



국제경영리뷰 제23권 제3호

ISSN : 1598-4869(Print) 2713-8291(Online)

기업 환위험 관리를 위한 최적 환율예측 모형 탐색: OECD 10개국 사례

양오석, 한재훈

To cite this article : 양오석, 한재훈 (2019) 기업 환위험 관리를 위한 최적 환율예측 모형 탐색: OECD 10개국 사례, 국제경영리뷰, 23:3, 321-350

① earticle에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 학술교육원은 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

② earticle에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포, 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우, 관련 법령에 따라 민, 형 사상의 책임을 질 수 있습니다.

www.earticle.net

기업 환위험 관리를 위한 최적 환율예측 모형 탐색: OECD 10개국 사례*

양 오 석(제1저자)

강원대학교 경영회계학부 부교수
osyang30@kangwon.ac.kr

한 재 훈(교신저자)

한림대학교 경영학과 교수
jhan@hallym.ac.kr

이 글은 전통적인 일련의 환율예측모형들 간 우수성을 재검증하는데 주요 목적을 두지 않는다. 대신 최근 주목받고 있는 통화접근법을 적용하여 주식시장을 고려하지 않는 일반모형과 주식시장을 고려한 경쟁모형 간 설명력 비교를 일차적 목적으로 하고, 회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 등 경쟁하는 환율 예측모형 가운데 환율변동을 설명하는 최고 예측력을 갖춘 연구모형을 찾는데 이차적 목적을 둔다. 신흥국을 포함한 OECD 주요 10개국을 대상으로 1990년대 말 아시아를 휩쓴 특정 지역 금융위기 시점을 피해서 2002년 4월부터 2018년 10월까지의 기간 동안 월별 단위로 구성된 패널자료를 수집하였다. OECD 회원국을 중심으로 선진시장과 신흥시장을 비교할 수 있도록 국가군을 선별하였고, 실증분석에 필요한 자료는 Thomson Reuters Datastream에서 수집하였다. 분석결과 발견한 주요 사실은 다음과 같다: 첫째, 주식시장지수를 포함한 경쟁모형이 이를 포함하지 않은 일반모형보다 설명력이 우수한 것으로 나타났다, 둘째, 경쟁하는 환율예측모형 가운데 다중선형회귀모형과 의사결정트리모형보다 인공신경망모형의 예측력이 가장 우수한 것으로 나타났다, 셋째, 장기이자율과 통화량(M1), 그리고 소비자물가지수는 환율 변화에 음(-)의 관계를 갖고, 나머지 변수들은 양(+)의 관계를 나타냈다. 한편 가장 큰 음(-)의 관계를 보인 변수는 통화량(M1)이며, 가장 큰 양(+)의 관계를 보인 변수는 통화량(M3)과 단기이자율이다.

주제어: 최적 환율 예측, 환위험관리, 의사결정트리모형, 인공신경망모형

I. 서론

논문접수일: 2019. 8. 31.

수정일: 2019. 9. 25.

게재확정일: 2019. 9. 28.

*이 논문은 2019년도 한림대학교 교비연구비(HRF-201904-005)에 의하여 연구되었음

환율 결정에 관한 이론적 연구는 다양한 구조적인 내생 및 외생요소들을 고려하는 연구모형들이 경쟁적으로 발전을 거듭해 왔다. 대표적으로 구매력평가설, 국제수지론, 자산시장론, 통화접근법 등을 필두로, 랜덤워크 모형, 통화론적 구조모형(Hoopoe and Morton, 1982), 오차수정모형(ECM: Error Correction Model), ARIMA 모형, 전이함수모형, 신축가격모형(Bilson, 1978; Frankel, 1976), 경직가격모형(Dornbusch, 1976; Frankel, 1979) 등을 들 수 있다. 이들 경쟁모형들은 각각 충분한 설명력을 갖추고 있지만 주로 결정요인에 주목한 채 예측력에 있어서는 지속성을 보이지 못해 방법론적 엄밀성을 제공하지 못한다. 오히려 방법론적 검토는 회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 등 경쟁하는 예측모델 가운데 어느 것이 가장 우수한 예측력을 갖추었는 가라는 질문에 중점을 둔다.

최근 터키를 비롯한 국내외 거시경제 주요 이슈로 다루어지고 있는 환율변동 문제는 환율결정모형을 둘러싼 개별 모형의 예측력이 보여주는 우수성의 차이에 우리의 관심을 불러일으킨다. 이에 이 글이 주목하는 것은 기존 경쟁하는 환율결정 구조모형들 간 설명력을 재검토하는 것이 아니라 회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 등 경쟁하는 예측모형들의 예측력을 비교 검토하는데 있다. 특히 최근 주목받고 있는 통화접근법을 채택하여 신흥국을 포함한 OECD 10개 회원국을 대상으로 도출된 잠재적 환율결정요소들을 재구성하는 방식에 있어서 최고 예측력을 갖춘 예측모형을 찾는데 주요 목적을 둔다.

상기한 목적에 따라 이 글의 구성은 다음과 같다. 서론에서 제기한 연구목적에 상응하여 II장에서는 다양한 선행 경쟁모형에서 주요 환율결정요소를 도출한 뒤 이들 일련의 환율결정요소들을 재구성하여 최종 모형을 제시하였다. 또한 환율 결정요인에 관한 일반이론과 선행연구를 요약하고 이 글에서 다루고자 하는 주요 예측력 비교모형과 관련 가설을 제시하였다. 이후 III장에서는 연구모형과 기초 회귀식, 자료수집 및 변수측정, 그리고 기술통계 등 연구방법을 서술하였다. 이어지는 IV장에서는 실증분석을 통해 도출된 통계분석결과를 세밀하게 해석하였고, 강건성 검정을 실시하였다. V장에서는 발견된 사실을 바탕으로 환율 관리를 위한 이론 및 경영 시사점을 제시하였다. 마지막 결론에서는 이 글이 다루지 못한 방법론적 한계를 서술하고, 향후 미래연구주제를 제시하였다.

II. 이론적 배경

2.1 환율 결정 이론

환율 결정 이론은 평가조건 이론, 국제수지 이론, 자산시장 이론 등 대표적인 거대이론

(Dornbusch, 1976)이 지배해왔다. 이들 거대이론은 결정 요인에 관한 관점의 차이로 구별되며 대표적으로 가장 오랜 평가조건 이론은 상대 물가상승률, 상대 이자율, 선물환율, 금리평가 등을 주요 결정 요인으로 본다. 반면 대안적 국제수지 이론은 또 다른 관점에서 경상수지, 포트폴리오투자, 해외직접투자, 환율체제, 외환보유고 등과 같은 요소를 주요 환율 결정 인자로 인식한다. 한편 자산시장 이론에서는 상대 실질이자율, 경제성장 전망, 자산의 수요와 공급, 정치안정 전망, 투기와 유동성 등이 주요 결정요인을 구성한다(양오석·한재훈, 2019).

이들 거대이론들은 우수한 설명력에도 불구하고 단기 예측력 부족, 저장(stock)에 대한 간과, 펀더멘털 요소에 대한 간과 등 개별적 한계를 보여준다(Eiteman, Stonehill and Moffett, 2016). 이에 대안적 이론으로 제시된 것이 통화접근법(Monetary Approach)이다. 통화 접근법은 명칭에서 말해 주듯이 특징적으로 저장으로 측정된 통화 수요와 공급을 출발점으로 미래 예상 수준과 통화량 증가율 등과 같은 통화량 개념들을 중요시한다. 이는 다시 신축적 환율모형(Bilson, 1979; Frenkel, 1976; Mark and Sul, 2001; Shylajan et al., 2011)과 경직적 환율모형(Chin et al., 2007; Dornbusch, 1976; Sichei et al., 2005)으로 양분되는데 전자는 국내통화량과 해외통화량 격차, 국내실질소득과 해외실질소득 격차, 국내단기이자율과 해외단기이자율 격차 등을 환율 결정요인으로 강조한다. 반면 경직적 환율모형에서는 미래환율에 대한 기대는 현재환율과 장기균형환율 간 괴리가 일정 비율로 조정되도록 형성된다는 기본 가정에서 출발하며,* 기대물가상승률 차이로 모형을 설정한다. 실질이자율 차이에 주목하는 이 모형의 기본 가정은 가격이 갖는 속성인 경직성에서 기인하는데, 가격의 경직성은 재화부문의 조정에 상당시간이 소요되게 만들고, 이 조정은 초과수요에 대해 일정 비율로 진행된다는 논리이다.

이들 상이하면서도 공통된 특징을 보이는 통화 접근법은 Chin et al.(2007)에 의해 종합모델로 집대성되었지만, 이론의 일반화를 위한 필요조건인 간결성(Parsimony) 차원에서 다양성과 상충되는 단점을 보여준다. 이 문제를 극복하기 위해 환율 예측모형에 간결성을 확대하여 단순시계열형태로 결정모형을 수립한 것이 랜덤워크모형이다. 랜덤워크모형은 일반 가정인 현재환율이 균형환율로 즉각 조정된다는 가정을 부정하는데서 출발하는 대표적인 단일변량 시계열모형의 하나이다(즉, $St = St-1 + \epsilon_t$, 단 St 는 현재 환율, $St-1$ 는 전기 환율).

상기 환율 결정모형이 갖는 예측력의 우수성에 대한 평가는 아직까지 합의된 바 없다. 랜덤워크모형의 예측력을 강조하는 견해(Meese and Rogoff, 1983; 조우길·모수원, 1996)와, 경쟁하는 구조모형의 우수성을 인정하는 견해(Somanath, 1986; 이종욱, 1992)가 여전히 대립하고 있다. 한편 모형 간 절대적 우수성을 평가하기 보다는 장단기적 시점을 중심으로 상대적 우위를 보인다는 견해도 있다. 대표적으로 오문석·이상근(1999, 2000)은 원/달러 환율의 경우로 국한하자면 기간별 차이를 보이는데 구체적으로 단기에는 랜덤워크모형이 우수한 예측력을 보이는 반면, 장기에는 상대적으로 통화접근법이 우수함을 나타낸다고 밝혔다.

* 이 논리는 명목환율과 실질환율 모두 장기균형수준을 크게 상회하는 오버슈팅 현상을 동반한다.

2.2 환율 예측 추정식

경제이론에 기반 한 환율결정모형과 시계열자료를 활용한 환율예측모형 모두 랜덤워크모형의 예측력을 능가하지 못한다는 비판(이윤석, 2007)을 고려할 때, 환율예측의 실용성을 높이기 위해서는 실무차원에서의 검토가 필수적이다. 이에 필자는 경제이론에 기반 한 환율결정모형과 시계열자료를 활용한 환율예측모형 간 중재적 입장에서 두 접근법을 비판적으로 종합하고, 환율 예측력을 높일 수 있는 실용적 환율예측모형을 구축하고자 한다. 구체적으로는 시계열 모형에 경제이론에 기반 한 환율결정모형이 제시하고 있는 주요 변수들을 추가함으로써 ‘추상화의 사다리(the ladder of abstraction)’(Sartori, 1970)를 오르고자 한다. 사다리를 오르는 연구자의 목표는 내포와 외연의 적정 수준에서 중범위이론을 추구함으로써 지나친 이론을 경계하고 현장을 충분히 반영하는 사례포괄적인 관점을 제시하는 것이다.

앞서 개괄적으로 검토한 일련의 환율결정모형을 추정식으로 정리하자면 다음과 같다. 환율결정에 관한 구조모형($\overline{S_t}$, 균형환율)과 시계열모형(S_t , S_{t-1})을 종합하여 고려할 때, 현재환율이 균형환율이 아니고, 환율변화는 조정계수(a)로 균형에 접근한다고 가정하면 환율 예측모형은 (식 1)과 같이 표현할 수 있다. 한편 (식 2)와 (식 3)은 통화접근법인 신축적 환율모형과 경직적 환율모형을 나타낸다.

Model 1. 구조모형과 시계열모형의 통합모형

$$S_t = a \cdot \overline{S_t} + (1-a)S_{t-1} + \varepsilon_t \tag{식 1}$$

단, S_t 는 현재환율, a 는 조정계수, $\overline{S_t}$ 는 균형환율, ε 는 오차항, t 는 시점(월)

Model 2. 신축적 환율모형

$$S_t = a_0 + a_1(m-m^*)_t + a_2(y-y^*)_t + a_3(i-i^*)_t + \varepsilon_t \tag{식 2}$$

단, m 은 국내통화량(자연로그), y 는 국내실질소득(자연로그), i 는 국내단기이자율,
*는 해외국가의 해당자료

Model 3. 경직적 환율모형

$$S_t = a_0 + a_1(m-m^*)_t + a_2(y-y^*)_t + a_3(i_s-i_s^*)_t + a_4(i_l-i_l^*)_t + \varepsilon_t \tag{식 3}$$

단, i_s 는 국내단기이자율, i_l 은 국내장기이자율, *는 해외국가의 해당자료

Model 4. 랜덤워크모형

$$S_t = S_{t-1} + \varepsilon_t \quad (\text{식 4})$$

(식 4)는 임의보행(랜덤워크)모형으로, 이는 현재환율이 균형환율로 즉각적인 조정이 이루어지지 않을 경우, 단순시계열 형태로 환율을 예측할 수 있다는 논리이다. 여기서 말하는 현재환율이 균형환율로 즉각 조정되지 않는다는 것은 (식 1)에서 조정계수가 0값을 갖고($a=0$), 오차항이 의미가 없음(즉 $E(\varepsilon_t)=0$)을 의미한다.

이상과 같은 전통적인 환율결정모형과 대안적으로 제시되고 있는 환율결정모형들을 종합하여 이 글이 제시하고자 하는 환율 추정식은 다음과 같다. 지금까지 논의된 이론적 접근법들을 종합하여 이 글에서는 단기이자율, 장기이자율, 통화량(M1과 M3), 실질소득, 소비자물가지수, 주식시장지수 등을 환율 결정모형의 구성인자로 상정한다. 이와 더불어 랜덤워크모형의 논리를 적용하여 전기환율과 당기환율의 관계를 고려하는 환율의 시차변수를 투입한 연구모형을 설정하였다.

Model 5. (경쟁모델)통화접근법 준거 주식시장모형

$$FX_{i,t} = a + \beta_1 FX_{i,t-1} + \beta_2 LT_{i,t} + \beta_3 ST_{i,t} + \beta_4 MI_{i,t} + \beta_5 M3_{i,t} + \beta_6 IN_{i,t} + \beta_7 CP_{i,t} + \beta_8 SP_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (\text{식 5})$$

단, FX 는 환율, LT 는 장기 이자율, ST 는 단기 이자율, MI 는 통화량, $M3$ 은 통화량, IN 은 소득, CP 는 소비자물가지수, SP 는 주식시장지수를 나타내며, ε 는 오차항을 의미한다. 한편 i 는 국가를 나타내고, t 는 시간 개념으로 데이터 수집기간(2002년 4월 ~ 2018년 10월)을 대표한다. β 는 추정된 모수의 벡터이다.

이 글이 제시한 환율 추정식을 구성한 새로운 변수로는 주식시장지수를 손꼽는다. 주식시장지수는 금융시장의 주요 시장으로 해외직접투자 및 해외포트폴리오투자 등 기업 활동을 반영하는 실물경제를 대표하기도 한다(양오석·한재훈, 2019).

가설 1: 통화접근법에 준거한 일반(축소)모형보다 주식시장 요소를 포함한 완전(확대)모형이 환율 결정요인에 대한 설명력이 상대적으로 더 클 것이다.

2.3 예측력 비교 모형

환율 변화는 결정요인에 관한 고찰만큼 예측력의 수준을 제고하기 위해 적절한 예측모형을 선정하는 것이 중요하다. 예측모형은 표본외 예측능력이 우수한 동시에 훈련 자료(train data)에 대한 설명력도 높아야 한다. 이 경우 흔히 사용되는 방법으로 교차검증(cross validation) 접근법이 있다. 교차검증은 자료 수에 상관없이 최적 모형을 모색하는 장점을 보이며 지나치게 큰 모형을

선택하는 Akaike(1973)의 FPE(Final Prediction Error)나 Moody(1991, 1992)의 GPE(Generalized Prediction Error) 등 대수적 통계량을 사용한 모형 선택 방법보다 우위를 보인다(김상환, 2000).

이에 본 연구는 모형 선택 방법으로 교차검증 접근법을 채택하고, 이와 동시에 환율 예측모델의 우수성을 비교고찰하기 위해 데이터마이닝의 예측기법인 회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 등 세 가지 경쟁모형을 검토하고자 한다. 데이터마이닝이란 방대한 양의 자료 속에서 의미 있는 패턴과 규칙을 찾아내고자 최적 의사결정을 목표로 정보를 변환하는 총 수행과정(통계적, 수학적, 기타 패턴 인식)을 반복하면서 자료를 탐색하고 분석하는 기법이다. 전통적으로 사용되는 통계분석에서는 분석모형이 설정되고 이에 따라 실증분석을 수행하는 하향식 방식을 취한다. 이와 달리 데이터마이닝은 정상성(normality), 선형성(linearity), 등분산성(homogeneity) 등과 같은 통계적 가정이나 전제 없이 자료구조의 패턴을 바탕으로 비모수적(non-parametric) 자가 수정 방식으로 새로운 예측 모형을 구현해 내는 상향식 방식을 취한다(구분용 외, 2002, 43-44).

일반적으로 기초모형으로 사용되는 회귀모형과 달리 의사결정트리모형은 문제가 여러 단계의 복잡한 조건을 가질 때 각 조건과 그에 따른 해결방안을 트리 형태로 나타내는 기법이다. 가장 큰 조건이 트리의 뿌리를 형성하고, 세부 조건은 트리의 각 가지를 구성한다. 의사결정규칙(decision rule)을 도표화하여 소집단으로 분류하고 예측하는 의사결정트리모형은 모형 자체로서 예측을 수행하기도 하지만 비선형 회귀분석, 비선형 판별분석의 하나로 분류되어 분류를 목적으로 사용되기도 한다(이재길, 2016). 또한 다수의 예측변수 가운데 목표변수에 큰 영향을 미치는 일부 변수를 선택하고자 할 때 유용한 도구로 활용될 수 있어 전통적인 통계분석기법을 구현하기에 앞서 탐색적 절차에 다각도로 활용되고 있다(최종후 외, 1998). 의사결정트리모형은 구조적으로 시각화되어 회귀분석, 신경망 등에 비해 분석과정을 이해하기가 쉽다는 장점을 지니며, 분석의 정확도보다는 분석과정에 대한 설명이 주요 목적인 경우 적합한 도구로 활용될 수 있다(최종후 외, 1998).

신경망모형은 1980년대 초반 컴퓨터공학 분야에서 개발된 이후 통계분석보다는 자연과학적 문제해결에 주로 응용되어 왔다. 이후 1990년대부터 통계학적 해석이 활발해졌으며, 비선형회귀모형, 판별분석, 사영추적회귀(Projection Pursuit Regression) 등을 포괄하기에 이르렀다(Ripley, 1993; Weiss and Kulikowski, 1991; White, 1992; 김상환, 2000). 인공신경망모형은 비선형함수를 상당 수준 정확히 근사화하거나(White, 1992), 예측력이 임의보행(랜덤워크)모형보다 우월하다는 것이 일반적 판단이다(김상환, 2000). 특히 입력층과 출력층 사이에 존재하는 은닉층이 다수 존재하는 다층퍼셉트론(Multilayer Perceptrons: MLP)의 경우 입력변수와 출력변수 간 관계에 대한 정보가 없는 경우 매우 유용하게 이용될 수 있다(Barron, 1993; White, 1992). 이에 표본외 환율 예측력이 타 방법보다 우월하다는 선행연구 결과(Franses and Griensven, 1998; Kuan and Liu, 1995; Swanson and White, 1995)가 다수를 이룬다. 문제는 다수의 국소최소값(local minima)이 존재한다는 점과, 자료내 잡음(noise)마저 모형 내에서 설명하려고 하는 과대적합(overfitting) 문

제로 인해 표본외 예측능력이 약화되는 문제가 자주 발생한다는 단점을 지닌다(김상환, 2000). 동일한 맥락에서 김상환(2000)의 연구에서는 인공신경망모형이 갖는 일반적 장점에도 불구하고 적절한 모형 선택이 인공신경망모형의 예측력을 결정한다는 결론을 내리고 있다.

종합하자면 데이터마이닝의 예측기법인 회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 등 경쟁하는 예측모형들은 각각의 장점과 단점으로 이루어진 채 분석하고자 하는 자료의 속성에 따라 처리능력이 상이하다. 따라서 이 글은 이들 개별 모형의 예측력과 일반화 능력을 비교 검토하여 환율결정을 설명하는 최적 모형을 찾고자 한다.

모형을 찾는 작업은 설명변수와 종속변수 간 관계를 보여주는 함수 f 를 어떻게 추정할지 혼란시키는데 사용할 훈련 데이터셋과, 최종적으로 찾아진 모형을 적용하여 예측력을 평가할 검정 데이터셋(test data set)으로 분할하는 과정이 수반된다. 모형은 예측 정확도와 해석력으로 평가받는다. 문제는 이들 양자 간 상쇄관계가 성립된다는 점이다. 일부 모형은 함수 f 를 추정하는데 있어서 비교적 작은 범위의 함수 형태만을 제공할 수 있어 유연성이 떨어지거나 제한적이다. 대표적으로 선형회귀는 평면과 같은 선형함수만을 생성할 수 있기 때문에 비교적 유연하지 않은 모형이다. 이와 달리 박판(평활) 스플라인(Smoothing Spline)과 같은 방법은 함수 f 를 추정하는데 있어서 보다 넓은 범위의 가능한 함수 형태를 생성할 수 있다(James et al., 마이클 역, 2016, 24).

어떤 모형을 선택하는가의 문제는 연구 목적에 달려 있다. 추론을 주요 목적으로 하는 분석에서는 선형회귀모형과 같이 유연성은 떨어지지만 해석력이 우수한 기법을 사용하는 것이 바람직하다. 이와 달리 예측을 주요 목적으로 한다면 함수 f 를 다양하게 고려할 수 있는 유연성이 높은 모형을 선택하는 것이 바람직하다. 이 글에서는 예측과 추론을 모두 겨냥하기 때문에 일방적인 모형 선택보다는 통계기법을 활용하여 최적의 모형을 찾고자 한다.

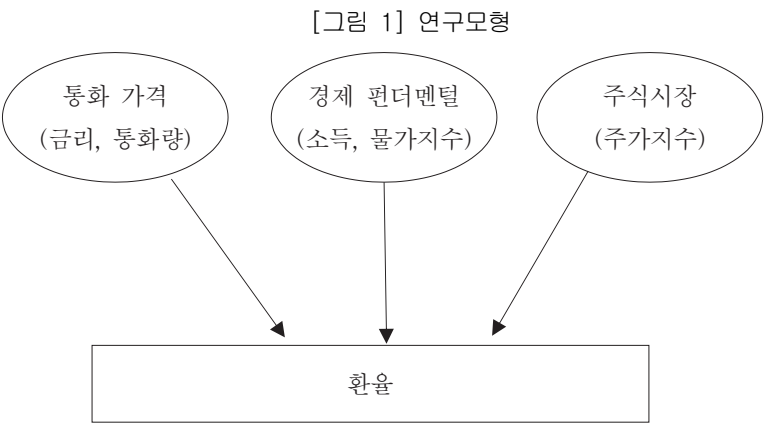
가설 2: 환율 결정요인에 대한 예측력은 선형함수 준거 회귀모형보다 평활스플라인함수 준거 모형이 더 클 것이다.

검토 과정에서 이들 세 가지 경쟁모형이 갖는 훈련자료에 대한 설명력과 표본외 자료에 대한 예측력을 비교하는 통계 기준으로는 표본외 예측력을 나타내는 평균제곱오차(Mean Square Error: MSE)와 평균제곱근오차(Root Mean Squared Error: RMSE)를 사용하고자 한다. MSE와 RMSE는 큰 오차를 보이는 것에 더 많은 가중치를 부여하여 예측모형 간 예측력을 비교한다(Frechting, 2001; Witt and Witt, 1992, 1995).

III. 연구방법

3.1 연구모형 및 연구 프레임워크

상기한 일련의 가설에 포함된 변수들 간 관계 구조를 고찰하기 위해 최종적으로 이 글이 제시하고자 하는 실증연구를 위한 경험적 연구모형의 개념은 [그림 1]과 같다. OECD 주요 10개국 환율 결정요인을 고찰하는 과정에서 연구자들은 주요 예측 또는 독립변수군을 통화정책 관련 통화 가격 요인(금리, 통화량), 경제 펀더멘털 요인(소득, 소비자물가지수), 주식시장 요인(주가지수) 등으로 구분하였다.



이 글은 환율결정 추정 모형에 관한 앞선 논의를 통해 최종 도출한 통화접근법 준거 주식시장 모형을 기반으로 선형회귀모형, 의사결정트리모형, 인공지능망모형 등 세 가지 경쟁하는 환율 예측모형을 비교하여 가장 적합한 예측력을 갖춘 모형을 선택하고자 한다. 분석을 위한 공통 추정 회귀식은 앞서 논의한 통화접근법 준거 주식시장모형으로 다음과 같이 기본모델과 경쟁모델로 구분한다.

Model 6. (기본모델)통화접근법 준거 일반모형

$$FX_{i,t} = a + \beta_1 FX_{i,t-1} + \beta_2 LT_{i,t} + \beta_3 ST_{i,t} + \beta_4 MI_{i,t} + \beta_5 M3_{i,t} + \beta_6 IN_{i,t} + \beta_7 CP_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{식 6}$$

Model 7. (경쟁모델)통화접근법 준거 주식시장모형

$$FX_{i,t} = a + \beta_1 FX_{i,t-1} + \beta_2 LT_{i,t} + \beta_3 ST_{i,t} + \beta_4 MI_{i,t} + \beta_5 M3_{i,t} + \beta_6 IN_{i,t} + \beta_7 CP_{i,t} + \beta_8 SP_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{식 7}$$

(단, FX 는 환율, LT 는 장기 이자율, ST 는 단기 이자율, MI 와 $M3$ 은 통화량, IN 은 소득, CP 는 소비자물가지수, SP 는 주식시장지수, ϵ 는 오차항)

이상과 같은 연구모형을 적용하여 최적 예측모형을 추정하고자 하며, 이를 위한 구체적인 연구 수행 절차는 다음과 같다. 우선 1단계인 데이터 파티션 노드에서는 데이터셋을 훈련셋과 검증셋으로 분류하고 교차검증을 통해 추정에 적합한 최적 연구모형을 찾아낸다. 이 과정에서는 RMSE와 MSE를 기준으로 회귀분석, 의사결정트리, 인공신경망모형 등 경쟁하는 예측모델 간 설명력을 비교한다. 다음 2단계(평가 노드)에서는 각 경쟁모형의 신뢰성, 타당성, 유용성 등을 평가하여 최적의 예측력을 갖는 모형을 확인한다. 이를 위해 리프트(Lift)* 도표와 ROC(Receiver Operating Characteristic)** 도표가 사용된다(Berry and Linoff, 1997; 정소영, 권수태, 2008).

3.2 변수 개념 및 정의

3.2.1 종속변수

환율은 연구자의 목적에 따라 명목환율, 실질환율, 실질실효환율, 무역가중환율 등 다양하게 사용되어 왔다. 환율변화에 대한 기업의 반응을 고찰하는 환노출 연구에서는 무역가중 환율변화율(Jorion, 1990; He and Ng, 1998; Hutson and Stevenson, 2010; 정영우, 정현철, 2012), 실질환율변화율(권택호, 2007), 실질실효환율(유승훈·홍혜정, 2009) 또는 주요국 통화의 가중치를 고려한 포괄적 환율지수(이재득, 2006) 등을 사용하고 있다. 이와 달리 전통적인 환율결정이론에서는 주로 통화의 국제적 상대가격 변동에 의해 결정되는 명목환율을 활용하고 있다. 이는 상대적 통화량으로부터 크게 영향을 받는 실질환율(김진옥·양태석, 1993)과 달리 과거 값의 통제를 받는 명목환율이 신축적이고 경직적인 환율결정모형을 잘 설명해주기 때문이다.

한편 명목환율의 측정단위로 이 글은 월별 자료를 사용하고자 한다. 이는 월별 자료가 보여준 환율 예측을 위한 자료 단위로서의 우수성 때문이다. 동일한 맥락에서 많은 선행연구들(김진옥·양태석, 1993; 오문석·이상근, 2000; 오정근, 2000; 신동백, 2006; 조우길·모수원, 1996)이 월별 자료를 사용하고 있다. 또한 일부 특정한 변수에 대해서만 계절 조정 값을 사용할 경우 발생할 수 있는 분석결과의 왜곡 문제를 피하기 위해 이 글에서는 모든 변수에 대해 계절 조정된 값을 사용하지 않았다.

* 서로 다른 모델에 대한 리프트 점수를 비교하여 가장 적합한 모델을 확인할 수 있고, 모델의 예측이 유용하지 않은 지점을 확인할 수 있다.

** 임계값이 진단 검정 결과의 전체 범위에서 달라지므로 분류 검정의 민감도 대 (1 - 특이도)를 도표화하여 모형 예측의 정확도를 평가하는 방법이다.

3.2.2 독립변수

이자율(금리): 금융시장 요인의 하나로 이자율은 시간 단위에 주목하여 단기금리와 장기금리가 갖는 환율 결정력을 비교고찰하기 위해 단기이자율과 장기이자율로 나누었다. 대용변수로는 OECD 방식을 채택하여 전자는 각국 3개월물 머니마켓 금리와 국채수익률(만기 3개월물)을 사용하였고, 장기이자율은 국채수익률(10년 만기물)을 최종적인 대용변수*로 채택하였다.

통화량: 통화량은 2008년 글로벌 금융위기 시점을 고려하여 각각 2015년을 기준(=100)으로 측정된 협의(M1)와 광의(M3)의 통화량으로 세분하였다. 구체적으로 M1은 화폐, 익일예금으로 구성된 협의의 통화량이고, M3은 화폐, 요구불예금, 2년 만기 예금, 머니마켓 자금, 환매조건부채권 매매, 2년 만기 부채성 증권 등으로 구성된 광의의 통화량이다.

소득: 경제 펀더멘털 요인의 하나인 소득은 1인당 GNI, 1인당 GDP, 산업생산지수 등 다양한 데, 이 가운데 산업생산 지수를 대용변수로 사용하였다. 소득을 위한 대안적 지표인 GDP 계열의 지수들은 측정 단위에 있어 월별자료를 수집하기 어려워 예측모형을 위한 대용변수로 채택하기가 어렵다.

소비자물가지수: 또 다른 경제 펀더멘털 구성 요인으로 OECD가 측정한 개별 국가의 소비자물가지수를 채택하였다. 소비자물가지수는 소비자가 구입하는 상품이나 서비스의 가격변동을 나타내는 지수로, 일상생활에서 직접적으로 영향을 주는 물가 변동을 추적하는 주요 경제지표 중 하나이다.

주식시장지수: 마지막 독립변수인 주식시장 요인으로 TSE 지수(캐나다), PX 지수(체코), OMXC 지수(덴마크), Nikkei 지수(일본), OBX 지수(노르웨이), WIG 지수(폴란드), SOMX 지수(스웨덴), FTSE 지수(영국), KOSPI 지수(한국), ISE 지수(터키) 등 각국별 주가수익률로 측정된 주식시장 주가지수를 채택하였다.

[표 1] 변수의 조작적 정의와 측정 방법

주요 이론 및 변수		측정방법	선행연구자(연도)
종속 변수	환율	명목환율	김진옥·양태석(1993)(월별) 황상인(2013)(분기별) Chin et al.(2007)(분기별) 오문석·이상근(2000)(월별)
		실질환율	원종문·김희호(1997)(분기별) 김진옥·양태석(1993)(월별)
		Price level ratio of PPP conversion factor (GDP) to market exchange rate	World Bank Indicator

* OECD가 사용하고 있는 방법을 측정법으로 차용하여 일별 금리의 평균치(% 단위)를 사용.

주요 이론 및 변수		측정방법	선행연구자(연도)	
평가조건이론	상대 물가상승률	인플레이션	황상인(2013)(분기별)	
국제수지이론	경상수지	무역수지 또는 경상수지	오정근(2000)(월별) 최진석(1998)(월별) 원종문·김희호(1997)(분기별)	
	포트폴리오투자	해외주식투자	오정근(2000)(월별)	
자산시장이론	정치안정 전망	국채 CDS 프리미엄	Eiteman, Stonehill and Moffett(2016)	
	유동성	자본시장 유동성	Eiteman, Stonehill and Moffett(2016)	
통화 접근법	통화량		실질본원통화 실질총통화	이현재(1997)
			총통화(M1, M2)	신동백(2006)(월별) 조우길·모수원(1996)(월별)
			상대적 통화량(M1)	김진옥·양태석(1993)(월별)
			상대적 M2	황상인(2013)(분기별) Chin et al.(2007)(분기별)
	주가		종합주가지수	박임구·황병문(1998)(일별) 신동백(2006)(월별)
			주가수익률	오정근(2000)(일별)
	이자율	장기	3년만기 회사채수익률	최규완(1997)(일별)
			국채수익률	조우길·모수원(1996)(월별)
		단기	실질이자율	원종문·김희호(1997)(분기별)
			LIBOR	신동백(2006)(월별)
			1일물 콜금리	오정근(2000)(일별) 신동백(2006)(월별)
			CD 3개월물	신동백(2006)(월별)
			T-Bill 3개월물	신동백(2006)(월별) 조우길·모수원(1996)(월별) Chin et al.(2007)(분기별)
			call money rate	조우길·모수원(1996)(월별)
	물가		생산자물가지수	신동백(2006)(월별)
			소비자물가지수	신동백(2006)(월별)
	실질소득		산업생산지수	조우길·모수원(1996)(월별)
			실질GDP	황상인(2013)(분기별)

3.3 자료수집 및 기술통계

이 글은 캐나다, 체코, 덴마크, 일본, 노르웨이, 폴란드, 스웨덴, 영국, 한국, 터키 등 총 10개국 OECD 회원국 실증자료로 구성된 패널 자료를 수집하였다. 합동 시계열 자료를 사용하여 일반화의 수준을 높이고(Groen, 2000), 1990년대 말 아시아를 타격한 특정 지역 금융위기 시점을 피해서 2002년 4월부터 2018년 10월까지 기간 동안의 월별 단위로 이루어진 패널자료를 수집하였다. 또

한 OECD 회원국을 중심으로 선진시장과 신흥시장을 비교할 수 있도록 국가군을 선별하였다.

월별 환율, 월별 주식시장수익률, 월별 소비자물가지수, 월별 소득, 월별 장단기 이자율, 월별 통화량, 월별 주가지수 등은 Thomson Reuters Datastream을 통해 수집하였다. 본 연구표본의 주요 변수를 위한 기술통계 및 상관계수와 분산팽창요인(Variance Inflation Factor: VIF) 값은 [표 2]와 같다. 먼저 통화정책 관련 통화 가격 요인의 하나인 장기 이자율은 최소값이 -0.23이고 최대값이 15.35이며 표준편차는 2.543으로 나타났다. 단기 이자율의 최소값은 -0.79이고 최대값이 51.31이며 표준편차는 5.082로 나타났다. 한편 통화량은 협의(M1)의 경우 최소값이 5.99이고 최대값이 187로 표준편차는 33.73으로 나타났고, 광의(M3)의 경우 최소값이 10.17, 최대값이 176으로 표준편차는 27.04로 나타났다. 한편 경제 펀더멘털 요소인 소득은 최소값이 34.48, 최대값이 126, 표준편차가 18.06으로 나타났고, 소비자물가지수는 최저치가 30.23, 최고치가 153.9, 그리고 표준편차는 13.95로 나타났다. 마지막으로 시장 요인인 주식시장지수는 최저치가 11.43, 최고치가 697.8, 표준편차가 62.76으로 나타났다. 종합하자면 대체로 모든 항목이 최저치와 최고치 간 표준편차가 지나치게 큰 수치를 보이는 변수는 없어 이상치(outlier)가 부재한 채 표본이 평균값에 가깝게 분포하고 있는 것으로 최종 판단할 수 있다.

한편 [표 2]는 독립변수들 간 독립성 여부를 확인하는 다중공선성 검정에 필요한 피어슨 상관계수와 분산팽창요인 값을 보여준다. 우선 독립변수들 간 단순상관관계 수치를 살펴보면 모든 변수가 일반 절삭치인 0.7(Anderson, Sweeney and Williams, 1996; Griffiths, Hill and Judge, 1993) 값을 하회하고 있음을 알 수 있다. 또한 VIF 값의 경우 일반 절삭치인 10(Chatterjee and Price, 1991; Hair et al., 1998; Kennedy, 1992) 보다 작으며 보다 엄격한 기준치인 3.3(Diamantopoulos and Siguaw, 2006; Petter, Straub and Rai, 2007) 보다도 작아 모든 변수가 다중공선성 문제가 없으며 추가적인 조정도 필요하지 않은 것으로 재확인하였다.

[표 2] 주요 변수의 기술통계 및 주요 변수들 간 상관계수와 VIF

변수	기술통계					Pearson 상관계수 X										VIF
	관측수	평균	표준 편차	최저	최고	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
X1	2380	114.1	304.5	0.482	1448.6	1										2.93
X2	2380	4.066	2.543	-0.230	15.350	-.004	1									2.55
X3	2380	3.613	5.082	-0.790	51.310	-.025	.603*	1								2.22
X4	2380	71.35	33.73	5.993	187.56	.034	-.486*	-.367*	1							1.83
X5	2380	75.73	27.04	10.17	176.09	-.013	-.584*	-.484*	.631*	1						1.69
X6	2380	93.26	18.06	34.48	126.49	-.139*	-.585*	-.535*	.475*	.595*	1					1.52
X7	2380	89.94	13.95	30.23	153.98	.004	-.638*	-.681*	.650*	.871*	.695*	1				3.09
X8	2380	86.68	62.76	11.43	697.87	-.006	.111*	.069	.196*	.135*	-.215*	-.043	1			3.66

주: X1(환율), X2(장기이자율), X3(단기이자율), X4(통화량, M1), X5(통화량, M3), X6(소득), X7(소비자물가지수), X8(주가지수); * p<0.01; VIF(분산팽창요인)

IV. 분석결과

4.1 단위근 검정

환율 예측모델이 갖는 예측력을 비교분석하기에 앞서 본 연구가 사용하는 자료가 갖는 속성에 따른 오류를 해결하기 위해 시계열 자료의 불안정성을 확인하였다. 시계열 자료의 안정성 여부는 오차항에 자기상관(Autocorrelation)이 존재하는지 여부를 확인하는 단위근 검정(Unit Root Test)을 통해 확인할 수 있다(Baltagi, 2008). Dickey-Fuller Test를 변형한 Phillips-Perron Test는 우수성에도 불구하고 잔차의 시계열상관 혹은 이분산성의 비모수 수정(Non-parametric correction)에 근거하고 “일정하지 않은 분산(Non-Stationarity)”이라는 귀무가설을 기각하는 경향이 강하다는 비판을 받고 있다(Schwert, 1987). 이에 이 글에서는 Higher-Order Autoregression에 입각한 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 방식의 Fisher형 단위근 검정을 실시하였다. 추정결과 <표 3>과 같이 패널 자료인 개별 독립변수(장기 이자율, 단기 이자율, 통화량, 소득, 주가지수)의 p값이 모두 유의수준 1%에서 귀무가설(“패널 단위근이 있다”)을 기각하였다. 따라서 가성회귀(Spurious Regression) 문제가 없는 패널 안정성을 보인다고 최종 판단할 수 있다.

[표 3] 패널 단위근 검정 결과(Level)

변수 항목	통계량(Fisher-ADF)	p 값 유의도
장기 이자율	-4.776	***
단기 이자율	-5.269	***
통화량(M1)	-4.805	***
통화량(M3)	-4.582	***
소득	-4.462	***
주가지수	-4.466	***

반면 소비자 물가지수의 ADF 검정통계량이 -3.281으로 tau3의 1% 유의수준 임계값 -3.99보다 커서 단위근이 존재하는 불안정한 시계열임을 보여주었다. 이에 다른 변수들과 공적분 관계가 존재하는지 여부를 확인할 필요가 있다. 공적분 관계를 확인하는 검정 결과 공적분이 없다는 가정을 위한 검정통계량이 유의수준 1%의 임계값(30.45) 보다 작아 공적분이 없음을 확인하였다. 이에 시계열 불안정 수준이 낮아 최종적으로 오차수정모형을 사용해서 변수 간 관계를 분석할 필요가 없는 것으로 판단할 수 있다.

4.2 실증분석 결과

4.2.1 환율결정모형

환율결정에 관한 일차적 연구 목적으로 주식시장 요소를 고려하지 않은 기본모형과 주식시장 요소를 고려한 경쟁모형 간 적합성 비교를 실시하였다. 분석 결과 주식시장 요소를 고려하지 않은 모형에 비해 주식시장 요소를 고려한 모형이 낮은 MSE 및 RMSE 값을 보여 최종적으로 주식시장 모형이 환율결정 설명에 적합하다는 사실을 확인하였다.

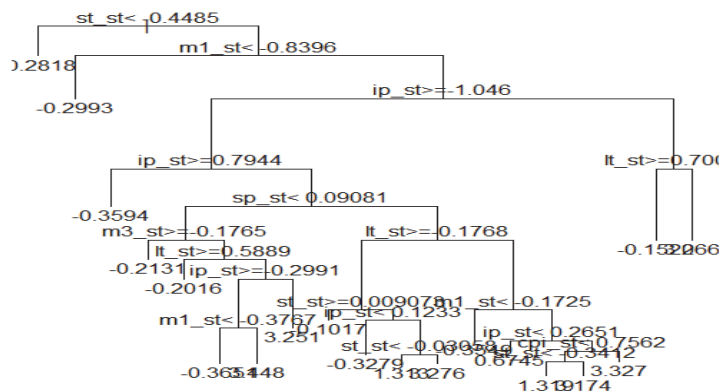
[표 4] 실증분석결과(고정효과 패널 모형)

변수		종속변수: 환율	
		다중선행회귀	
		기본모형	경쟁모형
경제기초 요소	장기 이자율	.0997 (0.013)	.0989 (0.013)
	단기 이자율	-.0699 (0.703)	-.0695 (0.071)
	통화량(M1)	.0223 (0.223)	.0223 (0.223)
	통화량(M3)	-.0401 (0.313)	-.0403 (0.320)
	소득	.0138 (0.173)	.0139 (0.175)
가격요소	소비자물가지수	-.0051 (0.452)	-.0051 (0.453)
과거 환율	래그 환율	0.010*** (0.000)	0.010*** (0.000)
시장요소	주식시장지수		.0436 (0.097)
국가 더미	체코	-.71	-.73
	덴마크	.21	.22
	영국	-.12	-.14
	일본	-.37	-.39
	한국	-.54	-.57
	노르웨이	-.31	-.34
	폴란드	.45	.46
	스웨덴	-.18	-.17
	터키	.74	.77
상수		0.711 (0.032)	0.691 (0.033)
MSE		0.989	0.755
RMSE		0.994	0.868
예측력 최종결과		우수	

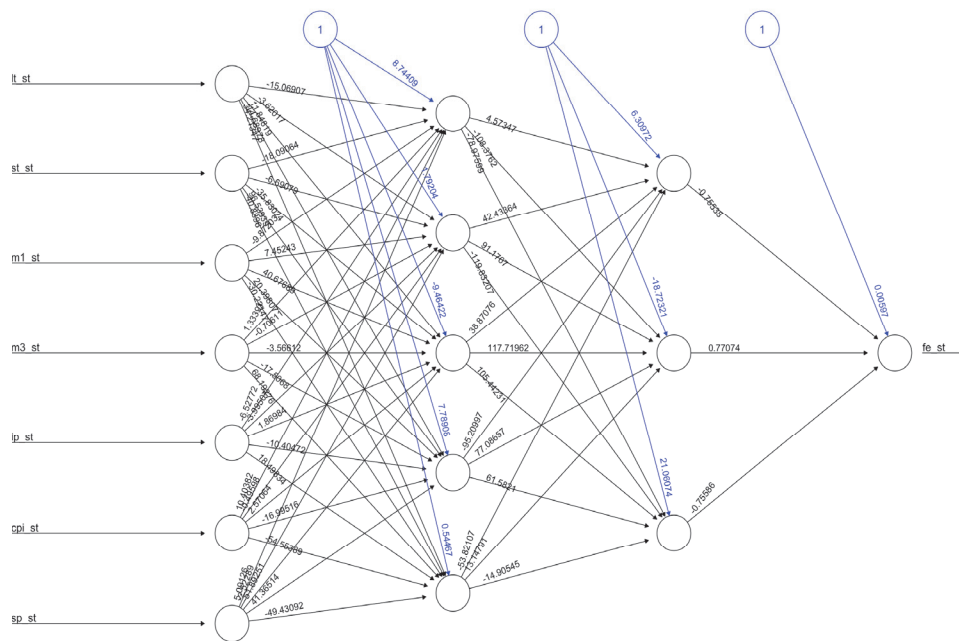
주: 수치는 회귀계수이며, ()안의 수치는 개별 항목별 단위 조정(기업규모*1000, 수출비중*100, 배당성향*100, 유동성비율*100, 시장가치대비 장부가치*1000, 장기부채비중*10, 금리*100, 무역개방도*10000, 환율변동성*1000); *** p<0.0001, ** p<0.001, * p<0.01, †p<0.001

4.2.2 환율예측모델

[그림 2] 의사결정트리 모형 추정 결과



[그림 3] 인공신경망 모형 추정 결과



이어서 이차적 목적으로 선형회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 등 경쟁하는 환율예측모형들의 예측력을 비교하였다. 선형회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 등 경쟁하는 예측모형들의 예측력 비교는 MSE와 RMSE 지표를 사용하였으며, [표 5]는 그 결과를 보여주고 있다.

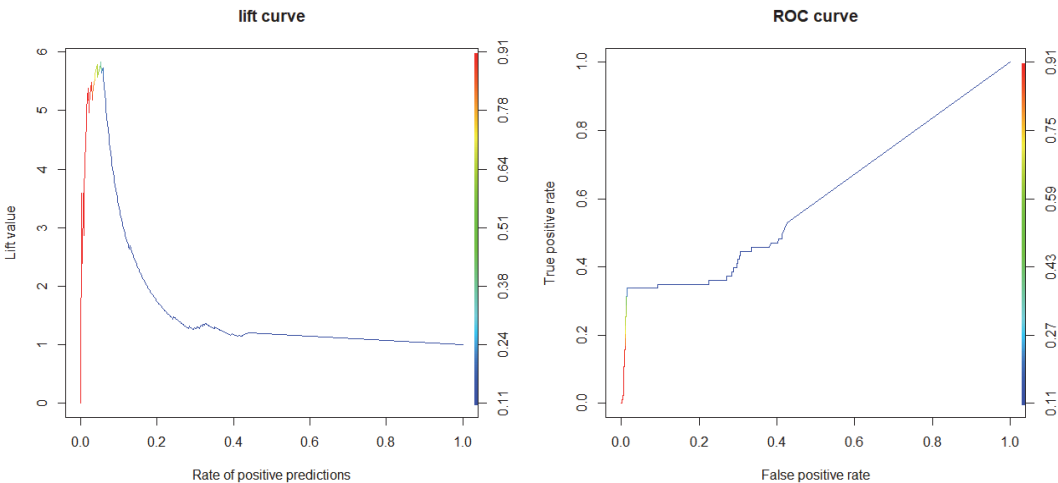
선형회귀모형의 경우 MSE 값이 0.755를 보여 의사결정트리(0.394)와 인공신경망모형(0.096) 보다 열위 한 것으로 나타났다. 또한 세 가지 경쟁모형 가운데 인공신경망모형이 가장 낮은 MSE 및 RMSE 값(각각 0.096, 0.310)을 보여 예측력에 있어서 지배적인 모형인 것으로 확인되었다.

[표 5] 대안모형을 통한 RMSE 비교

항목	선형회귀	의사결정트리	신경망모형
MSE	0.755	0.394	0.096
RMSE	0.868	0.627	0.310
예측력 최종 결과	우수		

4.2.3 리프트 곡선과 ROC 곡선

[그림 4] 인공신경망 모델 리프트 곡선과 ROC 곡선

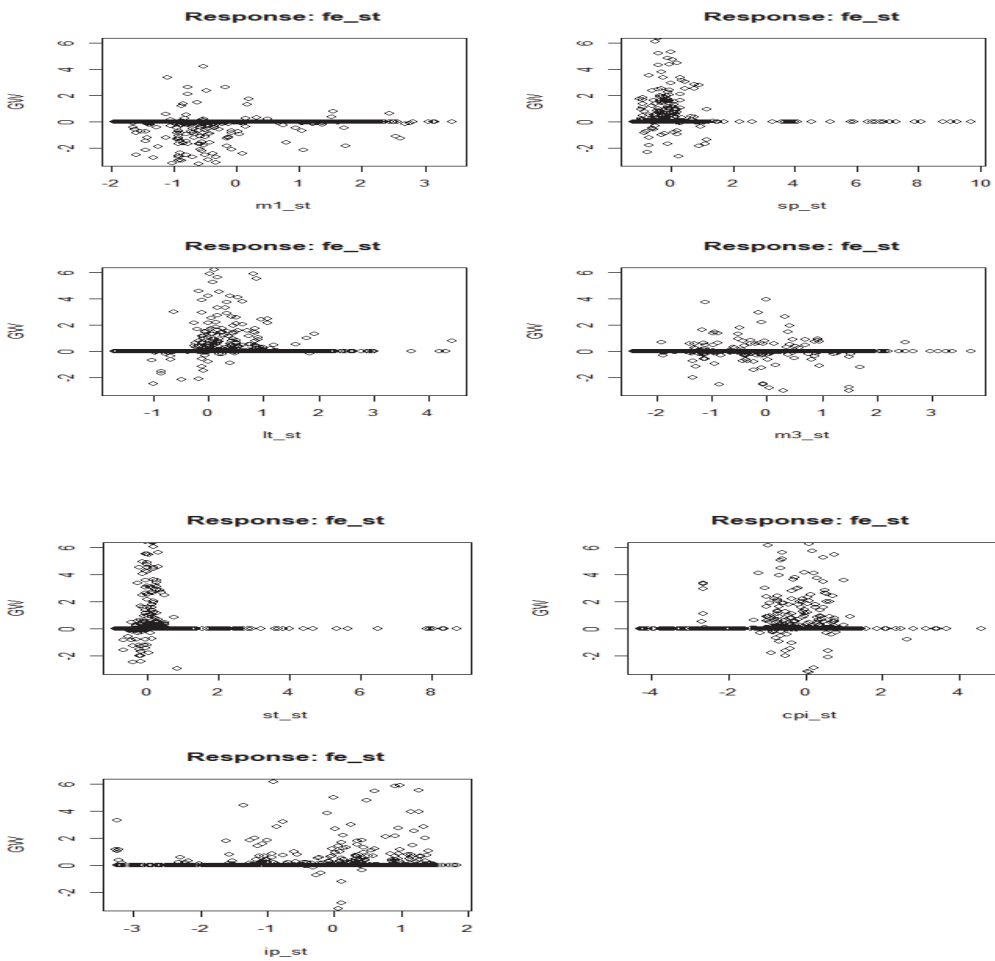


이어서 추가적으로 인공신경망모델에 대해 신뢰성, 타당성, 유용성 등을 평가하여 우수한 예측력을 갖는 모형인지 여부를 판단하는데 사용되는 리프트 도표와 ROC 도표를 살펴보았다. 리프트 도표는 상위 등급에서의 리프트가 크고 하위 등급으로 이동할수록 리프트가 급격히 감소할 때 적

절한 예측모형임을 보여준다(Berry and Linoff, 1997; 정소영 · 권수태, 2008). 한편 민감도와 특이도를 기준으로 구축한 모형의 성능을 판단하는 ROC 도표는 양 기준치가 비례적으로 상승하는 모습을 보여주고 있다(Berry and Linoff, 1997; 정소영 · 권수태, 2008).

4.3 인공신경망모델 분석 결과

[그림 5] 종속변수에 대한 개별 변수의 분산의 크기



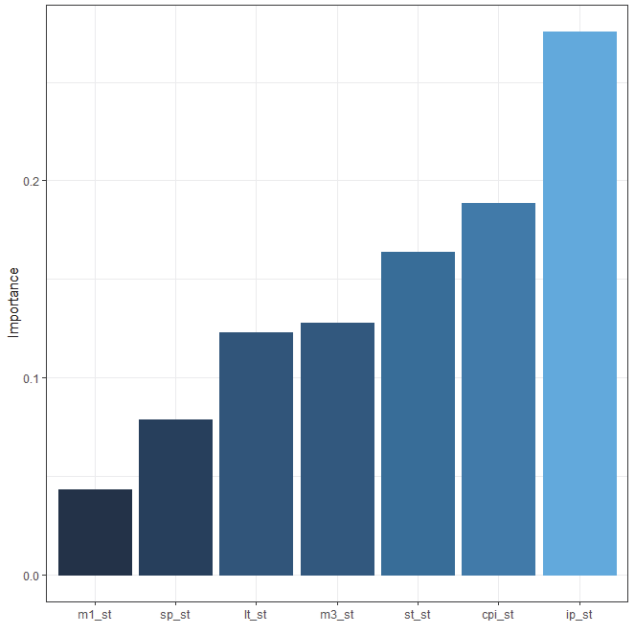
상기 세 개의 경쟁모델이 갖는 예측력을 비교한 결과 최종적으로 인공신경망 모델이 가장 우수한 것으로 나타났다. 또한 다중선형회귀모형과 의사결정트리모형에서 보여주는 분석 결과와 다

소 차이를 보이며 인공신경망모델은 OECD 10개국 환율 변화에 대해 상대적으로 예측력이 높다는 분석 결과를 제시하고 있다. 인공신경망모델이 보여주는 실증분석 결과는 다음과 같다.

인공신경망 모델 분석 결과를 상세히 고찰하자면 우선 각 변수들이 종속변수에 미치는 영향력의 정도를 살펴보아야 한다. 이를 판단할 수 있는 도구로 개별 변수가 종속변수에 대한 반응(Response)이 갖는 분산의 크기를 사용할 수 있다. 판단기준으로는 분산이 0에 가까우면 개별 변수가 결과(종속변수)에 미치는 영향이 미미한 것으로 판단할 수 있다. 이를 모든 변수에 적용해보면 모든 변수가 크게 0에 수렴하는 상태는 고찰되지 않는다. 따라서 모든 변수가 결과 변수에 대해 미치는 영향이 미미하지 않다고 판단할 수 있다.

다음에는 인공신경망 모델이 제시하는 각 변수의 중요도를 확인해보자. [그림 6]은 그 결과를 보여주고 있다. 변수의 중요도를 살펴보면 소득이 가장 중요한 요소로 나타났고 나머지 요인들이 소비자물가지수, 단기 이자율, 통화량(M3), 장기 이자율, 주가지수, 통화량(M1) 등의 순으로 뒤를 이었다. 이는 앞서 제시한 다중선형회귀모형 분석 결과와 다소 차이를 보여준다. 따라서 예측력이 높은 인공신경망모델로 OECD 10개국 환율 변화의 결정 요소는 다르게 해석될 수 있다.

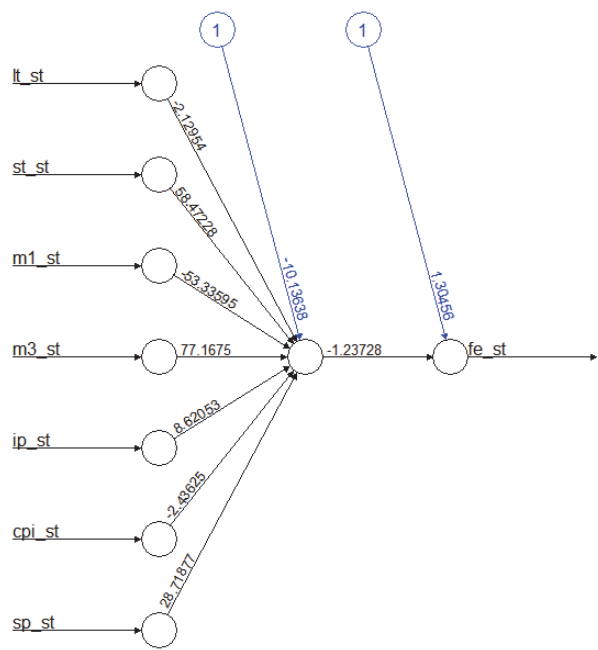
[그림 6] 인공신경망모델이 설명하는 변수의 중요도



이제 최종적으로 인공신경망 분석결과를 해석해보자. [그림 7]은 인공신경망모델 분석 결과를 보다 간결하게 요약하여 시각화한 것이다. 검은 선은 각 층 간 연결 관계를 보여주고 각 연결은

가중치를 갖는다. 인공신경망 모델 내에서 각 변수의 영향은 일반화 가중치를 통해 살펴볼 수 있다. 이는 로짓모형 분석결과를 해석할 때와 유사한데, 우선 장기이자율과 통화량(M1), 그리고 소비자물가지수는 환율 변화에 음(-)의 관계를 갖고, 나머지 변수들은 양(+)의 관계를 나타냈다. 독립변수와 종속변수 간 관계의 방향 역시 앞서 제시한 다중선형회귀모형 결과와 다소 차이를 보인다. 한편 가장 큰 음(-)의 관계를 보인 변수는 통화량(M1)이며, 가장 큰 양(+)의 관계를 보인 변수는 통화량(M3)과 단기이자율이다.

[그림 7] 인공신경망모델 분석 결과 단순 시각화



4.4 강건성 검정 및 가설 검증결과 요약

본 연구는 연구결과의 일관성(Consistency)을 확보하기 위해 세 차례의 강건성 검정을 실시하였다. 우선 첫 번째 강건성 검정으로 통제변수를 동시에 투입하지 않고 순차적으로 투입한 결과, 회귀계수의 차이는 다소 보였으나 유의도와 부호의 방향은 동일한 것으로 나타났다. 한편 두 번째 강건성 검정으로 패널자료가 내포할 수 있는 자기상관 여부를 확인하기 위해 오차항의 1계 자기상관(First-order Autocorrelation)이 존재하는지 여부를 확인하는 Wooldridge 검정(Wooldridge, 2002)을 실시하였다. 검정 결과, 전체 국가를 대상으로 한 분석에서 Prob>F 값이 모두 귀무가설

(1계 자기상관이 존재하지 않는다)을 기각시키지 못해, 자기상관이 없는 것으로 확인되었다. 마지막 강건성 검정으로, 부트스트래핑 방식으로 MSE, RMSE를 여러 번 반복해서 재확인 한 결과 다중선형회귀분석에서 기본모델과 경쟁모델 간 예측력 비교에서 경쟁모델의 우수성이 지속적으로 확인되었고, 이후 선형회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 간 예측력 비교에서도 인공신경망모형이 지속적으로 가장 우수한 것으로 나타났다.

상기 강건성 검정과 함께 최종 가설 검증 결과는 [표 6]과 같이 요약된다. 분석 결과 환율 결정요인에 대한 설명력은 통화접근법에 준거한 일반모형 보다 주식시장 요소를 고려한 모형이 더 큰 것으로 확인되어 가설 1은 지지되었다. 또한 분석 결과 환율 결정요인에 대한 예측력은 선형함수 준거 회귀모델보다 평활스플라인함수 준거 모델이 더 큰 것으로 나타났다. 이에 가설 2 역시 지지되었다.

[표 6] 가설검증 결과 요약

가설	예측(예측력 우수 여부)	종속변수	분석결과
H1	기본모형 < 경쟁모형	환율	지지
H2	선형함수 < 평활스플라인함수	환율	지지

V. 토론

5.1 이론적 시사점

상기 OECD 10개국을 대상으로 환율 결정구조를 고찰한 결과 다음과 같은 환율예측이 갖는 이론적 또는 실무적 함의를 도출할 수 있었다. 우선 이론적 시사점 차원에서 본 연구는 평가조건 이론, 국제수지 이론, 자산시장 이론 등 대표적인 거대이론(Dornbusch, 1976)과 신축적 환율모형(Bilson, 1979; Frankel, 1976; Mark and Sul, 2001; Shylajan et al., 2011)과 경직적 환율모형(Chin et al., 2007; Dornbusch, 1976; Sichei et al., 2005)으로 양분되는 통화 접근법 간 논리 경쟁을 중재하는 입장에서 출발하였다. 그 결과 전통적인 구조적 예측모형들이 보여준 상대적 우수성을 고려하여 기본 예측모형을 구성하였고 최근 중요성이 더해지고 있는 주식시장의 중요성을 반영하여 응용된 기본모형을 상정하였다. 또한 랜덤워크모형의 논리를 적용하여 전기환율과 당기환율의 관계를 고려하는 환율의 시차변수를 투입한 연구모형을 설정하였다. 이와 동시에 월별자료를 사용함으로써 분석 결과의 개선 효과를 획득하였으며 환율변화를 설명하는 구조모형에서 주식시장모형이 일반모형을 우위하는 설명력을 보여준다는 사실을 확인하였다. 또한 다중선형회귀모

델과 의사결정트리모델에 비해 인공지능경망모델의 예측력이 상대적으로 우수함을 확인함으로써 환율결정모형에 대한 방법론적 지평을 확대할 필요가 있음을 제시하였다.

5.2 실무적 시사점

한편 기업경영을 위한 실무적 차원에서 환위험 관리를 위해 경영자들이 주목해야 할 요인과 관점이 다양한 것으로 나타났다. 환율변화에 따른 환위험은 기업의 관리능력이 지배하는 환노출 부문과 달리 시장에서 기인하는 체계적 불확실성 위험에 해당된다. 이에 일반적으로 환위험은 환노출과 환율변화에 따른 불확실성으로 구분된다(민상기·정창영, 2001). 환위험 관리에 있어서 기업은 우선 장단기를 기준으로 한 시점의 문제에 주목할 필요가 있다. 환율결정모형은 장기에 더욱 중요한 의미를 갖는다는 일부 견해(조우길·모수원, 1996)와 달리 장기이자율과 단기이자율은 각각 환율 변화와 흐름의 방향이 다른 채 유의한 영향을 미치고 있다. 따라서 기업 경영자들은 환율변화에 대한 모니터링 시점을 장기와 단기로 구분하여 관련 항목에 주의를 기울여야 한다(유승훈·홍혜정, 2008; 정상국·강한균, 2009; 권택호·주경원, 2013).

또한 동일한 거시경제 항목에서도 협의와 광의의 개념에 따라 환율변화를 주도하는 방향이 다르게 나타났다. 대표적으로 협의의 통화량(M1)의 경우 환율변화와 상이한 방향으로 변화 추이를 보이는 반면 광의의 통화량(M3)은 환율변화와 동일한 방향으로 추이를 그려준다. 마지막으로 기업 경영자가 가장 주목해야 할 주요 거시경제 변수로는 통화량(M1과 M3)과 단기이자율인 것으로 나타났다. 장기이자율과 소비자물가지수는 가장 오랜 환율결정이론인 평가조건 이론에서도 주요 요인으로 다루고 있으며, 흥미롭게도 이들 요인은 환율변화를 설명하는 예측모델의 예측력을 높여주는 반면 환율변화에 대한 영향력은 낮은 것으로 나타났다. 1990년대 말 아시아 금융위기 이후 글로벌 금융위기와 연동되어 효과적인 위기 신호를 발현하는 주요 미거시경제 지표 가운데 주식시장지수가 보여주는 설명력의 하락은 이와 동일한 맥락에서 이해될 수 있다. 따라서 기업은 환위험 관리에 있어서 주식시장 지수가 보여주는 신기루에 가까운 현상들에 대한 맹신을 경계할 필요가 있다(박경인, 2014).

종합하자면 환율의 단기적 변동은 경제외적인 요인에 의해 좌우될 수 있지만, 장기에 있어서는 경제 펀더멘털 요소에 의해 결정될 수 있다(유승훈·홍혜정, 2008; 권택호, 2016; 서정훈·곽동철 2018). 기업 경영자는 단기 요인과 장기 요인을 모두 경계한 채 기업 경영성과를 흔들 수 있는 환위험, 즉 불확실성 관리에 지속적인 모니터링이 필요하다.

VI. 결론

지금까지 우리는 OECD 10개국을 대상으로 환율변화를 결정하는 주요 요인들을 통화접근법에 준거한 주식시장모형을 적용하여 다중선형회귀모형, 의사결정트리모형, 인공신경망모형 간 예측력 비교를 통해 고찰하였다. 고찰 결과 통화접근법 준거 일반모형보다 주식시장지수를 포함한 경쟁모형의 설명력이 우수하며, 다중선형회귀모형과 의사결정트리모형보다 인공신경망모형의 환율변화 예측력이 더 우수함을 확인하였다. 상기 연구결과는 환율 결정 구조에 대한 우리의 이해를 증진시켜 주며, 일반 기업들에게 국제경영활동에서 수반되는 환율 변화에 따른 환위험 관리 전략 수립에도 실무적 함의를 제시해줄 것으로 기대된다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 수집된 데이터 부족이나 연구모형의 결함에서 비롯된 방법론적 오류가 잠재하고 있으며, 다음과 같이 이 글이 다루지 못한 미래연구주제가 남아 있다. 첫째, 회귀모형, 의사결정트리모형, 신경망모형 간 예측력 비교검토의 범위를 넘어서 추가적으로 랜덤워크모형과의 비교를 통해 강건성 검증을 실시함으로써 이 글이 발견한 사실에 대한 일반화의 수준을 제고시킬 필요가 있다. 랜덤워크모형은 기존 구조모형에 비해 우수성이 일부 입증되고 있다. 구체적으로는 이 글이 검토한 경쟁모형의 통계량을 랜덤워크모형의 통계량과 대조하는 값(Theil's U)을 구해, 상대적 환율 예측력을 계산할 경우 해당 값이 1보다 크면 해당 경쟁모형이 랜덤워크모형보다 예측력이 우수함을 나타낸다(이윤석, 2007).

둘째, 이 글이 채택한 통화접근법은 최근 새로운 관점을 포함하는 확장된 이론으로부터 도전받고 있다. 따라서 새롭게 확장된 이론을 적용하여 신흥국 환율 결정요인을 설명하는 최적 예측모형을 찾는 작업도 필요하다. 대표적인 통화접근법의 하나로 Bilson(1978), Frenkel(1976) 등에 의해 제시된 신축가격통화모형(flexible-price monetary model)은 장기 이자율 격차를 포함하는 실질이자율격차모형으로 발전하였고(Frankel, 1979), 이후 종합모형에 이르러 경상수지 격차까지 포함하기에 이르렀다(Frankel, 1983; Hooper and Morton, 1982). 2019년 동시대 통화접근법은 또 다른 도전에 직면해 있다.

셋째, 인공신경망모형의 경우 비선형최소자승법과 연산속도가 비교적 빠른 역전파(Back-Propagation: BP) 방법이 경쟁하고 있다(전환돈·이지호, 2013). 이 글에서는 주요 목적에서 벗어나기 때문에 이들 양자 간 적합성 여부를 검토하지는 않았지만 향후 이에 대한 추가 검토가 필요하다고 판단된다. 동일한 맥락에서 몬테카를로 검정을 통해 이들 간 상대적 효율성을 비교하는 선행연구(신성환, 1995)도 있다.

넷째, 개별 요인과 환율 간 관계에 대한 일반론을 수용하자면 이 글의 실증분석에서 나타난 일부 요인과 환율 간 관계는 도전적인 결과를 보여준다. 대표적으로 통화량과 환율 간 관계가 통화의 범위 또는 예측모형의 종류에 따라 다르게 나타나기도 한다. 이는 예측 추정식의 구성이나 연구대상의 특수성에서 기인하는 것으로 추정할 수 있다. 이에 대한 후속 연구를 통해 일반론 차원에서의 심화된 연구 노력이 계속되기를 기대한다.

마지막으로, 환율예측을 위한 한계점을 보이는 기존 계량경제모형을 대신하여 활용되고 있는

데이터 마이닝 기법도 단일 모델이 갖는 한계를 드러낸다. 이에 의사결정트리 모형으로 확인한 결정변수를 신경망모형의 새로운 입력변수로 적용함으로써 분류 모델의 예측 정확도를 향상시키는 결합모형(이극노·이홍철, 2003)도 고려될 필요가 있다. 또한 상대적으로 예측력이 우수한 것으로 평가받는 랜덤 포레스트 모형(서종덕, 2016)을 적용하는 노력도 필요하다.

환율예측에 대한 우리의 이해는 이들 미래연구주제를 포괄할 때 비로소 보다 완전할 수 있다. 이 글이 이러한 일련의 연구노력을 자극하는 마중물이 되기를 바란다.

참고문헌

- 구본용·신현숙·유제민(2002), “데이터마이닝을 이용한 중퇴 모형에 관한 연구,” **청소년상담연구**, 10(2), 35-57.
- 권택호(2007), “환노출의 비대칭성과 외화표시 부채,” **국제경영연구**, 18(1), 87-110.
- 권택호(2016), “환노출 계수 변동성의 특성과 기업가치,” **국제경영리뷰**, 20(3), 79-103.
- 권택호·주경원(2013), “한국기업의 환노출 특성변화와 환위험 관리방안,” **국제경영리뷰**, 17(1), 91-114.
- 김상환(2000), “최적 인공신경망모형의 설정과 환율예측성과분석,” **금융연구**, 14(1), 57-85.
- 김진옥·양태석(1993), “한국의 명목환율의 변동행태 분석-1980년대를 중심으로,” **제주대학교 논문집**, 37.
- 마이클 역(2016), **가볍게 시작하는 통계학습: R로 실습하는**, James G. , D. Witten, T. Hastie and R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*, 서울: 루비페이퍼.
- 민상기·정창영(2001), **글로벌 재무전략**, 서울: 명경사.
- 박경인(2014), “외국인 투자자들의 투자성과와 환율,” **국제경영리뷰**, 18(3), 119-135.
- 박임구·황병문(1998), “외국인 주식투자, 주가, 환율 및 금리의 상호작용에 관한 연구,” **전북대 산업경제연구소 논문**.
- 서정훈·곽동철(2018), “QE3 시행 전후 우리나라 역내외 통화시장의 변동성과 효율성 분석,” **국제경영리뷰**, 22(2), 73-89.
- 서종덕(2016), “데이터 마이닝 기법을 이용한 환율예측: GARCH와 결합된 랜덤 포레스트 모형,” **산업경제연구**, 29(5), 1607-1628.
- 신동백(2006), “원/달러 환율 예측을 이용한 환위험분석,” **산업경제연구**, 19(2), 565-584.
- 신성환(1995), “인공신경망모형과 이동평균법의 환율예측력 평가,” **금융연구**, 9(1), 103-135.
- 양오석·한재훈(2019), “터키환율결정요인에 관한 일고찰: 주식시장모형의 상대적 적합성,” **중동문 제연구**, 18(1), 45-73.
- 오문석·이상근(1999), “시계열모형에 의한 환율 단기예측력 비교,” **금융학회지**, 4(1), 27-48.
- 오문석·이상근(2000), “환율결정모형의 원/달러환율 예측력 비교,” **경영학연구**, 29(4), 711-722.
- 오정근(2000), “주식시장이 채권시장보다 활발인 개방경제에서 금리, 주가, 환율, 경상수지간의 상관관계,” **금융경제연구**, 104호, 한국은행.
- 원종문·김희호(1997), “자본이동이 균형실질환율에 미치는 원인별 효과: 한국의 경우,” **국제경제 연구**, 3(2), 231-249.
- 유승훈·홍혜정(2008), “기업규모와 수출비중이 주가수익률과 환율변동을 사이의 관계에 미치는

- 영향: 선형, 비선형 분석을 중심으로,” **국제경영리뷰**, 12(1), 75-92.
- 유승훈·홍혜정(2009), “한국기업의 환노출에 관한 실증분석,” **산업경제연구**, 22(4), 1659-1682.
- 이극노·이홍철(2003), “이동통신고객 분류를 위한 의사결정나무와 신경망 결합 알고리즘에 관한 연구,” **지능정보연구**, 9(1), 139-155.
- 이윤석(2007), “원달러 환율 예측력 분석에 관한 연구,” **한국금융연구원 금융조사보고서**.
- 이재길(2016), **R프로그램에 기반한 다변량분석 및 데이터마이닝**, 황소걸음아카데미.
- 이재득(2006), “미국 수출기업의 환노출 추정,” **2006년도 한국무역학회 국제학술대회 발표논문집**, 377-401.
- 이종욱(1992), “환율결정모형에 관한 실증적 연구: 원화의 대미 환율,” **경제논집**, 서울대학교 경제연구소, 131-154.
- 이현재(1997), “원화의 대미 환율결정에 관한 실증분석: 공적분추정법에 의한 접근,” **국제경제연구**, 3(3), 129-151.
- 전환돈·이지호(2013), “상하류 수위 특성을 기반으로 한 홍수예경보 기법,” **J. Korean Soc. Hazard Mitig.**, 13(6), 367-374.
- 정상국·강한균(2006), “환율위험이 무역에 미치는 비선형효과,” **국제경영리뷰**, 10(2), 41-67.
- 정소영·권수태(2008), “연관규칙과 의사결정트리를 이용한 중도탈락자 예측모형개발,” **한국정보기술학회논문지**, 6(5), 202-210.
- 정영우·정현철(2012), “국내 기업의 환위험노출과 외국인 투자비중,” **경영학연구**, 41(6), 1285-1307.
- 조우길·모수원(1996), “환율의 통화론적 모형에 의한 장단기 예측,” **무역학회지**, 21(1), 107-124.
- 최규완(1997), “환율, 금리, 주가의 상호관련성 분석,” **삼성경제연구소 보고서**.
- 최종후·한상태·강현철·김은석(1998), **AnswerTree를 이용한 데이터마이닝 의사결정나무분석**, 서울: SPSS아카데미.
- 황상인(2013), “화폐론적 환율모형을 이용한 한국의 원/달러 환율에 대한 실증분석,” **관세학회지**, 14(4), 315-329.
- Akaike, H.(1973), “Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle,” in Kiado, A. (ed.), *2nd International Symposium on Information Theory*, 267-281, Budapest.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J. & Williams, T. A.(1996), *Statistics for Business and Economics*, St. Paul, MN, West Publishing Company.
- Baltigi, B. H.(2008), *Econometric Analysis of Panel Data. 4th. Edition*, Chichester, John Wiley & Sons, Ltd.
- Barron, A. R.(1993), “Universal Approximation Bounds for Superpositions of a Sigmoidal

- Function," *IEEE Transactions on Information Theory*, 39, 930-945.
- Berry, M. & Linoff, G.(1997), *Data Mining Techniques*, New York, John Wiley & Sons.
- Bilson, J. F. O.(1978), "Rational Expectations and the Exchange Rate," in Frankel, J. A. & Johnson, H. G. (eds.), *The Economics of Exchange Rates*, 75-96, Reading MA, AddisonWesley.
- Bilson, J. F. O.(1979), "Recent Developments in Monetary Models of Exchange Rate Determination," *IMF Staff Papers*, 201-223.
- Chatterjee, S. & Price, B.(1991), *Regression Analysis by Example*, New York, John Wiley & Sons, Inc..
- Chin, L., Azaili, M., Yusop, A. & Yusof, M.(2007), "The Monetary Model of Exchange rate: Evidence from The Philippines," *Applied Economics Letters*, 14(13), 993-997.
- Diamantopoulos, A. & Siguaw, J. A.(2006), "Formative versus Reflective Indicators in Organizational Measure Development: A Comparison and Empirical Illustration," *British Journal of Management*, 17(4), 263-282.
- Dornbusch, R.(1976), "Expectations and Exchange Rate Dynamics," *Journal of Political Economy*, 84(6), 1161-76.
- Eiteman, D. K., Stonehill, A. I. & Moffett, M. H.(2016), *Multinational Business Finance*, 14th Edition, Essex, England, Pearson.
- Frankel, J. A.(1976), "A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence," in MacDonald, R. & Taylor, M. P. (eds.), *Exchange Rate Economics Volume I*, 147-171, Cambridge, Cambridge University Press.
- Frankel, J. A.(1979), "On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differential," *American Economic Review*, 69, 610-622.
- Frankel, J. A.(1983), "Monetary and Portfolio-Balance Models of Exchange Rate Determination," in Bhandari, J. & Putnam, B. (eds.), *Economic Interdependence and Flexible Exchange Rates*, 84-115, Cambridge, MIT Press.
- Franses, P. H. & Griensven, K.(1998), "Forecasting Exchange Rates Using Neural Networks for Technical Trading Rules," *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 2, 109-114.
- Frechtling, D. C.(2001), *Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Griffiths, W. E., Hill, R. C. & Judge, G. G.(1993), *Learning and Practicing Econometrics*, New York, John Wiley & Sons.

- Groen, J. J. J.(2000), "The Monetary Exchange Rate Model as a Long-run Phenomenon," *Journal of International Economics*, 52(2), 299-319.
- Hair, J. F. Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. & Black, W. C.(1998), *Multivariate Data Analysis (5th edn.)*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- He, J. & Ng, L. K.(1998), "The Foreign Exchange Exposure of Japanese Multinational Corporations," *The Journal of Finance*, 53(2), 733-753.
- Hooper, P. & Morton, J.(1982), "Fluctuations in the Dollar: A Model of Nominal and Real Exchange Rate Determination," *Journal of International Money and Finance*, 1(1982), 39-56.
- Huston, E. & Stevenson, S.(2010), "Openness, Hedging Incentives and Foreign Exchange Exposure: A Firm-Level Multi-Country Study," *Journal of International Business Studies*, 41(1), 105-122.
- Jorion, P.(1990), "The Exchange-rate Exposure of US Multinationals," *The Journal of Business*, 63(3), 331-345.
- Keloharju, M. & Niskanen, M.(2001), "Why Do Firms Raise Foreign Currency Denominated Debt? Evidence from Finland," *European Financial Management*, 7(4), 481-496.
- Kennedy, P.(1992), *A Guide to Econometrics*, Cambridge, MA, The MIT Press.
- Kuan, C. M. & Liu, T.(1995), "Forecasting Exchange Rates Using Feedforward and Recurrent Neural Networks," *Journal of Applied Econometrics*, 10, 347-364.
- Mark, N. C. & Sul, D.(2001), "Nominal Exchange Rates and Monetary Fundamentals: Evidence from a Small Post-Bretton Woods Panel," *Journal of International Economics*, 53(1), 29-52.
- Meese, R. A. & Rogoff, K.(1983), "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out-of-Sample?," *Journal of International Economics*, 14(1-2), 3-24.
- Moody, J. E.(1991), "Note on Generalization, Regularization and Architecture Selection in Nonlinear Learning System," in Juang, B. H., Kung, S. Y. & Piscataway, C. K. (eds.), *Proceddings of the First IEEE Workshop on Neural Networks for Signal Processing*, 1-10, NJ, IEEE.
- Moody, J. E.(1992), "The Effective Number of Parameters: An Analysis of Generalization and Regularization in Non-linear Learning Systems," in Moody, J. E., Hanson, S. J. & Lippmann, R. P. (eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 4*, 847-854, San Mateo, CA, Morgan Kaufmann.
- Petter, S., Straub, D. & Rai, A.(2007), "Specifying Formative Constructs in Information

- Systems Research," *MIS Quarterly*, 31(4), 623-656.
- Ripley, B. D.(1993), "Statistical Aspects of Neural Networks," in Barndorff-Nielsen, O. E., Jensen J. L. & Kendall, W. S. (eds.) *Networks and Chaos-Statistical and Probabilistic Aspects*, 40-123, London, Chapman & Hall.
- Sartori, G.(1970), "Concept Misformation in Comparative Politics," *American Political Science Review*, 64(4), 1033-1053.
- Schwert, G. W.(1987), "Effects of Model Specification on Tests for Unit Roots in Macroeconomic Data," *Journal of Monetary Economics*, 20(1), 73-103.
- Shylajan, C. S., Sereejesh, S. & Suresh, K. G.(2011), "Rupee-dollar Exchange Rate and Macroeconomic Fundamentals: An Empirical Analysis Using Flexible-price Monetary Model," *Journal of International Business and Economy*, 12(2), 89-105.
- Sichei, M., Gebreselasie, T. & Akambi, O.(2005), "An Econometric Model of the Rand-US Dollar Nomianl Exchange Rate," *University of Pretoria Working Paper*, 2005-14.
- Somanath, V. S.(1986), "Efficient Exchange Rate Forecasts: Lagged Models Better than Random Walk," *Journal of International Money and Finance*, 5(2), 195-220.
- Swanson, N. R. & White, H.(1995), "A Model-selection Approach to Assessing the Information in the Term Structure Using Linear Models and Artificial Neural Networks," *Journal of Business and Economic Statistics*, 13, 265-275.
- Weiss, S. M. & Kulikowski, C. A.(1991), *Computer Systems that Learn: Classification and Prediction Methods from Statistics, Neural Nets, Machine Learning and Expert Systems*, San Mateo, CA, Morgan Kaufmann.
- White, H.(1992), *Aritificial Neural Networks: Approximation and Learning Theory*, Oxford, UK, Blackwell.
- Witt, S. F. & Witt, C. A.(1992), *Modeling and Forecasting Demand in Tourism*, London, Academic Press.
- Witt, S. F. & Witt, C. A.(1995), "Forecasting Tourism Demand: A Review of Empirical Research," *International Journal of Forecasting*, 11(3), 447-475.
- Wooldridge, J. M.(2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2nd edition, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

Exploring the Optimal Foreign Exchange Prediction Model for Corporate Foreign Exchange Risk Management: Evidence from OECD 10 Member States

Oh Suk Yang

Associate Professor, Kangwon National University

Jae-Hoon Han

Professor, Hallym University

Abstract

This paper does not aim to reexamine the comparative priority of every single conventional models in predicting foreign exchange. Instead, its objectives are twofold: to compare the explanatory power of the basic model and an alternative model, which includes the stock market index; and to explore the dominance of predicting foreign exchange between and among three competing models such as multi-regression model, decision-tree model and neural network model. The research object is OECD 10 member states including emerging markets and the research time frame covers from April 2002 to October 2018 avoiding the Asian financial crisis in the end of the 1990s. Those member states consist of advanced and emerging markets to be compared and the empirical data has been collected from Thomson Reuters Datastream. The main findings of this paper are as follows: 1) the alternative model including stock market index showed the more explanatory power than the general basic model, 2) neural network model showed the more predictive power of foreign exchange than multi-regression and decision-tree models, 3) long-term interest rate, monetary supply volume(M1) and consumer price index are negatively associated with foreign exchange, while other factors are positively associated with foreign exchange. Further, money supply volume(M1) is to most extent negatively associated with foreign exchange, while money supply volume(M3) and short-term interest rate are to most extent positively associated with foreign exchange.

Key Words: Optimal Foreign Exchange Prediction, Foreign Exchange Risk Management, Decision Tree Model, Neural Network Model