นักศึกษาทุกคนโปรดตรวจสอบว่าไม่ได้นำเอกสารหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการสอบ เข้าห้องสอบ
หากตรวจพบเอกสารหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องอยู่ในครอบครองของท่าน
จะถูกสั่งพักการเรียน 1 ปีการศึกษาและปรับตกวิชานั้นทันที

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ข้อสอบ ปลายภาค กลุ่ม อ.วศิน
วิชา เศรษฐมิติทางการเงินเบื้องต้น (ศ. 435) ภาค 2 ปีการศึกษา 2559
สอบวัน พฤหัสบดี ที่ 1 มิถุนายน 2560 เวลา 9.00-12.00 น.

คำสั่ง: นักศึกษาอ่านคำสั่งให้ละเอียดก่อนลงมือทำ

1. ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
2. ข้อสอบมี 4 ข้อ รวม 31 หน้า (รวมใบปะหน้า)
3. คะแนนทั้งหมด 225 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 45 ของคะแนนทั้งหมด
4. อนุญาตให้ใช้ดินสอ ระดับความเข้มตั้งแต่ 2B ขึ้นไปในการตอบข้อสอบ
5. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขทุกประเภทเข้าห้องสอบได้
6. อนุญาตให้นำกระดาษ A4 จำนวน 2 แผ่น รวม 4 หน้า ซึ่งเขียนด้วยลายมือของผู้สอบ เพื่อจดสูตรและเนื้อหา เข้าห้องสอบได้
7. ค่าสถิติต่างๆที่จำเป็นอยู่ในส่วนท้ายข้อสอบ

----------ขอให้โชคดีในการสอบทุกคน----------

ข้อที่ 1 (50 คะแนน) คะแนนที่ได้.....

ข้อมูลอนุกรมเวลาประเภทตัวแปรเศรษฐกิจมหภาค (Macroeconomic time series) และ ข้อมูลอนุกรมเวลาประเภทการเงิน (Financial time series) มักจะมีลักษณะที่ ค่าความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไขไม่คงที่ (Time-varying conditional variance) ทั้งนี้ หนึ่งในรูปแบบที่มักนิยมใช้ในการกำหนดแบบจำลอง คือ AR(1)-GARCH(1,1) ซึ่งสามารถเขียนเป็น รูปแบบสมการได้ดังนี้:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \epsilon_t,$$

$$\epsilon_t \sim N(0,1),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha a_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2,$$

ข้อที่ 1.1 (10 คะแนน) จากแบบจำลอง AR(1)-GARCH(1,1) จงหาค่าคาดหมายแบบไม่มีเงื่อนไขของ a_t หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ จงหาค่าของ Unconditional Expectation of a_t :$E(a_t)$

ข้อที่ 1.2 (10 คะแนน) จากแบบจำลอง AR(1)-GARCH(1,1) จงหาค่าคาดหมายแบบไม่มีเงื่อนไขของ y_t หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ จงหาค่าของ Unconditional Expectation of y_t :$E(y_t)$

ข้อที่ 1.3 (10 คะแนน) จากแบบจำลอง AR(1)-GARCH(1,1) จงหาค่าความแปรปรวนแบบไม่มีเงื่อนไข ของ a_t หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ จงหาค่าของ Unconditional Variance of a_t :$Var(a_t)$ พร้อมทั้งระบุเงื่อนไขของค่าพารามิเตอร์ ที่จำเป็น เพื่อให้ ค่า a_t มีคุณสมบัติของ Weakly Stationary

ข้อที่ 1.4 (10 คะแนน) จงหาค่าความแปรปรวนแบบไม่มีเงื่อนไข ของ y_t หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ จงหาค่าของ Unconditional Variance of y_t :$Var(y_t)$ พร้อมทั้งระบุเงื่อนไขของค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็น เพื่อให้ ค่า y_t มีคุณสมบัติของ Weakly Stationary

ข้อที่ 1.5 (10 คะแนน) จงหาค่า Kurtosis ของ a_t หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ จงหาค่าของ $\frac{E(a_4^4)}{[E(a_t^2]^2}$ พร้อมทั้งแสดงให้เห็นว่า หากเงื่อนไข $3 * \alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha\beta < 1$ เป็นจริง รูปแบบการกระจายตัวของ a_t จะมีลักษณะเป็นหางอ้วน (Fat-Tail)

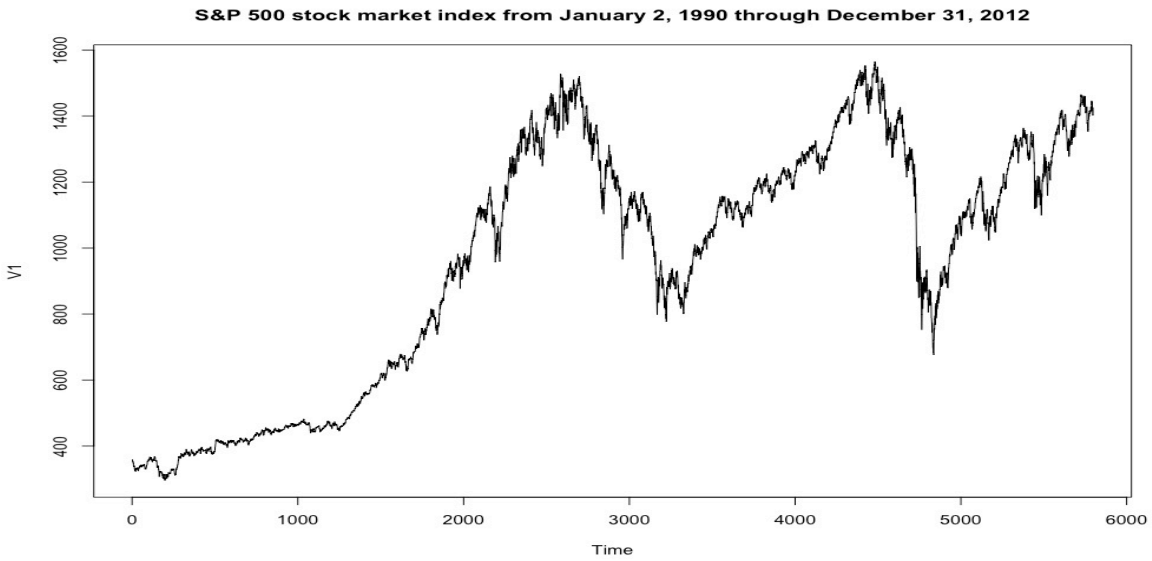
ข้อที่ 2 (90 คะแนน) คะแนนที่ได้.....

นักวิจัยของศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ERTC) นำข้อมูลในไฟล์ Sp500.asc.txt ซึ่งเป็นข้อมูลดัชนีราคาหุ้น S&P500 ระหว่างวันที่ 2 เดือนมกราคม 1990 ถึง วันที่ 31 เดือนธันวาคม 2012 รวมข้อมูลทั้งสิ้น 5,797 ชุดข้อมูล มาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบจำลองเพื่อใช้ในการประมาณค่าทางเศรษฐมิติการเงินที่เหมาะสม

กล่องข้อมูลที่ 2.1

```
1  setwd("/Users/wasinsiwasarit/Desktop/EC435")
2  cat(rep("\n",50))  #clear R Console
3  library(fGarch)
4  sp500=read.table("sp500.asc.txt",header=F)
5  plot.ts(sp500,main="S&P 500 stock market index from January 2, 1990 through December 31, 2012")
6
```

แผนภาพที่ 2.1



ข้อที่ 2.1 (10 คะแนน) จากกล่องข้อมูลที่ 2.1 และ แผนภาพที่ 2.1 ท่านคิดว่า ข้อมูลดัชนีราคาหุ้น S&P500 มีคุณลักษณะ Weakly Stationary หรือไม่เพราะเหตุใด

ข้อที่ 2.2 (10 คะแนน) เพื่อทำการทดสอบ Non-Stationary ของข้อมูลดัชนีราคาหุ้น S&P500 ท่านจึงเสนอให้นักวิจัย ทำการสร้าง ตัวทดสอบ Dickey-Fuller Test (1979) ขึ้นมา

คำถาม รูปแบบสมการในการทดสอบ Dickey-Fuller Test (1979) มีกี่รูปแบบ จงเขียนรูปแบบเหล่านั้น และอภิปรายข้อแตกต่างของรูปแบบในการทดสอบ ทั้งนี้ ให้ท่านเสนอแนะรูปแบบที่เหมาะสมให้กับนักวิจัย พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

,

ข้อที่ 2.3 (10 คะแนน) จงอภิปราย ข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างตัวทดสอบ Dickey-Fuller Test และ ตัวทดสอบ Augmented Dickey-Fuller Test

กล่องข้อมูลที่ 2.2

```
> test1=adfTest(sp500, lags = 1, type = c("nc"), title = NULL,
+             description = NULL)
> test1

Title:
 Augmented Dickey-Fuller Test

Test Results:
  PARAMETER:
    Lag Order: 1
  STATISTIC:
    Dickey-Fuller: 0.621
  P VALUE:
    0.8143
```

กล่องข้อมูลที่ 2.3

```
> test2=adfTest(sp500, lags = 1, type = c("c"), title = NULL,
+             description = NULL)
> test2

Title:
 Augmented Dickey-Fuller Test

Test Results:
  PARAMETER:
    Lag Order: 1
  STATISTIC:
    Dickey-Fuller: -1.4151
  P VALUE:
    0.5318
```

กล่องข้อมูลที่ 2.4

```
> test3=adfTest(sp500, lags = 1, type = c("ct"), title = NULL,
+             description = NULL)
> test3

Title:
 Augmented Dickey-Fuller Test

Test Results:
  PARAMETER:
    Lag Order: 1
  STATISTIC:
    Dickey-Fuller: -1.973
  P VALUE:
    0.5898
```

กล่องข้อมูลที่ 2.5

Table A: Empirical Cumulative Distribution of τ

Significance level	0.01	0.025	0.05	0.10
Sample Size T	The τ statistic: No Constant or Time Trend ($a_0 = a_2 = 0$)			
25	−2.65	−2.26	−1.95	−1.60
50	−2.62	−2.25	−1.95	−1.61
100	−2.60	−2.24	−1.95	−1.61
250	−2.58	−2.24	−1.95	−1.62
300	−2.58	−2.23	−1.95	−1.62
∞	−2.58	−2.23	−1.95	−1.62
	The τ_μ statistic: Constant but No Time Trend ($a_2 = 0$)			
25	−3.75	−3.33	−2.99	−2.62
50	−3.59	−3.22	−2.93	−2.60
100	−3.50	−3.17	−2.89	−2.59
250	−3.45	−3.14	−2.88	−2.58
500	−3.44	−3.13	−2.87	−2.57
∞	−3.42	−3.12	−2.86	−2.57
	The τ_τ statistic: Constant + Time Trend			
25	−4.38	−3.95	−3.60	−3.24
50	−4.15	−3.80	−3.50	−3.18
100	−4.05	−3.73	−3.45	−3.15
250	−3.99	−3.69	−3.43	−3.13
500	−3.97	−3.67	−3.42	−3.13
∞	−3.96	−3.67	−3.41	−3.12

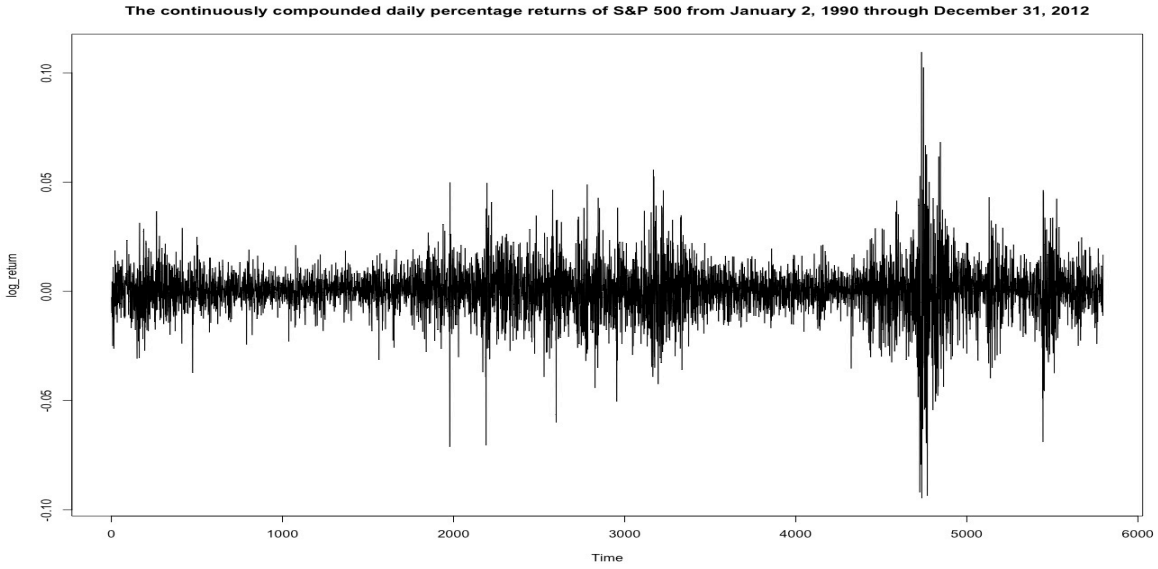
Source: The table is reproduced from Fuller (1996).

ข้อที่ 2.4 (10 คะแนน) จากกล่องข้อมูลที่ 2.2 -2.4 เป็นผลการทดสอบ Dickey-Fuller Test ข้อมูลดัชนีราคาหุ้น S&P500 ด้วยรูปแบบสมการในการทดสอบที่แตกต่างกัน

คำถาม ให้ท่านเลือกใช้กล่องข้อมูล เพียงหนึ่งกล่อง ที่ท่านคิดว่าเป็นรูปแบบสมการที่เหมาะสมที่สุดในการทำ Dickey-Fuller Test ข้อมูลดัชนีราคาหุ้น S&P500 ตั้งสมมุติฐานในการ Test ที่เหมาะสม และ สรุปผลการทดสอบ ทั้งนี้ กำหนดให้ ค่า Level of Significance (α) = 0.05. โดยให้ใช้ตารางสถิติในกล่องข้อมูลที่ 2.5 ประกอบการสรุปผลการทดสอบ

ข้อที่ 2.5 (10 คะแนน) นักวิจัยได้นำข้อมูลดัชนีราคาหุ้น S&P500 ข้างต้น มาคำนวนหาค่าผลตอบแทนรายวัน (the continuously compounded daily percentage returns) ซึ่ง แสดงได้ด้วยสมการ $r_t = [ln(P_t) - ln(P_{t-1})]$. จากนั้น ได้ทำการ plot graph ค่าผลตอบแทนรายวัน ดังแสดงในแผนภาพที่ 2.2

แผนภาพที่ 2.2



คำถาม จากแผนภาพที่ 2.2 ท่านสังเกต เห็น พฤติกรรมการเคลื่อนไหวที่สำคัญประการใดบ้าง ของ ค่าผลตอบแทนรายวัน (Stylized Facts of Returns)

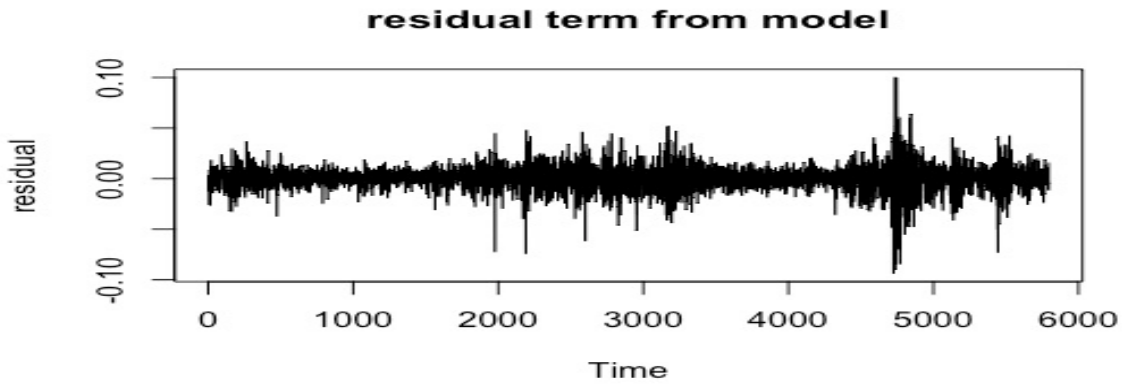
```
> model1=auto.arima(log_return)
> model1
Series: log_return
ARIMA(3,0,3) with non-zero mean

Coefficients:
          ar1      ar2     ar3      ma1     ma2      ma3    mean
      -0.0465  -0.4851  0.6626  -0.0124  0.4410  -0.6993  2e-04
s.e.   0.0869   0.0628  0.0836   0.0820  0.0584   0.0767  1e-04

sigma^2 estimated as 0.0001359:  log likelihood=17580.85
AIC=-35145.7   AICc=-35145.67   BIC=-35092.38
```

ข้อที่ 2.6 (10 คะแนน) หลังจากนั้น นักวิจัยได้ใช้ รูปแบบ สมการ ARMA(p,q) ในการกำหนดแบบจำลอง โดย ได้ผลการประมาณที่เหมาะสม อยู่ใน กล่องข้อมูลที่ 2.6

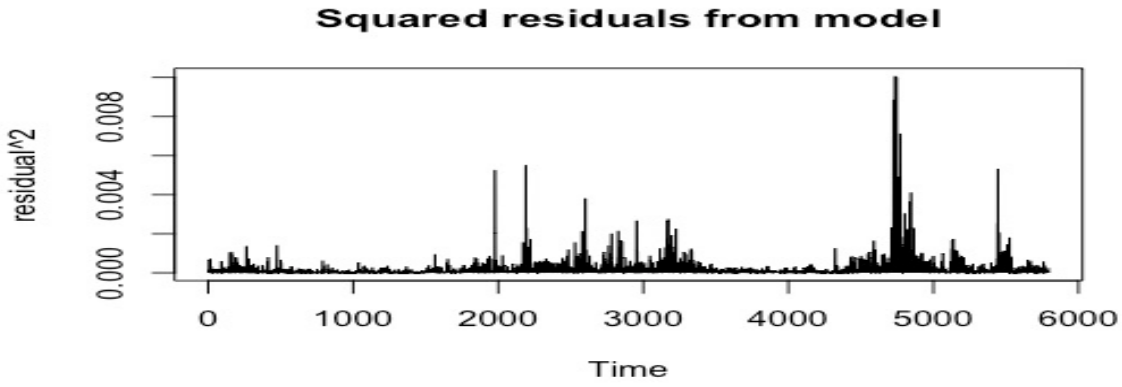
กล่องข้อมูลที่ 2.6

คำถาม จากกล่องข้อมูลที่ 2.6 จงเขียนผลการประมาณในรูปแบบสมการ ARMA(p,q) ท่านคิดว่าการเลือกใช้แบบจำลองนี้ มีความเหมาะสมหรือไม่ สำหรับ ข้อมูลประเภทค่าตอบแทนรายวัน ซึ่งมี Stylized Facts of Returns ดังที่ได้อภิปราย ในข้อ 2.5 และให้ระบุสมมุติฐานเกี่ยวกับ Distribution ของตัวรบกวน (Disturbance terms) ในกลุ่มแบบจำลองประเภท ARMA(p.q)

แผนภาพที่ 2.3



แผนภาพที่ 2.4



กล่องข้อมูลที่ 2.7

```
> Box.test(residual^2, type="Ljung-Box", lag = 10)

        Box-Ljung test

data:  residual^2
X-squared = 4410, df = 10, p-value < 2.2e-16
```

ข้อที่ 2.7 (10 คะแนน) แผนภาพที่ 2.3 - 2.4 และ กล่องข้อมูลที่ 2.7 แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ค่า residual terms ที่ได้จากแบบจำลองในกล่องข้อมูลที่ 2.6

คำถาม จงวิเคราะห์พฤติกรรมของ residual terms และ squared residual terms อย่างละเอียด และทำการทดสอบความ dependence ของ squared residual terms ผลการทดสอบที่ได้ขัดแย้งกับสมมุติฐาน เกี่ยวกับ Distribution ของ ตัวรบกวน (Disturbance terms) ในกลุ่มแบบจำลองประเภท ARMA(p.q) หรือไม่ อย่างไร

กล่องข้อมูลที่ 2.8

```
> model2=garchFit(~arma(3,3)+garch(1,1),data=log_return,trace=F)
> summary(model2)

Title:
 GARCH Modelling

Call:
 garchFit(formula = ~arma(3, 3) + garch(1, 1), data = log_return,
    trace = F)

Mean and Variance Equation:
 data ~ arma(3, 3) + garch(1, 1)
<environment: 0x1099dc238>
 [data = log_return]

Conditional Distribution:
 norm

Coefficient(s):
         mu          ar1          ar2          ar3          ma1          ma2
 1.4663e-04   8.2669e-02  -1.8729e-01   8.2523e-01  -9.6878e-02   1.5954e-01
        ma3        omega       alpha1        beta1
-8.4695e-01   9.8784e-07   7.3521e-02   9.1912e-01

Std. Errors:
 based on Hessian

Error Analysis:
         Estimate  Std. Error  t value Pr(>|t|)
mu      1.466e-04   5.974e-05    2.454   0.0141 *
ar1     8.267e-02   7.961e-02    1.038   0.2991
ar2    -1.873e-01   8.753e-02   -2.140   0.0324 *
ar3     8.252e-01   6.775e-02   12.180  < 2e-16 ***
ma1    -9.688e-02   7.778e-02   -1.246   0.2129
ma2     1.595e-01   8.515e-02    1.874   0.0610 .
ma3    -8.469e-01   6.323e-02  -13.395  < 2e-16 ***
omega   9.878e-07   1.815e-07    5.443 5.24e-08 ***
alpha1  7.352e-02   6.404e-03   11.481  < 2e-16 ***
beta1   9.191e-01   6.812e-03  134.919  < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Log Likelihood:
 18781.04    normalized:  3.240346

Description:
 Sat May 27 00:32:00 2017 by user:
```

ข้อที่ 2.8 (10 คะแนน) เพื่อที่จะแก้ไขปัญหา เรื่อง Dynamic Dependencies ใน Conditional Volatility ของค่าผลตอบแทนรายวัน นักวิจัยจึงเปลี่ยนแบบจำลองข้างต้น มาเป็น แบบจำลองในกลุ่ม ARMA(p,q)-GARCH(1,1) แทน โดยผลการประมาณแบบจำลอง แสดงอยู่ใน กล่องข้อมูลที่ 2.8

คำถาม จงเขียนผลการประมาณในรูปแบบสมการ ARMA(p,q)-GARCH(1,1) ท่านคิดว่าการเลือกใช้แบบจำลองนี้ มีความเหมาะสมหรือไม่ สำหรับ ข้อมูลประเภทค่าตอบแทนรายวัน ซึ่งมี Stylized Facts of Returns ดังที่ได้อภิปราย ในข้อ 2.5

กล่องข้อมูลที่ 2.9

```
Description:
 Sat May 27 00:32:00 2017 by user:


Standardised Residuals Tests:
                                Statistic p-Value
 Jarque-Bera Test   R    Chi^2  1013.056  0
 Shapiro-Wilk Test  R    W      NA        NA
 Ljung-Box Test     R    Q(10)  7.946147  0.6340973
 Ljung-Box Test     R    Q(15)  29.26162  0.01488093
 Ljung-Box Test     R    Q(20)  30.44316  0.06298405
 Ljung-Box Test     R^2  Q(10)  20.34375  0.026164
 Ljung-Box Test     R^2  Q(15)  23.92157  0.06643744
 Ljung-Box Test     R^2  Q(20)  26.44987  0.1514628
 LM Arch Test       R    TR^2   20.16651  0.06400093

Information Criterion Statistics:
      AIC       BIC       SIC      HQIC
-6.477241 -6.465742 -6.477247 -6.473240
```

ข้อที่ 2.9 (10 คะแนน) ท่านจะมีแนวทางในการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง ARMA(p,q)-GARCH(1,1) ที่ประมาณการได้ในกล่องข้อมูลที่ 2.8 เช่นไร ให้ท่านใช้ข้อมูลในกล่องข้อมูลที่ 2.9 ตรวจสอบแบบจำลองดังกล่าวว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ มีประเด็นอะไรที่นักวิจัยยังไม่ได้คำนึงในการสร้างแบบจำลองหรือไม่ อย่างไร

ข้อที่ 3 (40 คะแนน) คะแนนที่ได้.....

น้องออยกับพี่อัทธ์ จากบริษัทวิจัย ซ่อนรักกามเทพ ได้นำข้อมูลในไฟล์ quarterly.txt มาทำการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบแบบพลวัต ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงลอกาลิทึมของดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม (the logarithmic change in the index of industrial production ($indprod$)) ซึ่งคำนวนได้จาก $clip_t = ln(indprod_t)\text{-}ln(indprod_{t\text{-}1})$ และ อัตราเงินเฟ้อ (the inflation rate (cpi)) ซึ่งคำนวณได้จาก $inf_t = ln(cpi_t)\text{-}ln(cpi_{t\text{-}1})$ ทั้งนี้ขั้นตอนในการสร้างชุดข้อมูล เป็นไปตามกล่องข้อมูลที่ 3.1 ดังนี้

กล่องข้อมูลที่ 3.1

```
> da=read.table("quarterly.txt",header=T)
> head(da)
    Date CPICore indpro
1 1960Q1   30.57  26.78
2 1960Q2   30.63  26.20
3 1960Q3   30.60  25.77
4 1960Q4   30.77  25.15
5 1961Q1   30.83  24.77
6 1961Q2   30.93  25.75
> xt=da[,2:3]
> xt=log(xt)
> rt=diffM(xt)  ### differecing all series
> ccm(rt)
[1] "Covariance matrix:"
          CPICore    indpro
CPICore  4.54e-05 -2.24e-05
indpro  -2.24e-05  2.26e-04
CCM at lag:  0
       [,1]   [,2]
[1,]  1.000 -0.221
[2,] -0.221  1.000
Simplified matrix:
CCM at lag:  1
+ .
- +
CCM at lag:  2
+ -
- +
CCM at lag:  3
+ .
- .
CCM at lag:  4
+ .
- .
```

ข้อที่ 3.1 (10 คะแนน) จากกล่องข้อมูลที่ 3.1 จงอธิบายค่า Cross Correlation Matrix (CCM) ที่ตำแหน่ง lag 0 และค่า CCM ที่ตำแหน่ง lag 1

กล่องข้อมูลที่ 3.2

Summary table:

	p	AIC	BIC	HQ	M(p)	p-value
[1,]	0	-18.5633	-18.5633	-18.5633	0.0000	0.0000
[2,]	1	-20.3268	-20.2592	-20.2994	318.5820	0.0000
[3,]	2	-20.3987	-20.2634	-20.3439	19.7746	0.0006
[4,]	3	-20.4658	-20.2630	-20.3837	18.7305	0.0009
[5,]	4	-20.5121	-20.2416	-20.4025	14.9553	0.0048
[6,]	5	-20.5057	-20.1676	-20.3688	5.9168	0.2054
[7,]	6	-20.5292	-20.1235	-20.3649	10.8126	0.0288
[8,]	7	-20.4939	-20.0206	-20.3022	1.0090	0.9084
[9,]	8	-20.4743	-19.9333	-20.2552	3.5508	0.4702
[10,]	9	-20.4861	-19.8775	-20.2397	8.5473	0.0735
[11,]	10	-20.5906	-19.9144	-20.3168	23.1371	0.0001
[12,]	11	-20.5918	-19.8480	-20.2906	6.6760	0.1540
[13,]	12	-20.6077	-19.7962	-20.2791	8.8503	0.0650
[14,]	13	-20.5864	-19.7073	-20.2304	3.0759	0.5452

ข้อที่ 3.2 (10 คะแนน) จากข้อมูล CCM ในกล่องข้อมูลที่ 3.1 น้องออยกับพี่อัทธ์ ตัดสินใจที่ จะประมาณผลกระทบแบบพลวัต ด้วยแบบจำลอง Vector Autoregressive Model: VAR(p) หากใช้ข้อมูล ในกล่องข้อมูลที่ 3.2 ท่านจะแนะนำออยกับพี่อัทธ์ เลือกจำนวน lag เช่นไร ทั้งนี้ ให้เลือก lag ที่เหมาะสม โดยเกณฑ์ AIC และเลือก lag ที่เหมาะสมอีกครั้ง ด้วยเกณฑ์ BIC

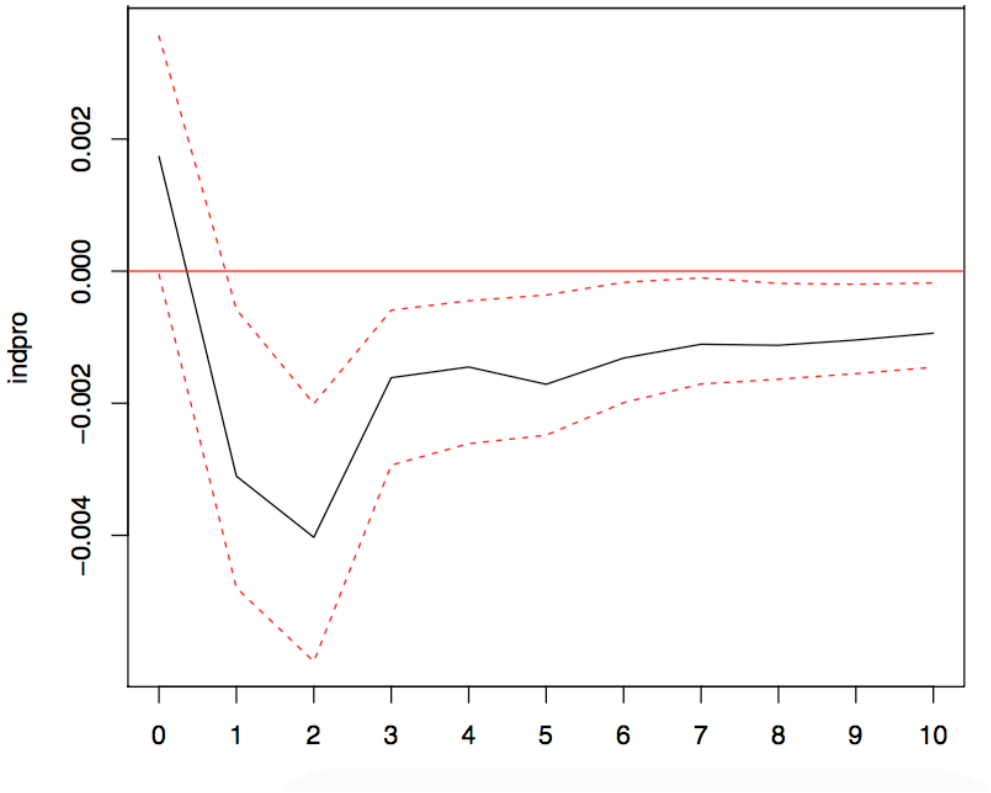
กล่องข้อมูลที่ 3.3

```
> varfit=VAR(rt,p=3)
> summary(varfit)

VAR Estimation Results:
========================
Endogenous variables: CPICore, indpro
Deterministic variables: const
Sample size: 190
Log Likelihood: 1416.046
Roots of the characteristic polynomial:
0.9293 0.5662 0.5662 0.4687 0.4687 0.3012
Call:
VAR(y = rt, p = 3)


Estimation results for equation CPICore:
========================================
CPICore = CPICore.l1 + indpro.l1 + CPICore.l2 + indpro.l2 + CPICore.l3 + indpro.l3 + const

             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
CPICore.l1  0.6121629  0.0720920   8.491 6.89e-15 ***
indpro.l1   0.0729225  0.0200905   3.630 0.000368 ***
CPICore.l2  0.1763004  0.0874061   2.017 0.045154 *
indpro.l2  -0.0414065  0.0231376  -1.790 0.075176 .
CPICore.l3  0.1758309  0.0763792   2.302 0.022457 *
indpro.l3   0.0420004  0.0183724   2.286 0.023396 *
const      -0.0001868  0.0005408  -0.345 0.730222
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1


Residual standard error: 0.00314 on 183 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.7877,     Adjusted R-squared: 0.7808
F-statistic: 113.2 on 6 and 183 DF,  p-value: < 2.2e-16

Estimation results for equation indpro:
=======================================
indpro = CPICore.l1 + indpro.l1 + CPICore.l2 + indpro.l2 + CPICore.l3 + indpro.l3 + const

            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
CPICore.l1 -1.293162   0.260792  -4.959 1.61e-06 ***
indpro.l1   0.550492   0.072677   7.574 1.73e-12 ***
CPICore.l2  0.146986   0.316191   0.465   0.6426
indpro.l2  -0.076790   0.083700  -0.917   0.3601
CPICore.l3  0.622406   0.276301   2.253   0.0255 *
indpro.l3   0.036530   0.066462   0.550   0.5832
const       0.009286   0.001956   4.747 4.16e-06 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1


Residual standard error: 0.01136 on 183 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.4238,     Adjusted R-squared: 0.4049
F-statistic: 22.43 on 6 and 183 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

ข้อที่ 3.3 (10 คะแนน) น้องออยกับพี่อัทธ์ ได้ตัดสินใจเลือก lag ที่เหมาะสมและทำการประมาณแบบจำลอง VAR(p) ดังที่แสดงในกล่องข้อมูลที่ 3.3

คำถาม จงเขียนผลการประมาณในรูปแบบ VAR(p) ที่เหมาะสม พร้อมทั้งอธิบายผลกระทบของ inf_{t-1} ต่อ $clip_t$ และ ผลกระทบของ $clip_{t-1}$ ต่อ inf_t

แผนภาพที่ 3.1: Orthogonal Impulse Response from Inflation



ข้อที่ 3.4 (10 คะแนน) อธิบายความหมายของแผนภาพที่ 3.1 Orthogonal Impulse Response from Inflation

ข้อที่ 4 (45 คะแนน) คะแนนที่ได้.....

ข้อมูลในไฟล์ stock-dividend.txt ประกอบด้วยข้อมูลรายเดือน ดัชนีราคา $S\&P500$ และข้อมูลเงินปันผล (Dividend) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1871 เดือน มกราคม ถึงปี ค.ศ. 2017 เดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 1754 ชุดข้อมูล

กำหนดให้ s_t คือ ลอกาลึทึมของดัชนีราคา $S\&P500$ (the log of stock prices) และ d_t คือ ลอกาลิทึมของเงินปันผล (the log of dividends)

กล่องข้อมูลที่ 4.1

```
> library(fUnitRoots)
> library(quantmod)
> stock_dividend=read.table("stock_dividend.txt",header=T)
> head(stock_dividend)
     Date    P    D
1 1871.01 4.44 0.26
2 1871.02 4.50 0.26
3 1871.03 4.61 0.26
4 1871.04 4.74 0.26
5 1871.05 4.86 0.26
6 1871.06 4.82 0.26
> st =log(stock_dividend$P)
> plot.ts(st,main="S&P 500 Stock Price Index")
> dt = log(stock_dividend$D)
> plot.ts(dt,main="Dividend")
> m1=adfTest(st, lags = 3, type = c("ct"), title = NULL,description = NULL)
> m1@test$p.value

0.6583257
> m1@test$parameter
Lag Order
        3
> m1@test$lm

Call:
lm(formula = y.diff ~ y.lag.1 + 1 + tt + y.diff.lag)

Coefficients:
(Intercept)      y.lag.1           tt  y.diff.lag1  y.diff.lag2
  1.030e-03   -2.731e-03    1.322e-05    3.044e-01   -7.510e-02
y.diff.lag3
 -2.102e-02
```

กล่องข้อมูลที่ 4.1 (ต่อ)

```
> m2=adfTest(dt, lags = 3, type = c("ct"), title = NULL,description = NULL)
> m2@test$p.value

0.5448925
> m2@test$parameter
Lag Order
        3
> m2@test$lm

Call:
lm(formula = y.diff ~ y.lag.1 + 1 + tt + y.diff.lag)

Coefficients:
(Intercept)      y.lag.1           tt  y.diff.lag1  y.diff.lag2  y.diff.lag3
 -2.890e-03   -1.266e-03    4.814e-06    2.187e-01    3.377e-01    1.594e-01

> m3=adfTest(diff(st), lags = 3, type = c("ct"), title = NULL,description = NULL)
Warning message:
In adfTest(diff(st), lags = 3, type = c("ct"), title = NULL, description = NULL) :
  p-value smaller than printed p-value
> m3@test$p.value

0.01
> m3@test$parameter
Lag Order
        3
> m3@test$lm

Call:
lm(formula = y.diff ~ y.lag.1 + 1 + tt + y.diff.lag)

Coefficients:
(Intercept)      y.lag.1           tt  y.diff.lag1  y.diff.lag2  y.diff.lag3
 -1.109e-04   -7.605e-01    3.184e-06    6.496e-02   -8.138e-03   -4.429e-02

> m4=adfTest(diff(dt), lags = 3, type = c("ct"), title = NULL,description = NULL)
Warning message:
In adfTest(diff(dt), lags = 3, type = c("ct"), title = NULL, description = NULL) :
  p-value smaller than printed p-value
> m4@test$p.value

0.01
> m4@test$parameter
Lag Order
        3
> m4@test$lm

Call:
lm(formula = y.diff ~ y.lag.1 + 1 + tt + y.diff.lag)

Coefficients:
(Intercept)      y.lag.1           tt  y.diff.lag1  y.diff.lag2  y.diff.lag3
  1.627e-05   -2.427e-01    8.055e-07   -5.612e-01   -2.741e-01   -1.489e-01
```

ข้อที่ 4.1 (15 คะแนน) ให้นักศึกษาใช้ข้อมูลที่ให้ไว้ในกล่องข้อมูลที่ 4.1 หา ระดับ I(p) ของข้อมูล s_t และ d_t

กล่องข้อมูลที่ 4.2

```
> fit <- lm(st ~dt)
> summary(fit)

Call:
lm(formula = st ~ dt)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.07695 -0.19837  0.01338  0.21131  0.81566

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 3.136369   0.007250   432.6   <2e-16 ***
dt          1.196288   0.004387   272.7   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.2951 on 1752 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.977,     Adjusted R-squared:  0.977
F-statistic: 7.435e+04 on 1 and 1752 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
> error=residuals(fit)
> m1=adfTest(error, lags = 3, type = c("ct"), title = NULL,description = NULL)
Warning message:
In adfTest(error, lags = 3, type = c("ct"), title = NULL, description = NULL) :
  p-value smaller than printed p-value
> m1@test$p.value

0.01
> m1@test$parameter
Lag Order
        3
> m1@test$lm

Call:
lm(formula = y.diff ~ y.lag.1 + 1 + tt + y.diff.lag)

Coefficients:
(Intercept)      y.lag.1           tt  y.diff.lag1  y.diff.lag2  y.diff.lag3
  4.397e-05   -1.377e-02   -5.008e-08    3.229e-01   -5.263e-02    4.615e-03
```

ข้อที่ 4.2 (15 คะแนน) ตามทฤษฎีการเงิน log dividend-price ratio $\frac{d_t}{p_t}$ จะมีลักษณะเป็น ข้อมูลประเภท I(0) หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ลอกาลึทึมของดัชนีราคา $S\&P500$ (the log of stock prices) และ d_t คือ ลอกาลิทึมของเงินปันผล (the log of dividends) มีความสัมพันธ์กันในระยะยาว หรือ Cointegated กัน ทั้งนี้ ในดุลยภาพระยะยาว สามารถเขียนความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

$$s_t = \beta_0 + \beta_1 d_t + \epsilon_t$$

ให้นักศึกษาเลือกใช้ข้อมูลในกล่องข้อมูลที่ 4.2 ทดสอบให้เห็นว่า ลอกาลึทึมของดัชนีราคา $S\&P500$ (the log of stock prices) และ d_t คือ ลอกาลิทึมของเงินปันผล (the log of dividends) มีความสัมพันธ์กันในระยะยาว หรือ Cointegated กัน ทั้งนี้ให้อธิบาย แนวทางในการทดสอบประกอบการตอบด้วย

กล่องข้อมูลที่ 4.3

```
> diff.st.L.1=Lag(diff(st),k=1)
> diff.st =diff(st)
> diff.dt=diff(dt)
> diff.dt.L.1=Lag(diff(dt),k=1)
> error.L.1 =Lag(error,k=1)
> error.L.1=error.L.1[2:1754]
> fit <- lm(diff.st~diff.st.L.1+error.L.1)
> summary(fit)

Call:
lm(formula = diff.st ~ diff.st.L.1 + error.L.1)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.28189 -0.01871  0.00216  0.02178  0.38447

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.0025343  0.0009343   2.712  0.00675 **
diff.st.L.1  0.2900093  0.0230939  12.558  < 2e-16 ***
error.L.1   -0.0063927  0.0031804  -2.010  0.04458 *
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

ข้อที่ 4.3 (15 คะแนน) สมมติให้แบบจำลอง ECM ระหว่าง ลอกาลึทึมของดัชนีราคา $S\&P500$ (the log of stock prices) และ d_t คือ ลอกาลิทึมของเงินปันผล (the log of dividends) แสดงได้ดังนี้

$$\Delta s_t = \alpha_0 + \gamma_s(s_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 d_{t-1}) + \alpha_1 \Delta s_{t-1} + \epsilon_{st}$$

ให้นักศึกษา นำเอาข้อมูลผลการประมาณแบบจำลอง ECM ในกล่องข้อมูลที่ 4.3 มาเขียนรายงานผล ในรูปแบบที่เหมาะสม และอธิบายการปรับตัวของ ลอกาลึทึมของดัชนีราคา $S\&P500$ (the log of stock prices) กรณีที่แบบจำลองไม่อยู่ในดุลยภาพ (Disequilibrium)