

ARIMA 모형을 활용한 예금은행 주택담보대출 분석 및 예측 연구

임찬영*, 김희철**

A Study on the Analysis and Prediction of Housing Mortgage in Deposit Bank Using ARIMA Model

Chan-Young IM*, Hee-Cheul Kim**

요약 본 연구에서는 예금은행 주택담보대출에 대해 매년 문제가 야기되는 지속적인 증가율을 정성적으로 파악하고, 다시 안정세를 보일 수 있는 특성요인을 파악하고자 향후 주택담보대출에 대해 정량적으로 분석하고 증가율 추세에 대한 대책을 마련하고자 예측 연구를 실행하였다. 빅-데이터 분석에 많이 쓰이는 R 프로그램을 활용하여 데이터를 분석한 결과 ARIMA 모형의 모수를 (0,1,1)(0,1,1)[12]로 추정하였을 때, MAPE와 RMSE의 검정 결과 기준으로 가장 최적의 ARIMA 모형인 것으로 나타났다. 해당 모수를 통해 향후 5년 (60개월간)의 추정치를 예측한 결과, 평균 4.5%대의 증가율을 나타냈다. 그러나 이는 사회 환경요인의 요인을 반영하지 않은 예측 값이기 때문에 다양한 사회 환경요인을 활용하여 외부 충격요인에 대한 구조적 모형 연구가 이루어져야 할 것이며, 추후 관련연구들은 이와 같은 한계들을 극복하여 진행될 필요가 있으며 정책적인 활용도를 높이기 위해 많은 실증연구가 이루어져야 하겠다.

Abstract In this study, we conducted a prediction study to qualitatively identify the continuous growth rate that causes problems every year for deposit bank mortgage loans, identify the characteristic factors that could once again stabilize, and come up with measures for future quantitative analysis of mortgage loans and growth trends. Based on data analysis using the R program, which is widely used for big data analysis, the parameters of ARIMA model (0.1,1)(0.1,1)[12] were found to be most suitable. In these indicators, estimates over the next five years (60 months) increased 4.5% on average. However, this has limitations that do not reflect socio-environmental factors, which require further study of these limitations.

Key Words : ARIMA, Bigdata, Forecast, Housing Mortgage, R program, Seasonal ARIMA

1. 서론

2019년 2월 기준, 한국은행 가계신용 자료에 따르면 지난해 예금은행 주택담보대출 잔액은 494조 2654억 원으로 전년과 비교해 30조 569억 원 (6.5%) 증가했다. 주택 공급 물량이 늘어나며 집담 대출이 증가한 것이 주택담보대출 증가세의 원인으로 분석된다. '국내은행의 주택담보 인정비율(LTV)

구간별 주택담보대출 현황'에 따르면 지난해 상반기 LTV 60% 이상 대출이 30.8%로 집계됐다. 잔액기준으로는 132조9000억 원에 달한다. 2014년에는 25.3%였는데 지난 4년간 5.5%포인트 상승했으며, 잔액도 87조7000억 원에서 45조2000억 원 늘었다고 보도하고 있다[1].

이러한 주택담보대출액의 증가추세에 관련하여 지난해 정부는 가계대출 규제를 강화했지만 아파트 입

*Student at Master Degree Course of BigData Specialist Dept., Namseoul University

**Corresponding Author : Department of Industrial & Management Engineering, Namseoul University(kim1458@nsu.ac.kr)
 Received April 24, 2019 Revised June 09, 2019 Accepted June 13, 2019

주 물량이 늘어나면서 은행권 주택담보대출액 증가세가 확대했다. 지역별로는 강원과 광주가 크게 증가했고 지역 경제가 타격을 입은 울산은 8년 만에 감소했다고 보도하고 있다[2].

이러한 주택담보대출의 증가추세와 정부의 대책 마련에 관련해 본 연구는 지금까지 주택담보대출 규제에 관한 대부분의 연구와는 다른 측면으로 향후의 주택담보대출 패턴을 예측함으로써 미래주택담보대출의 증가추세에 대한 추이를 파악하고자 한다. 이러한 연구결과를 얻기 위하여 본 연구는 시계열 분석 방법인 ARIMA 모형을 사용하여 월별 주택담보대출액의 패턴을 파악하고 향후 5년의 주택담보대출액 추세를 예측한 결과분석이 도출 되었다.

2. 선행연구

주택담보대출액 분야에서 김희철 과 신현철[3]은 '주택 담보 가계 대출액 결정요인 추정에 관한 패널 데이터 모형 연구'를 통해 복잡성을 띠고 있는 주택담보대출에 관련 된 제 변인들을 파악하기 위해 패널 데이터를 이용한 연구모형을 설정하고 이를 통해 가계대출에 중요한 역할을 하는 제 변인에 대해 조사, 분석, 검증하였다. 강규호[4]는 '베이지안 머신 러닝을 이용한 은행권 주택담보대출 예측' 연구를 통해 우리나라 주택담보대출의 베이지안 머신러닝 예측 기법을 활용하여 예측결과를 분석하였다. 이 연구에서 주택담보대출의 예측은 3단계로 특징으로 구성하였다. 변수선택을 첫 번째로, 여러 예측변수 중에서 주택담보대출 자료만을 이용한 일 변수 모형보다 정확한 표본 외에 주택담보대출 예측력을 나타내는 ADL (Autoregressive Distributed Lag) 모형의 예측변수만을 선택한다. 두 번째는 채택된 예측변수를 대상으로 다수의 시계열 예측모형을 추정하고, 표본의 예측력을 토대로 가중치를 산출한다. 마지막으로 예측 조합인데, 모형별 사후 예측 분포에 가중치를 부여한 분포를 사용되어야 한다고 하였다. 본 연구에서 사용한 기법과 관련 있는 ARIMA 모형에 관한 연구로는 조준호, 변제섭, 김희철[5]은 '글로벌 해운시장 현황 분석 및 시계열 모형을 이용한 부산 신항 컨테이너

물동량 예측에 관한 연구'를 통해 국제 해운시장의 동향과 국내 해운시장의 위기설에 대한 국내외적 요인을 파악하고, 부산 신항의 물동량이 회복세를 보일 수 있는 요인들을 알아보려 부산 신항의 향후 물동량에 대하여 분석하고, 예측추이의 파락과 회복 추이를 분석하는데 ARIMA 모형을 사용하였다.

3. 예금취급기관의 주택담보대출 현황 분석

최근 주택담보대출액은 2019년 2월 기준 전년 대비 6.5%의 증가율을 보이고[6] 과거 2010년부터 2018년까지의 주택담보대출(예금취급기관)은 [표 1]에서 보이는 것과 같이 매년 증가(감소) 추세를 보이고 있다[7]. 또한 월별 특성요인이 있는지 파악하고자 [그림 1]과 같이 그래프를 통해 그 특성을 분석하였다.

표 1. 주택담보대출의 전년대비 증가율
Table 1. Rate of increase in housing mortgage

Status/Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Growth rate%	7.4	8.1	5	2.5	7.2	9.2	8.8	8.4	5

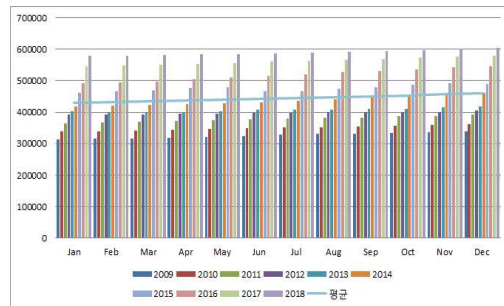


그림 1. 주택담보대출 월별 변화추세(단위: 십억 원)
Fig. 1. Trend of Monthly Housing Mortgage

[그림 1]에서 보여주듯이 2009년부터 2018년까지 예금취급기관의 주택담보대출액은 평균 5,341,115 (단위 : 십억 원) 을 보였다. 2013년도를 보면 2012년도 대비 증가율이 2.5%로 증가세가 감소하는 듯 했지만 2015년도에는 전년 대비 증가율이 9.2%에 따

르는 추세를 보이며 주택담보대출액은 지속적인 증가율을 나타내고 있다. 그리고 [그림 1]을 보면 매월 비슷한 증가율 패턴을 확인 할 수 있다. 이러한 증가 추세는 [그림 2]를 통하여 2009년부터 2018년까지의 주택담보대출 추이를 파악 할 수 있다.

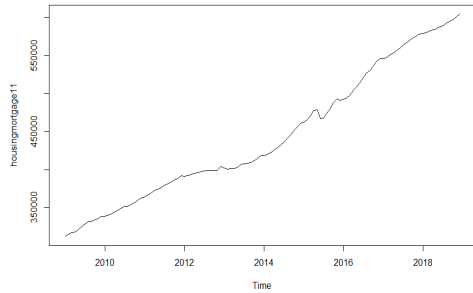


그림 2. 주택담보대출의 추이 (y축 단위 : 십억 원)
Fig. 2. Trend of Housing Mortgage

[그림 2]에서 살펴 볼 수 있는 추이는 기울기의 변화로 설명할 수 있다. 2013년도까지는 비교적 완만한 기울기를 보이는 반면 2014년부터는 미세하지만 기울기 값이 증가추세를 확인할 수 있다. 그만큼 시간이 지날수록 주택담보대출의 대출금액은 비교적 증가하고 추이를 보이고 있다. 이러한 분석을 바탕으로 주택담보대출액 자료에 대한 정규성 판단을 위해 자크베라(Jarque-Bera)의 정규성 검정을 이용하고 그 결과는 [표 2]에 나타내었다. 이 표에서 유의확률(P-value = 0.0111)을 근거로 정규분포를 따르지 않음을 확인 할 수 있다[8]. 여기에서 사용된 Jarque-Bera 통계량은 다음과 같다.

$$\text{Jarque-Bera} : N \left[\frac{(Ku)^2}{24} + \frac{(Sk)^2}{6} \right] \quad (1)$$

(1)식에서 N 은 표본의 수, Ku (Kurtosis)는 첨도를 나타내며, Sk (Skewness)는 왜도를 나타낸다. 결국 주택담보대출의 분포는 정규분포 따르지 않으며 왜도(Skewness)의 값이 0보다 큰 것으로 보아 오른쪽으로 꼬리가 긴 상태를 보이면서 첨도(Kurtosis)의 값은 0보다 작기 때문에 정규분포의 첨도의 특성보다 낮은 분포를 이루는 것을 확인 할 수 있다[8, 9]

표 2. 예금은행 주택담보대출 기초통계 분석
Table 2. The Basic statistical analysis of trade volume at housing mortgage

mean	443896	skewness	0.363737
median	418072	kutosis	-1.15159
maximum	604488	jaque-bera	8.9898
minimum	311891	P-value	0.0111

4. 주택담보 대출의 통계분석과 ARIMA모형을 이용한 예측자료 비교

본 연구에서는 2009년부터 2013년도까지의 주택담보대출 통계자료를 이용하여 2014년부터 2018년(5년)을 예측하고 이 예측 값과 실제 주택담보대출액 통계분석자료와 비교하고자 한다. 따라서 2009년부터 2018년도까지의 예측자료와 실제자료를 이용하여 RMSE(Root Mean Square Error)와 MAPE(Mean absolute percentage error) 검정을 통하여 예측 신뢰성을 확보하고 2018년 이후 향후5년에 대한 미래예측 연구를 수행하고자 한다. 따라서 2009년부터 2013 년도까지의 주택담보대출 통계자료에 대하여 R프로그램의 decompose function 함수를 이용하여 시계열 특징을 분해한 그림은 [그림 3]에 나타내었다. 이 그림에서 계절성(Seasonality)은 반복적인 패턴으로 계절성 시계열 특징을 나타내고 있으며, 추세(Trend)는 시간의 흐름에 따라 증가하는 것을 알 수 있다[10].

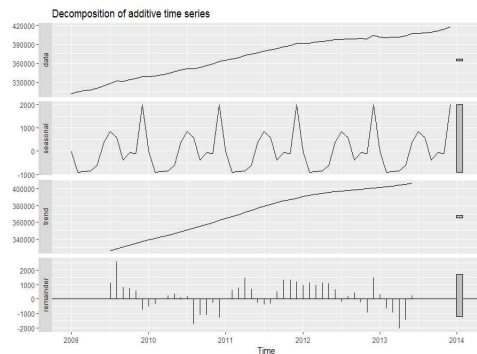


그림 3. 예금은행 주택담보대출의 Seasonality, Trend, Random 요소로 시계열 분해

Fig. 3. Time series decomposition of Seasonality, Trend, Random elements of trade volume at housing mortgage

또한 자료의 안정성을 확인하기 위해 R프로그램 tseries 패키지의 adf.test 함수를 이용하여 Augmented Dickey-Fuller (ADF) 단위 근 검정을 실행 하였다. 그 결과 [그림 4]와 같이 데이터는 안정성을 따르지 않는다는 귀무가설(p-value = 0.88)을 기각 할 수 없다. 따라서 해당 데이터는 비정상성을 따르는 단위 근을 가지고 있는 것으로 판단하였다.

```

Augmented Dickey-Fuller Test
data: housing mortgage
Dickey-Fuller = -1.242
Lag order = 0, p-value = 0.8812
alternative hypothesis: stationary
    
```

그림 4. Augmented Dickey-Fuller(ADF) 검정 결과
Fig. 4. The result of Augmented Dickey-Fuller(ADF)test

본 연구의 분석 시계열을 안정화시키기 위하여 로그(log)를 취한 뒤 차분(diff)하여 다시 한 번 adf.test를 이용하여 [그림 5]와 같이 시계열의 안정성을 확보(p-value = 0.01)하였다[11].

```

Augmented Dickey-Fuller Test
data: diff(log(housing mortgage))
Dickey-Fuller = -6.7494
Lag order = 0, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
    
```

그림 5. 차분과 로그를 취한 후 Augmented Dickey-Fuller(ADF) 검정 결과
Fig. 5. The result of Augmented Dickey-Fuller(ADF)test after difference and log

[그림 6]에서는 안정적인 시계열의 ARIMA 모형 모수(p, d, q)를 선택하기 위해 R프로그램에 내장되어 있는 auto.arima 함수를 이용하여, 계절성 속성을 포함한 ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12]이 선택되었다.

그러나 차수 값 d를 그대로 두고 추후 통계데이터의 예측을 구하는 forecast 함수를 진행하면 예측 값의 오류가 발생한다. 그 이유는 forecast는 diff와 log를 취한 데이터에 대한 값이 아니고 본래의 통계 데이터의 예측이기 때문에 차수 값 d를 설정하여 주어야 데이터의 안정성을 확보 할 수 있다.

따라서 미래 예측을 위한 ARIMA 모형의 모수는

ARIMA(0,2,1)(0,1,1)[12]으로 결정하였다.

```

Series: diff(log(housingmortgage))
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12]
Coefficients:
      ma1      sma1
    -0.7783  0.4988
s.e.  0.0924  0.1860
sigma^2 estimated as 1.244e-05: log likelihood=
244.11
AIC=-482.21  AICc=-481.77  BIC=-476.03
    
```

그림 6. ARIMA 모형의 모수 추정
Fig. 6. Parameter estimation in the ARIMA model

auto.arima 함수를 이용하여 결정한 모형 차수와 모수 추정이 가정을 만족하는지를 확인하기 위하여 표준화 잔차와 ACF 잔차를 확인하고 Ljung-Box Q 통계량의 그래프를 통해 모형의 적합성을 진단하고자 한다. Ljung-Box Q 통계량은 다음과 같이 정의된다[13].

$$Ljung-Box Q : N(N+2) \sum_{j=1}^k \frac{\gamma_j^2}{(N-k)} \quad (2)$$

(2)식에서 N은 표본의 개수, k는 시차, γ_j 는 자기상관 계수를 의미한다.

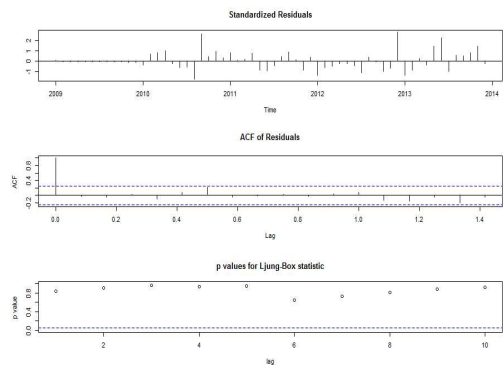


그림 7. 모수 결정 적합성 확인
Fig. 7. confirm assumption about parameter adequacy

[그림 7]에서 오차가 등분산을 만족하는지 검증하기 위해 표준화 잔 차 그래프를 확인 한 결과 특징

적인 추세가 없으므로 가정을 만족한다. 또한 추정된 모형의 잔차가 자기상관성이 없으며, 백색잡음(White noise) 인지를 확인하기 위해 ACF 통계량과 Ljung-Box의 Q 통계량을 통해 시차상관을 확인한 결과 대부분의 시차에서 유의수준 p-value = 0.05 보다 높은 것으로 보이며 귀무가설 (H_0 : 시차상관이 없다)를 기각하지 못하여, 시차에 영향 없이 전반적으로 가정을 만족한다고 할 수 있다[14].

따라서 ARIMA(0,2,1)(0,1,1)[12]의 모형을 통해 과거 데이터(2009년부터 2013년까지 5년)로부터 2014년부터 2018년까지 5년의 주택담보대출을 예측하고 실제 통계자료와 비교를 위해 [그림 8]과 같이 자료를 중첩하여 표현하였다. 그 결과 실측값이 예측 값의 예측구간 95%의 범위 안에 대부분 포함되는 것을 보였다.

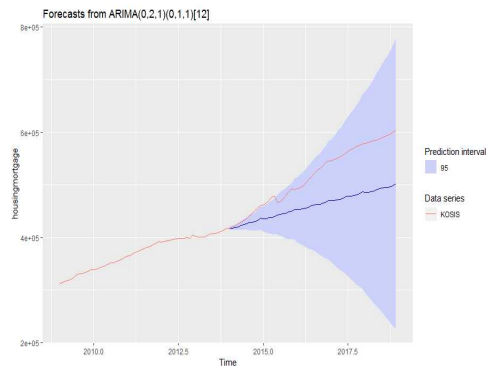


그림 8. 2014년부터 2018년 동안 주택담보대출 예측과 실측데이터의 비교
Fig. 8. Comparison of predicted and actual measurements

ARIMA 모형의 추정을 통한 예측의 보다 정확한 정확도는 ME(mean squared), MAPE(mean absolute percentage error), RMSE(root mean squared performance), MSE(mean squared error), MAE(mean absolute error) 등의 통계량을 활용하여 확인하는 방법이 있다. 본 연구에서는 이러한 다양한 정확도 검정 방법 중 계절성 ARIMA의 모형에 대한 예측 정확도를 확인하기 위해 이상치(outlier)에 대한 민감도가 낮고, 다른 예측도 평가 지표들 보다 상대적으로 신뢰도가 높은 MAPE(mean

absolute percentage error)값을 활용하였다.[14] 또한 RMSE(root mean squared performance)의 검정까지 확인하여 예측 값의 정확도를 파악하였다. MAPE의 통계량은 다음과 같다[15].

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (3)$$

(3)식에서 A_t 는 실측치(actual value), F_t 는 예측치(forecast value), N 은 표본의 개수를 뜻한다.

표 3. 계절 ARIMA 모형 예측 값의 MAPE와 RMSE
Table 3. MAPE and RMSE of the seasonal ARIMA model

model	MAPE(%)	RMSE
Seasonal Multiplicative ARIMA	0.2	1110.7

[표 3]에서 MAPE 확인한 결과 평균 오차율이 0.2 %의 결과 값으로 $0\% \leq MAPE < 10\%$ 사이 값을 이루기 때문에[14] 예금은행 주택담보대출을 예측하기 위한 ARIMA(0,2,1)(0,1,1)[12] 모형은 상당히 정확한 예측 값을 보이고 있다고 판단할 수 있다.

RMSE(Root Mean Square Error)는 잔차(관측에서 나타나는 오차)의 제곱 합을 산술평균한 값의 제곱근으로서 관측 값들 간의 상호간 편차를 의미한다. 표준편차를 일반화시킨 척도로서 실제 값과 추정 값과의 차이가 얼마인가를 알려주는데 많이 사용되는 척도이다. RMSE와 표준편차는 개별 관측 값이 중심으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는 정도를 나타낸다[15].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - y_i)^2} \quad (4)$$

(4)식에서 p_i 는 예측 값을 의미하고 y_i 는 실제 값을 의미한다. RMSE의 검정 값은 평균값 대비 1110.7의 결과 값을 보이므로 낮은 오차율을 보이는 것을 확인 할 수 있다[16]. 예금은행 주택담보대출 통계 데이터의 ARIMA(0,2,1)(0,1,1)[12] 모형을 통해 예측 값의 신뢰성을 확보하였고 이를 토대로

향후 5년에 대한 미래예측을 진행 하였다.

5. ARIMA 모형을 이용한 주택담보대출 예측

ARIMA(0,1,1)(0,1,1)[12] 모수 모형을 이용한 주택담보대출액의 향후 5년에 대한 미래예측 패턴은 [표 4]와 [그림 9]에 나타내었다.

표 4. 예금은행 주택담보대출 향후 5년에 대한 예측 평균값 (단위 : 십억 원)

Table 4. predicted mean of housing mortgage over the next five years

forecast year	forecast mean	forecast year	forecast mean	forecast year	forecast mean
Jan.19	604734	Jan.20	634251	Jan.21	663769
Feb.19	606311	Feb.20	635829	Feb.21	665346
Mar.19	608718	Mar.20	638236	Mar.21	667754
Apr.19	611618	Apr.20	641136	Apr.21	670654
May.19	614005	May.20	643523	May.21	673041
Jun.19	615857	Jun.20	645375	Jun.21	674892
Jul.19	618441	Jul.20	647959	Jul.21	677477
Aug.19	621613	Aug.20	651131	Aug.21	680649
Sep.19	624015	Sep.20	653532	Sep.21	683050
Oct.19	627425	Oct.20	656943	Oct.21	686461
Nov.19	630794	Nov.20	660312	Nov.21	689829
Dec.19	633893	Dec.20	663411	Dec.21	692928
forecast year	forecast mean	forecast year	forecast mean		
Jan.22	693287	Jan.23	722805		
Feb.22	694864	Feb.23	724382		
Mar.22	697272	Mar.23	726790		
Apr.22	700171	Apr.23	729689		
May.22	702559	May.23	732077		
Jun.22	704410	Jun.23	733928		
Jul.22	706994	Jul.23	736512		
Aug.22	710167	Aug.23	739685		
Sep.22	712568	Sep.23	742086		
Oct.22	715978	Oct.23	745496		
Nov.22	719347	Nov.23	748865		
Dec.22	722446	Dec.23	751964		

[표 4]와 [그림 9]에서 보여주듯이 2019년부터 2023년까지의 예측 값 평균을 토대로 연도별 주택담보 대출액의 예측 값을 이용한 증가율을 살펴보면 매년 평균 4.5%대의 예금은행 주택담보대출액 증가

율 추세를 나타내고 있다. 따라서 예금은행 주택담보대출액의 추세는 지속적으로 증가추세를 보일 것으로 판단된다.

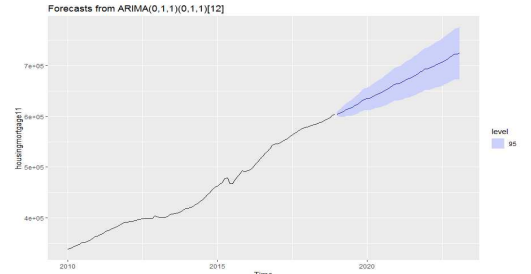


그림 9. 주택담보대출의 향후 5년 미래 예측
Fig. 9. Forecasting the Future of Housing Mortgage Loans for the Next Five Years

[그림 9]에서 보여주듯이 2019년부터 2023년까지 예금취급기관의 주택담보대출액 예측 값 평균은 40,629,249 (단위 : 십억 원)을 보였다.

2019년부터 2023년까지의 예측 값에서는 감소세 없이 매년 4%대의 꾸준한 증가 추세를 예측하였다.

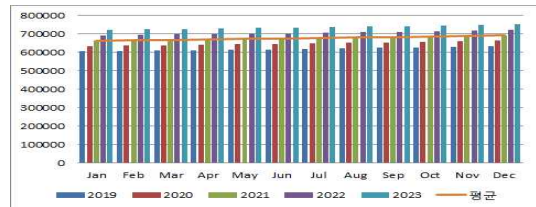


그림 10. 주택담보대출 월별 변화추세 (단위: 십억 원)
Fig. 10. Trend of Monthly Housing Mortgage

또한, [그림 10]에서 보여주듯이 2019년부터 2023년까지의 예측 값에 대한 월별 변화 추세의 패턴에서 계절성(Seasonality) 추세를 볼 수 있다. 이러한 상황을 확인하기 위하여 R프로그램의 decompose function 함수를 이용하였다. 즉, [그림 11]에서 계절성은 반복적인 패턴으로 계절성 시계열 특징을 나타내고 있다. 이 이유는 이사철 혹은 가계경제요인으로 판단된다.

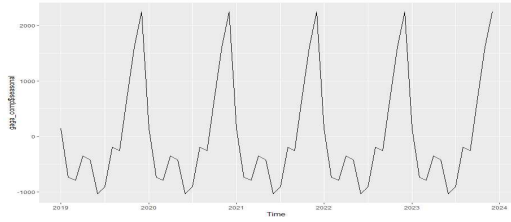


그림 11. 2019년부터 2023년 예측 값의 Seasonality, Trend, Random 요소로 시계열분해

Fig. 11. Time series decomposition of Seasonality, Trend, Random elements of trade volume at housing mortgage forecast of 2013 to 2023

6. 결론 및 연구 한계

본 연구를 진행하게 된 주요 요인은 매년 지속적으로 보도되는 주택담보대출액 패턴을 통해 향후 예금은행 주택담보대출액의 추세를 파악하고자 ARIMA 모형을 활용하여 예금은행 주택담보대출에 대해 정량적 분석 및 예측하였고, 다음과 같은 연구 결과를 도출 하였다.

첫째, 예금은행 주택담보대출액 값은 본 연구 통계데이터의 시작점인 2009년 1월부터 지속적으로 증가해왔다. 증가추세는 2013년에 전년대비 증가율 2.5 %대로 회복세를 보이는 듯, 하지만 2015년 9%대의 증가율로 2009년부터 2018년까지의 예금은행 주택담보대출 증가율의 평균은 6.8 %의 큰 폭의 증가추세를 보이고 있다.

둘째, 주택담보대출액의 지속적 증가율을 문제 삼고 있지만, 주택담보대출이 갑작스런 하락세를 보이더라도 문제를 야기할 수 있다. 예를 들어 과한 부동산 규제가 이루어지면 부동산 시장이 냉각되어 주택담보대출이 하락세를 보이기 때문이다. 따라서 예금은행 주택담보대출액의 안정화를 위해 예측을 통해 증가율 혹은 감소율을 파악하고 적절한 대책을 마련하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

셋째로는 예측된 향후 5년 (60개월) 동안 예금은행 주택담보대출의 추세는 평균 4.5% 내외의 증가율이 예상되며 추후에도 지속적인 증가세를 보일 것으로 판단된다.

이와 같은 예금은행 주택담보대출의 예측 결과는 단순한 부동산 규제뿐 아니라 다양한 정부대책을 마련

하고 부동산 시장, 가계 빚을 안정화 시킬 방안을 마련하는데 참고 자료로 이용될 수 있으리라 기대한다. 그러나 주택담보대출 예측의 경우 사회 환경요인(예를 들면 은행 부패지수 등)의 요인을 반영하지 않은 예측 값이기 때문에 다양한 사회 환경요인 및 경제 동향을 활용하여 외부 충격요인에 대한 구조적 모형 연구가 이루어져야 할 것이며, 추후 관련연구의 방향은 위에서 기술한 바와 같은 한계들을 극복하여 연구가 진행될 필요가 있으며 정책적인 활용도를 높이기 위해서는 보다 많은 실증연구가 이루어져야 하겠다.

REFERENCES

- [1] <http://www.fnnews.com/news/201902191751021758>
- [2] <https://www.yna.co.kr/view/AKR20190223036000002?input=1195m>
- [3] Kim Hee Cheul, Hyun-Cheul Shin, "Estimating the Determinants of Loan Amount of Housing Mortgage : A Panel Data Model Approach", korean society of computer and information, Vol.16, No.7, 2011.7.
- [4] Kyu Ho Kang, "Mortgage Loan Prediction: Bayesian Machine Learning Approach", KDIC, 2018.19.004, pp.99-129
- [5] JO Jun-Ho, Byon Je-Seop, Kim Hee-Cheul, "Analysis of Global Shipping Market Status and Forecasting the Container Freight Volume of Busan New port using Time-series Model", Journal of Korea institute of information, electronics, and communication technology, v.10 no.4, 2017
- [6] <http://www.fnnews.com/news/201902191751021758>
- [7] <http://kosis.kr/search/search.do> "KOSIS National Statistical Table"
- [8] Chang-Beom Kim, "Forecasting the Seaborne Trade Volume using Intervention Multiplicative Seasonal ARIMA and Artificial Neural Network Model", Journal of Korea Port Economics Association, Vol. 31, No.1, pp.5-20, 2015
- [9] <https://blog.naver.com/happyrachy/221428771766>

[10]<https://anomaly.io/seasonal-trend-decomposition-in-r/>
[11]http://www.dodomira.com/2016/04/21/arma_in_r/
[12]<https://datascienceschool.net/view-notebook/e4b52228ac5749418d51409fdc4f9cef>
[13]https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=risk_girl&logNo=220834418182&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.co.kr%2F
[14] Jong-San Choi, "Evaluation of Estimation and Forecast Accuracy on Retail Meat Prices by Seasonal Time Series Models", The Korean Journal of Food Preservation Vol.33, No.1, pp.10-13, 2011
[15] Yoon Yeo Jin, Kim Min Gyu, Lee, Jong Sin "Calculation of Measurement Error and RMSE about Total-station Using Precise Baseline", Journal of the Korean Geomatics Information Association v.14 no.2 ,pp.99-106,2012
[16]<https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/rmse/>

저자약력

임 찬 영 (ChanYoung IM)

[정회원]



- 2013년 2월: 공주대학교 물리학과 졸업
- 2018년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 빅-데이터 전문가 석사과정

<관심분야>

빅-데이터분석, 전산 통계, 소프트웨어 신뢰성공학

김 희 철 (Hee-Cheul Kim)

[정회원]



- 1992년 2월 : 동국대학교 통계학과 (이학석사)
- 1998년 8월 : 동국대학교 통계학과 (이학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 산업경영공학과 교수

<관심분야>

소프트웨어 신뢰성 공학, 전산 통계, 웹프로그래밍