2e-16 ***
## tt           2.206e-05  4.132e-05   0.534   0.593
## z.diff.lag   -1.033e-02  2.987e-02  -0.346   0.730
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4488 on 1119 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4428, Adjusted R-squared:  0.4413
## F-statistic: 296.4 on 3 and 1119 DF, p-value: < 2.2e-16
##
##
```

```
## Value of test-statistic is: -22.0415 161.9446 242.9159
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

```
summary(ur.df(diff(VNI),type = "trend", selectlags = "AIC"))
```

```
##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression trend
##
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -73.912  -4.014   0.206   6.590  55.904
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.2418576  0.8340224   0.290   0.772
## z.lag.1      -1.0051108  0.0429091 -23.424 <2e-16 ***
## tt           -0.0001831  0.0012837  -0.143   0.887
## z.diff.lag   -0.0271102  0.0298554  -0.908   0.364
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 13.94 on 1119 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5171, Adjusted R-squared:  0.5158
## F-statistic: 399.3 on 3 and 1119 DF,  p-value: < 2.2e-16
##
##
## Value of test-statistic is: -23.4242 182.9001 274.3489
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

```
summary(ur.df(diff(OIL),type = "trend", selectlags = "AIC"))
```

```
##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
```

```
##
## Test regression trend
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -14.5040  -0.6865   0.0262   0.8853  10.3460
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.1383863  0.1110785   1.246 0.213083
## z.lag.1      -1.0701002  0.0415041 -25.783 < 2e-16 ***
## tt           -0.0002144  0.0001710  -1.254 0.210076
## z.diff.lag    0.0985882  0.0297213   3.317 0.000939 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1.855 on 1119 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4923, Adjusted R-squared:  0.491
## F-statistic: 361.7 on 3 and 1119 DF,  p-value: < 2.2e-16
##
## Value of test-statistic is: -25.783 221.5891 332.3831
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

```
summary(ur.df(diff(EXR),type = "trend", selectlags = "AIC"))
```

```
##
## #####
## # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
## #####
##
## Test regression trend
##
## Call:
## lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.59979 -0.00836 -0.00106  0.00843  0.63359
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  7.952e-04  2.727e-03   0.292   0.771
## z.lag.1      -1.090e+00  4.397e-02 -24.801 <2e-16 ***
```

```
## tt          1.138e-06  4.197e-06  0.271    0.786
## z.diff.lag   8.698e-03  2.990e-02  0.291    0.771
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.04559 on 1119 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5404, Adjusted R-squared:  0.5392
## F-statistic: 438.7 on 3 and 1119 DF,  p-value: < 2.2e-16
##
##
## Value of test-statistic is: -24.8015 205.0388 307.5578
##
## Critical values for test statistics:
##      1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.96 -3.41 -3.12
## phi2  6.09  4.68  4.03
## phi3  8.27  6.25  5.34
```

*Kết luận: Các chuỗi sai phân bậc 1 của từng biến đều dừng nên sử dụng các chuỗi sai phân bậc 1 này để ước lượng mô hình VAR*

## Chia train\_test với tỉ lệ 8:2

```
# Xác định số lượng hàng cho tập train
train_size <- round(0.8 * nrow(df))

# Chia dữ liệu
train_data <- df[1:train_size, ]
test_data <- df[(train_size + 1):nrow(df), ]
```

## Đưa chuỗi về sai phân bậc 1

```
train_diff <- as.data.frame(lapply(train_data, diff))
```

## Chọn bậc trễ tối ưu cho model VAR

```
VARselect(train_diff)

## $selection
## AIC(n)  HQ(n)  SC(n) FPE(n)
##      6      1      1      6
##
## $criteria
##           1           2           3           4           5           6
## AIC(n) -1.5021512 -1.5091399 -1.5188315 -1.5272097 -1.5223385 -1.5474583
```



```
## HQ(n) -1.4609992 -1.4350664 -1.4118364 -1.3872931 -1.3495003 -1.3416986
## SC(n) -1.3944833 -1.3153377 -1.2388949 -1.1611389 -1.0701333 -1.0091188
## FPE(n) 0.2226508 0.2211007 0.2189694 0.2171447 0.2182087 0.2128007
##          7          8          9         10
## AIC(n) -1.5248131 -1.5123874 -1.5041695 -1.4877450
## HQ(n) -1.2861319 -1.2407845 -1.1996451 -1.1502990
## SC(n) -0.9003393 -0.8017792 -0.7074271 -0.6048682
## FPE(n) 0.2176818 0.2204132 0.2222444 0.2259404
```

## Ước lượng model VAR

```
var_train <-VAR(train_diff,p=6,type = "const")
```

```
var_train
```

```
##
## VAR Estimation Results:
## =====
##
## Estimated coefficients for equation GLD:
## =====
## Call:
## GLD = GLD.l1 + VNI.l1 + OIL.l1 + EXR.l1 + GLD.l2 + VNI.l2 + OIL.l2 + EXR.l2 + GLD.l3 + VNI.l3 + OIL.l3 + EXR.l3 + GLD.l4 + VNI.l4 + OIL.l4 + EXR.l4 + GLD.l5 + VNI.l5 + OIL.l5 + EXR.l5 + GLD.l6 + VNI.l6 + OIL.l6 + EXR.l6 + const
##
##          GLD.l1          VNI.l1          OIL.l1          EXR.l1          GLD.l2
## -2.528391e-02 -2.825146e-04  2.867471e-02  2.636977e-02 -1.221181e-01
##          VNI.l2          OIL.l2          EXR.l2          GLD.l3          VNI.l3
##  4.335421e-04 -1.259658e-02  7.434190e-02 -9.195158e-02  8.196632e-05
##          OIL.l3          EXR.l3          GLD.l4          VNI.l4          OIL.l4
##  1.193419e-02 -4.060431e-01  3.456847e-02  8.077877e-04  1.086830e-02
##          EXR.l4          GLD.l5          VNI.l5          OIL.l5          EXR.l5
##  1.859212e-01  4.097374e-03 -2.776197e-04  1.247439e-02 -4.447834e-02
##          GLD.l6          VNI.l6          OIL.l6          EXR.l6          const
## -1.459783e-02 -7.638374e-04  3.105863e-02 -1.285752e-01  2.794467e-02
##
##
## Estimated coefficients for equation VNI:
## =====
## Call:
## VNI = GLD.l1 + VNI.l1 + OIL.l1 + EXR.l1 + GLD.l2 + VNI.l2 + OIL.l2 + EXR.l2 + GLD.l3 + VNI.l3 + OIL.l3 + EXR.l3 + GLD.l4 + VNI.l4 + OIL.l4 + EXR.l4 + GLD.l5 + VNI.l5 + OIL.l5 + EXR.l5 + GLD.l6 + VNI.l6 + OIL.l6 + EXR.l6 + const
##
##          GLD.l1          VNI.l1          OIL.l1          EXR.l1          GLD.l2
## -1.673977161 -0.034035427  0.334904270 -2.607590749 -0.324129094
##          VNI.l2          OIL.l2          EXR.l2          GLD.l3          VNI.l3
##  0.021302860  0.150683476 -4.337257775  1.280095374  0.002636733
##          OIL.l3          EXR.l3          GLD.l4          VNI.l4          OIL.l4
##  0.413071322 -11.100534865 -1.162605271  0.015010645  0.104735311
##          EXR.l4          GLD.l5          VNI.l5          OIL.l5          EXR.l5
## -12.014944104 -0.875539772 -0.026274734  0.462834691  4.969310798
##          GLD.l6          VNI.l6          OIL.l6          EXR.l6          const
## -1.301769666  0.001778568 -0.494731963 -10.622436270  0.059398838
```

```
##
##
## Estimated coefficients for equation OIL:
## =====
## Call:
## OIL = GLD.l1 + VNI.l1 + OIL.l1 + EXR.l1 + GLD.l2 + VNI.l2 + OIL.l2 + EXR.l2 + GLD.l3 + VNI.l3 + OIL.l3
##
##      GLD.l1      VNI.l1      OIL.l1      EXR.l1      GLD.l2
## -0.2839197765  0.0003763844  0.0301058660  0.3739816945 -0.4106333555
##      VNI.l2      OIL.l2      EXR.l2      GLD.l3      VNI.l3
## -0.0001434314 -0.0585389725  2.0596012378  0.2590466333  0.0038300625
##      OIL.l3      EXR.l3      GLD.l4      VNI.l4      OIL.l4
## -0.0240794416  0.6020762309  0.4906196599  0.0024943697  0.0041184727
##      EXR.l4      GLD.l5      VNI.l5      OIL.l5      EXR.l5
##  1.9463980814 -0.0707729610 -0.0030504651  0.0586820306  0.4271216992
##      GLD.l6      VNI.l6      OIL.l6      EXR.l6      const
## -0.3191883321 -0.0074228140 -0.0934042652 -1.5807581680  0.0305785534
##
##
## Estimated coefficients for equation EXR:
## =====
## Call:
## EXR = GLD.l1 + VNI.l1 + OIL.l1 + EXR.l1 + GLD.l2 + VNI.l2 + OIL.l2 + EXR.l2 + GLD.l3 + VNI.l3 + OIL.l3
##
##      GLD.l1      VNI.l1      OIL.l1      EXR.l1      GLD.l2
##  4.677613e-05 -4.952261e-05 -7.101313e-04 -1.706102e-01  7.053020e-03
##      VNI.l2      OIL.l2      EXR.l2      GLD.l3      VNI.l3
## -1.387586e-04 -1.073674e-03 -1.608389e-02  4.177687e-04  5.781665e-06
##      OIL.l3      EXR.l3      GLD.l4      VNI.l4      OIL.l4
## -6.869843e-04  1.592566e-01  3.295359e-03 -1.089065e-04  4.830251e-04
##      EXR.l4      GLD.l5      VNI.l5      OIL.l5      EXR.l5
##  1.487900e-01  1.824262e-03 -2.776559e-04 -3.058225e-04  6.170137e-02
##      GLD.l6      VNI.l6      OIL.l6      EXR.l6      const
##  2.047257e-03 -1.079923e-04  6.673135e-04  1.867473e-02  8.294237e-04
```

## Kiểm định tự tương quan phần dư

```
serial.test(var_train)
```

```
##
## Portmanteau Test (asymptotic)
##
## data: Residuals of VAR object var_train
## Chi-squared = 163.75, df = 160, p-value = 0.4031
```

**Kết luận:** Kiểm định có  $p\text{-value} > 0.05$  nên phần dư không có tự tương quan và ước lượng VAR là đáng tin cậy

## Hàm phản ứng

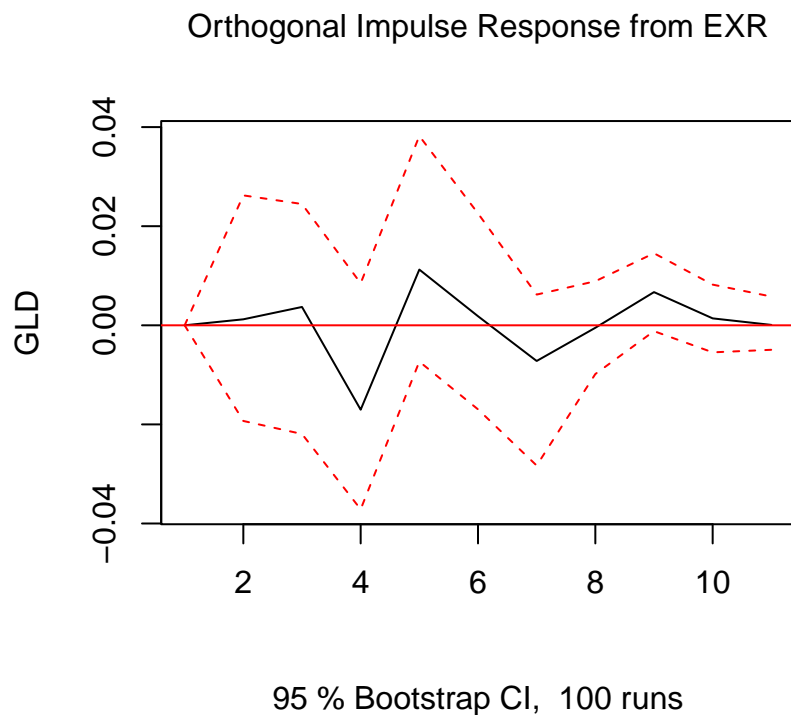
### Hàm phản ứng của GLD với cú sốc của EXR

```
irf1 <- irf(var_train, impulse = "EXR", response = "GLD", boot = TRUE, runs = 100, ci=0.95)
irf1
```

```
##
## Impulse response coefficients
## $EXR
##           GLD
## [1,] 0.000000e+00
## [2,] 1.209943e-03
## [3,] 3.699911e-03
## [4,] -1.702866e-02
## [5,] 1.124570e-02
## [6,] 1.830381e-03
## [7,] -7.204300e-03
## [8,] -5.047855e-04
## [9,] 6.699079e-03
## [10,] 1.397038e-03
## [11,] 7.839632e-05
##
##
## Lower Band, CI= 0.95
## $EXR
##           GLD
## [1,] 0.000000000
## [2,] -0.019306221
## [3,] -0.021932501
## [4,] -0.037138288
## [5,] -0.007324174
## [6,] -0.016963380
## [7,] -0.028305667
## [8,] -0.009834002
## [9,] -0.001181186
## [10,] -0.005460323
## [11,] -0.004943506
##
##
## Upper Band, CI= 0.95
## $EXR
##           GLD
## [1,] 0.000000000
## [2,] 0.026218700
## [3,] 0.024479718
## [4,] 0.008487292
## [5,] 0.038209372
## [6,] 0.022584990
## [7,] 0.006198264
## [8,] 0.008895438
## [9,] 0.014539583
```

```
## [10,] 0.008208533
## [11,] 0.005802651
```

```
plot(irf1)
```



*Nhận xét: Đối với cú sốc từ tỷ giá, sự thay đổi của giá vàng phản ứng theo hướng tăng giảm xen kẽ nhưng biên độ dao động rất nhỏ. Sự ảnh hưởng của cú sốc đối với sự thay đổi giá vàng mạnh nhất là sau 4 ngày ở mức khoảng -0.02. Có thể thấy, tác động từ cú sốc của tỷ giá là không rõ ràng, cho thấy yếu tố này ảnh hưởng rất yếu lên GLD*

## Hàm phản ứng của GLD với cú sốc của OIL

```
irf2 <- irf(var_train, impulse = "OIL", response = "GLD", boot = TRUE, runs = 100, ci=0.95)
irf2
```

```
##
## Impulse response coefficients
## $OIL
##           GLD
## [1,] 0.00000000
## [2,] 0.056136021
## [3,] -0.024504030
## [4,] 0.012321768
## [5,] 0.019588975
```

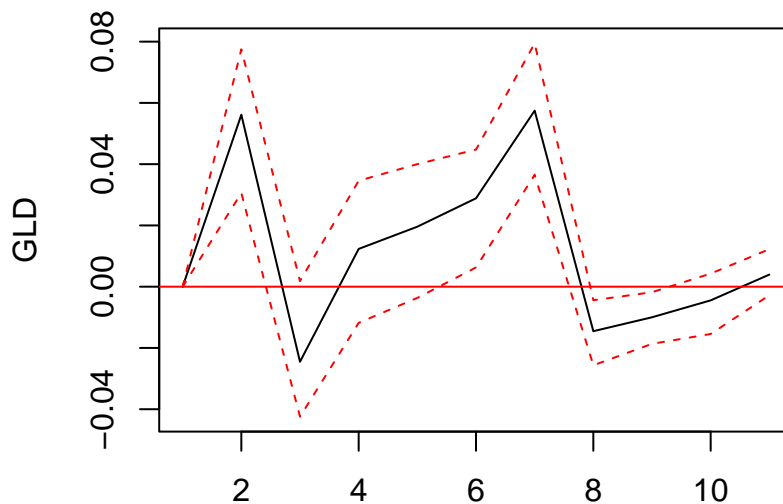
```

## [6,] 0.028852571
## [7,] 0.057477143
## [8,] -0.014527436
## [9,] -0.009988475
## [10,] -0.004471563
## [11,] 0.003946244
##
##
## Lower Band, CI= 0.95
## $OIL
##          GLD
## [1,] 0.000000000
## [2,] 0.030592388
## [3,] -0.042433032
## [4,] -0.011809780
## [5,] -0.003654457
## [6,] 0.006281608
## [7,] 0.036549276
## [8,] -0.025654457
## [9,] -0.018661189
## [10,] -0.015444678
## [11,] -0.002797239
##
##
## Upper Band, CI= 0.95
## $OIL
##          GLD
## [1,] 0.000000000
## [2,] 0.077495589
## [3,] 0.001812059
## [4,] 0.034584843
## [5,] 0.040001189
## [6,] 0.044760237
## [7,] 0.079447345
## [8,] -0.004426222
## [9,] -0.001814412
## [10,] 0.004276541
## [11,] 0.012243225

```

```
plot(irf2)
```

### Orthogonal Impulse Response from OIL



95 % Bootstrap CI, 100 runs

*Nhận xét: Cú sốc giá dầu ban đầu tạo ra tác động tăng đáng kể lên sự thay đổi giá vàng. Tuy nhiên, ngay sau đó, sự tác động này giảm mạnh xuống mức âm khoảng -0.02 và từ ngày thứ 8 trở đi mức tác động giảm dần quanh 0. Có thể thấy, cú sốc từ giá dầu có tác động đáng kể và rõ rệt hơn so với tỷ giá*

### Hàm phản ứng của GLD với cú sốc với VNI

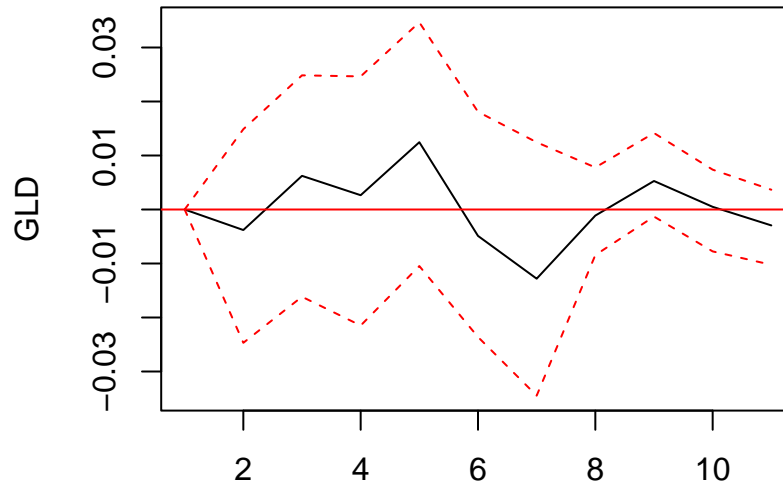
```
irf3 <- irf(var_train, impulse = "VNI", response = "GLD", boot = TRUE, runs = 100, ci=0.95)
irf3
```

```
##
## Impulse response coefficients
## $VNI
##          GLD
## [1,] 0.0000000000
## [2,] -0.0038034394
## [3,] 0.0062312985
## [4,] 0.0026492153
## [5,] 0.0124596646
## [6,] -0.0048896602
## [7,] -0.0128105936
## [8,] -0.0011268707
## [9,] 0.0052816464
## [10,] 0.0004954346
## [11,] -0.0029467997
```

```
##
##
## Lower Band, CI= 0.95
## $VNI
##          GLD
## [1,] 0.000000000
## [2,] -0.024686436
## [3,] -0.016159269
## [4,] -0.021488019
## [5,] -0.010475328
## [6,] -0.023609634
## [7,] -0.034474575
## [8,] -0.008434174
## [9,] -0.001308034
## [10,] -0.007758563
## [11,] -0.010238056
##
##
## Upper Band, CI= 0.95
## $VNI
##          GLD
## [1,] 0.000000000
## [2,] 0.014867995
## [3,] 0.024847583
## [4,] 0.024646413
## [5,] 0.034663156
## [6,] 0.018094253
## [7,] 0.012449564
## [8,] 0.007787767
## [9,] 0.014157298
## [10,] 0.007377135
## [11,] 0.003658014
```

```
plot(irf3)
```

### Orthogonal Impulse Response from VNI



95 % Bootstrap CI, 100 runs

*Nhận xét: Cú sốc từ VN-Index dường như tác động đến sự thay đổi giá vàng một cách không rõ ràng về chiều hướng tăng hay giảm cũng như xu hướng dao động chỉ ở quanh mức 0. Nhìn chung, cũng tương tự với tỷ giá thì yếu tố này tác động rất yếu hay gần như không có tác động đến sự thay đổi của giá vàng*

Hàm phản ứng của GLD đối với cú sốc của chính nó

```
irf4 <- irf(var_train, impulse = "GLD", response = "GLD", boot = TRUE, runs = 100, ci=0.95)
irf4
```

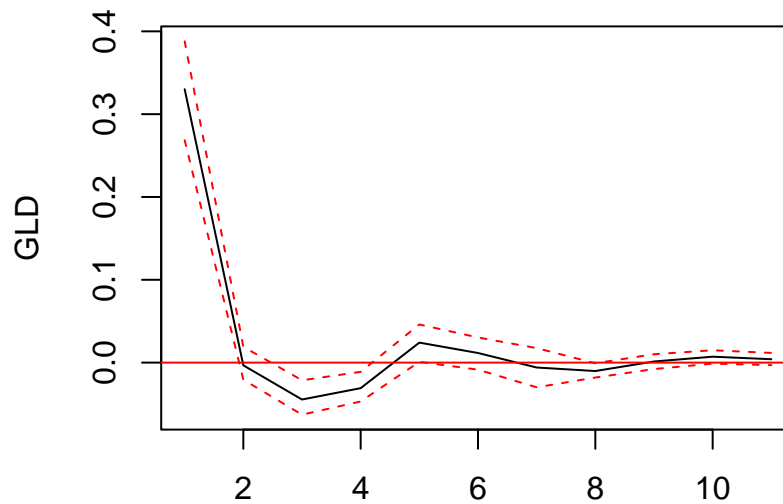
```
##
## Impulse response coefficients
## $GLD
##           GLD
## [1,] 0.330133248
## [2,] -0.003336418
## [3,] -0.044564390
## [4,] -0.030842977
## [5,] 0.024129870
## [6,] 0.011576010
## [7,] -0.005942730
## [8,] -0.010178107
## [9,] 0.001333103
## [10,] 0.007131879
## [11,] 0.004085327
```



```
##
##
## Lower Band, CI= 0.95
## $GLD
##          GLD
## [1,] 0.2685694684
## [2,] -0.0206267369
## [3,] -0.0628633770
## [4,] -0.0469515748
## [5,] 0.0009235823
## [6,] -0.0085392502
## [7,] -0.0298145953
## [8,] -0.0180505341
## [9,] -0.0077897599
## [10,] -0.0011933724
## [11,] -0.0030243544
##
##
## Upper Band, CI= 0.95
## $GLD
##          GLD
## [1,] 0.3879498589
## [2,] 0.0191350641
## [3,] -0.0213684734
## [4,] -0.0111646400
## [5,] 0.0460521751
## [6,] 0.0303294880
## [7,] 0.0175214841
## [8,] -0.0007661637
## [9,] 0.0101069417
## [10,] 0.0149057782
## [11,] 0.0116906090
```

```
plot(irf4)
```

### Orthogonal Impulse Response from GLD



95 % Bootstrap CI, 100 runs

*Nhận xét: Đối với cú sốc của chính giá vàng, ngay khi có một cú sốc xảy ra, sau 1 ngày, sự thay đổi của giá vàng có phản ứng rõ rệt, tuy nhiên sang đến ngày thứ 2, ảnh hưởng từ cú sốc giảm một cách nhanh chóng và kể từ ngày thứ 9 và 10 trở đi, hàm phản ứng này gần như tắt hẳn*

### Phân rã phương sai

```
fevd(var_train)
```

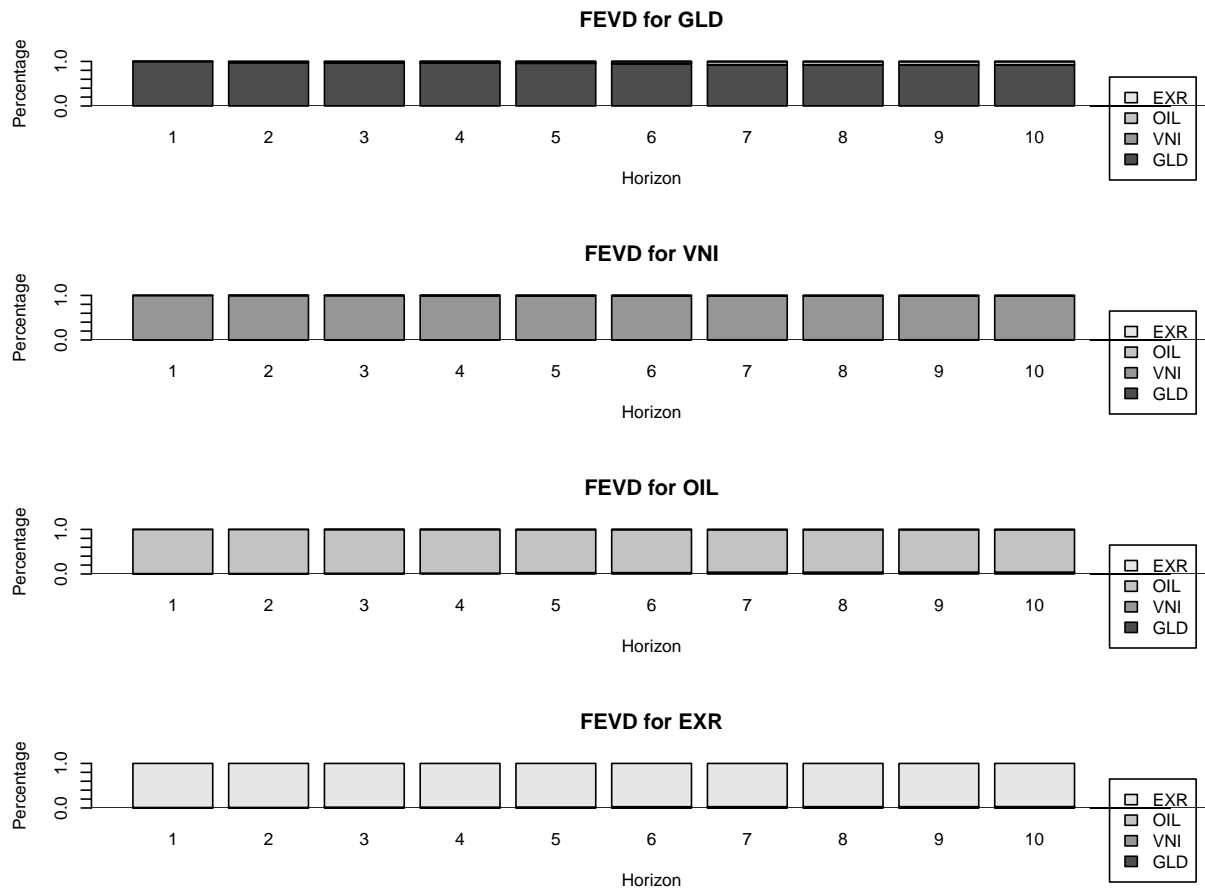
```
## $GLD
##           GLD           VNI           OIL           EXR
## [1,] 1.0000000 0.0000000000 0.00000000 0.000000e+00
## [2,] 0.9717635 0.0001289706 0.02809448 1.305171e-05
## [3,] 0.9667250 0.0004642230 0.03267883 1.319914e-04
## [4,] 0.9632636 0.0005190259 0.03359163 2.625772e-03
## [5,] 0.9579883 0.0018352598 0.03650186 3.674613e-03
## [6,] 0.9510824 0.0020217151 0.04322385 3.672069e-03
## [7,] 0.9236587 0.0033079610 0.06904286 3.990490e-03
## [8,] 0.9221182 0.0033097921 0.07058979 3.982259e-03
## [9,] 0.9208204 0.0035328172 0.07130383 4.342963e-03
## [10,] 0.9206865 0.0035327141 0.07142447 4.356299e-03
##
## $VNI
##           GLD           VNI           OIL           EXR
```

```

## [1,] 0.0001193536 0.9998806 0.000000000 0.000000e+00
## [2,] 0.0012955542 0.9966820 0.001956623 6.583896e-05
## [3,] 0.0013337155 0.9963322 0.002134239 1.998275e-04
## [4,] 0.0023480900 0.9914623 0.005077366 1.112231e-03
## [5,] 0.0029960487 0.9897634 0.005322156 1.918394e-03
## [6,] 0.0033284969 0.9861067 0.008142969 2.421814e-03
## [7,] 0.0047400643 0.9781975 0.012781525 4.280892e-03
## [8,] 0.0048337256 0.9778889 0.012981564 4.295811e-03
## [9,] 0.0048886092 0.9777972 0.012996005 4.318172e-03
## [10,] 0.0048896933 0.9777753 0.012996762 4.338200e-03
##
## $OIL
##           GLD           VNI           OIL           EXR
## [1,] 0.007863032 6.712021e-05 0.9920698 0.000000e+00
## [2,] 0.009820490 7.212063e-05 0.9900313 7.607766e-05
## [3,] 0.014935945 9.941649e-05 0.9827417 2.222930e-03
## [4,] 0.017309883 7.888863e-04 0.9796525 2.248724e-03
## [5,] 0.028133713 8.839456e-04 0.9669022 4.080191e-03
## [6,] 0.028054580 1.633819e-03 0.9660924 4.219193e-03
## [7,] 0.035333138 4.847425e-03 0.9543692 5.450263e-03
## [8,] 0.035313648 4.842268e-03 0.9542696 5.574505e-03
## [9,] 0.036315139 4.864192e-03 0.9531181 5.702543e-03
## [10,] 0.036415062 4.970756e-03 0.9529062 5.707982e-03
##
## $EXR
##           GLD           VNI           OIL           EXR
## [1,] 0.002525085 0.007924152 0.000636098 0.9889147
## [2,] 0.002570754 0.007693358 0.001767419 0.9879685
## [3,] 0.004863191 0.009399151 0.003428755 0.9823089
## [4,] 0.004777403 0.009198207 0.003451831 0.9825726
## [5,] 0.005304975 0.011186096 0.003779591 0.9797293
## [6,] 0.005295906 0.019133141 0.004159721 0.9714112
## [7,] 0.005713628 0.019581020 0.004398778 0.9703066
## [8,] 0.005726931 0.019569804 0.004399894 0.9703034
## [9,] 0.005757359 0.019995072 0.004461106 0.9697865
## [10,] 0.005794829 0.020230235 0.004459222 0.9695157

```

```
plot(fevd(var_train))
```



*Nhận xét: Tính trong 1 thời kì, toàn bộ sự biến động của giá vàng được giải thích bởi chính nó. Kể từ 2 kì trở đi, sự biến động này do chính nó giải thích có sự giảm dần và các biến còn lại có sự tăng lên. Nhìn chung, giá vàng chính là yếu tố giải thích chính cho sự biến động của chính nó. Ngoài ra, giá dầu cũng có tác động mạnh nhất tới biến động của giá vàng trong 3 biến còn lại. Xét trong 10 kì, giá dầu giải thích được 7.14% sự biến động của giá vàng. Trong khi đó, chỉ số VN-Index và tỷ giá USD/VND có tỷ lệ giải thích rất nhỏ và gần như không đáng kể*

## Dự báo tập test

```
# Sử dụng hàm predict để dự báo
forecast_horizon <- nrow(test_data) # Số lượng dự báo bằng số lượng quan sát trong tập test
forecast <- predict(var_train, n.ahead = forecast_horizon)

# Lấy dự báo của biến giá vàng
predicted_gia_vang <- forecast$fcst$GLD[, 1]

y_train_last <- tail(train_data$GLD, 1)

# Khôi phục chuỗi gốc từ sai phân (tích lũy)
price_pred_genuine <- cumsum(predicted_gia_vang) + y_train_last # Dự báo chuỗi gốc từ sai phân dự báo
```

```
actual_gia_vang <- test_data$GLD
```

## Tính các chỉ số RMSE, MAPE

```
# Tính RMSE
rmse <- sqrt(mean((actual_gia_vang - price_pred_genuine)^2, na.rm = TRUE))

# In kết quả
cat("RMSE:", rmse, "\n")
```

```
## RMSE: 3.929542
```

```
# Tính MAPE
mape <- mean(abs((actual_gia_vang - price_pred_genuine) / actual_gia_vang), na.rm = TRUE) * 100

# In kết quả
cat("MAPE:", mape, "%\n")
```

```
## MAPE: 3.905269 %
```