

## 붓스트랩 기법을 이용한 환율의 장단기 신뢰구간 예측

권오진<sup>1</sup> · 김태윤<sup>2</sup> · 송규문<sup>3</sup>

<sup>123</sup>계명대학교 통계학과

접수 2010년 4월 14일, 수정 2010년 5월 18일, 게재확정 2010년 5월 22일

### 요약

환율의 신뢰구간을 예측하기 위해 가장 중요한 요인은 분포의 추정이다. 그러나 시계열 자료의 분포를 추정하는 것은 많은 어려움이 따른다. 본 연구에서는 변동률 합 분포를 비모수기법 중의 하나인 블록화 붓스트랩 방법을 사용하여 추정한다. 따라서 좀 더 쉽고 정확한 환율의 장단기 신뢰구간 예측 모형을 제시한다.

주요용어: 변동률, 블록화 붓스트랩, 신뢰구간, 환율.

### 1. 서론

세계경제는 자유화·통합화로 우리 경제생활과 밀접한 관계를 가지고 있는 금리, 환율, 주가 등 각종 경제지표들이 매순간마다 급변하고 있다. 이에 금융기관 및 기업들은 생존을 위해서 이러한 위험요소에 대한 효율적인 관리가 필요하게 되었다. 특히, 현재의 경제시장은 전 세계적으로 개방의 급진진과 최근의 글로벌경제위기 상황에서 국내 금융외환시장이 높은 환율변동을 보이며 불안한 모습을 보이고 있다. 따라서 그 어느 때보다 금리, 환율 등 가격변수들의 움직임에 대한 관심이 높고 개별 국민경제의 거시경제의 운용에 있어 환율의 비중이 크게 증가하였다 (신양규, 2009). 그리하여 본 연구에서는 여러 경제지수들 중에서 환율을 선택하여 분석, 예측하고자 한다.

환율을 예측하는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 환율변동에 영향을 미치는 경제적 또는 경제외적 변수를 적절히 선택하여 이들 변수와 환율의 관계를 모형화하고 이를 추정하는 것이다. 다른 하나는 과거의 환율 시계열 변동 행태를 통계적으로 분석하여 추세, 주기 그리고 진폭 등의 변동 특성을 추출하고 이를 토대로 미래의 환율을 예측하는 방법이다 (김태윤 등, 2007).

환율의 신뢰구간을 예측하기 위해서는 분포를 알아야 하는데 기존의 방법들은 정규분포를 가정하거나 극치분포를 사용하였다 (박정수 등, 2003) 하지만 이 방법들은 분포에 대한 가정이 맞지 않거나 분포를 계산하는 데 많은 어려움이 있다.

본 연구에서는 기존의 방법과 달리 비모수적인 방법으로 접근하여 좀 더 쉬우면서 정확한 환율의 신뢰구간을 예측하는 것을 주요 목표로 한다. 신뢰구간 예측에 사용될 기법은 붓스트랩이다. 붓스트랩 방법의 가장 큰 특징은 분포에 무관하여 사용할 수 있다는 점이다. 어떠한 모형을 만들기 위해서 모수적인 방법으로 접근을 할 경우 모집단의 분포에 대하여 가정을 하고 그 가정에 맞게 모형을 설정해야 한다. 하지만 대부분의 실제 연구에서는 분포에 대한 가정이 잘 맞지 않거나 확인을 할 수 없는 어려움이 많다.

<sup>1</sup> 교신저자 : (704-701) 대구광역시 달서구 달구벌대로 2800, 계명대학교 성서캠퍼스 통계학과, 박사과정.  
E-mail: cheda1334@nate.com

<sup>2</sup> (704-701) 대구광역시 달서구 달구벌대로 2800, 계명대학교 성서캠퍼스 통계학과, 교수.

<sup>3</sup> (704-701) 대구광역시 달서구 달구벌대로 2800, 계명대학교 성서캠퍼스 통계학과, 교수.

비모수적 방법 중에 하나인 이 붓스트랩 방법은 분포에 무관하여 사용할 수 있기 때문에 모수적인 방법에서 발생하는 문제점을 해결 할 수 있다. 즉, 붓스트랩 방법을 사용하여 추정량의 분포를 구할 수 없거나 계산이 어렵고 복잡한 형태를 가지는 경우에 아주 유용하게 사용 할 수 있다.

## 2. 모형 설정

변동률을 이용하여 신뢰구간을 예측할 모형을 도출하는 과정은 다음과 같다. 먼저 우리가 알고자 하는 미래의 시점인  $t$ 시점의 환율을  $Z_t$ 라고 할 때 다음과 같이 분해를 할 수 있다.

$$Z_t = \frac{Z_t}{Z_{t-1}} \times \frac{Z_{t-1}}{Z_{t-2}} \times \cdots \times \frac{Z_2}{Z_1} \times Z_1 \quad (2.1)$$

식 (2.1)의 양변에 로그를 적용하고 간단히 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\log(Z_t) = \log(Z_1) + \sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i) \quad (r_i = Z_t/Z_{t-1}) \quad (2.2)$$

식 (2.2)을 이용하여 신뢰구간을 결정할 모형을 설정하게 된다. 구체적으로 살펴보면,  $\log(Z_1)$ 이 현재시점의 환율 데이터이며,  $\log(Z_t)$ 는 우리가 알고자 하는 환율의 데이터가 된다.  $\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)$ 는 현재시점과  $t$ 시점 사이의 변동률의 합이다. 그러므로 신뢰구간 예측 모형을 설정하기 위하여서는  $\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)$ 의 분포를 구하면  $\log(Z_t)$ 의 신뢰구간을 얻을 수 있다.

식 (2.2)에서 정의한 변동률  $r_i$  ( $i = 1, \dots, t-1$ )는 일반적으로 정상과정 (stationary process)인 것으로 잘 알려져 있다. 따라서  $\log(r_i)$  역시 정상과정이 되므로 중심극한정리를 사용할 수 있다 (김태운 등, 2007). 즉, 중심극한정리에 의해서  $\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)$ 의 분포는 다음과 같다.

$$\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i) \sim N \left( E \left[ \sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i) \right], \text{Var} \left[ \sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i) \right] \right)$$

그러므로  $\log(Z_t)$ 의 신뢰구간 모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\log(Z_1) + E \left( \sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i) \right) \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var} \left( \sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i) \right)} \quad (2.3)$$

단, 여기서  $z_{\alpha}$ 는 표준정규분포의 상위  $\alpha$  분위수이다. 식 (2.3)에서  $E(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 와  $\text{Var}(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 은 변동률 합 of 평균과 분산이므로 정확한 값을 계산하기 쉽지 않다. 이 값을 추정하기 위하여 일반적 붓스트랩 방법이 아닌 블록화 붓스트랩 방법을 사용하고 근사적인 값을 추정하게 된다. 블록화 붓스트랩 방법은 의존성이 강한 자료를 효과적으로 *i.i.d*하게 만들어 주기 때문이다 (신기동, 1997).

블록화 붓스트랩 방법은 관찰순서에 따라 블록화 시킴으로서 블록 내 자료들 간의 의존성은 유지시키며 블록 간은 서로 독립이기 때문에  $E(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 와  $\text{Var}(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 의 추정량으로 사용하기에 적당하다. 구체적으로 기술하면 다음의 형태로 자료들을 블록화 시킬 수 있다.

$$(R_1, R_2, \dots, R_s), (R_2, R_3, \dots, R_{s+1}), \dots, (R_{t-s}, R_{t-s+1}, \dots, R_{t-1})$$

여기서  $R_i = \log(r_i)$ , ( $i = 1, \dots, t-1$ )이다. 블록의 크기는  $s$ 개이고 총 블록의 개수는  $t-s$ 개가 된다. 추정하려는 값은  $E(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 와  $\text{Var}(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 이므로 각 블록에서  $R_i$ 들의 합을 구하여

$t-s$ 개의 새로운 표본인  $R_j^* = \sum_{i=j}^{s+j-1} R_i$ , ( $j = 1, 2, \dots, t-s$ )을 만들면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} R_1^* &= R_1 + R_2 + \dots + R_s \\ R_2^* &= R_2 + R_3 + \dots + R_{s+1} \\ &\vdots \\ R_{t-s}^* &= R_{t-s} + R_{t-s+1} + \dots + R_{t-1} \end{aligned}$$

이 새로운 표본인  $R_j^*$ 을  $x$ 번 복원 추출하게 되는데 그 이유는 원래의 자료와 같은 크기의 붓스트랩 표본을 만들기 위해서이다. 즉, 블록의 크기가  $s$ 인 새로운 표본을  $x$ 번 복원 추출하여 붓스트랩 표본의 크기가 원자료의 크기인  $t-1$ 로 만들어 준다. 그러면 이 때  $x$ 의 크기는  $(t-1)/s$ 가 되고 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$sx = t - 1 \quad (2.4)$$

$R_1^*, \dots, R_{t-s}^*$ 에서 복원 추출된  $k$  ( $k = 1, \dots, x$ )번째 값을  $(R^*)_k$ 이라 표기하면, 이 붓스트랩 표본  $(R^*)_1, \dots, (R^*)_x$ 의 합을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$L = \sum_{k=1}^x (R^*)_k$$

상기의 과정을  $B$ 번 반복하여  $L^{(1)}, \dots, L^{(B)}$ 를 구하고, 이것의 평균과 분산을 계산함으로써  $E(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 와  $Var(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i))$ 의 추정량으로 사용할 수 있다.

$$E\left(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)\right) = E\left(\sum_{i=1}^{t-1} R_i\right) \doteq E(L), \quad Var\left(\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)\right) = Var\left(\sum_{i=1}^{t-1} R_i\right) \doteq Var(L)$$

블록 붓스트랩에서는 몇 가지 선택문제가 발생한다. 첫 번째 선택문제는 블록의 크기 결정이다. 블록의 크기가 커질수록 붓스트랩 표본의 의존성이 더 많이 유지되며 반대로 블록의 크기가 작아질수록 붓스트랩 표본의 의존성이 유지되지 못하고 독립에 가까워지게 된다. 그에 반해 블록의 크기가 커질수록 총 가능한 블록의 수가 줄어들어 블록 붓스트랩을 통해 다양한 표본을 추출하지 못하게 되는 단점이 생긴다. 따라서 블록의 크기를 정하는 것은 중요한 일이다.

본 연구에서는 가장 적절한 블록의 크기를 결정하기 위하여 훈련용 데이터에 여러 가지 블록의 크기로 실험을 하고 각각의 블록의 크기에 대한 신뢰구간을 구한 뒤 실제값과 비교하여 가장 근접한 신뢰구간이 도출 되는 블록의 크기를 최종 예측모형의 블록의 크기로 결정한다.

두 번째 선택문제는 블록 붓스트랩 표본의 갯수인  $B$  결정이다. 붓스트랩 방법에서는 가능한 모든 표본을 추출하여 사용하는 것이 바람직하다. 하지만 실제 연구에서 적용하기에는 많은 어려움이 있고, 또한 Efron과 Tibshirani (1993)와 이세연 (2009)에 의하여 표준편차를 구하기 위한  $B$ 값은 통상적으로 25~200 사이의 값이 적절하다고 알려져 있다. 물론 어떠한 자료들은 200번 이상의 반복적인 계산이 필요로 하기도 하고 기술의 발달로 인하여 뛰어난 계산 능력을 보유한 컴퓨터가 많이 보급화 되었지만 구조가 복잡한 자료나 계산이 어려운 통계량의 반복적인 작업에는 많은 시간이 요구된다. 즉,  $B$ 값은 가능한 큰 값으로 결정하되 시간과 여건을 고려하여 적절한 수준의  $B$ 를 결정하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는  $B$ 값을 200, 1000, 2000, 10000, 20000으로 설정한 후 각각의 분산을 구하여 비교해 보았다. 그 결과 반복수에 따른 분산의 변화가 거의 없는 것으로 판단되어  $B$ 값을 200으로 결정하였다. 표 2.1은 2004년 4/4분기 환율 데이터를 사용하여 2005년 1/4분기 환율의 신뢰구간의 상한값을 예측한 것으로  $B$ 값에 따른 예측값이 거의 차이가 없는 것을 나타낸다.

표 2.1 값에 따른 예측값 비교  $B$ 

B값	예측된 환율의 상한값
200	960.9
1000	964.3
2000	964.2
10000	962.7
20000	963.3

상기 선택 문제와 더불어 이 연구에서 해결해야 하는 문제는  $\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)$ 의 값 계산이다.

$\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)$ 는 미래의 값으로서 현재에서는 알 수 없는 값이다. 본 연구에서는 이 문제를 선행 연구와 같은 방법으로  $\sum_{i=1}^{t-1} \log(r_i)$ 의 과거의 값으로 대신하여  $Z_t$ 의 신뢰구간을 구한다.

구체적으로 설명 하면, 현재부터 60일 후의 환율의 신뢰구간을 예측할 때 60일 후의 환율과 현재의 환율 사이의 환율 데이터를 알아야 하는데 미래의 값이므로 알 수가 없다. 그래서 이 기간의 환율의 변동률 합은 현재부터 60일 전의 환율 데이터를 사용하여 그 값으로 미래의 환율 데이터를 대신한다는 것이다. 환율은 과거 데이터의 영향을 많이 받는 의존성이 강한 데이터이기 때문에 미래의 값을 결정하는데 있어 가장 최근의 데이터가 가장 많은 영향을 주기 때문이다. 따라서 변동률을 이용한 신뢰구간 예측의 최종모형으로 근사적 신뢰수준이 95%인 다음의 식을 사용한다.

$$Z_t = \exp(\log(Z_1) + E(L) \pm 1.96\sqrt{\text{Var}(L)}) \quad (2.5)$$

### 3. 실제 데이터의 분석

#### 3.1. 블록의 크기 결정

앞서 언급했듯이 블록화 붓스트랩 방법을 사용하는데 있어 블록의 크기를 결정하는 문제는 중요한 부분이지만 이 문제에 대한 연구는 미흡한 현실이다.

따라서 본 연구에서는 여러 가지 블록의 크기를 설정한 후 훈련용 데이터에 적합 시켜 각각의 블록의 크기에 따른 결과를 실제값과 비교를 하여 가장 적절한 블록의 크기를 찾아낸다. 훈련용으로 쓰일 데이터는 2004년 7월 1일~2005년 6월 30일까지의 환율의 변동률이다. 2004년 4/4분기 환율의 변동률을 이용하여 2005년 1/4분기 환율의 신뢰구간을 예측하고 2004년 3/4분기, 4/4분기 환율의 변동률을 이용하여 2005년 2/4분기 환율의 신뢰구간을 예측하게 된다. 이 때 반복수는 200번으로 실험하였다.

블록의 크기를 결정 할 때 몇 번을 복원 추출 할 것인가를 같이 고려해야 할 부분이다. 이는 식 (2.4)에 의하여  $x$ 번의 복원 추출을 통해 붓스트랩 표본을 원자료의 데이터 수와 동일하게 만들어 줘야 하기 때문이다. 다시 말하면, 복원 추출 횟수에 따라 블록의 크기를 정해줄 수 있다.

$x$ 는 최소값이 2인 ( $x$ 의 최소값이 1이 되면 붓스트랩 표본은 하나가 되므로) 양의 정수만을 가진다.  $x$ 의 값이 2, 3, 4, 5일 경우의 블록의 크기를 훈련용 데이터에 적합 시킨다.  $x$ 의 값이 6이상일 경우 원자료의 표본 수와 많은 차이가 없어 실험에서 제외시킨다.  $x$ 의 값이 2, 3, 4, 5일 경우의 블록의 크기는 식 (2.4)에 의하여 각각 30, 20, 15, 12가 된다. 그 결과는 표 3.1, 표 3.2와 같다.

먼저 표 3.1을 살펴보면 예측된 신뢰구간이 전부 실제값을 벗어나고 있다. 하지만 블록의 크기가  $s = (t - 1)/3$ 일 때 예측된 신뢰구간이 실제값과 가장 가깝고 신뢰구간의 범위도 가장 짧다. 또한 표 3.2을 살펴보면 예측된 신뢰구간이 모두 실제값을 포함하지만 신뢰구간의 범위를 봤을 때 가장 짧은 블록의 크기는  $s = (t - 1)/3$ 이다. 즉, 훈련용 데이터를 통해 알아본 결과 가장 적절한 블록의 크기는  $x$ 의 값이 3이 될 때 가장 적절하므로  $s = (t - 1)/3$ 이 된다.

표 3.1 블록의 크기에 따른 2005년 1/4분기 환율의 신뢰구간 예측

블록의 크기	상한값	하한값	신뢰구간범위	실제값
$s = (t - 1)/2$	960.0	870.8	89.2	
$s = (t - 1)/3$	1012.5	953.4	59.1	1024.3
$s = (t - 1)/4$	991.7	832.9	158.8	
$s = (t - 1)/5$	1006.8	872.3	134.5	

표 3.2 블록의 크기에 따른 2005년 2/4분기 환율의 신뢰구간 예측

블록의 크기	상한값	하한값	신뢰구간범위	실제값
$s = (t - 1)/2$	1026.5	831.2	195.3	
$s = (t - 1)/3$	1043.4	930.7	112.7	1024.4
$s = (t - 1)/4$	1042.3	848.6	193.7	
$s = (t - 1)/5$	1030.5	868.4	162.1	

### 3.2. 단기 환율 예측

단기 환율의 신뢰구간을 예측하기 위한 평가용 데이터로 2009년 4월 1일부터 2009년 8월 31일까지 사용하였다. 본 연구에서 제시하는 모형은 2절에서 설명했듯이 과거의 자료를 사용하여 미래의 값을 예측하는 것이므로 금일 환율 데이터를 사용하여 익일 환율의 신뢰구간을 예측하고자 한다. 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

금일 9:00시부터 17:00시까지 약 15분마다 변화하는 환율 데이터를 측정하여 금일 17:00시의 환율값이 현재로 가정하고 익일 17:00시의 환율을 예측하는 것이다. 예측 방법은  $m$ 일의 환율의 변동률을 사용하여  $m+1$ 일 환율의 신뢰 구간을 예측한다. 즉,  $m+1$ 일 17:00시 환율의 신뢰구간을 예측하기 위하여  $m$ 일의 환율 데이터 33개를 식 (2.5)에 적용시켜 예측한다.

다음의 표 3.3은 그 결과로 실제값과 예측된 신뢰구간의 상한값, 하한값을 나타내고 또한 예측된 신뢰구간이 실제값을 포함하고 있는지를 나타내고 있다. 그림 4.1은 표 3.3의 결과를 그래프로 표현한 것이다.

105일 간의 단기 환율의 신뢰구간을 예측한 결과 실제값이 신뢰구간 내에 포함이 된 경우는 73일로서 약 70%로 나타났다. 자세히 살펴보면 예측이 잘못 되었을 경우는 환율에 대한 추세가 바뀔 경우와 갑자기 큰 변동이 일어났을 때가 대부분이고 전반적인 부분에서 잘 예측하고 있다고 볼 수 있다.

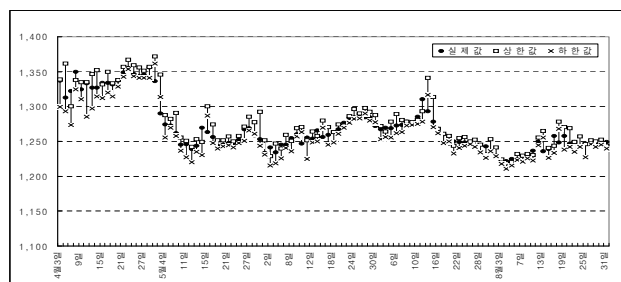


그림 3.1 단기 환율의 신뢰구간 예측 그래프

표 3.3 단기 환율의 신뢰구간 예측

	실제값	상한값	하한값	판정
4월 3일	1,337.0	1338.7	1299.4	TRUE
6일	1,313.0	1361.8	1293.0	TRUE
7일	1,322.5	1300.3	1273.9	FALSE
8일	1,350.0	1337.8	1324.6	FALSE
9일	1,325.0	1335.0	1310.2	TRUE
10일	1,333.0	1334.7	1285.6	TRUE
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
8월 20일	1,246.5	1270.2	1237.9	TRUE
21일	1,249.0	1269.1	1242.5	TRUE
24일	1,242.5	1249.6	1234.8	TRUE
25일	1,247.0	1257.2	1242.4	TRUE
26일	1,246.5	1245.9	1226.9	FALSE
27일	1,248.0	1251.6	1246.1	TRUE
28일	1,245.5	1249.9	1242.5	TRUE
31일	1,249.5	1252.4	1244.9	TRUE
				69.5%

### 3.3. 장기 환율 예측

#### 3.3.1. 2005년~2008년 환율의 신뢰구간 예측

장기 환율의 신뢰구간 예측은 현재시점을 연도에 따라 두 가지로 나누어 분석하고자 한다. 이는 2008년도 3분기 후반부터 환율이 폭등함으로써 2009년도 환율의 신뢰구간 예측에 있어 실제값과 크게 벗어난 값을 예측할 수 있기 때문이다. 따라서 2005년~2008년도 환율의 신뢰구간을 예측할 때는 현재시점을 매년 12월 31일로 가정하고 2009년도부터는 현재시점이 매년 9월 30일로 가정한다.

예측 방법은 단기 환율의 신뢰구간 예측방법과 같이  $m$ 년도 환율의 변동률을 사용하여  $m+1$ 년도 환율의 신뢰 구간을 예측한다. 즉,  $m+1$ 년도 환율의 신뢰구간을 각각의 분기별까지 예측하기 위하여  $m$ 년도의 분기별 환율을 거꾸로 사용하여 예측한다. 구체적으로  $m+1$ 년도 1분기까지의 신뢰구간을 예측하기 위하여  $m$ 년도의 4분기 환율 데이터를 사용한다. 또한  $m+1$ 년도 2분기까지의 신뢰구간을 예측하기 위해서는  $m$ 년도의 3, 4분기 데이터를 사용한다. 이런 방법으로  $m+1$ 년도의 1, 2, 3, 4분기 환율의 신뢰구간을 예측한다.

다음의 표 3.4와 그림 3.2는 2005년도에서 2008년도까지의 환율의 분기별 신뢰구간 예측 결과이다. 구체적으로 표 3.4은 2005년도에서 2008년도까지 환율의 신뢰구간을 예측한 것으로 실제값과 예측된 신뢰구간의 상한값, 하한값을 나타내고 있다. 그림 3.2는 표 3.4의 내용을 그래프로 나타낸 것이다.

2005년도 환율의 분기별 신뢰구간을 예측한 결과 1분기를 제외하고 잘 예측이 되었다는 것을 알 수가 있다. 2005년도 1분기에서 실제값이 예측된 신뢰구간을 벗어나는 것은 2004년도 환율이 전반적으로 완만한 하락세를 보이다가 4분기에 들어 급격히 하락세를 보이고 있어 2005년도 1분기에서도 이에 영향을 받아 어느 정도 하락할 것으로 예측을 하였기 때문이다. 전체적으로 봤을 때 2005년도의 환율은 2004년도에 비하여 안정적인 형태로 바뀌었음을 알 수가 있고, 예측된 신뢰구간 역시 현재시점에 비해 소폭 하락한 값에서 안정적인 형태를 띠고 있어 예측이 잘 되었다고 할 수 있다.

2006년도 환율의 신뢰구간을 예측한 결과 전 분기별로 예측을 잘 하지 못하고 있다. 이는 2005년도에는 환율의 변화가 거의 없었으나 2006년도에는 2005년도에 비하여 하락세에 있고 변동의 양이 많기 때문이다.

2007년도 환율의 분기별 신뢰구간을 예측한 결과 잘 예측이 되었다는 것을 알 수가 있다. 이는

표 3.4 2005년 환율의 신뢰구간 예측

	실제값	상한값	하한값
2005년 1분기	1024.3	1012.5	953.4
2005년 2분기	1024.4	1043.4	930.7
2005년 3분기	1038.0	1065.2	943.2
2005년 4분기	1013.0	1067.5	943.8
2006년 1분기	975.9	1032.5	993.8
2006년 2분기	960.3	1046.4	992.0
2006년 3분기	945.2	1060.4	1001.6
2006년 4분기	929.6	1061.9	997.3
2007년 1분기	940.3	946.4	913.1
2007년 2분기	926.8	936.0	888.0
2007년 3분기	920.7	950.8	894.9
2007년 4분기	938.2	938.8	889.3
2008년 1분기	991.7	957.5	919.3
2008년 2분기	1043.4	953.1	910.6
2008년 3분기	1187.7	960.4	918.4
2008년 4분기	1257.5	945.2	912.5

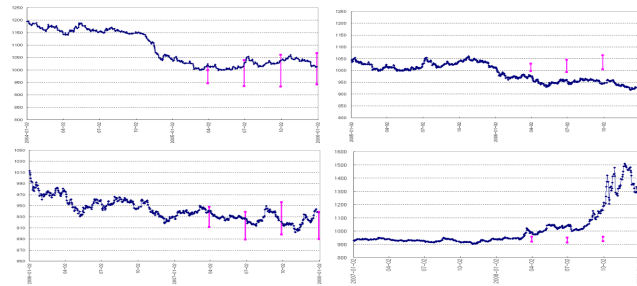


그림 3.2 2005년 ~ 2008년도 환율의 신뢰구간 예측 그래프

2006년도의 환율이 완만히 하락하고 있어 2007년도에도 소폭 하락할 것으로 예측을 하였고 실제로도 소폭 하락을 하고 있어 예측한 신뢰구간 내에 실제값이 포함 되었다.

2008년도 환율의 신뢰구간을 예측한 결과 전반적으로 예측된 신뢰구간이 실제값과 크게 벗어나고 있다. 이는 2007년도 환율이 완만한 하락을 보였으나 2008년도에는 세계적인 경제 위기 등으로 인해 급격한 환율의 상승이 있어 2007년도 자료로 2008년도 자료를 예측을 하기에는 많은 무리가 있기 때문이다.

### 3.3.2. 2009년~2010년 환율의 신뢰구간 예측

2009년도와 2010년도 환율의 신뢰구간을 예측하기 위하여 현재시점을 각각 2008년 9월 30일과 2009년 9월 30일로 두고 예측을 하였다.

그 결과를 나타낸 것이 표 3.5이고, 이를 그래프로 표현한 것이 그림 3.3이다.

2008년도 4분기~2009년도 3분기 환율의 신뢰구간을 예측한 결과 전반적으로 예측을 잘 되고 있다. 특히 2008년도 4분기의 예측된 신뢰구간을 살펴보면 2007년도 환율의 변동률을 이용하여 신뢰구간을 예측했을 때는 실제값을 크게 벗어나지만, 2008년도 3분기 환율의 변동률을 사용하여 예측된 신뢰구간에서는 실제값을 포함하고 있다. 하지만 다른 연도에 비하여 신뢰구간의 범위가 많이 넓은 편인데 이것은 과거의 자료들이 아주 많은 변동이 있었기 때문이다. 2009년도 4분기에서 2010년도 3분기까지 환

표 3.5 2008년 4분기~2009년 3분기 환율의 신뢰구간 예측

	실제값	상한값	하한값
2008년 4분기	1257.5	1387.3	1209.0
2009년 1분기	1377.1	1347.0	1150.4
2009년 2분기	1284.7	1359.5	1210.4
2009년 3분기	1188.7	1373.2	1253.7
2009년 4분기		1185.3	1140.7
2010년 1분기		1200.3	1099.4
2010년 2분기		1158.8	1013.1
2010년 3분기		1210.3	972.4

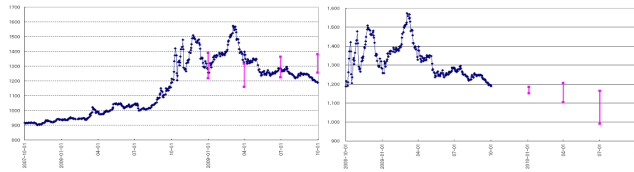


그림 3.3 2008년 ~ 2010년도 환율의 신뢰구간 예측 그래프

율의 신뢰구간을 예측한 결과 2009년도 4분기에는 1162.8원을 중심으로 상한값이 1185.3원이고, 하한값이 1140.7원이 된다. 또 2010년 3분기에는 1084.9원을 중심으로 상한값이 1210.3원이고, 하한값이 972.4원이 된다. 즉, 표 3.5와 그림 3.3을 종합적으로 살펴 볼 때 2009년도 연말과 2010년도 전반적으로 소폭 하락 할 것으로 예상된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 환율의 변동률 합이 분포를 블록화 붓스트랩 방법으로 추정하여 환율의 장단기 신뢰구간을 예측하였다. 의존성이 강한 시계열 자료의 신뢰구간을 예측하는데 있어 지금까지의 연구 결과를 살펴보면 많은 연구들이 ARIMA모형과 같은 모수모형을 사용하였다. 그런데 의존성이 강한 자료들은 모수모형에 적용시키기가 어렵고 또한 많은 어려움이 따른다. 그런데 본 연구에서 제시한 블록화 붓스트랩을 사용하는 비모수적인 접근은 의존성이 강한 자료에 대해 쉬우면서도 정확한 신뢰구간을 구할 수 있음을 보였다. 따라서 본 연구에서 제시한 방법은 앞으로 환율과 같이 의존성이 강한 시계열 자료의 신뢰구간 예측뿐만 아니라 미지의 분포를 가지는 데이터에서 신뢰구간을 예측할 경우에 사용하면 좀 더 쉽고 정확한 분석을 할 수 있을 것이다. 본 연구에 대한 문제점 및 향후 연구과제는 다음 두 가지이다. 먼저 제시한 모형이 변동률의 합을 구하여 그 분포를 사용하는 것이기 때문에 많은 변동이 있을 때는 예측율이 높지 않은 문제점이 발생하였으며 또한 블록의 크기 결정에 대해서도 좀 더 정교한 방법을 연구할 필요가 요구되었다. 이런 기술적인 부분을 좀 더 보완을 한다면 향후 환율 뿐 만 아니라 의존성이 강한 모든 자료의 신뢰구간을 예측하는데 많은 도움을 줄 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- 김태윤, 김치호, 김현일. (2007). 시계열 모형을 이용한 환율 예측 및 유용성. <금융리스크리뷰>, 봄, 96-113.  
박정수, 정보윤, 전유나 (2003). 고차 일반화극치분포와 PMLE를 이용한 환율 자료 분석. <한국데이터정보과학회지>, 14, 147-152.



- 신기동 (1997). 블록화 부스트랩 방법을 이용한 의존적 자료들의 경험적 과정에 관한 연구. <박사학위논문>, 계명대학교, 대구.
- 신양규 (2009). 글로벌경제위기에서 콜금리와 환율의 인과관계에 관한 연구. <한국데이터정보과학회지>, **20**, 655-660.
- 이세연 (2009). 부스트랩을 이용한 회귀계수의 표준오차 추정. <석사학위논문>, 이화여자대학교, 서울.
- Efron. B, Tibshirani. R. J. (1993). *An introduction to the bootstrap*, Chapman&Hall, New York.

## Confidence interval forecast of exchange rate based on bootstrap method

O Jin Kwon<sup>1</sup>· Tae Yoon Kim<sup>2</sup>· Kyu Moon Song<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Department of statistics, keimyung university

Received 14 April 2010, revised 18 May 2010, accepted 22 May 2010

### Abstract

For establishing forecasting confidence interval for exchange rate, it is critical to estimate distribution of the exchange rate properly. In this thesis, we use block bootstrap method to estimate the distribution of the exchange rate via sum of its daily ratios. As a result, an easier and more accurate forecasting method is provided.

*Keywords:* Block bootstrap, confidence interval, exchange rate, fluctuation.

---

<sup>1</sup> Corresponding author: Doctor of philosophy student, Department of Statistics, Keimyung University, Dalseo, Daegu 704-701, Korea. E-mail: dy1334@kmu.ac.kr

<sup>2</sup> Professor, Department of Statistics, Keimyung University, Dalseo, Daegu 704-701, Korea.

<sup>3</sup> Professor, Department of Statistics, Keimyung University, Dalseo, Daegu 704-701, Korea.