

Chapter 17 시계열분석

Sangkon Han(sangkon@pusan.ac.kr)

2023-04-01

Contents

비정상성 시계열을 정상성 시계열로 변경	2
단계 1: AirPassengers 데이터 셋 가져오기	2
단계 2: 차분 적용 - 평균 정상화	2
단계 3: 로그 적용 - 분산 정상화	3
실습: 단일 시계열 자료 시각화	4
단계 1: WWWusage 데이터 셋 가져오기	4
단계 2: 시계열 자료 추세선 시각화	4
실습: 다중 시계열 자료 시각화	4
단계 1: 데이터 가져오기	4
단계 2: 데이터프레임으로 변환	5
단계 3: 단일 시계열 자료 추세선 시각화(1,000개 데이터 대상)	5
단계 4: 다중 시계열 자료 추세선 시각화(1,000개 데이터 대상)	5
실습: 시계열 요소분해 시각화	7
단계 1: 시계열 자료 준비	7
단계 2: 시계열 자료 생성 - 시계열 자료 형식으로 객체 생성	8
단계 3: 추세선 확인 - 각 요인(추세, 순환, 계절, 불규칙)을 시각적으로 확인	8
단계 4: 시계열 분해	8
단계 5: 시계열 분해와 변동요인 제거	9
단계 6: 추세요인과 불규칙요인 제거	10
실습: 시계열 요소 분해 시각화	11
단계 1: 시계열 자료 생성	11
단계 2: 자기 상관 함수 시각화	12
단계 3: 부분 자기 상관 함수 시각화	13
실습: 시계열 자료의 추세 패턴 찾기 시각화	15
단계 1: 시계열 자료 생성	15
단계 2: 추세선 시각화	15
단계 3: 자기 상관 함수 시각화	16
단계 4: 차분 시각화	17
실습: 이동평균법을 이용한 평활하기	18
단계 1: 시계열 자료 생성	18
단계 2: 평화 α 관련 패키지 설치	18
단계 3: 이동평균법으로 평활 및 시각화	18
실습: 계절성이 없는 정상성 시계열분석	27
단계 1: 시계열 자료 특성 분석	27

단계 1-1: 데이터 준비	27
단계 1-2: 시계열 객체 생성(12개월: 2015 2월 ~ 2016년 1월)	27
단계 1-3: 추세선 시각화	27
단계 2: 정상성 시계열 변환	28
단계 3: 모형 식별과 추정	28
단계 4: 모형 생성	29
단계 5: 모형 진단(모형의 타당성 검정)	29
단계 5-1: 자기 상관 함수에 의한 모형 진단	29
단계 5-2: Box-Ljung에 의한 잔차항 모형 진단	30
단계 6: 미래 예측(업무 적용)	30
실습: 계절성을 갖는 정상성 시계열분석	31
단계 1: 시계열 자료 특성 분석	31
단계 1-1: 데이터 준비	31
단계 1-2: 시계열 자료 생성	32
단계 1-3: 시계열 요소 분해 시각화	32
단계 2: 정상성 시계열 변환	32
단계 3: 모형 식별과 추정	33
단계 4: 모형 생성	33
단계 5: 모형 진단(모형 타당성 검정)	34
단계 5-1: 자기 상관 함수에 의한 모형 진단	34
단계 5-2: Box-Ljung에 의한 잔차항 모형 진단	34
단계 6: 미래 예측(업무 적용)	34

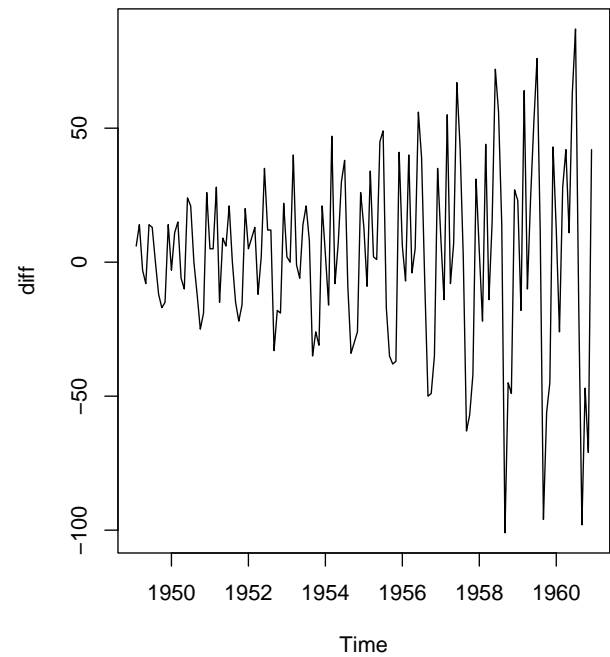
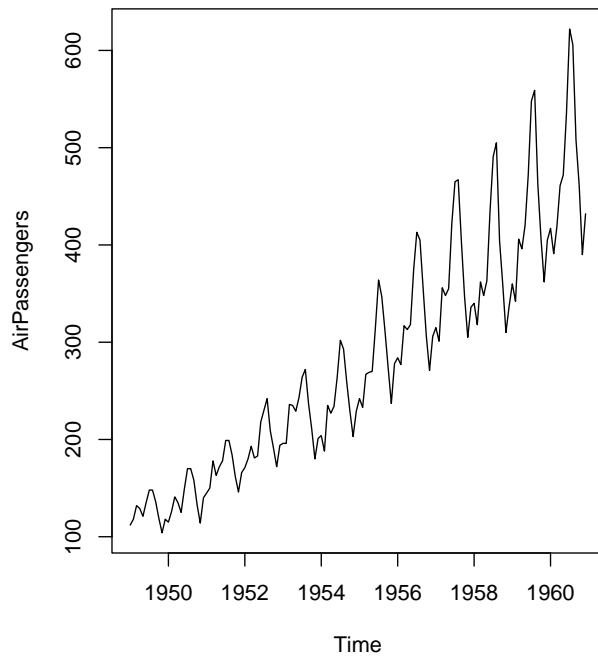
비정상성 시계열을 정상성 시계열로 변경

단계 1: AirPassengers 데이터 셋 가져오기

```
data(AirPassengers)
```

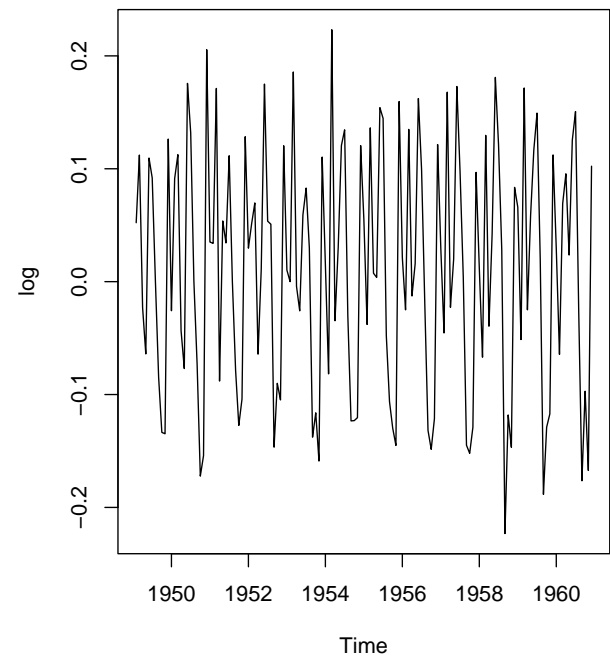
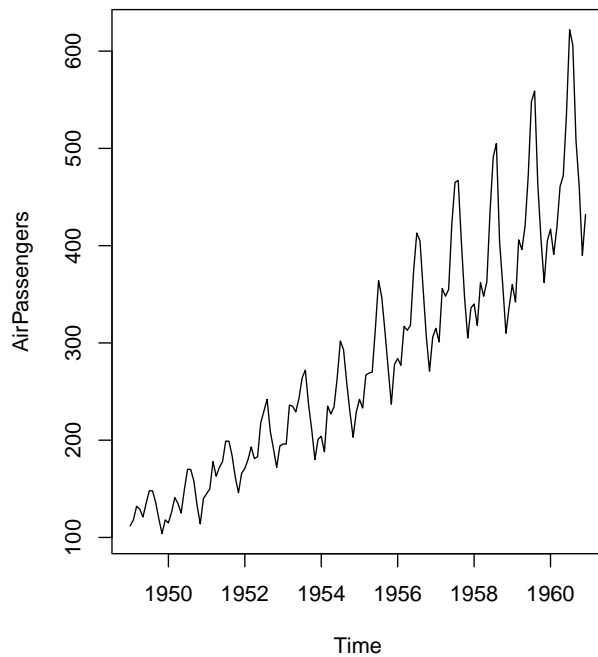
단계 2: 차분 적용 - 평균 정상화

```
par(mfrow = c(1, 2))
ts.plot(AirPassengers)
diff <- diff(AirPassengers)
plot(diff)
```



단계 3: 로그 적용 - 분산 정상화

```
par(mfrow = c(1, 2))
plot(AirPassengers)
log <- diff(log(AirPassengers))
plot(log)
```



실습: 단일 시계열 자료 시각화

단계 1: WWWusage 데이터 셋 가져오기

```
data("WWWusage")
str(WWWusage)

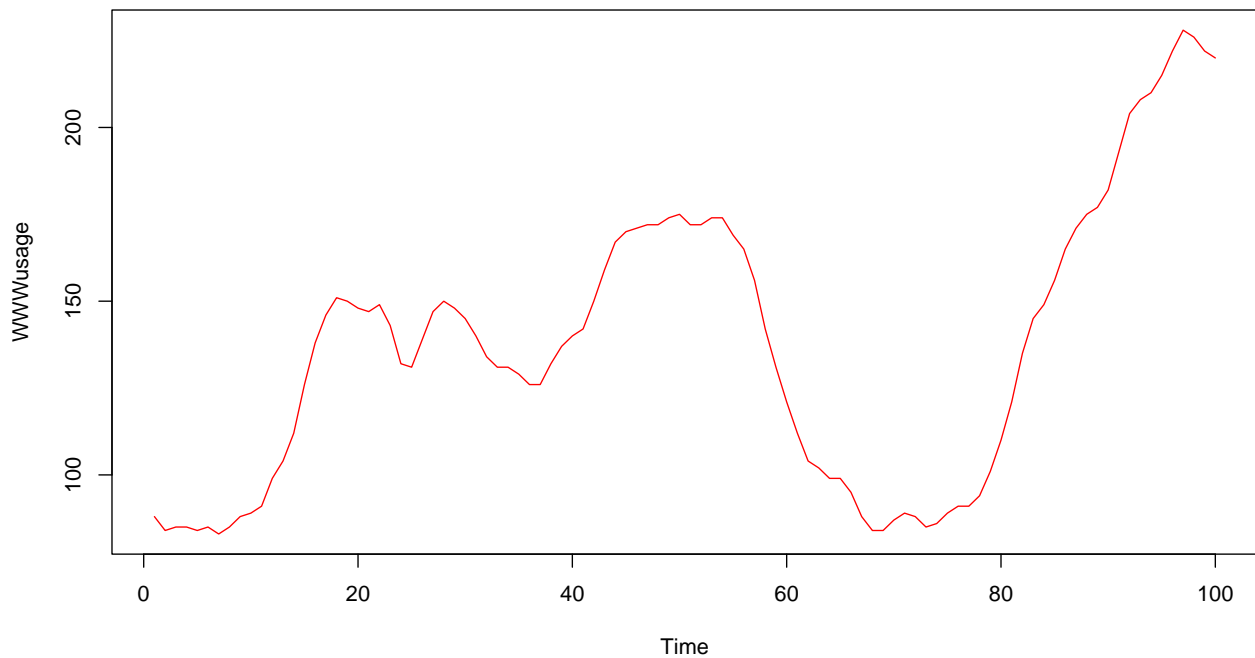
## Time-Series [1:100] from 1 to 100: 88 84 85 85 84 85 83 85 88 89 ...

WWWusage

## Time Series:
## Start = 1
## End = 100
## Frequency = 1
## [1] 88 84 85 85 84 85 83 85 88 89 91 99 104 112 126 138 146 151
## [19] 150 148 147 149 143 132 131 139 147 150 148 145 140 134 131 131 129 126
## [37] 126 132 137 140 142 150 159 167 170 171 172 172 174 175 172 172 174 174
## [55] 169 165 156 142 131 121 112 104 102 99 99 95 88 84 84 87 89 88
## [73] 85 86 89 91 91 94 101 110 121 135 145 149 156 165 171 175 177 182
## [91] 193 204 208 210 215 222 228 226 222 220
```

단계 2: 시계열 자료 추세선 시각화

```
X11()
ts.plot(WWWusage, type = "l", col = "red")
```



실습: 다중 시계열 자료 시각화

단계 1: 데이터 가져오기

```
data(EuStockMarkets)
head(EuStockMarkets)
```

```
##          DAX      SMI      CAC   FTSE
## [1,] 1628.75 1678.1 1772.8 2443.6
## [2,] 1613.63 1688.5 1750.5 2460.2
## [3,] 1606.51 1678.6 1718.0 2448.2
## [4,] 1621.04 1684.1 1708.1 2470.4
## [5,] 1618.16 1686.6 1723.1 2484.7
## [6,] 1610.61 1671.6 1714.3 2466.8
```

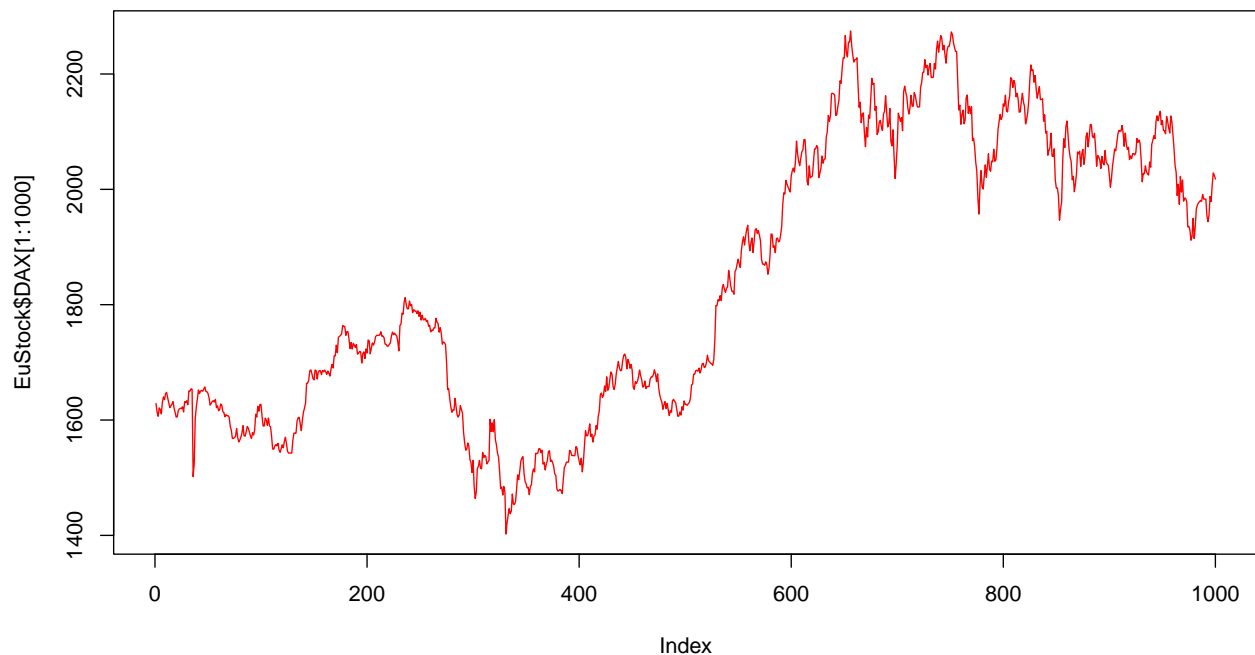
단계 2: 데이터프레임으로 변환

```
EuStock <- data.frame(EuStockMarkets)
head(EuStock)
```

```
##          DAX      SMI      CAC   FTSE
## 1 1628.75 1678.1 1772.8 2443.6
## 2 1613.63 1688.5 1750.5 2460.2
## 3 1606.51 1678.6 1718.0 2448.2
## 4 1621.04 1684.1 1708.1 2470.4
## 5 1618.16 1686.6 1723.1 2484.7
## 6 1610.61 1671.6 1714.3 2466.8
```

단계 3: 단일 시계열 자료 추세선 시각화(1,000개 데이터 대상)

```
X11()
plot(EuStock$DAX[1:1000], type = "l", col = "red")
```



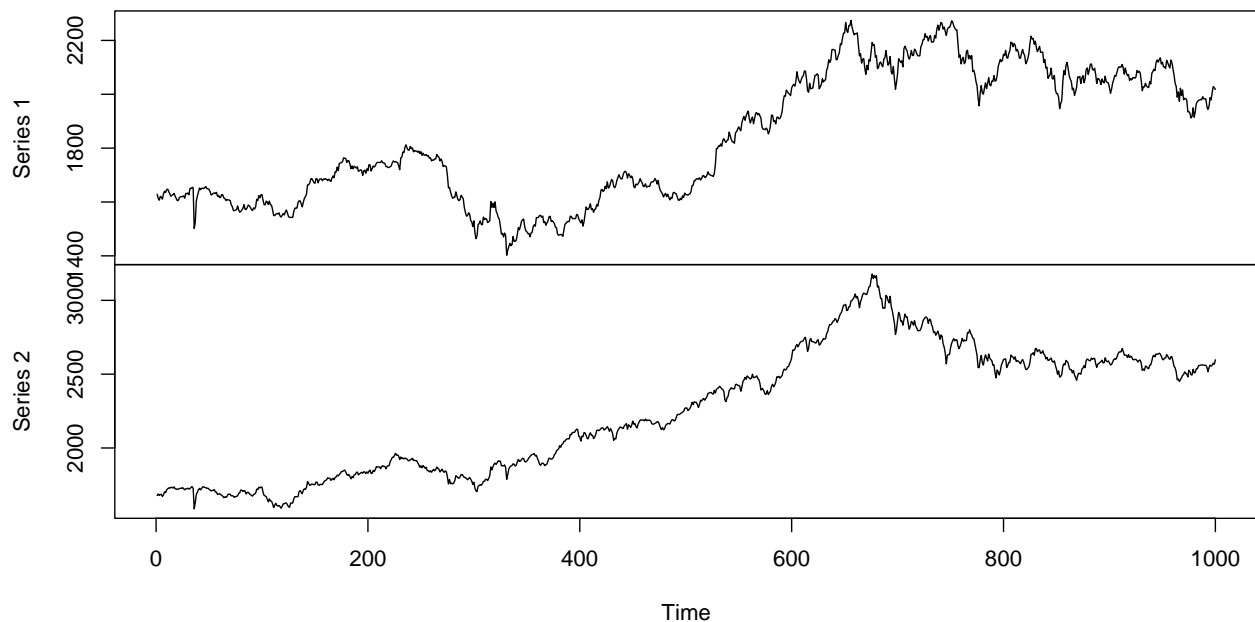
단계 4: 다중 시계열 자료 추세선 시각화(1,000개 데이터 대상)

```
plot.ts(cbind(EuStock$DAX[1:1000], EuStock$SMI[1:1000]), main = "주가지수 추세선")
## Warning in mtext(main, side = 3, line = 3, cex = cex.main, font = font.main, :
```

[illegible]

```
## <ec>
## Warning in mtext(main, side = 3, line = 3, cex = cex.main, font = font.main, :
## conversion failure on '주가지수 추세선' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <84>
## Warning in mtext(main, side = 3, line = 3, cex = cex.main, font = font.main, :
## conversion failure on '주가지수 추세선' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <b8>
## Warning in mtext(main, side = 3, line = 3, cex = cex.main, font = font.main, :
## conversion failure on '주가지수 추세선' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <ec>
## Warning in mtext(main, side = 3, line = 3, cex = cex.main, font = font.main, :
## conversion failure on '주가지수 추세선' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <84>
## Warning in mtext(main, side = 3, line = 3, cex = cex.main, font = font.main, :
## conversion failure on '주가지수 추세선' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <a0>
```

.....



실습: 시계열 요소분해 시각화

단계 1: 시계열 자료 준비

```
data <- c(45, 56, 45, 43, 69, 75, 58, 59, 66, 64, 62, 65,
          55, 49, 67, 55, 71, 78, 71, 65, 69, 43, 70, 75,
          56, 56, 65, 55, 82, 85, 75, 77, 77, 69, 79, 89)
length(data)
```

```
## [1] 36
```

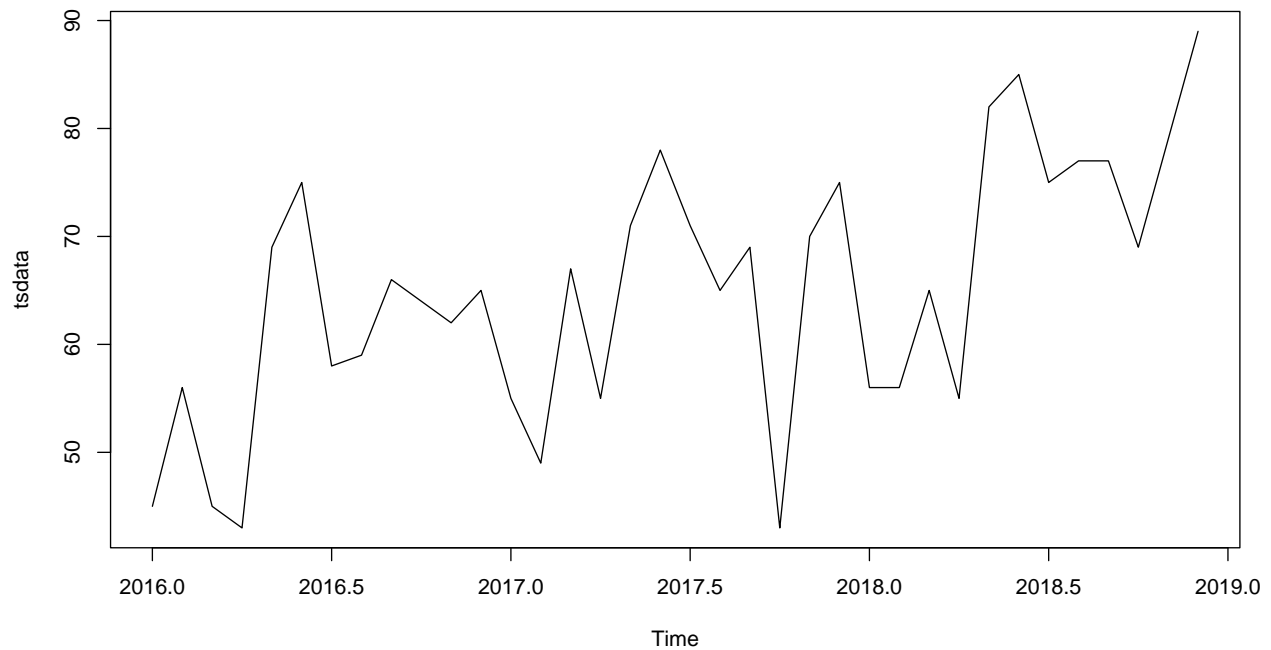
단계 2: 시계열 자료 생성 - 시계열 자료 형식으로 객체 생성

```
tsdata <- ts(data, start = c(2016, 1), frequency = 12)
tsdata
```

```
##      Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
## 2016  45  56  45  43  69  75  58  59  66  64  62  65
## 2017  55  49  67  55  71  78  71  65  69  43  70  75
## 2018  56  56  65  55  82  85  75  77  77  69  79  89
```

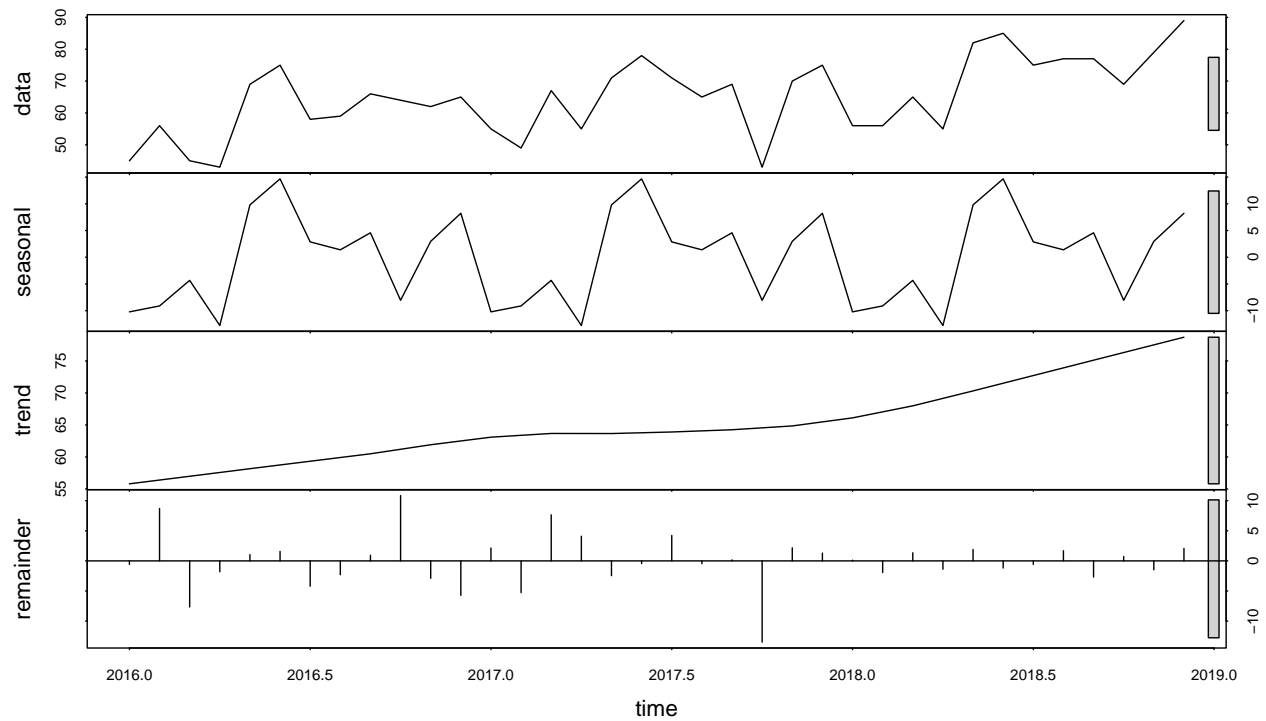
단계 3: 추세선 확인 - 각 요인(추세, 순환, 계절, 불규칙)을 시각적으로 확인

```
ts.plot(tsdata)
```



단계 4: 시계열 분해

```
plot(stl(tsdata, "periodic"))
```

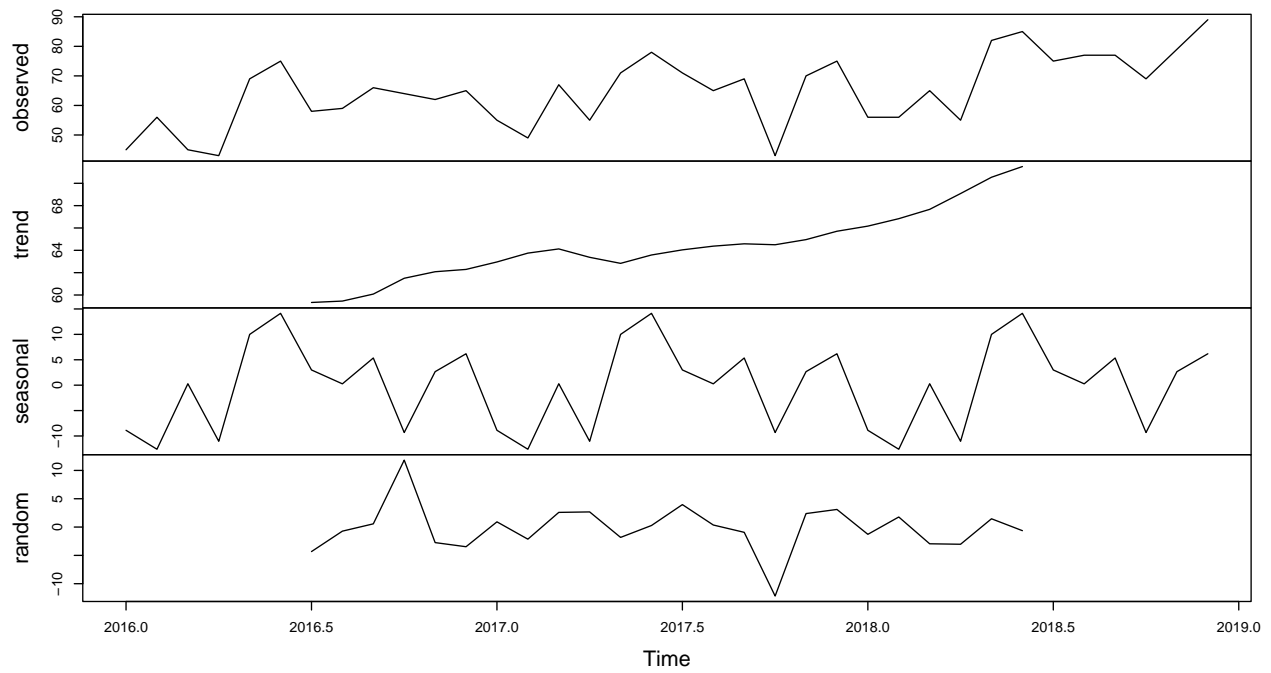
단계 5: 시계열 분해와 변동요인 제거

```
m <- decompose(tsddata)
attributes(m)
```

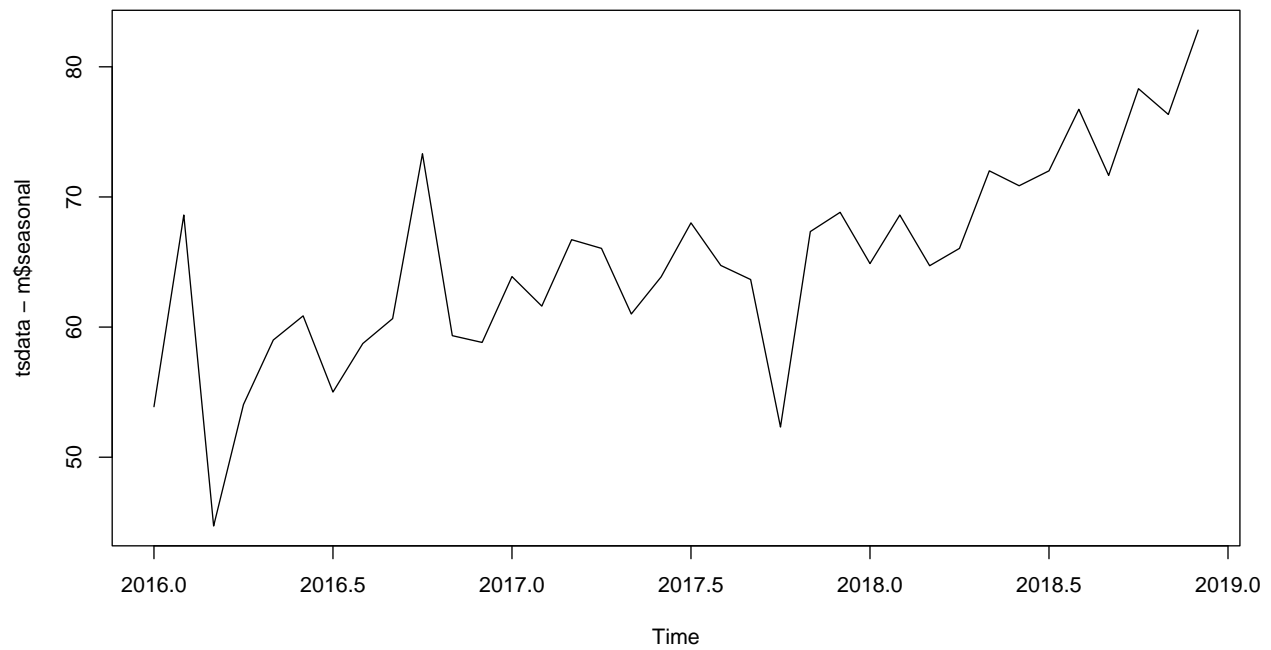
```
## $names
## [1] "x"          "seasonal" "trend"    "random"   "figure"   "type"
##
## $class
## [1] "decomposed.ts"
```

```
plot(m)
```

Decomposition of additive time series

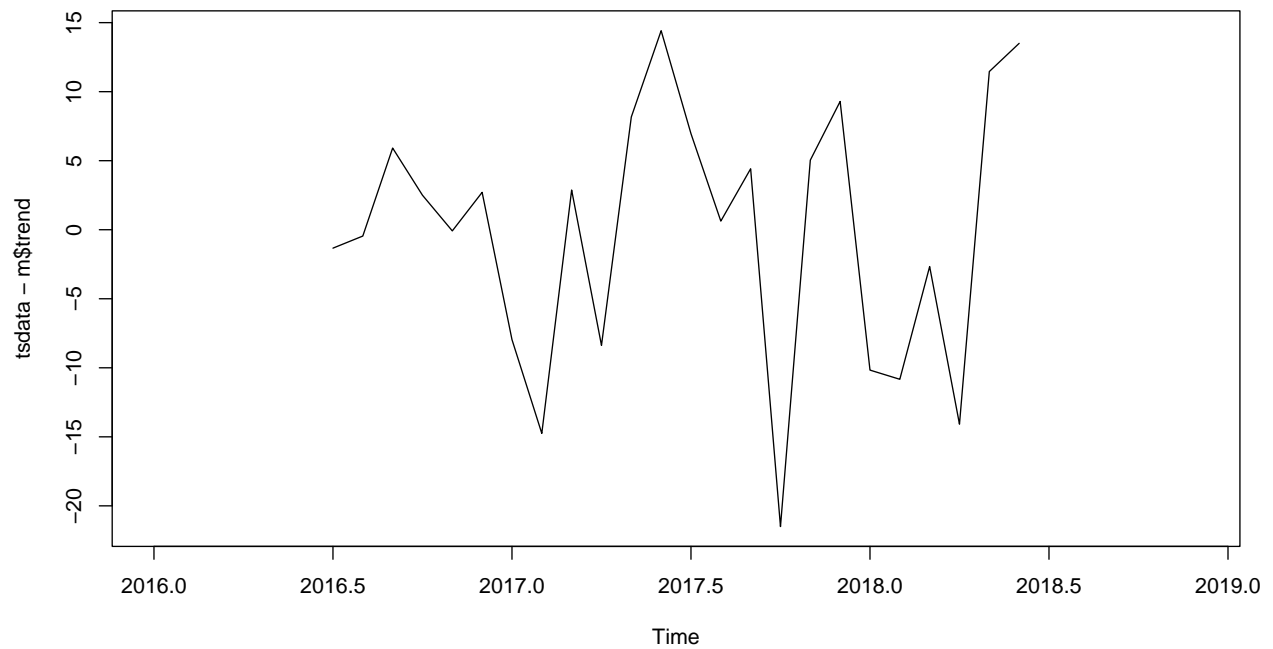


```
par(mfrow = c(1, 1))
plot(tsddata - m$seasonal)
```

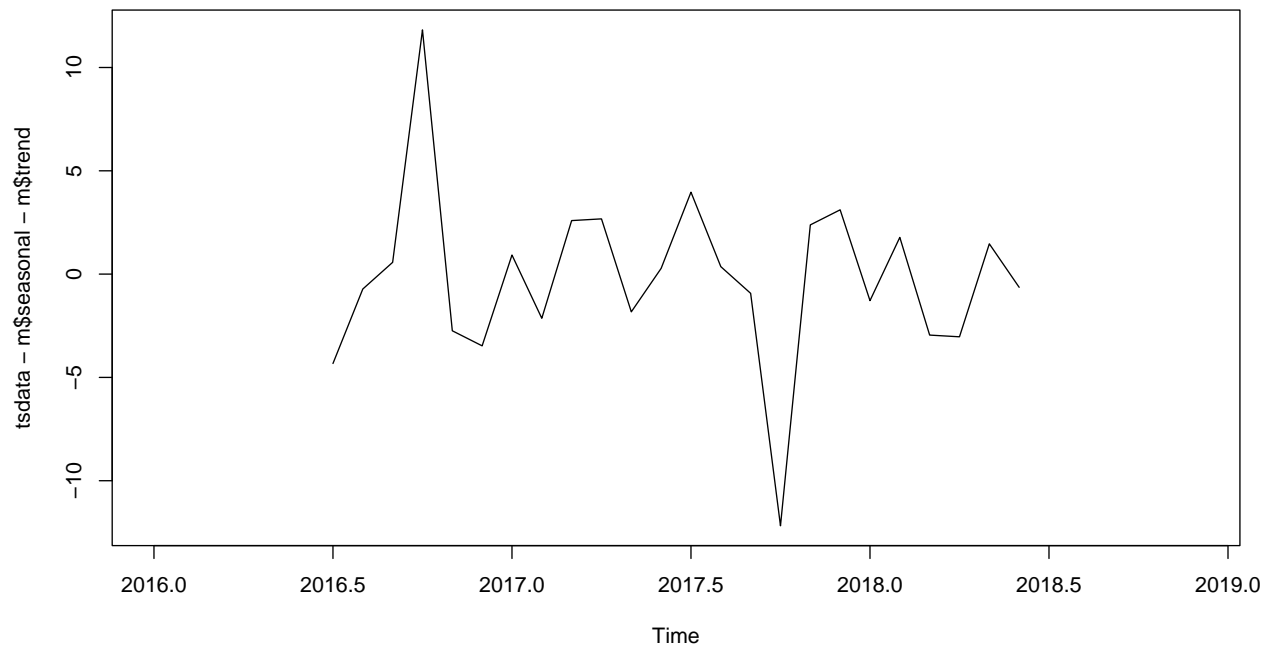


단계 6: 추세요인과 불규칙요인 제거

```
plot(tsddata - m$trend)
```



```
plot(tsdata - m$seasonal - m$trend)
```



실습: 시계열 요소 분해 시각화

단계 1: 시계열 자료 생성

```
input <- c(3180, 3000, 3200, 3100, 3300, 3200,
           3400, 3550, 3200, 3400, 3300, 3700)
length(input)
```

```
## [1] 12
```

```
tsdata <- ts(input, start = c(2015, 2), frequency = 12)
tsdata
```

```
##      Jan  Feb  Mar  Apr  May  Jun  Jul  Aug  Sep  Oct  Nov  Dec
## 2015      3180 3000 3200 3100 3300 3200 3400 3550 3200 3400 3300
## 2016 3700
```

단계 2: 자기 상관 함수 시각화

```
acf(na.omit(tsdata), main = "자기상관함수", col = "red")
```

```
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <9e>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <90>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <ea>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <b8>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <b0>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <83>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <81>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <ea>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <b4>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <80>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <ed>

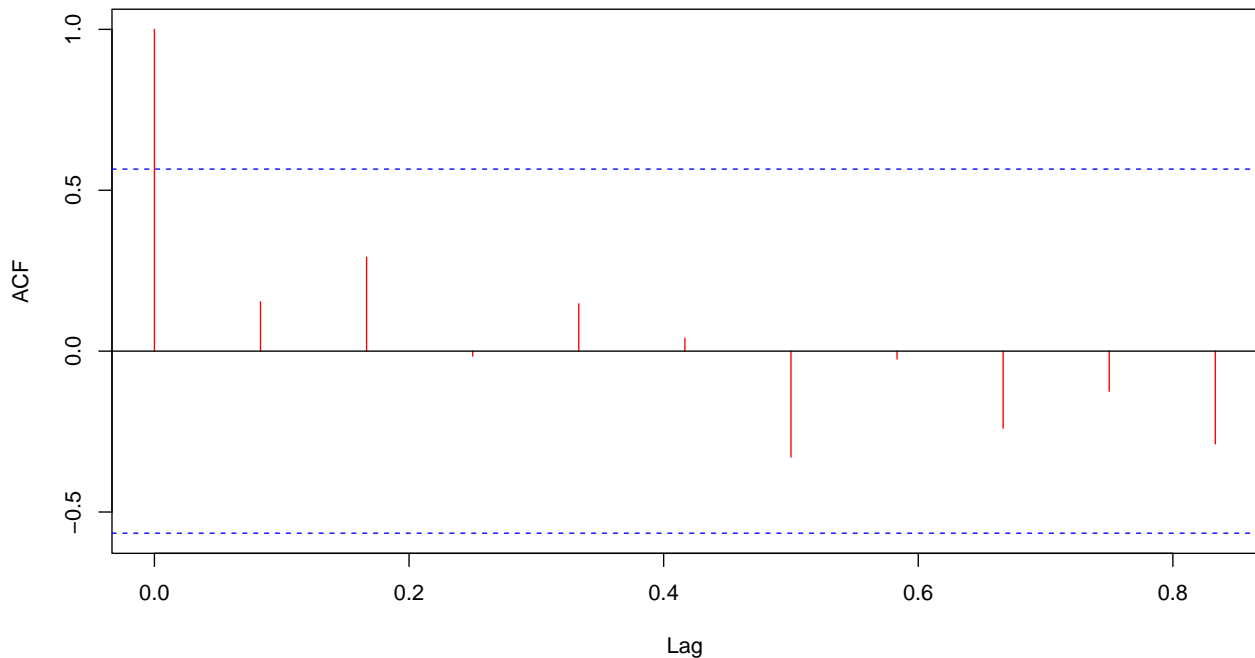
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <95>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <a8>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted for <88>
```

```
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기상관함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <98>
.....
```



단계 3: 부분 자기 상관 함수 시각화

```
pacf(na.omit(tsddata), main = "부분 자기 상관 함수", col = "red")
```

```
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted
## for <eb>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted
## for <b6>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted
## for <80>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted
## for <eb>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted
## for <b6>

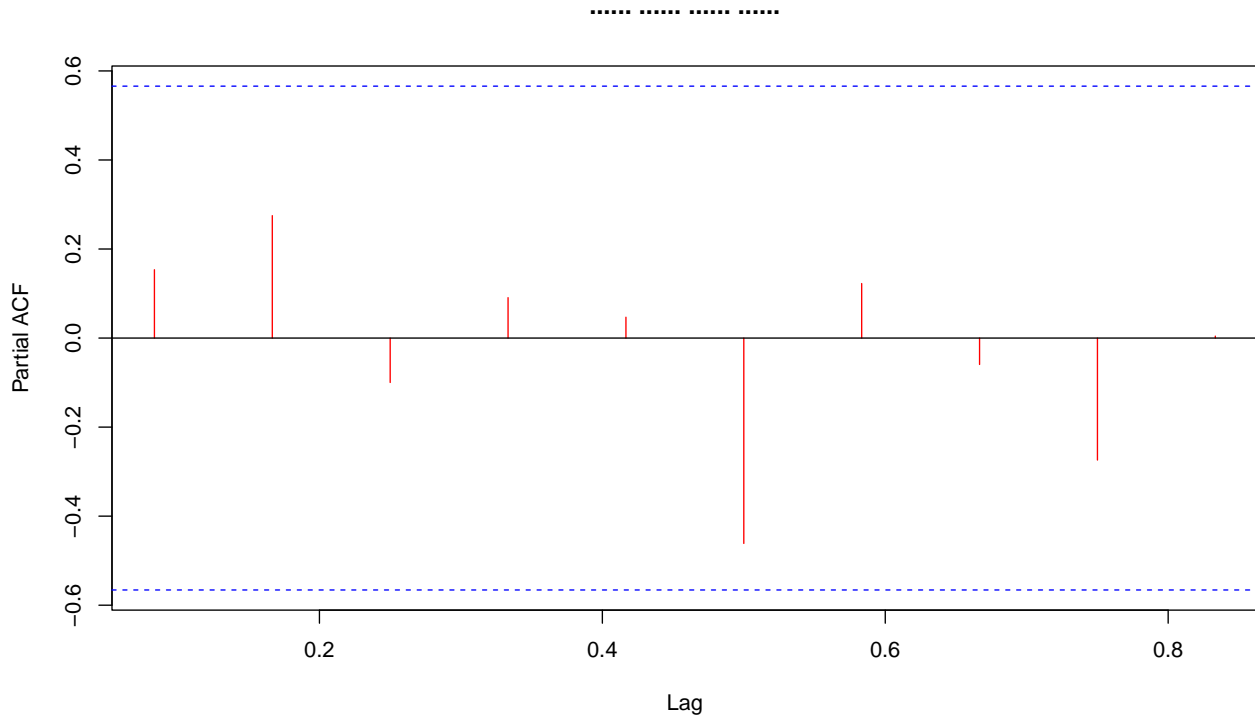
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted
## for <84>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted
## for <ec>
```

[illegible]

```
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted
## for <88>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '부분 자기 상관 함수' in 'mbsToSbcs': dot substituted
## for <98>
```



실습: 시계열 자료의 추세 패턴 찾기 시각화

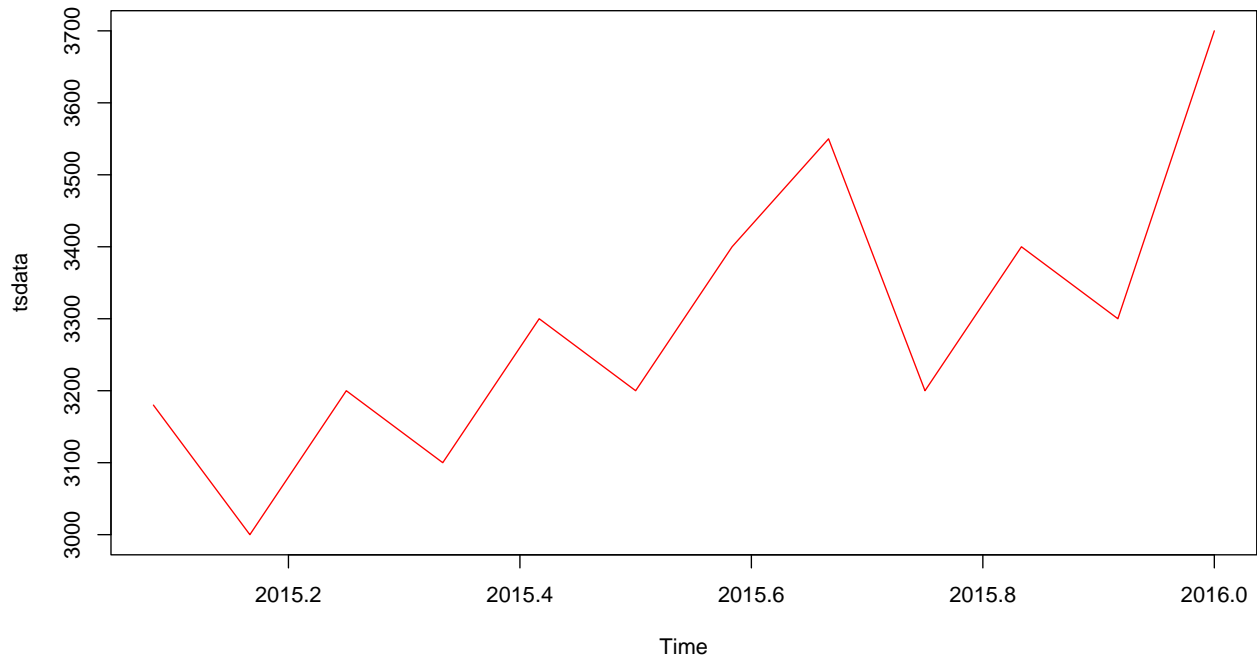
단계 1: 시계열 자료 생성

```
input <- c(3180, 3000, 3200, 3100, 3300, 3200,
           3400, 3550, 3200, 3400, 3300, 3700)
input
```

```
## [1] 3180 3000 3200 3100 3300 3200 3400 3550 3200 3400 3300 3700
```

단계 2: 추세선 시각화

```
plot(tsdata, type = "l", col = "red")
```



단계 3: 자기 상관 함수 시각화

```
acf(na.omit(tsdata), main = "자기 상환함수", col = "red")
```

```
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <9e>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <90>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ea>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <b8>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <b0>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <83>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <81>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ed>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbr[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <99>
```



```
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbrev[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <98>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbrev[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ed>

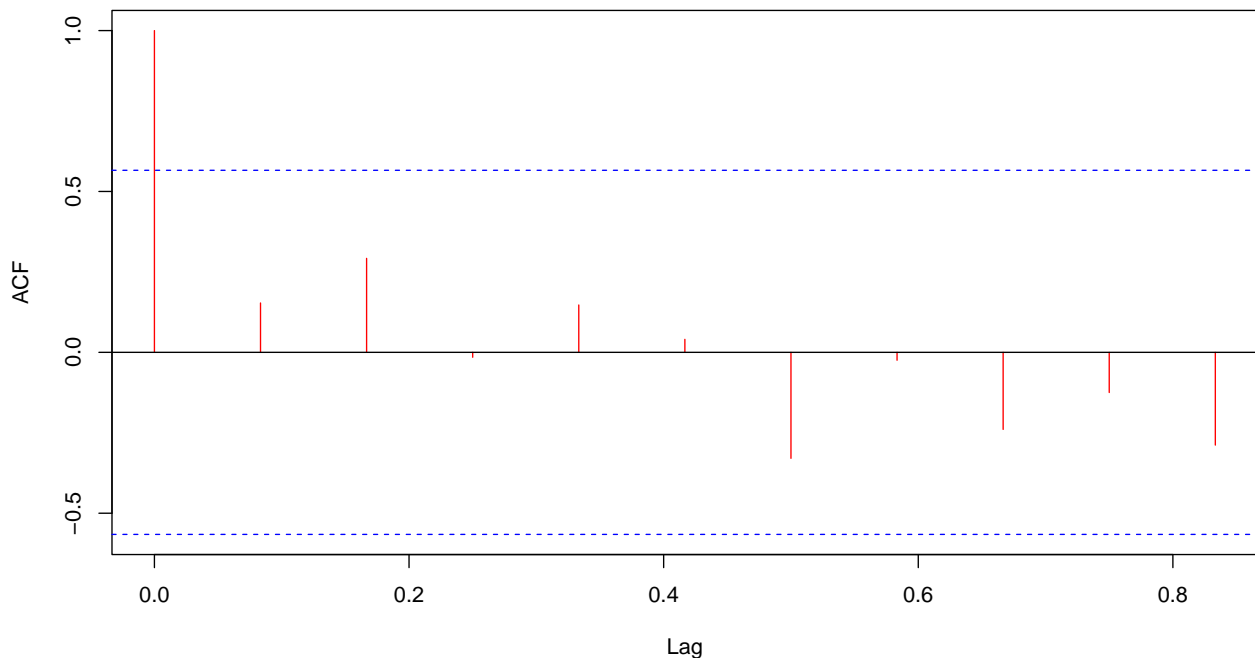
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbrev[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <95>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbrev[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <a8>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbrev[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ec>

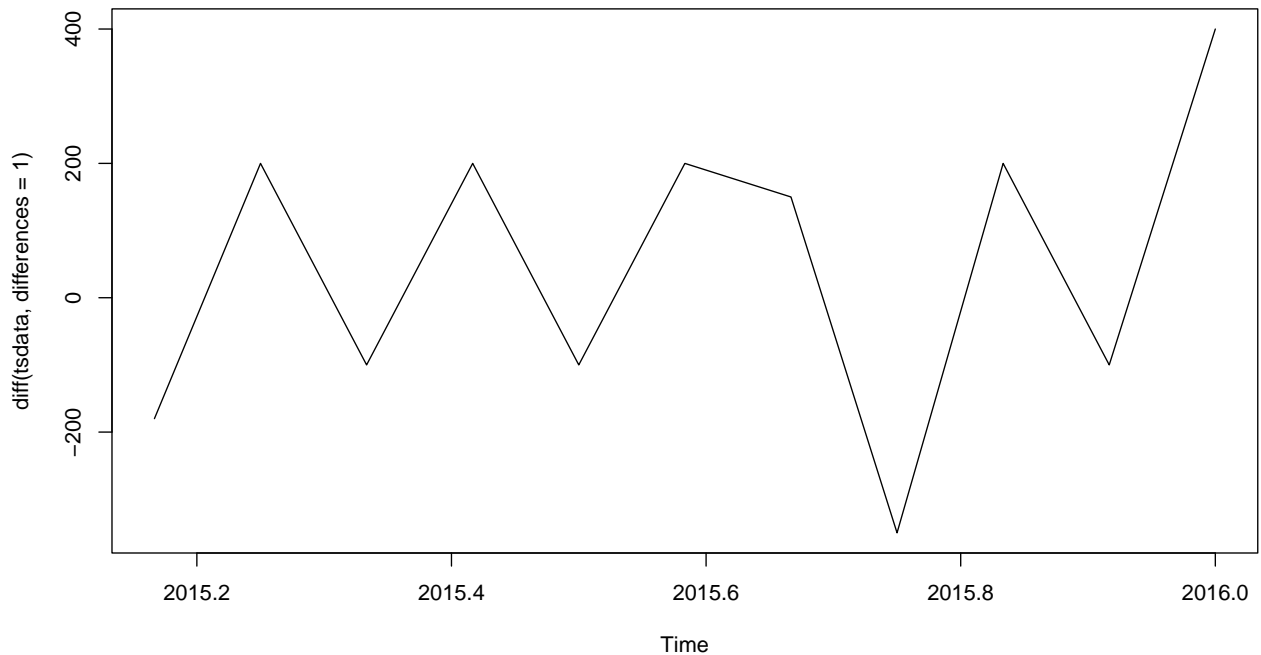
## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbrev[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <88>

## Warning in title(main %||% if (i == j) snames[i] else paste(sn.abbrev[i], :
## conversion failure on '자기 상환함수' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <98>
.....
```



단계 4: 차분 시각화

```
plot(diff(tsddata, differences = 1))
```



실습: 이동평균법을 이용한 평활하기

단계 1: 시계열 자료 생성

```
data <- c(45, 56, 45, 43, 69, 75, 58, 59, 66, 64, 62, 65,
          55, 49, 67, 55, 71, 78, 71, 65, 69, 43, 70, 75,
          56, 56, 65, 55, 82, 85, 75, 77, 77, 69, 79, 89)
length(data)
```

```
## [1] 36
```

```
tsdata <- ts(data, start = c(2016, 1), frequency = 12)
tsdata
```

```
##      Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
## 2016  45  56  45  43  69  75  58  59  66  64  62  65
## 2017  55  49  67  55  71  78  71  65  69  43  70  75
## 2018  56  56  65  55  82  85  75  77  77  69  79  89
```

단계 2: 평화 ㄹ 관련 패키지 설치

```
library(TTR)
```

단계 3: 이동평균법으로 평활 및 시각화

```
par(mfrow = c(2, 2))
plot(tsdata, main = "원 시계열 자료")
```

```
## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ec>
```

```
## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <9b>
```

```

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <90>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <8b>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <9c>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ea>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <b3>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <84>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <97>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <b4>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <ec>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <9e>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <90>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <eb>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <a3>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '원 시계열 자료' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for <8c>

plot(SMA(tsddata, n = 1), main = "1년 단위 이동평균법으로 평할")

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '1년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <eb>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '1년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <85>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '1년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for
## <84>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '1년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbcsToSbcs': dot substituted for

```

[illegible]

[illegible]

```

## failure on '1년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <99>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '1년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <9c>

plot(SMA(tsddata, n = 2), main = "2년 단위 이동평균법으로 평할")

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <eb>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <85>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <84>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <eb>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <8b>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <a8>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <ec>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <9c>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <84>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <ec>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <9d>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <b4>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <eb>

```

[illegible]

```

## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <a1>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <9c>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <ed>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <8f>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <89>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <ed>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <99>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '2년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <9c>

plot(SMA(tsddata, n = 3), main = "3년 단위 이동평균법으로 평할")

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <eb>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <85>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <84>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <eb>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <8b>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <a8>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평할' in 'mbsToSbs': dot substituted for
## <ec>

```


[illegible]

```

## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <b2>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <95>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <ec>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <9c>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <bc>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <eb>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <a1>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <9c>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <ed>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <8f>

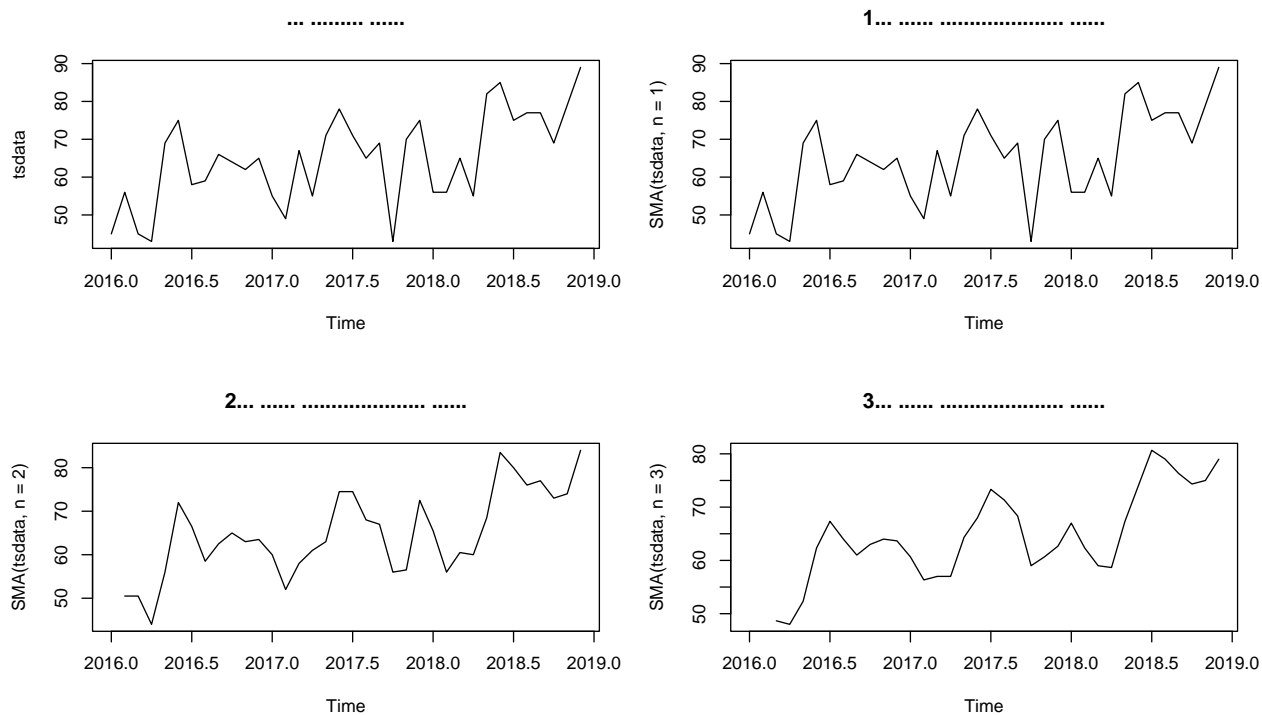
## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <89>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <ed>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <99>

## Warning in title(main = main, xlab = xlab, ylab = ylab, ...): conversion
## failure on '3년 단위 이동평균법으로 평활' in 'mbsToSbcs': dot substituted for
## <9c>

```



실습: 계절성이 없는 정상성 시계열분석

단계 1: 시계열 자료 특성 분석

단계 1-1: 데이터 준비

```
input <- c(3180, 3000, 3200, 3100, 3300, 3200,
           3400, 3550, 3200, 3400, 3300, 3700)
input
```

```
## [1] 3180 3000 3200 3100 3300 3200 3400 3550 3200 3400 3300 3700
```

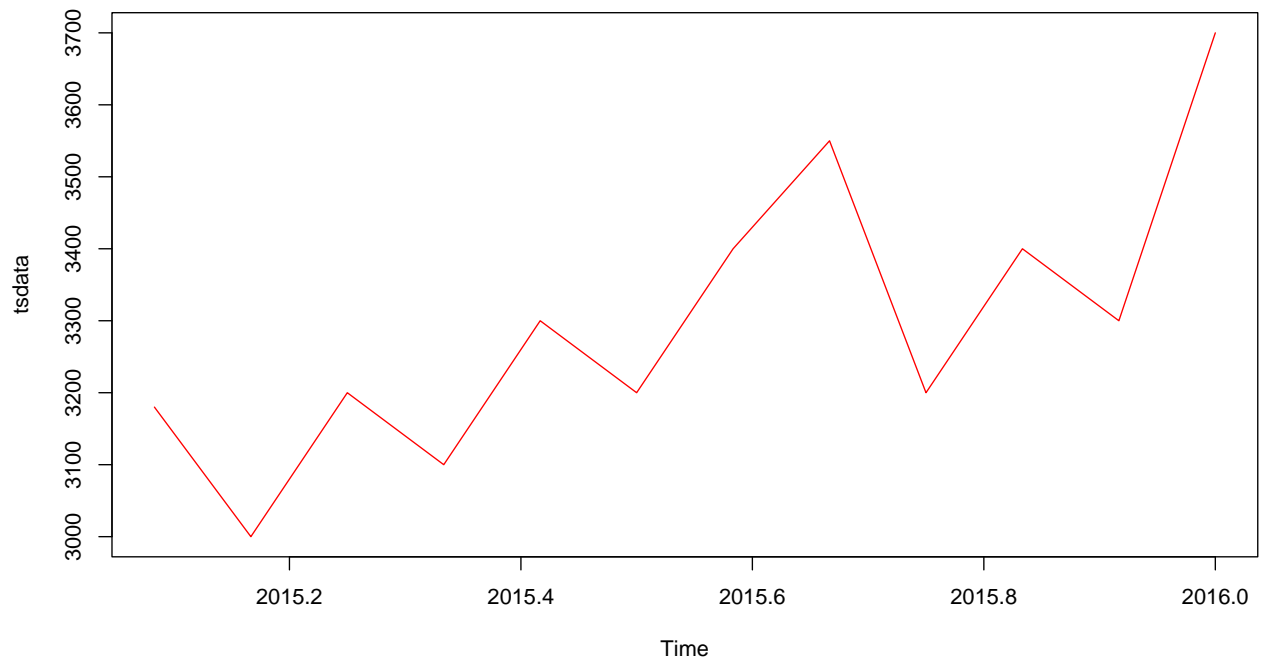
단계 1-2: 시계열 객체 생성(12개월: 2015 2월 ~ 2016년 1월)

```
tsdata <- ts(input, start = c(2015, 2), frequency = 12)
tsdata
```

```
##      Jan  Feb  Mar  Apr  May  Jun  Jul  Aug  Sep  Oct  Nov  Dec
## 2015      3180 3000 3200 3100 3300 3200 3400 3550 3200 3400 3300
## 2016 3700
```

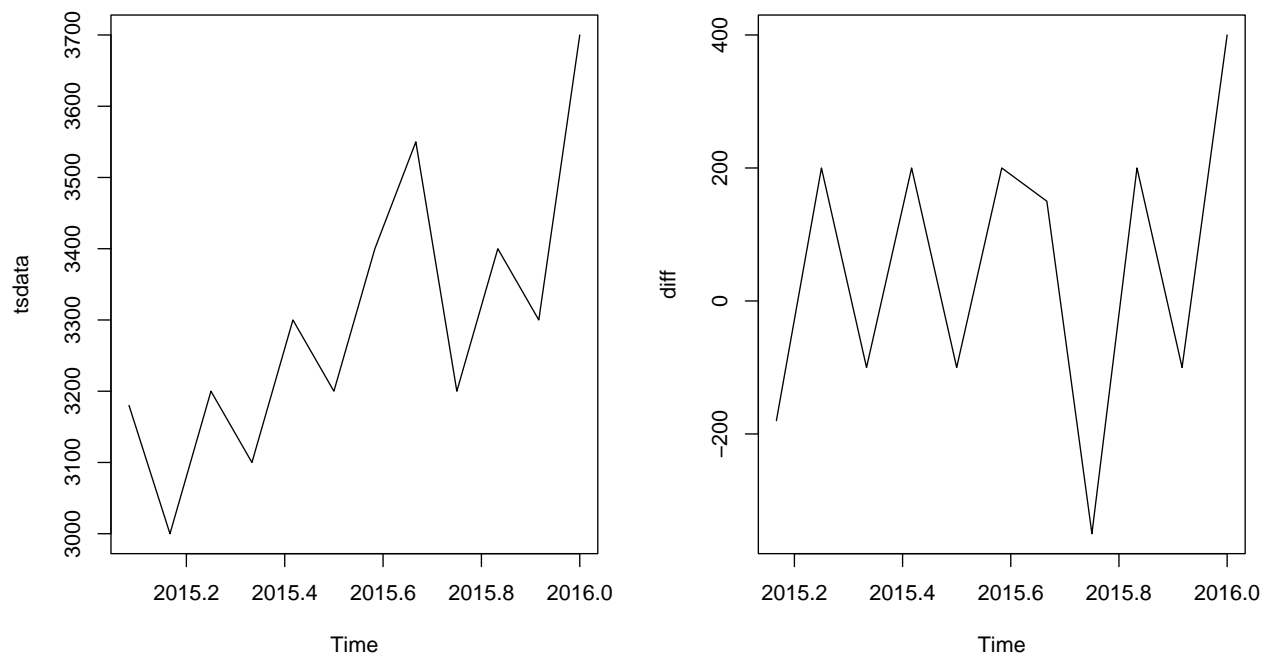
단계 1-3: 추세선 시각화

```
plot(tsdata, type = "l", col = "red")
```



단계 2: 정상성 시계열 변환

```
par(mfrow = c(1, 2))
ts.plot(tsdata)
diff <- diff(tsdata)
plot(diff)
```



단계 3: 모형 식별과 추정

```
library(forecast)
```

```
## Registered S3 method overwritten by 'quantmod':
##   method      from
##   as.zoo.data.frame zoo
```

```
arima <- auto.arima(tpdata)
arima
```

```
## Series: tpdata
## ARIMA(1,1,0)
##
## Coefficients:
##          ar1
##        -0.6891
## s.e.    0.2451
##
## sigma^2 = 31644: log likelihood = -72.4
## AIC=148.8   AICc=150.3   BIC=149.59
```

단계 4: 모형 생성

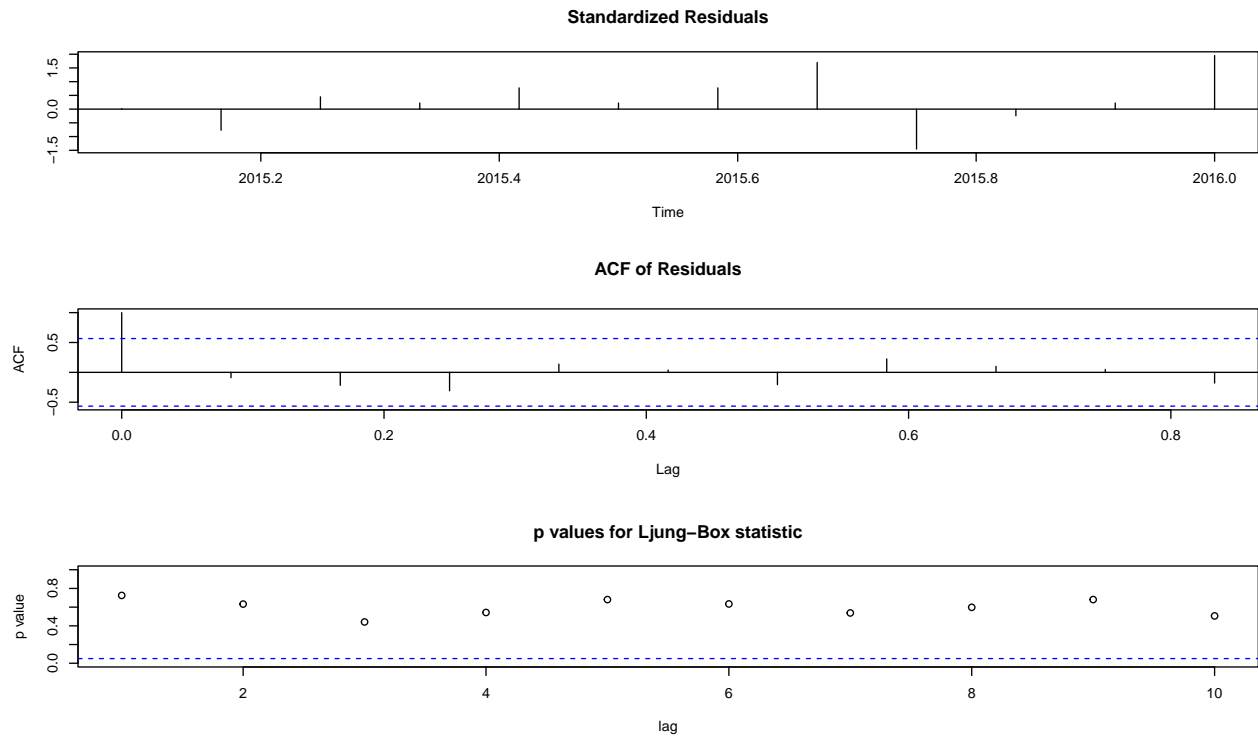
```
model <- arima(tpdata, order = c(1, 1, 0))
model
```

```
##
## Call:
## arima(x = tpdata, order = c(1, 1, 0))
##
## Coefficients:
##          ar1
##        -0.6891
## s.e.    0.2451
##
## sigma^2 estimated as 28767: log likelihood = -72.4, aic = 148.8
```

단계 5: 모형 진단(모형의 타당성 검토)

단계 5-1: 자기 상관 함수에 의한 모형 진단

```
tsdiag(model)
```



단계 5-2: Box_Ljung에 의한 잔차항 모형 진단

```
Box.test(model$residuals, lag = 1, type = "Ljung")
```

```
##
## Box-Ljung test
##
## data: model$residuals
## X-squared = 0.12353, df = 1, p-value = 0.7252
```

단계 6: 미래 예측(업무 적용)

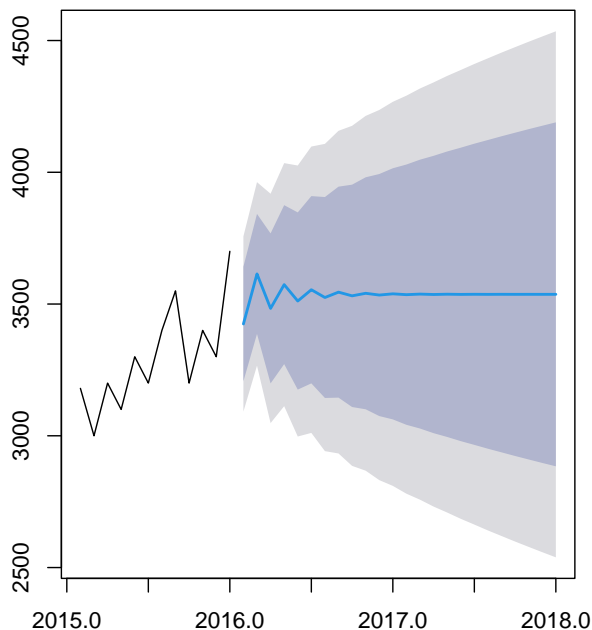
```
fore <- forecast(model)
fore
```

```
##      Point Forecast    Lo 80    Hi 80    Lo 95    Hi 95
## Feb 2016      3424.367 3207.007 3641.727 3091.944 3756.791
## Mar 2016      3614.301 3386.677 3841.925 3266.180 3962.421
## Apr 2016      3483.421 3198.847 3767.995 3048.203 3918.639
## May 2016      3573.608 3272.084 3875.131 3112.467 4034.748
## Jun 2016      3511.462 3175.275 3847.649 2997.308 4025.615
## Jul 2016      3554.286 3199.003 3909.568 3010.928 4097.643
## Aug 2016      3524.776 3143.569 3905.984 2941.770 4107.783
## Sep 2016      3545.111 3144.813 3945.408 2932.908 4157.313
## Oct 2016      3531.099 3109.224 3952.974 2885.897 4176.301
## Nov 2016      3540.754 3100.585 3980.923 2867.574 4213.934
## Dec 2016      3534.101 3074.901 3993.300 2831.816 4236.385
## Jan 2017      3538.685 3062.192 4015.179 2809.951 4267.420
## Feb 2017      3535.526 3041.695 4029.357 2780.277 4290.775
## Mar 2017      3537.703 3027.557 4047.849 2757.502 4317.904
```

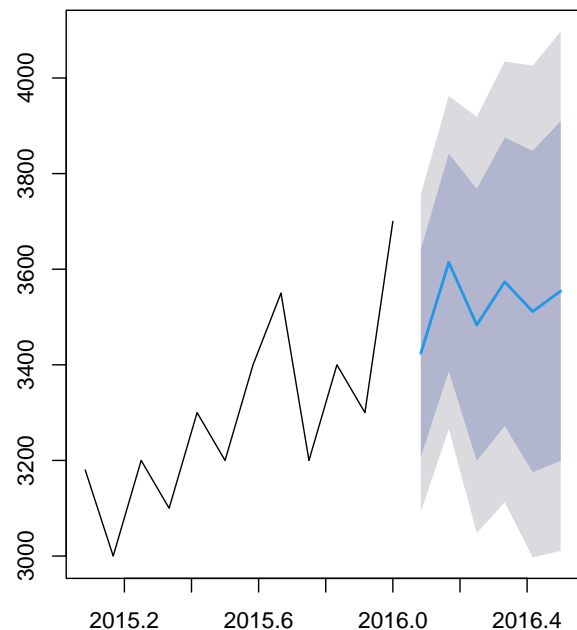
```
## Apr 2017      3536.203 3009.958 4062.448 2731.381 4341.025
## May 2017      3537.237 2995.565 4078.908 2708.822 4365.651
## Jun 2017      3536.524 2979.724 4093.325 2684.972 4388.077
## Jul 2017      3537.015 2965.573 4108.457 2663.070 4410.960
## Aug 2017      3536.677 2950.901 4122.453 2640.809 4432.545
## Sep 2017      3536.910 2937.181 4136.639 2619.704 4454.116
## Oct 2017      3536.749 2923.359 4150.140 2598.650 4474.849
## Nov 2017      3536.860 2910.124 4163.596 2578.350 4495.371
## Dec 2017      3536.784 2896.968 4176.600 2558.270 4515.298
## Jan 2018      3536.836 2884.211 4189.462 2538.732 4534.941
```

```
par(mfrow = c(1, 2))
plot(fore)
model2 <- forecast(model, h = 6)
plot(model2)
```

Forecasts from ARIMA(1,1,0)



Forecasts from ARIMA(1,1,0)



실습: 계절성을 갖는 정상성 시계열분석

단계 1: 시계열 자료 특성 분석

단계 1-1: 데이터 준비

```
data <- c(55, 56, 45, 43, 69, 75, 58, 59, 66, 64, 62, 65,
          55, 49, 67, 55, 71, 78, 61, 65, 69, 53, 70, 75,
          56, 56, 65, 55, 68, 80, 65, 67, 77, 69, 79, 82,
          57, 55, 63, 60, 68, 70, 58, 65, 70, 55, 65, 70)
length(data)
```

```
## [1] 48
```

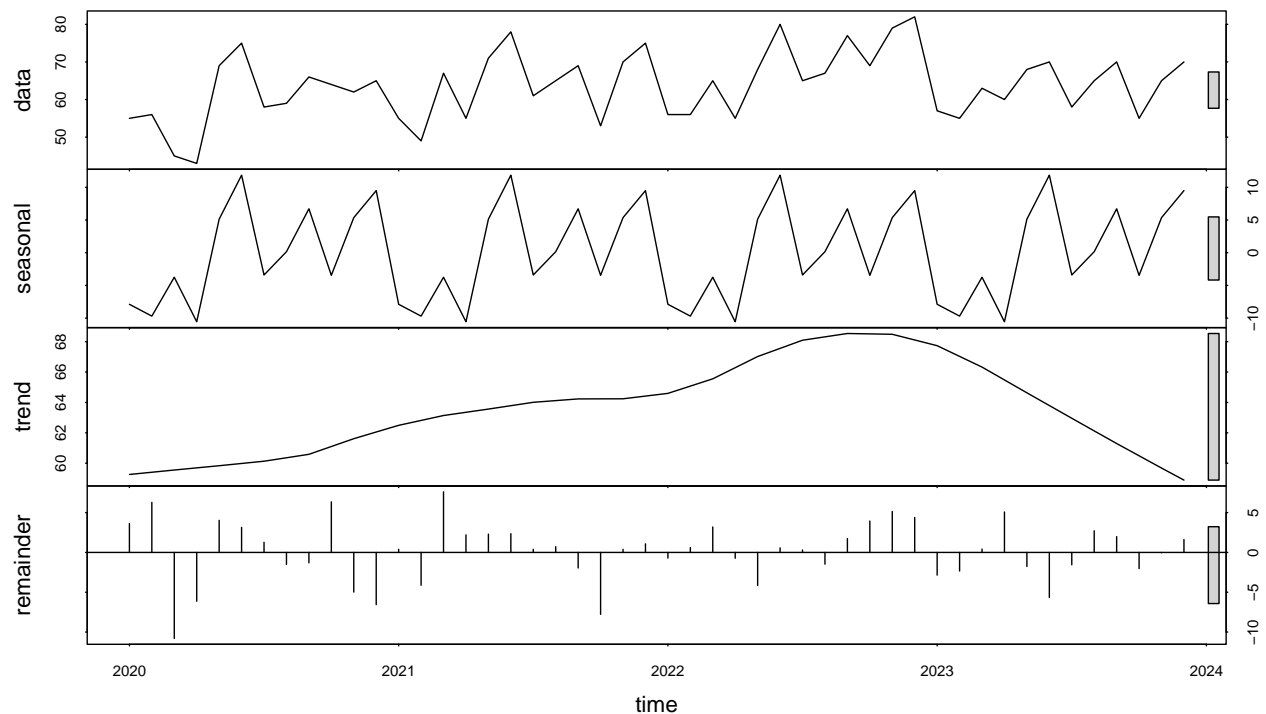
단계 1-2: 시계열 자료 생성

```
tsdata <- ts(data, start = c(2020, 1), frequency = 12)
tsdata
```

```
##      Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
## 2020  55  56  45  43  69  75  58  59  66  64  62  65
## 2021  55  49  67  55  71  78  61  65  69  53  70  75
## 2022  56  56  65  55  68  80  65  67  77  69  79  82
## 2023  57  55  63  60  68  70  58  65  70  55  65  70
```

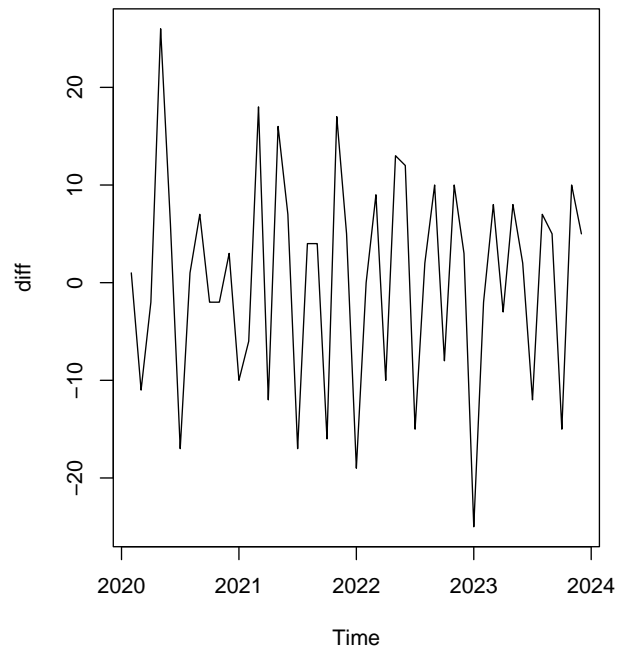
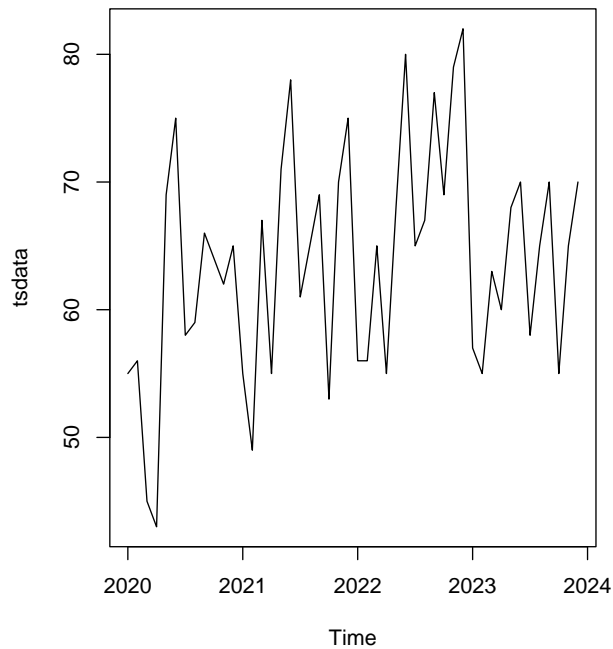
단계 1-3: 시계열 요소 분해 시각화

```
ts_feature <- stl(tsdata, s.window = "periodic")
plot(ts_feature)
```



단계 2: 정상성 시계열 변환

```
par(mfrow = c(1, 2))
ts.plot(tsdata)
diff <- diff(tsdata)
plot(diff)
```

단계 3: 모형 식별과 추정

```
ts_model2 <- auto.arima(tsdata)
ts_model2
```

```
## Series: tsdata
## ARIMA(0,1,1)(1,1,0)[12]
##
## Coefficients:
##          ma1      sar1
##      -0.6580 -0.5317
## s.e.   0.1421  0.1754
##
## sigma^2 = 41.97: log likelihood = -116.31
## AIC=238.62  AICc=239.4  BIC=243.29
```

단계 4: 모형 생성

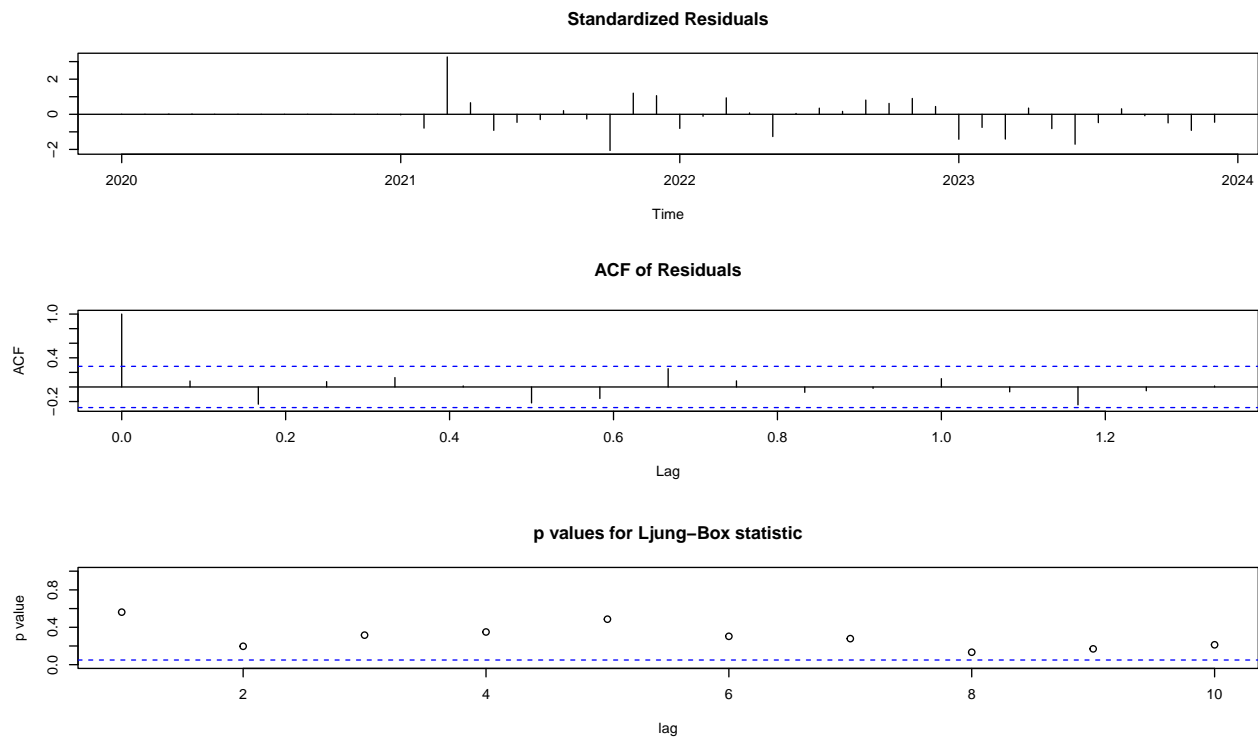
```
model <- arima(tsdata, c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(1, 1, 0)))
model

##
## Call:
## arima(x = tsdata, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(1, 1, 0)))
##
## Coefficients:
##          ma1      sar1
##      -0.6580 -0.5317
## s.e.   0.1421  0.1754
##
## sigma^2 estimated as 39.57: log likelihood = -116.31, aic = 238.62
```

단계 5: 모형 진단(모형 타당성 검정)

단계 5-1: 자기 상관 함수에 의한 모형 진단

```
tsdiag(model)
```



단계 5-2: Box-Ljung에한 잔차항 모형 진단

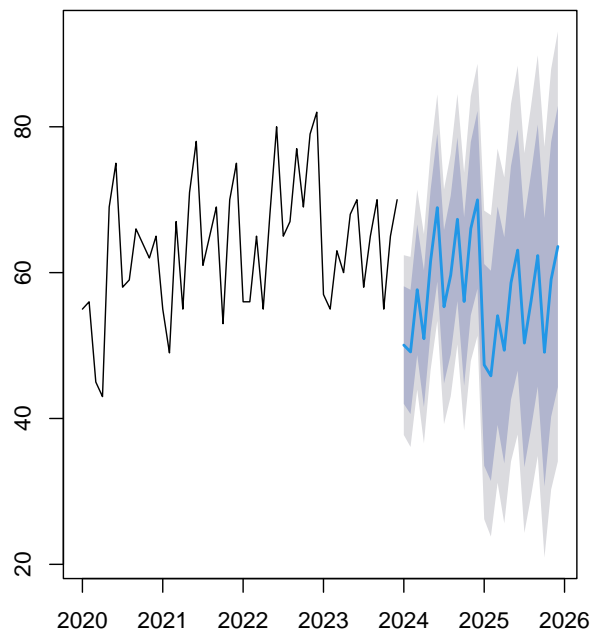
```
Box.test(model$residuals, lag = 1, type = "Ljung")
```

```
##
## Box-Ljung test
##
## data: model$residuals
## X-squared = 0.33656, df = 1, p-value = 0.5618
```

단계 6: 미래 예측(업무 적용)

```
par(mfrow = c(1, 2))
fore <- forecast(model, h = 24)
plot(fore)
fore2 <- forecast(model, h = 6)
plot(fore2)
```

Forecasts from ARIMA(0,1,1)(1,1,0)[12]



Forecasts from ARIMA(0,1,1)(1,1,0)[12]

