

사례기반추론을 활용한 위기에측에 관한 연구*

金慶洙** · 宋致榮*** · 徐民洙****

요약

외환위기를 경험한 24개국을 대상으로 1970년 1월~1995년 6월 기간의 월별 및 연간자료를 표본기간으로, 1995년 7월~1997년 6월을 표본외 기간으로 각각 설정하여 기존의 신호접근법과 본 연구를 통해 최초로 시도하는 사례기반추론에 따른 외환위기에측모형을 구축하였다. 신호접근 위기에측모형은 동아시아 외환위기가 집중된 표본외 기간에서 오히려 더 높은 예측력을 보이는 성과를 가졌으나 동아시아지역 이외의 국가들에 대해서는 경보가 작동하나 위기는 오지 않는 제2종 오류의 문제를 동반하였다. 이와 같은 기존의 위기에측모형이 가지는 취약성을 보완하는 대안으로서 사례기반추론 기법(CBR)을 이용하였다. 여기서는 잘못된 경보를 줄이고자 하는 2개의 전략과 경보를 추가적으로 발굴하고자 하는 1개의 전략을 적용하여 신호접근법만을 적용한 표본외 예측 결과와 비교하였다. 그 결과 세 개의 전략을 적절히 배합하여 적용할 경우 표본외 예측력을 향상시킬 수 있음을 발견하였다.

핵심주제어 : 외환위기의 예측, 신호접근법, 사례기반추론(CBR)

JEL : C14, C53, F3, F4

I. 서론

현대 경제에서 미래의 위험을 예측하고 평가, 관리하는 것은 기업뿐 아니라 국

* 훌륭한 논평을 해주신 박원암 교수, 백용기 교수와 자료정리를 도와준 이기훈 군에게 감사드린다. 최초심사일(2003년 6월 26일), 최종심사일(2003년 12월 4일)

** 성균관대학교 경제학부 교수, E-mail: kims@yurim.skku.ac.kr

*** 국민대학교 경제학부 교수, E-mail: cysong@kmu.kookmin.ac.kr

**** OOCL 연구위원, E-mail: mssuh@attbi.com

가경제 차원에서 매우 중요한 과제이다. 90년대 동아시아국가를 비롯한 신흥개방경제에서 외환위기와 금융위기가 빈번히 발생함에 따라 위기를 사전에 감지하고 예측하기 위한 다양한 노력이 이루어지고 있다. 외환위기를 체계적으로 예측하는 것이 불가능해 보이지만 경제이론에 따르면 투자자들의 합리성을 전제로 할 때 예측이 가능하다. 예를 들면 환율정책이 다른 경제정책과 괴리가 존재할 때 위기에측은 가능하다 (Krugman, 1979; Flood and Garber, 1984). 1990년대 초 EMU 통화위기를 경험하면서 위기에측에 관한 새로운 분석모형이 개발되었다. 이른바 외환위기 제2세대모형에 따르면 위기는 진행상황이 악화된 결과가 아니라 한 균형에서 다른 균형으로 갑작스레 이동하는 것이며 그 시점은 기본적으로 예측 불가능하다. 그러나 이 경우에도 일국 경제가 취약지대에 노출되어 있는지는 파악할 수 있으며 그 정도에 따른 위기발생가능성은 예측 가능하다.

위기가 예측 가능하다면 '위기가 국가간에 공통적인 것이며 과거의 경험을 따르는가? 즉 통시대적인 유사성을 가지는가?'를 규명하는 것이 중요한 과제라고 할 수 있다. 위기에측에 관한 기존의 연구결과에 따르면 각 위험은 고유의 속성을 가지고 있으며 공통적인 위기로인으로 인식되고 있는 부적절한 금융감독과 정치불안 등의 요인은 계량화하기 어렵다는 것이다. 그러나 궁극적으로 과연 위기는 예측할 수 있는가 하는 문제는 실제상황에서만 규명될 수 있다. 위기가 예측 가능하다고 주장하는 일련의 연구결과는 대부분 표본기간 내에서의 예측에 초점을 맞추고 있다. 추정에 사용된 표본 밖에서도 위기를 예측할 수 있는가는 별개의 문제일 수 있다.

1997년 동아시아 외환위기를 비롯한 다수의 위기를 경험하면서 본격적으로 표본 외에서의 조기경보시스템을 시험하는 것이 비로소 가능해 졌으며 대략 다음의 세 가지 위기에측모형이 제시되고 있다.¹⁾ 첫 번째는 임계치를 초과하면 위기 경보를 작동하는 지표군을 설정하고 감시하는 이른바 신호접근법이라고 부르는 모형이다 (Kaminsky, 1998; Kaminsky, Lizondo and Reinhart, KLR, 1999). 예를 들면 GDP 대비 5% 이상의 경상수지적자, 3개월 수입액에 미달하는 외환보유고 등이 그것이다. 두 번째는 외채 등 연간 통계치를 포함한 대규모 신흥개방경제 표본을 가지고 외환충격의 프로빗 또는 로짓 모형을 발전시킨 것이다 (Frankel

1) Abiad(2003)는 위기에측모형에 대한 광범위한 서베이를 하고 있다.

and Rose, 1996). 세 번째는 국가간 횡단면분석을 이용하여 취약한 금융시스템, 실질환율의 과도한 절상, 외환보유고 감소 등으로 인해 일국의 외환위기가 다른 국가로 전이되는 가능성에 대한 접근이다 (Sachs, Tornell and Velasco, 1996).

신호접근법 모형과 로짓 모형은 비모수 또는 모수적인가의 접근방식에 따른 차이가 있으며 세 번째는 한 나라의 위기가 다른 나라로 파급되는 위기의 전이 효과(contagion effect)를 측정하고자 하는데 각각의 특성이 있다. 신호접근법 모형과 로짓 모형은 표본기간과 대상국가군에 따라 예측력의 차이를 보이고 있으나²⁾ 예측에 따르는 시간적비용이 저렴하다는 점에서 신호접근법 모형이 조기경보체제로서의 가장 널리 사용되는 위기예측모형이다.³⁾ 위기예측모형은 외환위기뿐 아니라 은행위기를 예측하는 데도 이용되고 있다.

한편 기존의 위기예측모형은 ‘예측가능하나 예측력은 떨어진다’는 공통점을 가진다. 즉 위기시점의 예측에 대한 신뢰성이 결여되고, 잘못된 경보가 그렇지 않은 경우보다 훨씬 많다는 문제점을 가진다. 위기예측모형의 예측력이 떨어지는 것은 어쩌면 당연한 것일지 모른다. 예측에 유용한 지표를 통제하고자 할 때 그 지표의 예측력은 떨어지는 이른바 Goodhart의 법칙이나 경제주체의 기대를 감안하지 않고 과거의 통계자료에 의존한 정책은 무용하다는 Lucas 비평은 위기예측모형이 근본적인 한계를 가질 수밖에 없는 것을 시사한다.

더욱이 기존의 위기예측모형은 경제구조의 변화를 고려하지 않고 있다는 문제를 갖고 있다. 외환위기 이후 한국정부는 두 번에 걸친 외환자유화조치를 단행하였다. 국내외 외환시장이 통합되고 실수요 증명 없이 거주자도 외화자산을 보유할 수 있게 되었다. 이와 같은 구조변화는 위기예측모형에서 고려하는 주요 변수 자체뿐 아니라 위기를 예고하는 변수의 입계치에도 당연히 영향을 미칠 것으로 기대된다. 외환자유화의 경우 Calvo(1998)가 강조한 바와 같이 경상수지의 흐름을 반영하는 유량적 접근보다는 저장적 접근방식이 환율의 결정을 더욱 잘 설명할 수 있다. 한 예로 자국경제에 대한 신뢰감의 상실은 곧 환율절하에 대한 기대

2) Berg and Pattillo(1999a, 1999b).

3) 패널자료 대신 일국의 시계열자료를 이용한 위기예측모형도 제시되고 있으나 여기서는 논외로 한다. 시계열자료를 이용한 위기예측모형은 표본의 수가 작고 위기의 유형이 일반적이기 보다는 대상 국가에 고유하다는 문제가 있다. 한국의 경우 박원암·최공필(1998)을 비롯한 연구가 있다.

를 확대하며, 이는 결국 환율상승에 대한 압력으로 작용하게 될 것이다. 그러므로 정부는 있을 수 있는 위기에 대응하여 외환보유고를 확충하는 것보다는 경제에 대한 신뢰감을 조성하고 정책의 신뢰성을 유지하는 데에 노력해야 한다. 그러나 정책신뢰성을 계량화하기는 매우 어렵다. 따라서 위기를 사전에 감지하고 이에 대처하기 위하여 개발된 위기예측모형은 그 유용성에 한계가 있는 것이다.

본 연구는 이와 같은 기존의 위기예측모형이 가지는 취약성을 보완하는 대안으로서 새로운 방법론을 제시하는 데 그 목적이 있다. 구체적으로 사례기반추론(Case-Based Reasoning, CBR) 기법을 이용한 경제위기예측모형을 제시하고자 한다. CBR을 활용한 위기예측은 과거의 경험을 토대로 미래의 문제를 해결하려 한다는 점에서는 기존의 위기예측모형과 동일한 성격을 가진다. 그러나 과거에 발생한 문제(위기)와 그 문제에 대응한 해법(진단 및 예측)을 새로운 문제와 그 해법에 접목하고자 함에서 차이가 있다. CBR은 최적 모형이나 준수해야 하는 구체적인 규칙이 존재하지 않는 상황에서 문제를 해결하기 위해 고안한 의사결정 시스템이며 과거의 사례로부터 현재 발생한 문제에 대한 영역(domain)을 이해하기 위한 시도에서 출발하고 있다. 당면한 문제를 충분히 이해하지 못하는 상황에서 경험은 의사결정에 매우 중요한 가치를 가진다.

CBR은 인지과학에서 유래하였다. (Schank, 1982; Gentner, 1983) 전문가들은 의사의 처방, 사기행위의 탐지와 같은 각종 진단, 수요예측, 일기예보 등과 같은 예측과 전망, 설계, 교육, e-Commerce 등 다방면에서 CBR을 응용하고 있다. 이들은 1980년대 이후 구체적이고 다양한 문제를 해결하기 위해 CYRUS, MEDIATOR, JUDGE, REFINER 등의 여러 가지 CBR 시스템을 개발하였다. CBR은 ① 가장 유사한 사례를 구하고 (REtrieve) ② 문제를 해결하기 위한 사례를 재사용하고 (REuse) ③ 필요시 제시된 해결책을 수정하고 (REvise) ④ 제시된 새로운 해결책을 새로운 사례의 일부로서 보관하는 (REtain) 이른바 4 REs의 사이클을 형성하고 있다. CBR은 투입 및 산출 특성에 따른 사례를 표시하고 보관하는 방법, 각 특성에 따른 가중치를 부여하는 등 유사성을 측정하는 방법과 함께 사용자, 규칙 또는 최적모형에 따른 유사한 사례의 조정(adaptation)방법에 따라 구체적인 시스템의 형태가 구축된다.

위기예측이 본 연구의 목적인 여기서 CBR은 진단, 예측, 전망을 위한 용도로 이용되는 경우이다. 위기를 예측하는 유의성 있는 경제변수가 투입특성(input

attribute)으로, 그 특성들에 의해서 산출특성(output attribute)이 결정되는 인과관계가 성립하며 외환위기가 이에 해당한다.

본 논문의 연구내용은 다음과 같다. 먼저 제Ⅱ장에서는 한국을 포함하여 외환위기가 기 발생한 24개국을 대상으로 1970년 1월~1995년 6월을 표본기간으로, 1995년 7월~1997년 6월을 표본외 기간으로 각각 설정하여 24개 지표(15개 월별, 9개 연간), 약 15만개의 관측치를 이용, 신호접근법에 따른 외환위기에측모형을 구축하였다. 구축한 위기에측모형을 표본외 기간에 적용하여 신호접근법이 가지는 예측성과를 평가하고 제Ⅲ장에서 사례기반추론접근을 통한 위기에측모형을 개발, 제시하였다. 구체적으로 제2종 오류를 줄이고자 하는 2개의 전략과 제1종 오류를 개선하고자 하는 1개의 전략을 적용하여 기존의 신호접근법이 가지는 취약점을 개선하였다. 제Ⅳ장에서 본 연구의 결론을 마무리하였다.

Ⅱ. 위기에측모형의 구축 : 신호접근법을 중심으로

1. 패널자료과 외환위가지표

신호접근법에 따른 위기에측모형은 기존의 위기에측모형 가운데 대상국가의 수, 시간대를 기준으로 할 때 가장 광범위한 표본자료를 사용한 Goldstein, Kaminsky, and Reinhart(GKR, 2000)와 Edison(2000)을 기준으로 하였다.⁴⁾ 대상국가군은 동아시아 지역 5개국을 포함한 24개국으로 다음과 같다.

- 1) 아시아지역 : 인도네시아(Indonesia), 말레이시아(Malaysia), 한국(S. Korea), 태국(Thailand), 필리핀(the Philippines)
- 2) 중남미지역 : 아르헨티나(Argentina), 브라질(Brazil), 볼리비아(Bolivia), 칠레(Chile), 콜롬비아(Colombia), 멕시코(Mexico), 페루(Peru), 우루

4) GKR은 25개국을 대상으로 1970년 1월~1995년 12월을 표본기간으로 설정, 24개 지표를 사용하였다. 한편 Edison은 28개국, 1970년 1월~1995년 4월을 표본기간으로 하고 22개 지표를 선정하였다.

과이(Uruguay), 베네주엘라(Venezuela)

3) 유럽 : 덴마크(Denmark), 핀란드(Finland), 그리스(Greece), 노르웨이(Norway), 스페인(Spain), 스웨덴(Sweden)

4) 아프리카 및 중동 : 이집트(Egypt), 남아공화국(South Africa), 이스라엘(Israel), 터키(Turkey)

신호기간

신호기간(signaling window)은 기존의 위기예측모형과 마찬가지로 24개월로 설정하였다. 즉 지표가 경보를 울리고 실제로 (앞에서 정의된) 위기가 24개월 내에 일어날 때 그 경보는 위기를 예측한 것으로 본다. 그러나 최초 위기발생 후 3개월 안에 위기가 또 일어날 경우 동일한 위기로 간주한다. 따라서 최초 위기 발생 후 경보음이 울리고 최초 위기 후 3개월 안에 위기가 또 올 때 이 경보음은 무시하기로 한다. 이는 위기에 대한 예측가능성을 보수적으로 낮추기 위한 배려에 그 취지가 있다.⁵⁾

외환위기의 식별

외환위기는 일반적인 위기예측모형과 마찬가지로 다음과 같은 외환시장압력을 표시하는 위기지수를 정의함으로써 식별한다.

$$I_t = (\Delta e_t / e_t) - (\sigma_e / \sigma_R) (\Delta r_t / r_t) \tag{1}$$

$\Delta e_t / e_t$ 는 환율변동률을, $\Delta r_t / r_t$ 은 중앙은행의 외환보유고 변동률을, σ_e 는 환율변동률의 표준편차를, σ_R 은 외환보유고의 변동률의 표준편차를 각각 표시한다. e_t 는 대미달러화에 대한 환율을 나타내며 r_t 는 미달러화로 표시한 외환보유고를 의미한다. 따라서 환율의 상승과 외환보유고의 감소는 모두 외환시장압력지수의 증가를 초래하는 효과를 가진다. 외환위기는 외환시장압력지수가 다음과 같이 일정 임계치를 초과하는 사건으로 정의한다.⁶⁾

5) 분기별자료를 이용한 Eichengreen, Rose, Wyploz(1996)가, 우리가 알기에는 처음으로, 2분기 연속 위기로 식별될 때 이를 동일한 위기로 보았다.

$$\begin{aligned} \text{위기} &= 1 \text{ 만약 } I_t > 2.5\sigma_{I_t} + \mu_{I_t} \text{ 일 때} \\ &= 0 \text{ 그 밖의 경우} \end{aligned} \quad (2)$$

여기서 σ_{I_t} 는 외환시장압력지수의 표준편차를, μ_{I_t} 는 평균값을 표시한다. 일정 시점에서의 외환시장압력지수는 산정기간에 따른 통계량의 차이로 인하여 동일하다고 볼 수 없다.⁷⁾ 설정된 표본기간에 따라 최초 외환위기시점과 위기의 식별에 차이가 있다. 다시 말하면 위기의 식별이 대상기간의 선택과 모수 값에 따라 달라질 수 있다.⁸⁾ 위기의 시점과 식별이 상식적 판단과 부합하기 위해 본 연구는 외환시장압력지수 표준편차의 계수 값을 2.5로 조정하고 GKR에서 포함한 바 있는 체코를 대상에서 제외하였다. 본 연구에서는 표본기간을 1970년 1월 1995년 6월로 설정하여 외환시장압력지수를 구한 다음 표본외 예측을 위해 다시 1970년 1월 1997년 12월 기간의 외환시장압력지수를 계산하여 식별된 1995년 7월 이후 외환위기를 통합해 <표 1>에 요약하였다.⁹⁾

한편 <표 1>은 최초의 외환위기시점이 보고된 것이며 최초 위기 후 3개월 이내 또다시 위기가 올 경우 동일한 위기로 간주하였다. 예를 들면 아르헨티나의 경우 1989년 12월에 이어 1990년 2월에도 위기가 왔으나 동일한 위기로 간주, 두

6) 초인플레이를 경험한 나라의 경우 인플레이가 높은 시기에 필요한 환율의 조정을 고려하면 외환시장압력지수가 외환위기를 제대로 반영하지 못하는 문제를 가진다. 이를 시정하기 위해 Kaminsky and Reinhart (1999)가 제안한 바와 같이 6개월 간 인플레이율이 150% 이상인 기간을 분리하여 따로 외환시장압력지수를 산출하였다. 결과적으로는 서로 다른 국가로 분류하는 셈이다.

7) 산정기간에 의존하는 위기지수는 위기의 식별이 표본기간에 의존한다는 문제를 가진다. 대안으로서 Frankel and Rose(1996)와 같이 명목환율의 절하율이 일정수준이상 발생할 때 위기로 정의하는 것을 생각해 볼 수 있다.

8) 기존 연구의 위기식별의 피리에 대해서 Edison(2000)의 <표 3> 참조.

9) 독자들은 위기의 식별이 표본의존적이기 때문에 두 기간의 위기가 일치하지 않을 수 있음에 유의할 필요가 있다. 예를 들면 위기가 표본외 기간에 집중적으로 일어난 한국의 경우 표본기간인 1974년 11월 위기가 표본외 기간에서는 위기로 식별되지 않았다. 반대로 표본외 기간에 위기가 발생하지 않았던 스페인은 표본기간에서 위기로 식별되지 않았던 1993년 7월이 표본외 기간에서는 위기로 간주되었다.

번째 위기는 보고하지 않았으며 1997년 12월에 발생한 한국의 외환위기는 11월 최초위기의 연장으로 보았다. 그 이유는 이미 위기가 발생한 시점인 1997년 11월에 경보가 발생한 것을 위기를 예측한 것으로 보는 것은 의미가 없기 때문이다.

<표 1> 외환위기 발생일지(1970.1~1999.12.)

Argentina	1975년 3월	Finland	1991년 10월	S. Africa	1984년 7월
Argentina	1982년 7월	Finland	1992년 9월	S. Africa	1985년 8월
Argentina	1989년 4월	Finland	1993년 2월	S. Africa	1986년 5월
Argentina	1989년 12월	Greece	1983년 1월	S. Africa	1996년 4월
Bolivia	1982년 11월	Greece	1984년 9월	S. Africa	1998년 6월
Bolivia	1983년 11월	Greece	1985년 10월	Korea	1971년 6월
Bolivia	1985년 9월	Greece	1989년 5월	Korea	1974년 12월
Brazil	1979년 12월	Indonesia	1978년 11월	Korea	1980년 1월
Brazil	1982년 9월	Indonesia	1983년 4월	Korea	1997년 11월
Brazil	1983년 1월	Indonesia	1986년 9월	Spain	1980년 3월
Brazil	1986년 1월	Indonesia	1997년 12월	Spain	1983년 3월
Brazil	1987년 1월	Indonesia	1998년 5월	Spain	1991년 3월
Brazil	1990년 2월	Israel	1974년 11월	Spain	1992년 9월
Brazil	1990년 10월	Israel	1977년 11월	Spain	1992년 10월
Brazil	1991년 9월	Israel	1983년 10월	Spain	1977년 8월
Brazil	1999년 1월	Israel	1984년 7월	Spain	1991년 3월
Chile	1971년 7월	Malaysia	1973년 11월	Spain	1992년 11월
Chile	1972년 9월	Malaysia	1975년 7월	Thailand	1978년 11월
Chile	1973년 5월	Malaysia	1978년 11월	Thailand	1981년 7월
Chile	1974년 12월	Malaysia	1980년 3월	Thailand	1984년 11월
Chile	1985년 7월	Malaysia	1985년 2월	Thailand	1997년 7월
Colombia	1985년 1월	Malaysia	1992년 12월	Thailand	1997년 11월
Colombia	1985년 5월	Malaysia	1997년 7월	Philippines	1970년 2월
Colombia	1995년 8월	Malaysia	1997년 12월	Philippines	1983년 10월
Colombia	1997년 1월	Mexico	1976년 9월	Philippines	1984년 6월
Colombia	1997년 9월	Mexico	1982년 2월	Philippines	1986년 2월
Colombia	1998년 9월	Mexico	1982년 12월	Philippines	1997년 12월
Colombia	1999년 8월	Mexico	1994년 12월	Turkey	1970년 8월
Denmark	1980년 3월	Norway	1978년 11월	Turkey	1980년 1월
Denmark	1991년 3월	Norway	1981년 1월	Turkey	1994년 3월
Egypt	1979년 1월	Norway	1986년 5월	Uruguay	1972년 3월
Egypt	1989년 8월	Norway	1991년 3월	Uruguay	1982년 11월
Egypt	1990년 7월	Norway	1992년 11월	Venezuela	1984년 2월
Egypt	1991년 3월	Norway	1997년 12월	Venezuela	1986년 12월
Finland	1978년 11월	Peru	1976년 6월	Venezuela	1989년 3월
Finland	1982년 10월	Peru	1987년 10월	Venezuela	1994년 5월
Finland	1986년 5월	Peru	1988년 9월	Venezuela	1995년 12월
Finland	1991년 3월	S. Africa	1975년 9월	Venezuela	1996년 4월

표본기간

본 연구는 위기에측모형이 동아시아 외환위기를 얼마나 예측하고 있는가에 초점을 맞추고 있다. 최초의 동아시아 외환위기가 1997년 7월 태국에서 발생하였고 신호기간이 24개월임을 고려할 때 표본이 동아시아 외환위기에 의해 영향 받지 않기 위해서는 1995년 7월 이전의 자료에만 의존해서 위기에측모형을 구축해야 한다. 그러나 이때 표본기간은 1993년 6월까지 설정되어야 하는 문제가 있다. 왜냐하면 1993년 7월~1995년 6월 기간에 발생한 신호가 위기를 제대로 예측하였는가의 여부를 확인하기 위해서는 1995년 7월 이후의 자료가 필요하기 때문이다. 이 경우 1993년 7월~1995년 6월 기간이 표본대상에서 빠지는 문제가 발생하여 높은 예측력을 위한 충분한 표본자료를 확보할 수 없다는 문제가 있다. 이를 감안하여 본 연구는 다소 자료의 오염이 있으나 1970년 1월~1995년 6월을 표본기간으로 설정하고 1997년 6월까지 시장압력지수를 산출하여 표본기간의 외환위기를 식별하였다.

지표

외환위기에측모형에서 사용하는 지표는 다음과 같이 경제적 불균형의 요인을 제공하는 경상수지, 자본수지, 실물부문 및 금융부문의 지표로 구성된다.

경상수지 지표 : 1) 실질환율 (Real Exchange Rate) 2) 수입 (Imports) 3) 수출 (Exports) 4) 교역조건 (Terms of Trade) 16) 경상수지/GDP (Current Account Imbalance/GDP) 17) 경상수지/투자 (Current Account Imbalance/Investment)

자본수지 지표 : 5) 국내외 실질금리차 (Domestic/Foreign Real Interest Rate Differential) 6) 외환보유고(Total Reserves minus Gold) 7) M2/외환보유고 (M2/International Reserves) 18) 단기외채 증가량/GDP (Changes in Short Term Debt/GDP) 19) 해외직접투자/GDP (Foreign Direct Investment/GDP) 20) 단기외채/GDP (Short Term Debt/GDP)

실물부문 지표 : 8) 실질생산 (Real Output) 9) 주가 (Equity Prices) 21) 재정수지/GDP (Overall Budget Imbalance/GDP) 22) 정부소비/GDP (General Government Consumption/GDP)

금융부문 지표 : 10) 초과화폐(M1)공급량 (Excess Real M1 Balances) 11) 국내 신용/GDP (Domestic Credit/GDP) 12) 실질금리 (Real Interest Rate) 13) M2 승수 (M2 Multiplier) 14) 예대금리차 (Ratio of Lending Interest Rate to Deposit Interest Rate) 15) 은행예금 (Bank Deposit) 23) 공공부문에 대한 순신용공여/GDP (Net Credit to Public Sector/GDP) 24) 공공부문에 대한 중앙은행의 순신용공여 /GDP (Central Bank Credit to Public Sector/GDP)

여기서 지표 1)~15)까지는 월별지표, 지표 16)~24)까지는 연간지표를 각각 표시한다. 구체적인 지표변수의 선정은 다른 위기예측모형이 그러하듯이 KLR의 15개 월별 지표를 기본으로 하고 있으며 단기자본과 같이 일부 접근할 수 없는 지표는 대응변수로 처리하였다. 부록에서 선정된 각 지표의 출처와 산출과정을 명기하였으며 이를 <표 2>에 다시 요약하였다.

<표 2> 외환위기지표

Indicator	Frequency	Type	Tail
Terms of trade	monthly	rate	Lower
Real exchange rate	m	level	Upper
M2/international reserve	m	r	U
Real output	m	r	L
Domestic/foreign interest rate differential on deposits	m	l	U
Total reserves minus gold	m	r	L
Real interest rate on deposits	m	l	U
Exports	m	r	L
Imports	m	r	U
Stock prices	m	r	L
Excess real M1 balances	m	l	U
M2 multiplier	m	r	U
Domestic credit/nominal GDP	m	r	U
Bank deposits	m	r	L
Ratio of lending interest rate to deposit rate	m	l	U
Current account balance a share of investment	yearly	l	L
Current account balance a share of GDP	y	l	L
Overall budget deficit/GDP	y	l	L
Central bank credit to public/GDP	y	l	U
Change in short term debt	y	l	U
General government consumption/GDP	y	r	U
Foreign direct investment/GDP	y	l	L
Short term debt/GDP	y	l	U
Net credit to public / GDP	y	l	U

2. 신호접근법 모형

임계치의 산정

매 시점에서 각 지표는 무시된 경보를 제외하면 다음 표의 2×2 행렬의 어느 하나에 속하게 되어 대상국가에 관계없이 통합된 하나의 표본집단을 이룬다.¹⁰⁾ 경보가 작동하고 실제로 위기가 오는 경우 셀A에, 그렇지 않는 경우는 셀B에, 경보가 작동하지 않았음에도 위기가 오는 경우는 셀C에, 경보가 작동하지 않고 위기도 오지 않는 경우 셀D에 각각 위가지표는 배치된다.¹¹⁾ 여기서 셀A에 속한 올바른 경보를 신호, 셀B에 속한 잘못된 경보를 잡음이라고 한다. 만약 최초위기 이후 3개월 내 또다시 발생한 위기를 예측하는 지표는 이미 앞에서 지적한 바와 같이 위기를 사후적으로 예측하는 것으로 간주하여 표본에서 삭제하였다.

구 분	24개월 내 위기 도래	24개월 내 위기 없음
경보 작동	A	B
경보 미작동	C	D

신호접근법은 한 시점에서 일정 변수의 관측치가 임계치를 벗어나면 경보를 작동한다. 각 지표별로 (모든 국가를 포함한) 표본내 관측치의 분포를 구한 후 백분율로 표시한 임계치(예를 들어 상위 1% 또는 하위 1%)를 결정한다. 이와 같이 결정된 임계치를 각 국가의 지표별 분포에 적용하여 실제치의 임계값을 정한다. 따라서 동일 지표에 대해서 백분율로 표시한 임계치는 각 국가별로 동일하지만 실제치의 임계값은 서로 다르다. 그런데 경보 발생의 판단기준이 되는 백분율 임계치는 각 지표별로 다를 수 있으며 적정 임계치의 결정은 다소 임의적일 수 있다. 물론 가장 적절한 임계치는 각 지표의 위기예측력을 최대화할 수 있는 것

10) 대상 국가별로 지표의 표본분포를 만드는 것을 생각해 볼 수도 있겠으나 표본의 수가 충분하지 않다는 문제가 있다. 월별자료의 경우라 해도 300여 개에 불과하기 때문이다.

11) 이 때 경보가 작동하지 않았음에도 위기가 오는 경우를 제1종 오류, 경보음이 울렸으나 위기가 오지 않는 경우를 제2종 오류라고 부른다. 제2종 오류의 경우 잘못된 경보일 수도 있겠으나 운이 좋았던지 아니면 위기극복을 위한 올바른 정책을 수행하였기 때문일 수 있으며 전이(contagion) 또는 균형의 다중성(multiplicity)의 증거로도 해석될 수 있을 것이다.

이어야 할 것이다. 본 연구에서는 각 지표에 대한 백분율 임계치를 다음과 같은 방법으로 구하여 사용하였다.

이를 위해 다음과 같이 잡음/신호 비율(noise-to-signal ratio, NS)을 정의하여 각 지표의 위기에측력을 측정하였다.

$$NS = \{B/(B+D)\} / \{A/(A+C)\} \quad (3)$$

위의 잡음/신호비율에서 분자는 위기는 없었으나 경보가 작동한 비율을, 분모는 위기를 정확히 예보한 비율을 각각 표시한다. 따라서 잡음/신호비율이 작은 것은 잡음이 상대적으로 (올바른) 신호보다 적다는 것을 의미하기 때문에 잡음/신호비율이 작으면 작을수록 지표의 예측력이 더 우수할 것으로 기대된다. 본 연구에서는 각 지표의 표본집단으로부터 잡음/신호 비율을 최소화하는 임계치를 추정하여 경보의 발생을 판단하였다.¹²⁾ 최적 임계치의 값은 <표 3A>에 제시하였다. 만약 최소화된 잡음/신호 비율이 1보다 크다면 이 지표는 (올바른) 신호보다 잡음을 더 많이 낸다는 것을 의미하며 따라서 위지표로서의 가치를 잃어버린다.¹³⁾ 반대로 잡음/신호비율이 1보다 작다면 잡음보다는 신호가 더 많다는 의미를 가지기 때문에 지표로서 가치를 가진다.

한편 잡음/신호비율이 작으면 작을수록 위기에측력이 대체적으로 개선되기는 하나 반드시 그렇다고 볼 수는 없다. 극단적으로 이 비율의 값이 零인 경우 즉, 잡음이 하나도 없는 지표를 생각해 보면 쉽게 이해된다. 신호가 충분하지 않다면 비록 그 지표가 잡음이 전혀 없다고 하더라도 지표로서의 의미가 별로 없기 때문이다. 본 연구에서는 교역조건이 이에 해당한다.

각 지표의 임계치는 표본집단 분포의 머리 또는 꼬리부분에 위치하게 된다. 예를 들면 수출의 경우 전년 동월대비 증가율 분포의 1%, 국내신용/GDP의 경우

12) 표본의 수가 일정할 때 $A+B$ 와 $C+D$ 가 일정하게 되므로 잡음/신호비율을 최소화하는 것은 결국 B/A 를 최소화하는 것과 마찬가지로 되며 동시에 경보가 작동시 위기가 오는 조건부 확률 $\frac{B}{A+B}$ 을 최대화하는 것에 다름이 없다.

13) 다시 말하자면 어떤 지표에 대해 경보 후 위기가 오는 비율, $A/(A+B)$ 이 경보여부와 무관한 위기비율, $(A+C)/(A+B+C+D)$ 보다 작을 때 이 지표는 그 유용성을 상실하게 되며 1보다 큰 NS의 값이 이에 해당된다.

(동월대비 증가율 분포의) 85.5%가 각각 임계치에 해당된다. 잡음/신호비율을 최소화하는 임계치를 국가별 하위 표본분포에 적용하기 때문에 각 지표의 임계치는 국가에 따라 상이하다. 다음은 한국, 태국, 아르헨티나에 대한 수출과 국내신용 지표의 임계치를 예로 보여주고 있다. 이 표에 따르면 아르헨티나보다 상대적으로 대외의존적인 한국이나 태국에서 수출감소는 보다 민감하게 외환위기의 가능성을 높이는 것으로 나타난다. 한편 인플레이가 높은 아르헨티나에서는 국내신용의 증가율이 한국과 태국보다 훨씬 높을 때 비로소 외환위기에 대한 경보가 울리게 된다.

국가	수출(%)	국내신용/GDP(%)
한국	-15.08	8.55
태국	-24.70	13.00
아르헨티나	-43.68	24.39

<표 3A>

지표의 최적임계치

Indicator	Frequency	Type	Best critical value	Avg. call interval	Std call interval
Terms of trade	m	r	0.5	9.33	7.13
Real exchange rate	m	l	99.5	4.53	4.00
M2/International reserve	m	r	99	6.27	5.89
Real output	m	r	1	9.31	6.43
Domestic/foreign interest rate differential	m	l	99	12.00	6.60
Total reserves minus gold	m	r	5	13.00	7.08
Real interest on deposits	m	l	99.5	11.11	6.23
Exports	m	r	1	11.37	8.77
Imports	m	r	99.5	11.82	6.53
Stock prices	m	r	7	11.10	6.79
Excess real M1 balances	m	l	99.5	8.90	7.50
M2 multiplier	m	r	99	12.08	7.51
Domestic credit /Nominal GDP	m	r	85.5	16.82	7.64
Bank deposits	m	r	2	13.63	8.25
Ratio of lending to deposit interest rate	m	l	80.5	18.43	7.90
CA/Investment	y	l	7.5	13.26	7.21
CA/GDP	y	l	14.5	12.19	7.32
Overall budget deficit/GDP	y	l	0.5	11.22	9.04
Central bank credit to pub. /GDP	y	l	92.5	12.71	6.90
Change in short term debt/GDP	y	l	92	12.78	6.56
General gov. consumption/GDP	y	r	88	9.00	5.08
Foreign direct investment/GDP	y	l	10.5	10.17	6.15
Short term debt/GDP	y	l	80	13.17	5.82
Net credit to public/GDP	y	l	96.5	8.50	4.99

표본내 추정

<표 3A>는 잠음/신호비율을 최소화하는 15개 월별지표와 9개 연간지표의 최적 임계치를 퍼센트로 표시하여 보여주고 있다. 최적임계치는 각 지표의 분포를 머리 또는 꼬리부분의 20% 범위에서 매 0.5% 마다 잠음/신호비율을 산정하여 최소 비율을 제시하는 지표의 값으로 정의한 것이다. 예를 들어 앞에서 설명한 수출의 경우 전년 동월대비 수출 증가율분포가 꼬리부분에 위치할 때 경상수지의 악화가 기대된다. 따라서 임계치가 모집단분포상의 꼬리부분인 0~20%에서 존재할 것으로 추정하였다. 반대로 국내신용/GDP는 그 증가율이 분포의 머리부분에 위치할 때 과다한 유동성의 문제를 동반할 가능성이 농후하며 임계치는 모집단분포상 머리부분인 80~100%에서 존재할 것으로 가정한 것이다. 또한 <표 3A>는 첫번째 경보 신호 후 위기도래까지 걸린 기간의 평균을 보여준다. 비록 그 편차가 크나 위기발생까지의 기간은 월별지표의 경우 교역조건을 제외하면 상위지표는 짧고 하위지표는 상대적으로 긴 경향을 보인다. 지표가 공표되는 시차와 위기에 대응하는 시간을 고려할 때 기간이 길수록 위기에측을 위한 지표의 유용성이 그만큼 클 수밖에 없다.

<표 3B>는 표본기간에서 각 지표의 성과를 보여준다. 매 기간 각 지표는 신호발생여부와 실제 위기발생여부에 따라 셀 A, B, C, D 가운데 하나에 분류된다. 월별지표인 예대금리차와 연간지표인 GDP 대비 공공부문에 대한 순신용공여를 제외한 나머지 지표는 잠음/신호비율이 모두 1보다 작아서 유효한 지표로서의 필요조건을 갖추고 있다. 그러나 앞에서 설명한 바와 같이 교역조건은 잠음/신호비율이 0.09로 지표 가운데 가장 그 값이 작으나 위기도래 시 위기에측 경보는 단지 5회 발동하였을 뿐이며 나머지 265회는 작동하지 않았다.¹⁴⁾ 그 결과 조건부확률 즉 교역조건 지표가 경보를 울렸을 때 실제로 위기가 올 확률 $A/(A+B) = 5/6 = 0.83$ 으로 가장 높으나 위기를 예고하는 의미 있는 지표로서의 역할을 기대하기는 어렵다. 한편 GDP 대비 국내신용은 가장 많은 회수의 경보를 작동하였으나 제2종 오류가 과다하여 잠음/신호비율이 0.85에 불과하여 상대적으로 낮은 예측력을 보이고 있다.

14) 월별지표임에도 불구하고 교역조건은 표본기간 동안 모두 874개만이 관측되었다.

<표 3B> 지표의 위기에 측력(월별)

Indicator	A	B	C	D	SUM	N/S ratio	UPC	PCS (A/(A+B))	PCA	Total no crisis	Total no first signal	Edison	KLR	GKR
Terms of trade	5	1	265	603	874	0.09	0.31	0.83	0.23	13	3			10
Real exchange rate	30	15	1737	4968	6750	0.18	0.26	0.67	0.26	87	23	1	1	1
M2/International reserve	33	39	1840	5080	6992	0.43	0.27	0.46	0.19	93	18	2	4	4
Real output	25	34	1500	3890	5449	0.53	0.28	0.42	0.24	78	19	6	5	5
Domestic/foreign interest rate differential on deposits	18	28	984	2745	3775	0.56	0.27	0.39	0.26	61	16	13	11	13
International reserves	140	219	1722	4948	7029	0.56	0.26	0.39	0.45	93	42	3	7	7
Real interest rate on deposits	14	22	1168	3250	4454	0.57	0.27	0.39	0.14	66	9	8	10	11
Exports	26	45	1829	5023	6923	0.63	0.27	0.37	0.24	93	22	7	2	3
Imports	17	31	1834	5083	6965	0.66	0.27	0.35	0.13	93	12	11	12	12
Stock prices	45	89	403	1214	1751	0.68	0.26	0.34	0.64	25	16	5	3	2
Excess real M1 balances	15	30	1795	5056	6896	0.71	0.26	0.33	0.12	91	11	4	5	6
M2 multiplier	22	49	1774	4865	6710	0.81	0.27	0.31	0.17	93	16	10	8	8
Domestic credit/GDP	300	685	1517	4223	6725	0.85	0.27	0.30	0.59	92	54	9	9	9
Bank deposits	38	100	1714	4729	6581	0.95	0.27	0.28	0.17	93	16	12	13	14
Ratio of lending to deposit rate	154	588	728	2275	3745	1.18	0.24	0.21	0.47	49	23	14	14	14

지표의 위기에 측력(연간)

<표 3C>

Indicator	A	B	C	D	SUM	N/S ratio	UPC	PCS (A/(A+B))	PCA	Total no crisis	Total no first signal	GKR*
CA/Investment	23	25	106	324	478	0.40	0.27	0.48	0.29	78	23	2
CA/GDP	33	46	98	306	483	0.52	0.27	0.42	0.43	79	34	1
Overall budget deficit/GDP	9	15	137	389	550	0.60	0.27	0.38	0.15	87	13	3
Central bank credit to Public. /GDP	17	30	137	399	583	0.63	0.26	0.36	0.18	92	17	7
Change in short term debt/GDP	9	23	88	264	384	0.86	0.25	0.28	0.21	57	12	
General gov. consumption/GDP	20	49	127	356	552	0.89	0.27	0.29	0.28	88	25	5
Foreign direct investment/GDP	19	49	129	353	550	0.95	0.27	0.28	0.26	89	23	8
Short term debt/GDP	25	72	75	229	401	0.96	0.25	0.26	0.36	59	21	
Net credit to public/GDP	6	18	150	423	597	1.06	0.26	0.25	0.11	93	10	6

* GKR은 short term capital inflows/GDP를 사용하였으나 본 연구에서는 측정의 어려움으로 인하여 대안으로서 Short term debt/GDP과 Change in short term debt를 지표로 고려하였음.

<표 4> 국가별 지표의 예측력(표본기간)

	구분	A	B	C	D	N/S ratio	PCS(A)/(A+B)
Argentina	m	18	63	861	2330	1.29	0.22
Argentina	y	14	8	30	129	0.18	0.64
Bolivia	m	10	73	684	2269	2.16	0.12
Bolivia	y	6	16	29	119	0.69	0.27
Brazil	m	46	41	1305	1543	0.76	0.53
Brazil	y	15	7	73	93	0.41	0.68
Chile	m	38	54	744	2523	0.43	0.41
Chile	y	8	14	28	136	0.42	0.36
Colombia	m	54	31	460	2447	0.12	0.64
Colombia	y	6	17	26	148	0.55	0.26
Denmark	m	34	70	756	2550	0.62	0.33
Denmark	y	0	10	21	73	NULL	0.00
Egypt	m	8	76	701	2154	3.02	0.10
Egypt	y	6	17	42	128	0.94	0.26
Finland	m	46	45	1316	1884	0.69	0.51
Finland	y	10	4	50	68	0.33	0.71
Greece	m	40	52	901	2500	0.48	0.43
Greece	y	6	7	30	86	0.45	0.46
Indonesia	m	40	52	860	2743	0.42	0.43
Indonesia	y	5	17	39	113	1.15	0.23
Israel	m	34	44	614	1634	0.50	0.44
Israel	y	6	9	36	96	0.60	0.40
Malaysia	m	22	72	1590	2059	2.48	0.23
Malaysia	y	9	14	80	85	1.40	0.39
Mexico	m	22	69	896	2386	1.17	0.24
Norway	m	30	67	1226	1850	1.46	0.31
Norway	y	6	8	48	70	0.92	0.43
Peru	m	19	65	552	2404	0.79	0.23
Peru	y	4	18	32	130	1.09	0.18
S. Africa	m	18	64	750	2415	1.10	0.22
S. Africa	y	4	11	28	93	0.85	0.27
S. Korea	m	18	74	601	2841	0.87	0.20
S. Korea	y	3	18	26	133	1.15	0.14
Spain	m	31	61	1023	2261	0.89	0.34
Spain	y	3	11	37	78	1.65	0.21
Sweden	m	29	68	756	2688	0.67	0.30
Sweden	y	3	12	27	107	1.01	0.20
Thailand	m	31	59	729	2415	0.58	0.34
Thailand	y	8	14	40	124	0.61	0.36
Philippines	m	28	62	541	2575	0.48	0.31
Philippines	y	10	12	30	130	0.34	0.45
Turkey	m	17	43	517	2395	0.55	0.28
Turkey	y	4	18	26	124	0.95	0.18
Uruguay	m	43	42	391	2772	0.15	0.51
Uruguay	y	5	16	17	128	0.49	0.24
Venezuela	m	52	40	1308	2039	0.50	0.57
Venezuela	y	6	17	66	109	1.62	0.26
Mexico	y	8	14	36	120	0.57	0.36

한편 <표 3B>에서 $A/(A+B)$ 를 지표의 경보음이 울릴 때 위기가 발생할 확률 즉 위기의 조건부확률(PCS)로, $(A+C)/(A+B+C+D)$ 를 비조건부확률(UPC)로 각각 정의하여 그 값을 표시하였다.¹⁵⁾ 당연히 잡음/신호비율이 낮을수록 조건부확률과 위기확률의 차이는 커지게 된다. 개별지표의 성과에 대해서 월별지표의 경우 교역조건을 제외하면 표의 마지막 세 열에 잡음/신호비율에 따라 그 순위가 매겨진 Edison(2000), KLR(1999), GKR(2000) 등 다른 연구와 마찬가지로 실질환율이 가장 높은 예측력을 보이고 있다. 그러나 나머지 지표 특히 국내의 실질금리차, 수입, 주가의 경우 상당한 격차를 보인다. 지표의 성과가 표본집단에 의존하는 위기예측모형의 일반적 특성이기도 하겠으나 자료의 접근성에도 문제가 있는 것으로 보인다.¹⁶⁾ 이는 연간지표의 경우 월별지표와 달리 GKR과 상대적으로 큰 차이가 없는 것에서도 확인할 수 있다. 기존 연구가 지표의 예측력이 동틀인 사례가 관찰되는 것은 잡음/신호비율을 최소화하는 임계치를 표본집단의 머리 또는 꼬리부분에서 1% 기준으로 계산하였기 때문이다.

잡음/신호비율 또는 조건부 위기확률로 지표의 성과를 측정하는 데 무리가 따른다면 위기도래 시 경보가 한 번이라도 작동하였는가를 점검하는 지표의 위기점유율(PCA)을 고려할 수 있다. 지표의 위기점유율은 동 예측지표가 존재할 때 발생한 위기의 총회수(Total no crisis)를 한 번 이상 경보를 울린 회수(Total no first signal)로 나눈 값으로 정의된다. 이 정의는 지표의 유용성을 위기도래 시 한 번이라도 경보음이 울렸는가의 여부로 판단하고자 하는 데 따른 것이며 잡음/신호비율이 가지는 문제를 상당히 보완가능하다. 왜냐하면 잡음/신호비율이 경보가 잘못 작동되는 제2종 오류를 지표의 성과로 측정하는 데 반하여 지표의 위기점유율은 위기가 도래하고 있음에도 불구하고 경보가 작동하지 않는 제1종 오류의 문제를 얼마나 해소할 수 있는가를 지표의 성과로 보고자 함이기 때문이다. 실제로 <표 3B>의 A, B, C, D의 셀 가운데 C의 경우 수가 셀D 다음으로 가장 많다는 사실을 감안하면 잡음/신호비율 대신 지표의 위기점유율을 기준으로 할 때 신호접근법이 가지는 제1종 오류의 문제를 최소화하는 것은 중요한 의미를 가진다. 지표의 예측력을 위기점유율에 따를 때 주가, GDP 대비 국내신용의 순으로 잡음/신

15) 위기의 비조건부확률이 지표에 따라 그 값이 달라지는 것은 각 개별지표가 존재하는 기간에 발생한 위기를 고려하였기 때문이다.

16) 주가의 경우 본 연구는 공개된 자료로부터 1,751개만을 얻을 수 있었다.

호비율에 따른 예측력과 무관한 패턴을 보인다. 특히 잠음/신호비율이 1보다 커 유용성이 없는 지표로 간주되는 ‘예대금리차’는 3위를 기록하고 있으며 반대로 대표적인 상위 지표인 실질환율의 위기점유율은 미미하다.

또하나 간과할 수 없는 것은 당연한 것일 수도 있겠으나 경보가 많이 작동된 지표일수록 신호회수도 많다는 사실이다. <표 3B>은 GDP대비 국내신용, 예대금리차, 외환보유고의 순으로 경보수와 신호수가 많다. 한편 개별국가의 경우 필리핀, 한국, 페루 3국만이 외환보유고가 가장 많은 신호를 보냈고 나머지 20개국은 GDP대비 국내신용이 가장 많은 신호를 보냈다. 이와 같은 특성으로 인하여 GDP 대비 국내신용은 지표의 위기점유율(PCA)에서 주가에 이어 2위를 차지하고 있으며 예대금리차, 외환보유고의 순으로 높은 신호의 위기점유율을 기록하고 있다.

지표의 예측력은 대상 국가에 따라 상당한 차이를 보이고 있다. <표 4>는 월별 및 연간지표의 예측력을 동일한 가중치를 두고 국가별로 구분하여 제시하였다. 국가에 따라 지표의 예측력에 차이가 있는 것은 물론 나라마다 경제여건과 환경이 같지 않기 때문이겠으나 지역적으로 차별화되는 모습도 보인다. 예를 들면 월별 또는 연간 지표의 신호대비 위기비율이 0.5 이상인 국가는 아르헨티나, 브라질, 콜롬비아, 우루과이, 베네주엘라, 핀란드 등 6개국이며 이 가운데 핀란드를 제외하면 모두 중남미지역에 속한 나라들이다. 뒤에 설명하겠으나 지표의 예측력은 동아시아외환위기가 집중된 표본외 기간에서는 반대로 동아시아 지역에 속한 나라들의 위기예측력이 크게 증가하여 전혀 다른 양상을 보이고 있으며 표본외 기간에서도 마찬가지로 지역적인 공통점이 발견된다. 이는 위기의 발생빈도가 지표의 신호대비 위기비율에 큰 영향을 미치기 때문으로 추정된다.

표본외 예측

1970년 1월 1995년 6월의 표본기간에서 계산된 지표의 임계치를 이용하여 1995년 7월 1997년 12월 기간으로 설정된 표본외 추정을 하였다. 이 때 계산된 최소 잠음/신호비율이 1보다 큰 지표는 제외하였으며 외환시장압력지수는 1970년 1월~1997년 12월로 표본외 기간까지 확장하여 다시 산출하였다.¹⁷⁾

17) 가장 바람직한 방법은 표본외 기간의 매 시점마다 외환시장압력지수를 반복적으로 계산하는 것이다.

복합위기지수(composite crisis index)

표본의 추정에서는 흔히 지표의 예측력에 기초한 복합위기지수를 이용하여 위기를 예측하며 복합위기지수는 다음과 같이 정의한다.

$$I_t = \sum S_t^j / \omega^j \tag{4}$$

여기서 S_t^j 는 t기에 0 또는 1로 정의된 지표 j의 값을 나타내는데, 지표 j가 경보를 발생하면 $S_t^j=1$, 경보를 발생하지 않으면 $S_t^j=0$ 이다. ω^j 는 지표 j의 최소 잡음/신호비율을 나타내는 변수이며, 따라서 $1/\omega^j$ 는 각 지표의 가중치를 의미한다. 지표의 잡음/신호비율이 낮을수록 이 지표의 예측력이 높다는 사실을 고려하면 복합위기지수는 예측력이 높은 지표에 더 많은 가중치를 부여함으로써 위기 발생에 대한 예측가능성을 높이기 위한 대안으로 볼 수 있다.

표본 외 추정에서 복합위기지수의 값이 클수록 위기가가능성도 클 것으로 기대된다. 복합위기지수의 값과 위기가가능성의 관계는 표본내 추정에서 도출된 다음의 조건부확률의 식으로부터 얻어진다.

$$P(C_{t,t+24} | I_t < I_t < I_t) = \{I_t < I_t < I_t \text{이고 24개월 이내 위기가 발생한 개월 수}\} / \{I_t < I_t < I_t \text{인 개월 수}\} \tag{5}$$

<표 5>는 복합위기지수와 조건부 위기확률 사이의 관계를 보여준다. 복합위기 지수 값이 증가할수록 위기확률도 증가하는 일반적인 추세를 보인다.¹⁸⁾ 복합지수가 4~5구간에서 오히려 위기확률이 감소하는 것은 표본이 충분하지 않은 데 그 이유가 있다.¹⁹⁾ 다른 문헌에 비해 위기확률이 높은 것은 표본기간에서 더 많은 위기가 식별되었기 때문이며 식(2)에서와 같이 외환위기를 외환시장압력지수의 평균값으로부터 동 지수 표준편차의 2.5배를 초과하는 지수로 정의함으로써 다소 느슨하게 잡은데도 배경이 있다.

18) 경보를 작동하는 지표의 수가 많다고 해서 복합위기지수 값이 반드시 증가하는 것은 물론 아니다. 왜냐하면 잡음/신호비율의 역수로 표시된 지표의 가중치가 더 중요하기 때문이다.

19) 이 문제는 GKR(2000), Edison(2000)과 같은 다른 기존연구에서도 나타난다.

<표 5> 복합지수와 위기확률간의 관계

구분	A	B	$PCS(=A/(A+B))$
0 - 1	1345	4216	0.24
1 - 2	421	989	0.30
2 - 3	52	90	0.37
3 - 4	30	31	0.49
4 - 5	17	37	0.31
5 - 6	32	26	0.55
6 - 7	2	1	0.67
7 - 8	5	2	0.71
8 - 9	3	1	0.75
9 -	8	1	0.89

<표 6> 국가별 표본외 지표성과 : 위기 발생 신호 총수 (1995.7~1997.6)

국가	구분	A	B	C	D	NS ratio	$PCS(=A/(A+B))$
Argentina	m	0	7	0	305	NULL	0
Argentina	y	0	3	0	13	NULL	0
Bolivia	m	0	3	0	282	NULL	0
Bolivia	y	0	0	0	16	NULL	NULL
Brazil	m	6	16	66	200	0.89	0.27
Brazil	y	0	0	0	14	NULL	NULL
Chile	m	0	0	0	312	NULL	NULL
Chile	y	0	0	0	16	NULL	NULL
Colombia	m	16	0	295	0	NULL	1
Colombia	y	1	0	15	0	NULL	1
Denmark	m	0	3	0	261	NULL	0
Denmark	y	0	0	0	10	NULL	NULL
Egypt	m	0	18	0	244	NULL	0
Egypt	y	0	0	0	16	NULL	NULL
Finland	m	0	18	0	294	NULL	0
Finland	y	0	0	0	12	NULL	NULL
Greece	m	0	1	0	263	NULL	0
Greece	y	0	2	0	10	NULL	0

국가	구분	A	B	C	D	NS ratio	PCS(=A/(A+B))
Indonesia	m	7	0	259	70	0	1
Indonesia	y	4	0	12	0	NULL	1
Israel	m	0	0	0	192	NULL	NULL
Israel	y	0	0	0	12	NULL	NULL
Malaysia	m	16	0	320	0	NULL	1
Malaysia	y	3	0	13	0	NULL	1
Mexico	m	0	6	0	306	NULL	0
Mexico	y	0	3	0	13	NULL	0
Norway	m	4	1	219	56	0.98	0.8
Norway	y	0	0	12	0	NULL	NULL
Peru	m	0	18	0	294	NULL	0
Peru	y	0	2	0	14	NULL	0
Philippines	m	14	5	233	60	1.36	0.74
Philippines	y	0	0	16	0	NULL	NULL
S. Africa	m	19	0	144	142	0	1
S. Africa	y	1	1	6	6	1	0.5
S. Korea	m	12	0	248	52	0	1
S. Korea	y	0	0	16	0	NULL	NULL
Spain	m	0	9	0	303	NULL	0
Spain	y	0	0	0	12	NULL	NULL
Sweden	m	0	19	0	261	NULL	0
Sweden	y	0	0	0	12	NULL	NULL
Thailand	m	22	0	290	0	NULL	1
Thailand	y	5	0	11	0	NULL	1
Turkey	m	0	12	0	300	NULL	0
Turkey	y	0	3	0	13	NULL	0
Uruguay	m	0	0	0	288	NULL	NULL
Uruguay	y	0	0	0	16	NULL	NULL
Venezuela	m	5	0	112	195	0	1
Venezuela	y	0	0	8	8	NULL	NULL

복합위기지표는 표본의존적인 특성으로 인하여 가변적이고 지표 값이 제시하는 확률의 의미를 해석하기 어렵다는 취약점으로 인해 위기의 정도를 가늠하는 지표로서의 역할을 효과적으로 수행한다고 보기는 어렵다. 그럼에도 불구하고 마땅한 대안이 없기 때문에 위기의 표본외 예측으로 활용된다. 공간의 제약으로 본 논문에서는 보이지 않았으나 표본외 기간에서 칠레, 우루과이, 이스라엘 등 일부 국가를 제외한 모든 나라에서 상당기간동안 경보가 작동되었다(<표 6> 참조). 그러나 실제로 외환위기가 식별된 것은 노르웨이에서 1997년 12월 단 한번 발생하였다. 중남미국가의 경우 콜롬비아는 1997년 1월, 9월, 1998년 9월, 1999년 8월에 브라질은 1999년 1월에, 베네주엘라는 1995년 12월과 1996년 4월에 각각 외환위기가 발생하였다. 신호접근법은 이 세 나라의 위기를 정확히 예측하였으나 표본외 기간 동안 외환위기가 없었던 아르헨티나, 페루, 멕시코, 이집트는 잘못 경보음을 울린 경우에 해당한다. 이스라엘, 우루과이와 칠레는 단 한번도 경보가 없었으며 실제로 위기도 없었다.

한편 한국을 비롯하여 인도네시아, 태국, 말레이시아, 필리핀이 외환위기를 겪었던 동아시아는 매우 우수한 예측력을 보이고 있다. 그러나 한국의 경우 1996년 8월에 들어서야 비로소 경보음이 작동하기 시작하였으며 1997년에 들어와 위기확률이 높아지게 되었고 1997년 8월에 0.87로 급격히 증가하였다. 이점 1996년 12월부터 경보가 작동한 인도네시아도 마찬가지다. 결과적으로 이 두 나라는 평온을 유지하다가 짧은 기간 동안 위기조짐을 보이고 갑자기 쓰러지는 'sudden death'의 모습을 보이고 있다. 한국, 말레이시아는 0.80이라는 매우 높은 위기확률을 보이고 있으며 태국, 인도네시아도 0.60의 높은 위기확률을 기록하였다. 표본외 기간에서 경보가 단 한번이라도 작동한 경우를 위기에측의 근거로 삼을 때 벨이 울려도 위기가 오지 않는 제2종 오류가 문제가 되며 실제로 경보가 작동되지 않았음에도 불구하고 위기가 온 경우 즉 제1종 오류는 단 한 건도 발견되지 않았다.

표본기간과의 예측 성과비교

상식적 판단과 반대로 표본 외 기간에서의 위기에측력이 표본기간보다 오히려 더 높다. 우선 잡음/신호비율은 표본기간에서 0.69의 값을 가지나²⁰⁾ 표본외 기간에서는 0.58로²¹⁾ 표본외 기간에서 지표의 예측력이 더 높다.²²⁾ <표 6>은 표본외

20) $\{B/(B+D)\}/\{A/(A+C)\}^{-1} = \{1644/(1644+58526)\}/\{881/(881+21401)\}^{-1} \approx 0.69.$

기간에서의 국가별로 월별 및 연간 지표의 예측성과를 보여준다. 동아시아국가 그룹은 신호대비 위기비율이 필리핀의 경우 0.74일뿐 모두 1로 매우 높은 예측력을 보이고 있으며 그 밖의 지역에서는 콜롬비아, 베네주엘라, 남아공국, 노르웨이가 이 대열에 합류하고 있다. 그러나 나머지 국가들은 거의 영에 가깝다.²³⁾ 이는 앞에서 논의한 표본기간에서 나타난 지역적 특성과 전혀 다른 양상을 보인다. 즉 표본기간에서는 중남미지역 국가에 대한 예측력이 다른 지역보다 컸으나 표본외 기간에서는 동아시아지역 국가에 대한 예측력이 단연 크다. 이와 같은 예측력의 차이는 무엇보다도 위기의 발생빈도가 표본기간에서는 중남미지역에서, 표본외 기간에서는 동아시아지역에서 높게 나타났기 때문이다.²⁴⁾ 위기가 80년대 중남미, 90년대 초반 북유럽, 90년대 후반 동아시아지역에 속한 나라들에서 집중적으로 발생한 사실은 위기에측력을 높이기 위해서는 지역적 특성을 고려하는 것이 필요하다라는 함의를 얻을 수 있다.

한편 아르헨티나, 브라질, 북구 3국 등 90년대에 외환위기를 겪었던 나라에서 제2종 오류가 다수 탐지된 것은 외환위기를 경험한 나라가 향후 위기가능성에 더 크게 노출되는 불안정한 모습을 보이는 것으로 보인다. 이는 자동차 사고를 낸 운전자의 보험료가 오르는 현상과 무관하다고 볼 수 없다.

한국의 사례

한국은 표본기간에서는 1971년 6월, 74년 12월, 80년 1월 각각 외환위기가 식별되었으며 표본외 기간에서는 태국, 말레이시아에 이어 1997년 11월 외환위기가 식별되었다. <그림 1>에서 전기간의 시장압력지수를 보여주고 있다. 한국의 지표별 최적임계치는 <표 7>에 요약하였다. 표의 마지막 열은 전체 표본집단의 잠음/신호비율을 최소화하는 최적 임계치의 실제치(<표 2>참조)이며 3번째 열이 백분율로 표시한 한국 지표의 최적 임계치이다.

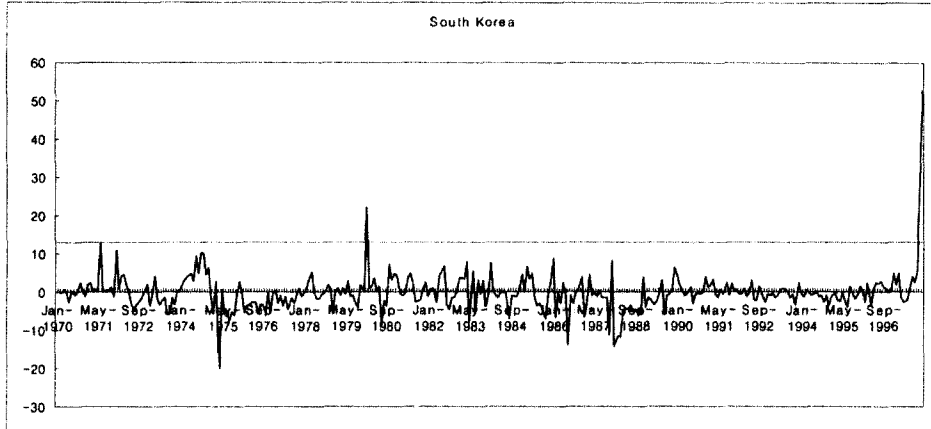
21) $\{B/(B+D)\}A/(A+C)\}^{-1} = \{126/(126+4065)\} \{104/(104+1931)\}^{-1} \approx 0.58.$

22) 따라서 신호대비 위기비율이 표본외 기간에서 더 높은 것은 당연하다. 표본외 기간에서는 $A/(A+B) = 104/(104+126) \approx 0.45$, 표본기간에서는 $881/(881+1644) \approx 0.35$ 이다.

23) 브라질이 유일하게 0.27일 뿐이다.

24) 아무리 위기에측력이 큰 지표라 하더라도 위기가 없으면 예측도 없는 것을 생각하면 쉽게 이해된다.

<그림 1> 한국의 외환시장압력지수



<표 7> 한국의 최적 임계치

지 표	구분	임계치 ¹	임계치 ²
BANK DEPOSITS	m	8.46	2.0
CENTRAL BANK CREDIT TO PUB. / GDP	y	0.06	92.5
CHANGE IN SHORT TERM DEBT	y	5.60	92.0
CURRENT ACCOUNT/GDP	y	-6.47	14.5
CURRENT ACCOUNT/INVESTMENT	y	-0.22	7.5
DOMESTIC CREDIT/NORMAL GDP	m	8.55	85.5
DOMESTIC/FOREIGN INTEREST RATE DIFFERENTIAL	m	4.80	99.0
Excess Real M1 Balances	m	35.74	99.5
EXPORTS	m	-15.08	1.0
FOREIGN DIRECT INVESTMENT	y	0.05	10.5
GENERAL GOV. CONSUMPTION/GDP	y	13.94	88.0
IMPORTS	m	97.99	99.5
M2 MULTIPLIER	m	49.68	99.0
M2/International reserve	m	243.38	99.0
NET CREDIT TO PUB. /GDP	y	0.07	96.5
OVERALL BUDGET DEFICIT/GDP	y	-3.84	0.5
RATIO OF LENDING TO DEPOSIT INTEREST RATE	m	1.15	80.5
REAL EXCHANGE RATE	m	8.87	99.5
REAL INTEREST RATE ON DEPOSITS	m	11.79	99.5
Real output	m	-4.97	1.0
SHORT TERM DEBT OVER GDP	y	13.03	80.0
STOCK PRICES	m	-69.79	7.0
TOTAL RESERVES MINUS GOLD	m	-28.65	5.0

주 : (1) 해당 지표 임계치(%)의 실제값 (2) 해당 지표 전체 분포의 최적 임계치(%)

<표 8>은 표본기간의, <표 9>는 표본 외 기간에서의 지표성과를 각각 보여준다. 특이한 것은 표본외 기간에서 위기를 예측한 두 지표인 GDP 대비 국내신용과 M2승수는 표본기간에서는 (M2 승수의 경우) 예측력이 매우 낮거나 (GDP 대비 국내신용의 경우) 전혀 예측력이 없었던 지표라는 사실이다. 표본기간에서 우수한 예측력이 보인 어떤 지표도 설정된 표본외 기간에서는 그 유용성을 찾을 수 없었다. 표본외 기간 밖인 1997년 8월부터 비로소 실질환율지표가 3개월 동안 경보를 작동하였을 뿐이다.²⁵⁾ 이는 표본기간에서 유용한 것으로 판별이 된 지표가 표본외 기간에도 유용성이 그대로 유지될 것으로 볼 수 없다는 함의를 가진다. 동시에 위기의 예측가능성은 시계열 보다는 위기를 경험한 다수국가를 포함하는 패널자료를 이용할 때 더 높아질 것으로 기대된다.

<표 8> 표본기간의 지표성과 : 한국

지 표	구분	A	B	C	D	SUM
Bank deposits	m	0	6	53	235	294
Domestic credit/GDP	m	4	39	49	202	294
Domestic/foreign interest rate differential	m	0	2	0	184	186
Excess real M1 balances	m	2	0	63	241	306
Exports	m	0	3	53	238	294
Imports	m	2	0	51	241	294
M2 multiplier	m	0	3	53	238	294
M2/international reserves	m	3	0	50	241	294
Real exchange rate	m	2	0	63	241	306
Real interest rate on deposits	m	0	2	65	239	306
Real output	m	0	3	53	238	294
Stock prices	m	0	6	0	72	78
Total reserves minus gold	m	5	10	48	231	294
Central bank credit to pub./GDP	y	0	2	5	18	25
Change in short term debt	y	0	2	4	18	24
Current account balance/GDP	y	1	2	1	15	19
Current account balance/investment	y	0	2	2	15	19
Foreign direct investment	y	1	1	1	16	19
General gov. consumption/ GDP	y	0	3	4	17	24
Overall budget deficit/GDP	y	1	0	4	20	25
Short term debt/GDP	y	0	6	5	14	25

25) 동년 12월 외환보유고 지표가 작동하였으나 위기시점이 11월임은 유용한 지표로 볼 수 없다.

<표 9> 표본외 기간의 지표성과 : 한국

지 표	구분	A	B	C	D	SUM
Bank deposits	m	0	0	20	4	24
Central bank credit to pub. /GDP	y	0	0	2	0	2
Change in short term debt/GDP	y	0	0	2	0	2
Current account/GDP	y	0	0	2	0	2
Current account/Investment	y	0	0	2	0	2
Domestic credit/GDP	m	10	0	10	4	24
Domestic/foreign interest rate differential	m	0	0	20	4	24
Excess real M1 balances	m	0	0	20	4	24
Exports	m	0	0	20	4	24
Foreign direct investment	y	0	0	2	0	2
General gov. consumption/GDP	y	0	0	2	0	2
Imports	m	0	0	20	4	24
M2 Multiplier	m	2	0	18	4	24
M2/international reserve	m	0	0	20	4	24
Overall budget deficits/GDP	y	0	0	2	0	2
Real exchange rates	m	0	0	20	4	24
Real interest rate on deposits	m	0	0	20	4	24
Real output	m	0	0	20	4	24
Short term debt/GDP	y	0	0	2	0	2
Stock prices	m	0	0	20	4	24
Total reserves	m	0	0	20	4	24

<표 10>은 복합위지지표를 이용하여 외환위기를 예측하고 있으며 <표 11>에서 시간대에 따라 작동한 개별 위지지표를 제시하였다. <표 11>에 따르면 1996년 9월 처음으로 국내신용/GDP 지표의 경보가 작동된 이후 위기 발생시점까지 전 기간을 통해 올랐다. 또 다른 지표로서 M2승수가 1997년 2~3월에, 실질환율이 1997년 8~10월에, 외환보유고가 97년 12월에 작동하였다. 최초 외환위기를 기준으로 볼 때 외환보유고 지표는 경보는 올랐으나 위기는 오지않는 경우에 해당되어 여기서는 후행지표로서의 의미를 가질 뿐이다.

<표 10> 표본외 기간 복합위기지수와 위기확률 : 한국

시 기	복합위기지수	위기확률	경고지표수
1995년 7월	0	0.24	0
1995년 8월	0	0.24	0
1995년 9월	0	0.24	0
1995년 10월	0	0.24	0
1995년 11월	0	0.24	0
1995년 12월	0	0.24	0
1996년 1월	0	0.24	0
1996년 2월	0	0.24	0
1996년 3월	0	0.24	0
1996년 4월	0	0.24	0
1996년 5월	0	0.24	0
1996년 6월	0	0.24	0
1996년 7월	0	0.24	0
1996년 8월	0	0.24	0
1996년 9월	1.18	0.30	1
1996년 10월	1.18	0.30	1
1996년 11월	1.18	0.30	1
1996년 12월	1.18	0.30	1
1997년 1월	1.18	0.30	1
1997년 2월	2.41	0.37	2
1997년 3월	2.41	0.37	2
1997년 4월	1.18	0.30	1
1997년 5월	1.18	0.30	1
1997년 6월	1.18	0.30	1
1997년 7월	1.18	0.30	1
1997년 8월	6.82	0.67	2
1997년 9월	6.82	0.67	2
1997년 10월	6.82	0.67	2

<표 11> 외환위기에측 경보지표 : 한국

시 기	국내신용/ 명목 GDP	M2 승수	실질환율	외환보유고
1995년 7월				
1995년 8월				
1995년 9월				
1995년 10월				
1995년 11월				
1995년 12월				
1996년 1월				
1996년 2월				
1996년 3월				
1996년 4월				
1996년 5월				
1996년 6월				
1996년 7월				
1996년 8월				
1996년 9월	X			
1996년 10월	X			
1996년 11월	X			
1996년 12월	X			
1997년 1월	X			
1997년 2월	X	X		
1997년 3월	X	X		
1997년 4월	X			
1997년 5월	X			
1997년 6월	X			
1997년 7월	X			
1997년 8월	X		X	
1997년 9월	X		X	
1997년 10월	X		X	
1997년 11월	X			
1997년 12월	X			X

<표 12A> 동아시아 외환위기 월별지표 유효 신호회수 (95.7~97.6)

	Philippines	Thailand	S. Korea	Malaysia	Indonesia
Real exchange rates	(×)	(×)		6(×)	7
Domestic Credit/GDP	17(×)	10	10(×)	7(×)	
M2 multiplier			2(×)		
Stock price		6(×)	(×)		
Bank Deposits		4(×)			
Total reserves		2		3	

주 : (×): Edison (2000)의 연구에서 경보를 발생한 지표를 의미 (1996년 12월 기준)

<표 12B> 동아시아 외환위기 월별지표 유효 신호회수*

	Philippines	Thailand	S. Korea	Malaysia	Indonesia
Real exchange rates			3	8	9
Domestic Credit/GDP	17	14	14	12	
M2 multiplier			2		
Stock price		10		4	2
Bank Deposits		4			
Total reserves		6		4	

* 1995.7~1997.12 또는 해당국 최초 외환위기시점** 가운데 이른 시점

** Philippines: 97.11

Thailand: 97.7, 97.11

S. Korea: 97.11

Malaysia: 97.7, 97.12

Indonesia: 97.12, 98.5

복합위기지수로 한국의 위기가능성을 보면 1996년 9월 지표 1.18로 위기확률이 0.24에서 0.28로 4% 증가하였다. 그러나 M2 승수 지표에 불이 들어온 97년 2월 복합위기지표는 2.41로 증가하였으나 위기확률은 오히려 0.20으로 감소하였고 다시 97년 8월 실질환율지표가 경보를 작동하였을 때 위기확률은 0이 되었다. 이 기현상은 앞에서 지적한 바와 같이 표본집단이 충분하지 않기 때문이며 복합위기 지수 구간에 따른 신호 대비 위기비율 즉 위기확률의 관계를 보여주는 <표 5>에서 이를 확인할 수 있다. 이 지표 값에서 표본집단은 위기발생빈도가 정상수준

보다 오히려 줄어들었던 역사적 사실에 연유한다.²⁶⁾ 실제로 표본집단에서 복합위기지수가 6.5~7인 구간에 셀 A에 속하는 경우는 한번도 없었고 제2종 오류에 해당하는 셀 B에 단지 1회 관찰되었을 뿐이다. 따라서 위기확률보다는 복합위기지표가 더 큰 의미를 가지는 것을 한국의 사례는 시사한다.

본 연구에서 다른 연구와 유사하게 동아시아 외환위기는 모두 예측 가능하였다.²⁷⁾ <표 12A>는 기 설정된 표본의 기간인 95년 7월~97년 6월까지 <표 12B>는 95년 7월~97년 12월까지 한국을 포함한 동아시아 5개국의 월별지표의 유효 신호회수를 각각 제시하고 있다. 흥미로운 것은 5개국에서 신호를 발생한 지표의 수는 모두 6개에 불과하고 특히 인도네시아를 제외한 4개국에서 국내신용/GDP가 가장 많은 회수의 신호를 작동한 사실이며 다른 연구에서도 유사한 결과가 보고되었다.²⁸⁾ 매우 높은 경보대비 신호비율은 한국과 마찬가지로 동아시아 국가 모두 표본의 기간에서의 신호패턴이 표본기간과 전혀 다른 양상을 보이게 한다.²⁹⁾ 이와 같은 특성은 국내신용/명목GDP, M2승수가 금융자유화와 관련된 지표임을 고려할 때 Kaminsky and Reinhart(1999)가 제기한 바와 같이 동아시아 외환위기가 금융자유화라는 공동요인에서 비롯하였다는 주장과 일관성을 가진다. 이와 같은 주장은 Tornell and Westermann(2002)과 일관성을 가지며 여기서도 다시 한번 확인할 수 있다.

재미있는 것은 외환위기가 상당부분 개별국가별 보다는 지역적으로 발생하는 경향을 보인다는 사실이다. 1997년 동아시아위기 뿐 아니라 1978년 인도네시아, 말레이시아, 태국 등 아세안국가에서, 1982년 아르헨티나, 브라질, 볼리비아, 멕시코, 우루과이 등 중남미지역에서, 1991년 핀란드, 노르웨이, 스웨덴, 덴마크, 스페인 등 유럽에서 외환위기가 발생하였다.<표 1A> 이와 같은 사실은 지역적 특성

26) 무엇보다도 복합위기지수 값이 6보다 큰 사례가 최소한 것에 그 배경이 있을 것으로 보인다. (<표 5>)

27) Edison(2000)에서 인도네시아의 경우 예외적으로 예측불가능하였다.

28) Edison도 5개 지표 가운데 실질환율과 더불어 국내신용/GDP가 가장 많은 회수의 경보를 작동하였다. (<표 12A> 참조)

29) 셀A/셀B의 분포는 GDP 대비 국내신용이 필리핀 5/38, 태국 12/31, 한국 4/39, 말레이시아 9/34, 인도네시아 19/24로 한국을 제외하면(외환보유고 5/10) 신호의 수가 가장 많으나 잡음 수 역시 압도적으로 많다.

을 고려한 위기에측의 필요성이 제기된다. 다음 절에서 이를 고려한 새로운 위기에측모형을 제시한다.

II. 사례기반추론(Case-Based Reasoning, CBR)을 이용한 위기에측

과거 유사사례를 추출하여, 현재의 문제해결에 응용하는 접근방식인 CBR은 진단, 예측, 디자인, 교육훈련 등 다양한 방면에 널리 이용된다. 의사결정이 최적화 모형이나 엄격한 룰에 따라 이루어지지 않거나 지식 영역의 부족 등으로 인하여 문제가 충분히 이해되지 않는 경우 CBR은 매우 유용한 해결수단으로 사용되고 있다. 특히 예전의 경험을 기억하는 것은 과거의 실수를 되풀이하지 않게 주의를 환기함으로써 과거에 발생하였던 문제의 가능성을 경고하는데 매우 유용한 접근방식이다. 그러나 과거의 사례가 새로운 사례와 동일할 수 없기 때문에 새로운 상황에 맞추기 위해서는 과거 문제의 해에 대한 적절한 개조(adaptation)가 필요하다. 시행착오를 통해 새로운 상황에 대처하는 새로운 해결방안이 창출됨으로써 학습이 추론의 자연적인 귀결로 일어나게 된다. 이와 같은 학습을 통해 과거 사례의 적용순서를 반영하는 지수(indexes)를 수정함으로써 예측력을 높이게 된다.

CBR의 성과는 축적된 경험, 경험에 근거한 새로운 상황에 대한 이해능력, 과거 해의 개조와 평가 및 보수에 대한 숙련, 새로운 경험을 기억시스템에 적절히 통합하는 능력에 의존한다. 이 가운데 경험에 근거한 새로운 상황에 대한 이해능력은 과거 경험을 기억하는 것과 새로운 상황을 되살린 경험에 따라 해석하는 것 두 부분으로 구성된다. 전자를 지수화 문제(indexing problem)이라고 부르며 넓게는 새로운 상황에 가장 근접한 경험을 찾고 좁게는 기억시스템에 저장된 경험에 지수를 부여함으로써 적절한 여건하에서 되살릴 수 있게 하는 문제를 의미한다. 해석은 새로운 상황을 과거의 경험과 비교하는 과정이며 개조는 새로운 상황의 수요에 부응하기 위해 과거 해를 개선하는 과정이다. 경험으로부터의 학습은 평가하고 수정하는 과정을 통해 이루어지며 새로운 사례를 축적하고 지수를 부여함으로써 학습효과의 성과가 제고된다.

이상의 설명은 다음 4단계의 순환구조로 구성된 CBR시스템으로 요약된다.

- ① 유사사례 추출 (Retrieve) : 현재 당면한 문제와 유사한 과거의 사례들을 사례베이스(Case Base)로부터 추출한다. 이 때 유사성(similarity)을 정의하는 함수가 필요하게 된다.
- ② 유사사례 이용 (Reuse) : 추출된 유사 과거사례로부터 현재 문제를 해결할 수 있는 필요 정보를 파악하여 이용한다. 과거 유사사례와 현재 문제가 모든 특성에서 동일한 경우에는 별도의 수정 절차 없이 바로 현재 문제 해결에 적용할 수 있게 된다.
- ③ 유사사례 수정 (Revise) : 과거 유사사례와 현재 문제간의 특성 차이가 발생하는 경우, 이를 보정할 수 있는 메커니즘이 필요하게 된다. 계량 모형 혹은 전문가의 경험적 지식 등을 활용하여 과거 사례의 해를 수정하여 현 문제의 해를 찾아낸다.
- ④ 유사사례 보유 (Retain) : ①~③의 과정에서 얻은 지식을 다시 사례베이스에 지속적으로 저장하여 향후 문제 해결에 활용한다.

신호접근법을 이용한 경제위기에측 모형에 CBR을 응용하는 목적은, 과거 위기 발생에 따른 경보 사례들을 분석함으로써, 향후 미래 외환위기 예측의 정확도를 높이고자 함이다. CBR의 응용 전략은 추구하는 목적에 따라 달라질 수 있는데, 본 논문에서는 신호접근법에 따른 예측성과를 개선하는 데 활용하고자 한다.

유사사례를 추출하기 위해 본 연구에서는 우선 대상국가를 4개의 그룹으로 나누었다. 개별 국가를 대상으로 유사사례를 추출할 경우 사례의 수가 제한적이기 때문에 CBR을 효과적으로 적용할 수가 없으며, 따라서 경제적 유사성이 큰 국가들끼리 모아 유사사례의 수를 충분히 확보할 필요가 있다. 또한 전장에서 지적인 바와 같이 위기가 지역적 특성을 가지는 표본내 경험을 고려하고자 함이다. 이를 위해 지역을 기준으로 다음과 같이 그룹을 구분하였다.

그룹 I (동아시아 지역) : 인도네시아, 말레이시아, 한국, 태국, 필리핀

그룹 II (중남미 지역) : 아르헨티나, 브라질, 볼리비아, 칠레, 콜롬비아, 멕시코, 페루, 우루과이, 베네주엘라

그룹 III (유럽 지역) : 덴마크, 핀란드, 그리스, 노르웨이, 스페인, 스웨덴

그룹 IV (중동, 아프리카 지역) : 이스라엘, 터키, 남아공화국, 이집트

위의 구분에 따르면 그룹 I 과 그룹 II 는 각각 중남미 지역과 동아시아 지역의 개발도상국을 포함하고 있으며 그룹 III 은 유럽의 선진국을 주로 포함한다. 그런데 이들 세 그룹에서 제외된 국가들을 모아 놓은 그룹 IV 는 중동과 아프리카 지역의 선진국과 개발도상국가들을 모두 포함하고 있기 때문에 앞의 세 그룹에 비해 지역적 또는 경제적 유사성이 낮다고 할 수 있다. 따라서 그룹 IV 를 이용한 CBR 분석의 신뢰성은 타 그룹에 비해 낮을 것으로 기대된다.

신호접근법에 따른 표본외기간에서의 외환위기에측에 대한 성과는 동아시아 5 개국에 대해서는 제1종오류, 나머지 지역에서는 제2종오류의 문제가 있다. 표본외기간이 동아시아 외환위기로 이어지는 시기임을 감안하면 이와 같은 결과는 너무나 당연한 것이다. CBR은 두가지 오류를 해소함으로써 표본외 예측성과를 개선하고자 한다. 여기서는 제2종오류를 해소하는 전략과 제1종오류를 해소하는 전략을 제시한다. 뒤에 설명하겠으나 제1(2)종오류를 해소하는 전략이 제2(1)종오류를 강화하는 부작용이 있다. 이 문제를 개선하기 위해 두 전략을 순차적으로 사용하는 전략을 모색한다.

1. 전략 α

이 전략은 과거 즉 표본기간에서 경보가 발생된 유사사례들 중에서 위기를 정확하게 예측한 경우에 한해서 신호 접근법에서 발생한 경보를 인정하고자 하는 방식으로써 잘못된 경보를 줄이는데 그 목적이 있다.

유사사례 추출 (Retrieve)

먼저 신호접근법에 의해 경보가 발생된 표본외 관측치를 해당 국가의 표본내 관측치의 분포와 비교하여 분포내 위치를 백분율을 이용하여 파악한다. 다음에는 해당 국가와 동일한 그룹에 속한 국가들의 표본내 분포와 비교하여, 경보발생 표본외 관측치의 백분율 값과 지정된 오차범위 내에서 차이가 발생하는 표본내 관측치를 모두 유사 사례로 판단하여 추출한다. 본 연구에서는 오차범위를 0.01%로 지정하여 분석에 이용하였다.

유사사례 이용 및 수정 (Reuse and Revise)

표본 외 기간에서 발생된 신호접근법의 경보가 과거 유사사례에 비추어 보았을 때 어느 정도 유효한 것인가를 측정하고자 한다. 이를 위해 전략 α 에서는 앞에서 추출한 표본내 유사사례 가운데 24개월 안에 실제로 외환위기가 발생된 경우만 표본의 경보와 비교한다. 예를 들어, 유사한 과거 사례들 중에서 단 한번이라도 위기를 제대로 예측한 경우가 있다면 CBR에서도 신호접근법에서 발생한 표본의 경보를 인정한다.³⁰⁾ 반대의 경우에는 비록 신호접근법에서 경보가 발생했다 하더라도 전략에서는 이를 잘못된 경보로 간주하여 경보가 작동하지 않게 된다.

결과

신호접근법을 이용하여 표본의 기간(1995년 7월~1997년 6월)의 각 시점에서 경보의 발생여부를 파악한 후 전략을 적용하여 구한 표본의 예측 결과를 <표 13>에 제시하였다. <표 13>에서의 A, B, C, D는 전장에서와 같이 각각 경보가 작동하고 실제로 위기가 발생한 경우의 수, 그렇지 않는 경우의 수, 경보가 작동하지 않았음에도 위기가 발생한 경우의 수, 경보가 작동하지 않고 위기도 오지 않았던 경우의 수를 나타낸다. 한편 ΔA , ΔB , ΔC , ΔD 는 전략 α 의 표본의 예측결과와 신호접근법만을 적용한 표본의 예측결과와의 차이를 나타낸다. 예를 들어 ΔB 가 양수이면 전략 α 를 적용한 결과 셀B에 해당하는 경우의 수가 신호접근법만을 적용한 경우에 비하여 증가하였음을 의미한다.

<표 13>의 결과에 의하면 CBR 전략 α 를 적용한 결과, 신호접근법에서 잘못된 경보 즉 잡음(셀B)으로 간주되었던 경보의 절반 이상이 더 이상 경보가 아닌 것으로 판명되었다. 신호접근법에서는 잘못된 경보가 전체적으로 150개이었으나 이중 101개가 제거되었다. 특히 신호접근법에서 잘못된 경보를 많이 보유하고 있던 멕시코, 브라질, 아르헨티나, 이집트, 터키, 페루, 핀란드 등의 6개 국가에서 이들의 수가 큰 폭으로 축소되었다.

그러나 전략 α 는 잘못된 경보 즉 제2종 오류(잡음)를 줄이는 과정에서 올바른

30) 그런데 예측자의 성향에 따라 유사사례의 이용은 달라질 수 있다. 예를 들어 유사사례 중에서 두 번 이상 위기를 제대로 예측한 경우가 있어야만 신호접근법에서 발생한 표본의 경보를 올바른 신호로 받아들인다고 하면 좀 더 보수적으로 외환위기를 예측할 수 있다.

경보인 신호(셀A)도 제거하기 때문에 제1종 오류가 늘어나게 되는 문제를 초래한다. 남아공화국, 말레이시아, 베네주엘라, 인도네시아, 콜롬비아, 태국, 한국 등 7개국의 경우 신호접근법에 의해 신호를 다수 보유하고 있는 것으로 나타났으나 전략 α 에 의해 많은 신호가 제외되었으며 전체적으로는 93개의 신호가 작동하지 않게 되는 결과를 가져왔다. 특히 동아시아 국가에서 제1종 오류의 문제가 두드러지는 현상은 이미 앞에서 지적한 바와 같이 표본외 기간에서 발생한 신호접근법의 경보 신호가 과거 표본기간과 상당히 다른 패턴을 보여주고 있는데 기인하는 것으로 보인다. 즉 표본외 경보 신호와 유사한 표본내의 관측치 중에는 셀A 형태의 성격을 갖는 경우가 많지 않았음을 보여주는 것이다. 이 결과 과거의 경험에 따르면 위기가 아니었으나 표본외에서는 위기로 판별된 사례가 크게 증가하였다.

<표 13> CBR에 의한 표본외 예측 결과 (전략 α)

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Argentina	m	0	2	0	310	0	-5	0	5
Argentina	y	0	1	0	15	0	-2	0	2
Bolivia	m	0	1	0	284	0	-2	0	2
Bolivia	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Brazil	m	6	7	66	209	0	-9	0	9
Brazil	y	0	0	0	14	0	0	0	0
Chile	m	0	0	0	312	0	0	0	0
Chile	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Colombia	m	3	0	308	0	-13	0	13	0
Colombia	y	0	0	16	0	-1	0	1	0
Denmark	m	0	1	0	263	0	-2	0	2
Denmark	y	0	0	0	10	0	0	0	0
Egypt	m	0	0	0	262	0	-18	0	18
Egypt	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Finland	m	0	10	0	302	0	-8	0	8
Finland	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Greece	m	0	0	0	264	0	-1	0	1
Greece	y	0	2	0	10	0	0	0	0
Indonesia	m	7	0	259	70	0	0	0	0

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Indonesia	y	1	0	15	0	-3	0	3	0
Israel	m	0	0	0	192	0	0	0	0
Israel	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Malaysia	m	10	0	326	0	-6	0	6	0
Malaysia	y	1	0	15	0	-2	0	2	0
Mexico	m	0	1	0	311	0	-5	0	5
Mexico	y	0	0	0	16	0	-3	0	3
Norway	m	3	0	220	57	-1	-1	1	1
Norway	y	0	0	12	0	0	0	0	0
Peru	m	0	0	0	312	0	-18	0	18
Peru	y	0	0	0	16	0	-2	0	2
Philippines	m	2	1	245	64	-12	-4	12	4
Philippines	y	0	0	16	0	0	0	0	0
S. Africa	m	0	0	163	142	-19	0	19	0
S. Africa	y	0	0	7	7	-1	-1	1	1
S. Korea	m	1	0	259	52	-11	0	11	0
S. Korea	y	0	0	16	0	0	0	0	0
Spain	m	0	7	0	305	0	-2	0	2
Spain	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Sweden	m	0	14	0	266	0	-5	0	5
Sweden	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Thailand	m	5	0	307	0	-17	0	17	0
Thailand	y	2	0	14	0	-3	0	3	0
Turkey	m	0	1	0	311	0	-11	0	11
Turkey	y	0	1	0	15	0	-2	0	2
Uruguay	m	0	0	0	288	0	0	0	0
Uruguay	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Venezuela	m	1	0	116	195	-4	0	4	0
Venezuela	y	0	0	8	8	0	0	0	0
Sum		42	49	2,388	4,994	-93	-101	93	101

2. 전략 β

전략 β 는 과거에 경보가 발생된 유사사례 가운데 잘못된 경보 즉 잡음으로 판명된 경우에는 신호 접근법에서 발생한 경보를 인정하지 않는 것으로서 전략 α 와 마찬가지로 제2종 오류를 줄이는 데 그 목적이 있다.

유사사례 추출

유사사례의 추출 방법은 전략 α 와 동일하다.

유사사례 이용 및 수정

표본내 유사사례의 추출방식은 전략 α 와 동일하나 유사사례 가운데 24개월 이내에 외환위기가 실제로 발생하지 않는 사례만을 이용하는데 전략 α 와 차이가 있다. 즉 표본의 관측치와 유사한 과거 사례들 중에서 위기를 제대로 예측하지 못한 경우가 한 번이라도 존재하는 경우 전략 β 에서는 신호접근법에서 발생한 표본의 경보를 잘못된 경보로 간주하여 경보를 주지 않게 된다. 그러므로 전략 β 는 전략 α 에 비해 보수적인 예측방식인 셈이다.

결과

표본의 기간에 대하여 신호접근법을 적용한 후 CBR의 전략 β 를 이용하여 구한 예측 결과를 <표 14>에 제시하였다. <표 14>의 구성은 <표 13>과 동일하다. 이에 따르면 전략 β 의 표본의 예측결과가 대체적으로 전략 α 의 결과와 유사한 것을 알 수 있다. 즉 잘못된 경보인 잡음(셀B)의 수가 모두 53개 감소하였지만 특히 동아시아 국가들에서 예외 없이 올바른 경보 즉 신호(셀A)의 수 또한 줄어들었으며 모두 합해 61개의 신호가 감소하였다. 전략 β 에서는 전략 α 에 비하여 잡음과 신호의 감소폭이 작은 것은 유사사례의 이용방식이 보다 엄격하기 때문이다.

<표 14> CBR에 의한 표본외 예측 결과 (전략 β)

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Argentina	m	0	4	0	308	0	-3	0	3
Argentina	y	0	2	0	14	0	-1	0	1
Bolivia	m	0	3	0	282	0	0	0	0
Bolivia	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Brazil	m	0	9	72	207	-6	-7	6	7
Brazil	y	0	0	0	14	0	0	0	0
Chile	m	0	0	0	312	0	0	0	0
Chile	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Colombia	m	13	0	298	0	-3	0	3	0
Colombia	y	1	0	15	0	0	0	0	0
Denmark	m	0	2	0	262	0	-1	0	1
Denmark	y	0	0	0	10	0	0	0	0
Egypt	m	0	16	0	246	0	-2	0	2
Egypt	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Finland	m	0	8	0	304	0	-10	0	10
Finland	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Greece	m	0	1	0	263	0	0	0	0
Greece	y	0	2	0	10	0	0	0	0
Indonesia	m	0	0	266	70	-7	0	7	0
Indonesia	y	1	0	15	0	-3	0	3	0
Israel	m	0	0	0	192	0	0	0	0
Israel	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Malaysia	m	9	0	327	0	-7	0	7	0
Malaysia	y	2	0	14	0	-1	0	1	0
Mexico	m	0	6	0	306	0	0	0	0
Mexico	y	0	2	0	14	0	-1	0	1
Norway	m	1	1	222	56	-3	0	3	0
Norway	y	0	0	12	0	0	0	0	0
Peru	m	0	17	0	295	0	-1	0	1
Peru	y	0	2	0	14	0	0	0	0
Philippines	m	9	4	238	61	-5	-1	5	1
Philippines	y	0	0	16	0	0	0	0	0
S. Africa	m	4	0	159	142	-15	0	15	0
S. Africa	y	0	0	7	7	-1	-1	1	1
S. Korea	m	11	0	249	52	-1	0	1	0
S. Korea	y	0	0	16	0	0	0	0	0
Spain	m	0	2	0	310	0	-7	0	7
Spain	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Sweden	m	0	5	0	275	0	-14	0	14
Sweden	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Thailand	m	17	0	295	0	-5	0	5	0
Thailand	y	2	0	14	0	-3	0	3	0
Turkey	m	0	9	0	303	0	-3	0	3
Turkey	y	0	2	0	14	0	-1	0	1
Uruguay	m	0	0	0	288	0	0	0	0
Uruguay	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Venezuela	m	4	0	113	195	-1	0	1	0
Venezuela	y	0	0	8	8	0	0	0	0
Sum		74	97	2,356	4,946	-61	-53	61	53

3. 전략 γ

전략 γ 는 표본의 관측치가 신호접근법에 따라 경보신호를 발생하지 않았더라도 이와 유사한 표본내 관측치중 24개월 이내에 실제로 외환위기가 발생한 사례들이 존재하는 경우에는 CBR에서 경보를 작동하도록 한다. 따라서 동 전략은 전략 α , 전략 β 와 달리 제1종 오류의 문제를 해소함으로써 보다 많은 신호를 찾고자 하는데 그 목적이 있다.

유사사례 추출

전략 γ 에서는 신호접근법에서 경보를 발생하지 못한 표본의 관측치에 대하여 유사사례를 추출한다. 전략 α 와 전략 β 는 신호접근법에 의해 A, B로 분류된 표본내 관측치에서 유사사례를 찾는 것인 반면 전략 γ 는 셀C와 셀D로 분류된 표본내 관측치에서 유사사례를 구하는 것이다. 따라서 전략 γ 에서는 신호접근법에 의해 경보가 발생되지 않은 표본의 관측치를 해당 국가와 동일한 그룹에 속한 국가들의 표본내 관측치와 비교하여, 분포 내 백분율 값이 지정된 오차범위 안에서 차이가 보이는 표본내 관측치를 유사사례로 간주한다. 전략 γ 에서는 오차범위를 0.01%로 지정하였다.

유사사례 이용 및 수정

전략 γ 는 앞에서 추출한 유사사례들 중에서 24개월 이내에 실제로 외환위기가 발생했던 사례만을 이용한다. 즉 표본의 관측치와 유사한 표본내 사례들 중에서 위기가 발생된 경우가 한 번이라도 있다면 (신호접근법에서는 경보를 발생하지 않았으나) CBR은 경보를 작동한다.

결과

앞에서 구분한 4개 그룹의 국가를 대상으로 전략 γ 를 적용하여 구한 표본의 예측 결과를 <표 15>에 제시하였다. 전략 γ 는 기본적으로 신호접근법에 의해 발생한 경보는 주어진 조건으로 받아들이며 신호접근법에 의해 경보로 분류되지 않은 표본의 관측치만을 검토하여 추가적인 경보를 찾아내는 전략이다. 따라서 <표 15>의 셀A와 셀B에는 신호접근법에 의해 발생한 경보신호들이 포함되어 있다. 결과를 살펴보면, 예상대로 올바른 경보(셀A)의 수가 크게 증가한 것을 발견

할 수 있다. 즉 신호접근법에서는 올바른 경보의 수가 135개이었으나 전략 γ 에서는 268개로 133개 증가하였다. 그러나 역시 예상대로 잘못된 경보(셀B)의 수도 314개나 증가하였다. 전략 γ 의 경우 <표 13>과 <표 14>에 제시되어 있는 전략 α 과 전략 β 의 결과에 비해서도 신호의 수와 잡음의 수가 훨씬 많다.

<표 15> CBR에 의한 표본의 예측결과 (전략 γ)

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Argentina	m	0	25	0	287	0	18	0	-18
Argentina	y	0	3	0	13	0	0	0	0
Bolivia	m	0	21	0	264	0	18	0	-18
Bolivia	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Brazil	m	11	35	61	181	5	19	-5	-19
Brazil	y	0	0	0	14	0	0	0	0
Chile	m	0	17	0	295	0	17	0	-17
Chile	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Colombia	m	36	0	275	0	20	0	-20	0
Colombia	y	2	0	14	0	1	0	-1	0
Denmark	m	0	23	0	241	0	20	0	-20
Denmark	y	0	1	0	9	0	1	0	-1
Egypt	m	0	25	0	237	0	7	0	-7
Egypt	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Finland	m	0	36	0	276	0	18	0	-18
Finland	y	0	4	0	8	0	4	0	-4
Greece	m	0	22	0	242	0	21	0	-21
Greece	y	0	2	0	10	0	0	0	0
Indonesia	m	25	4	241	66	18	4	-18	-4
Indonesia	y	5	0	11	0	1	0	-1	0
Israel	m	0	6	0	186	0	6	0	-6
Israel	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Malaysia	m	32	0	304	0	16	0	-16	0
Malaysia	y	3	0	13	0	0	0	0	0
Mexico	M	0	26	0	286	0	20	0	-20
Mexico	y	0	3	0	13	0	0	0	0
Norway	m	14	2	209	55	10	1	-10	-1
Norway	y	2	0	10	0	2	0	-2	0

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Peru	m	0	44	0	268	0	26	0	-26
Peru	y	0	4	0	12	0	2	0	-2
Philippines	m	24	7	223	58	10	2	-10	-2
Philippines	y	0	0	16	0	0	0	0	0
S. Africa	m	27	4	136	138	8	4	-8	-4
S. Africa	y	1	3	6	4	0	2	0	-2
S. Korea	m	22	0	238	52	10	0	-10	0
S. Korea	y	0	0	16	0	0	0	0	0
Spain	m	0	32	0	280	0	23	0	-23
Spain	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Sweden	m	0	34	0	246	0	15	0	-15
Sweden	y	0	5	0	7	0	5	0	-5
Thailand	m	39	0	273	0	17	0	-17	0
Thailand	y	5	0	11	0	0	0	0	0
Turkey	m	0	24	0	288	0	12	0	-12
Turkey	y	0	3	0	13	0	0	0	0
Uruguay	m	0	23	0	265	0	23	0	-23
Uruguay	y	0	1	0	15	0	1	0	-1
Venezuela	m	19	24	98	171	14	24	-14	-24
Venezuela	y	1	1	7	7	1	1	-1	-1
Sum		268	464	2,162	4,579	133	314	-133	-314

그런데 전략 γ 를 운용한 후 전략 β 를 추가적으로 적용한다면 전략 γ 가 동반하는 잡음을 줄일 수 있을 것이다. 즉 전략 γ 가 경보로 인정한 표본외 관측치라고 하더라도 이의 유사사례 가운데 24개월 이내에 외환위기가 발생하지 않은 유사사례가 적어도 1개가 존재하면 경보로 인정하지 않는 전략 β 를 추가적으로 모색해 볼 수 있다. <표 16>은 전략 γ 를 운용한 다음 전략 β 를 다시 적용한 결과를 보여주고 있다. <표 16>에 제시한 결과에 의하면 전략 β 를 추가적으로 적용한 결과 전략 γ 에 비해 올바른 경보의 수는 약 31% 줄어든 반면 잘못된 경보의 수는 51% 이상 축소되었다. 이 경우 역시 신호접근법, 전략 α , 전략 β 에 비하여 더 많은 신호가 발생되고 있으나 이들에 비해 훨씬 더 많은 잡음이 발생하였다. 신호접근법과 비교할 때 51개의 올바른 신호가 추가되었으나 잡음은 79개가 증가하였다. 이는 제1종 오류는 완화되고 있는 반면 제2종 오류가 심화되고 있음을 나타낸다.

<표 16> CBR에 의한 표본의 예측결과 (전략 γ + 전략 β)

Country	Frequency	A	B	C	D	?A	?B	?C	?D
Argentina	m	0	10	0	302	0	3	0	-3
Argentina	y	0	3	0	13	0	0	0	0
Bolivia	m	0	10	0	275	0	7	0	-7
Bolivia	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Brazil	m	8	19	64	197	2	3	-2	-3
Brazil	y	0	0	0	14	0	0	0	0
Chile	m	0	2	0	310	0	2	0	-2
Chile	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Colombia	m	22	0	289	0	6	0	-6	0
Colombia	y	1	0	15	0	0	0	0	0
Denmark	m	0	8	0	256	0	5	0	-5
Denmark	y	0	1	0	9	0	1	0	-1
Egypt	m	0	22	0	240	0	4	0	-4
Egypt	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Finland	m	0	25	0	287	0	7	0	-7
Finland	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Greece	m	0	7	0	257	0	6	0	-6
Greece	y	0	2	0	10	0	0	0	0
Indonesia	m	17	1	249	69	10	1	-10	-1
Indonesia	y	4	0	12	0	0	0	0	0
Israel	m	0	3	0	189	0	3	0	-3
Israel	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Malaysia	m	20	0	316	0	4	0	-4	0
Malaysia	y	3	0	13	0	0	0	0	0
Mexico	m	0	10	0	302	0	4	0	-4
Mexico	y	0	3	0	13	0	0	0	0
Norway	m	8	2	215	55	4	1	-4	-1
Norway	y	0	0	12	0	0	0	0	0
Peru	m	0	24	0	288	0	6	0	-6
Peru	y	0	2	0	14	0	0	0	0
Philippines	m	17	7	230	58	3	2	-3	-2
Philippines	y	0	0	16	0	0	0	0	0
S. Africa	m	23	2	140	140	4	2	-4	-2
S. Africa	y	1	1	6	6	0	0	0	0
S. Korea	m	15	0	245	52	3	0	-3	0
S. Korea	y	0	0	16	0	0	0	0	0
Spain	m	0	15	0	297	0	6	0	-6
Spain	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Sweden	m	0	19	0	261	0	0	0	0
Sweden	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Thailand	m	31	0	281	0	9	0	-9	0
Thailand	y	5	0	11	0	0	0	0	0
Turkey	m	0	17	0	295	0	5	0	-5
Turkey	y	0	3	0	13	0	0	0	0
Uruguay	m	0	3	0	285	0	3	0	-3
Uruguay	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Venezuela	m	10	8	107	187	5	8	-5	-8
Venezuela	y	1	0	7	8	1	0	-1	0
Sum		186	229	2,244	4,814	51	79	-51	-79

4. 전략 δ , 전략 σ

전략 γ 를 적용할 경우 그룹 I 에 속한 동아시아 5개국의 경우 올바른 경보의 수가 대폭 증가한 반면 잘못된 경보의 증가폭이 작은 것으로 나타났다(<표 15>). 국가에 따라 신호가 신호접근법에 비해 10~18개가 증가하였으며, 잡음은 인도네시아와 필리핀에서 각각 4개, 2개만 늘어났을 뿐이다. 이는 전략 α 이나 전략 β 를 시행했을 경우 동아시아 국가들에서 올바른 경보가 많이 제거되었던 것과는 대조적이다. 이로부터 동아시아 국가들의 외환위기가 표본기간과 표본외 기간에서 사뭇 다른 패턴으로 발생했음을 다시 한 번 확인할 수 있다. 즉 전략 γ 의 결과는 동아시아의 경우 표본 내에서는 경보가 아니었던 것이 표본외에서는 올바른 경보로 작동할 수 있었음을 보여준다. 신호접근법은 이러한 구조적 변화를 인지하지 못하기 때문에 표본외 기간에서 올바른 경보를 발생시키는 데에 제약적일 수밖에 없는 문제를 가진다. 한편 동아시아 이외 지역의 경우에는 전략 γ 가 잘못된 경보를 과다하게 발생시키고 있다.

이상의 결과를 고려해 볼 때 동아시아 국가에는 기본적으로 전략 γ 를 운용하는 한편, 다른 그룹의 국가군들에는 잘못된 경보의 제거 효과가 큰 전략 α 또는 전략 β 만을 적용하면 전체적으로 올바른 경보(셀A)가 증가하는 반면 잘못된 경보(셀B)가 감소할 것으로 기대된다. 그런데 앞에서 설명한 바와 같이 전략 γ 를 단독으로 적용하면 잘못된 경보의 수도 늘어날 가능성이 크기 때문에 실제로 전략 γ 를 활용할 경우에는 전략 γ 의 단독 운용보다는 전략 γ + 전략 β 를 채택할 가능성이 높다. 따라서 본 연구에서는 동아시아 국가에는 전략 γ + 전략 β 를 이외의 국가에는 전략 α 또는 전략 β 를 운용하는 전략을 시도해보았다.³¹⁾ 이후에서는 각각의 전략을 전략 δ (동아시아 지역 : 전략 γ + 전략 β , 이외의 지역 : 전략 α), 전략 σ (동아시아 지역 : 전략 γ + 전략 β , 이외의 지역 : 전략 β)라고 부르기로 한다.

31) <표 15>와 <표 16>에 의하면 동아시아 국가의 경우 전략 γ 를 단독으로 적용할 경우에도 잘못된 경보의 수가 많지 않기 때문에 추가적으로 전략 β 를 운영하면 오히려 잘못된 경보 수의 감소보다 올바른 경보 수의 감소가 더 크다. 그러나 전략 γ 의 운영자는 이를 사전적으로 감지할 수 없기 때문에 올바른 경보 수의 감소를 감수하더라도 전략 β 를 추가적으로 활용하여 전략 γ 의 단점을 보완하려고 할 것이다.

<표 17>에 정리된 전략 δ 의 결과에 따르면 전체적으로 잘못된 경보의 수가 신호접근법에 비하여 크게 줄어들었다. 이는 잘못된 경보의 수가 동아시아 지역에서는 거의 변동이 없으나 이외의 지역에서는 전략 α 를 운용한 결과 그 수가 크게 감소하였기 때문이다. 한편, 올바른 경보인 신호 역시 신호접근법에 비하여 감소하였음을 발견할 수 있다. 동아시아 이외의 지역에서 신호가 주로 감소한 반면 동아시아 지역에서는 신호의 수가 오히려 증가하여 전체적인 감소폭은 작다. 특히 그룹의 특징이 뚜렷하지 않은 그룹 IV에 포함되어 있는 남아공화국의 경우 신호가 크게 감소하였는데 만약 남아공화국을 제외할 경우 전체적으로는 오히려 증가한다.³²⁾ 또한 전략 δ 의 경우 올바른 경보의 수가 줄어드는 단점이 있지만 잘못된 경보의 수가 줄어드는 폭이 상대적으로 크기 때문에 종합적으로는 신호 접근법에 비하여 개선된 결과를 보이고 있다고 할 수 있다.

<표 17> CBR에 의한 표본외 예측 결과 (전략 δ)

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Argentina	m	0	2	0	310	0	-5	0	5
Argentina	y	0	1	0	15	0	-2	0	2
Bolivia	m	0	1	0	284	0	-2	0	2
Bolivia	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Brazil	m	6	7	66	209	0	-9	0	9
Brazil	y	0	0	0	14	0	0	0	0
Chile	m	0	0	0	312	0	0	0	0
Chile	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Colombia	m	3	0	308	0	-13	0	13	0
Colombia	y	0	0	16	0	-1	0	1	0
Denmark	m	0	1	0	263	0	-2	0	2
Denmark	y	0	0	0	10	0	0	0	0
Egypt	m	0	0	0	262	0	-18	0	18
Egypt	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Finland	m	0	10	0	302	0	-8	0	8
Finland	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Greece	m	0	0	0	264	0	-1	0	1
Greece	y	0	2	0	10	0	0	0	0
Indonesia	m	17	1	249	69	10	1	-10	-1
Indonesia	y	4	0	12	0	0	0	0	0
Israel	m	0	0	0	192	0	0	0	0
Israel	y	0	0	0	12	0	0	0	0

32) 표본에서 남아프리카를 제외하고 CBR을 적용하여도 그룹 IV에 속한 국가들의 결과에는 거의 변화가 없다.

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Malaysia	m	20	0	316	0	4	0	-4	0
Malaysia	y	3	0	13	0	0	0	0	0
Mexico	m	0	1	0	311	0	-5	0	5
Mexico	y	0	0	0	16	0	-3	0	3
Norway	m	3	0	220	57	-1	-1	1	1
Norway	y	0	0	12	0	0	0	0	0
Peru	m	0	0	0	312	0	-18	0	18
Peru	y	0	0	0	16	0	-2	0	2
Philippines	m	17	7	230	58	3	2	-3	-2
Philippines	y	0	0	16	0	0	0	0	0
S. Africa	m	0	0	163	142	-19	0	19	0
S. Africa	y	0	0	7	7	-1	-1	1	1
S. Korea	m	15	0	245	52	3	0	-3	0
S. Korea	y	0	0	16	0	0	0	0	0
Spain	m	0	7	0	305	0	-2	0	2
Spain	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Sweden	m	0	14	0	266	0	-5	0	5
Sweden	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Thailand	m	31	0	281	0	9	0	-9	0
Thailand	y	5	0	11	0	0	0	0	0
Turkey	m	0	1	0	311	0	-11	0	11
Turkey	y	0	1	0	15	0	-2	0	2
Uruguay	m	0	0	0	288	0	0	0	0
Uruguay	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Venezuela	m	1	0	116	195	-4	0	4	0
Venezuela	y	0	0	8	8	0	0	0	0
Sum		125	56	2,305	4,987	-10	-94	10	94

한편, 전략 σ 의 경우 동아시아 이외의 지역에는 전략 β 를 적용하므로 잘못된 경보의 증가폭이 전략 δ 에 비하여 작지만 올바른 정보의 감소폭 역시 작다. 이는 <표 18>에서 확인할 수 있는데, 이에 따르면 전략 σ 를 적용한 결과 전체적으로 올바른 경보의 수는 신호접근법과 동일한 반면 잘못된 경보의 수는 49개 감소하였다. 이는 전략 σ 가 제2종 오류를 개선시키는 효과는 없지만 제1종 오류를 확실히 개선하고 있음을 보여준다. 만약 동아시아의 경우 전략 γ + 전략 β 이 아니라 전략 γ 만을 적용하였다면 전체적으로 올바른 정보의 수도 증가하여 1종 오류도 개선이 되는 결과가 발생하였을 것이다. 전략 δ 와 함께 전략 σ 의 결과는 앞에서 정의한 CBR의 기본 전략 α , β , γ 를 적절히 배합하면 신호접근법만을 이용한 결과에 비해 표본의 예측의 결과를 향상시킬 수 있는 가능성을 보여준다.

<표 18> CBR에 의한 표본외 예측 결과 (전략 σ)

Country	Frequency	A	B	C	D	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD
Argentina	m	0	4	0	308	0	-3	0	3
Argentina	y	0	2	0	14	0	-1	0	1
Bolivia	m	0	3	0	282	0	0	0	0
Bolivia	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Brazil	m	0	9	72	207	-6	-7	6	7
Brazil	y	0	0	0	14	0	0	0	0
Chile	m	0	0	0	312	0	0	0	0
Chile	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Colombia	m	13	0	298	0	-3	0	3	0
Colombia	y	1	0	15	0	0	0	0	0
Denmark	m	0	2	0	262	0	-1	0	1
Denmark	y	0	0	0	10	0	0	0	0
Egypt	m	0	16	0	246	0	-2	0	2
Egypt	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Finland	m	0	8	0	304	0	-10	0	10
Finland	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Greece	m	0	1	0	263	0	0	0	0
Greece	y	0	2	0	10	0	0	0	0
Indonesia	m	17	1	249	69	10	1	-10	-1
Indonesia	y	4	0	12	0	0	0	0	0
Israel	m	0	0	0	192	0	0	0	0
Israel	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Malaysia	m	20	0	316	0	4	0	-4	0
Malaysia	y	3	0	13	0	0	0	0	0
mexico	m	0	6	0	306	0	0	0	0
Mexico	y	0	2	0	14	0	-1	0	1
Norway	m	1	1	222	56	-3	0	3	0
Norway	y	0	0	12	0	0	0	0	0
Peru	m	0	17	0	295	0	-1	0	1
Peru	y	0	2	0	14	0	0	0	0
Philippines	m	17	7	230	58	3	2	-3	-2
Philippines	y	0	0	16	0	0	0	0	0
S. Africa	m	4	0	159	142	-15	0	15	0
S. Africa	y	0	0	7	7	-1	-1	1	1
S. Korea	m	15	0	245	52	3	0	-3	0
S. Korea	y	0	0	16	0	0	0	0	0
Spain	m	0	2	0	310	0	-7	0	7
Spain	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Sweden	m	0	5	0	275	0	-14	0	14
Sweden	y	0	0	0	12	0	0	0	0
Thailand	m	31	0	281	0	9	0	-9	0
Thailand	y	5	0	11	0	0	0	0	0
Turkey	m	0	9	0	303	0	-3	0	3
Turkey	y	0	2	0	14	0	-1	0	1
Uruguay	m	0	0	0	288	0	0	0	0
Uruguay	y	0	0	0	16	0	0	0	0
Venezuela	m	4	0	113	195	-1	0	1	0
Venezuela	y	0	0	8	8	0	0	0	0
Sum		135	101	2,295	4,942	0	-49	0	49

<표 19> CBR의 위기확률 추정 결과 (1997년 6월)

Country	위기여부	신호경근법		전략 α		전략 β		전략 γ		전략 $\gamma + \beta$		전략 δ		전략 σ	
		위기확률	경보수	위기확률	경보수	위기확률	경보수	위기확률	경보수	위기확률	경보수	위기확률	경보수	위기확률	경보수
Indonesia	0	0.55	1	0.55	1	0.24	0	0.89	3	0.89	3	0.89	3	0.89	3
Malaysia	0	0.67	2	0.55	1	0.30	1	0.75	3	0.67	2	0.67	2	0.67	2
Philippines	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0
S. Korea	0	0.30	1	0.24	0	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.30	1
Thailand	0	0.31	3	0.37	1	0.37	2	0.31	3	0.31	3	0.31	3	0.31	3
Argentina	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.49	2	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Bolivia	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.30	1	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Brazil	0	0.30	1	0.30	1	0.24	0	0.30	1	0.3	1	0.30	1	0.24	0
Chile	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.37	1	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Colombia	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.49	3	0.37	2	0.24	0	0.24	0
Mexico	X	0.30	1	0.24	0	0.30	1	0.75	3	0.30	1	0.24	0	0.30	1
Peru	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.30	1	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Uruguay	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.37	1	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Venezuela	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.37	1	0.37	1	0.24	0	0.24	0
Denmark	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Finland	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.49	2	0.37	1	0.24	0	0.24	0
Greece	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.37	1	0.37	1	0.24	0	0.24	0
Norway	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Spain	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.37	1	0.37	1	0.24	0	0.24	0
Sweden	X	0.49	2	0.30	1	0.37	1	0.31	3	0.49	2	0.30	1	0.37	1
Egypt	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.24	0
Israel	X	0.24	0	0.24	0	0.24	0	0.30	1	0.24	0	0.24	0	0.24	0
S. Africa	0	0.49	2	0.24	0	0.24	0	0.49	2	0.49	2	0.24	0	0.24	0
Turkey	X	0.30	1	0.24	0	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.24	0	0.30	1

<표 20> 확률오차자승(QPS) 추정 결과

Country	전략 α	전략 β	전략 γ	전략 $\alpha + \beta$	전략 δ	전략 σ
Indonesia	0.0000	0.1095	-0.0749	-0.0392	-0.0392	-0.0392
Malaysia	0.0225	0.0987	-0.0720	-0.0126	-0.0126	-0.0126
Philippines	0.0370	0.0163	-0.0515	-0.0135	-0.0135	-0.0135
S. Korea	0.0391	0.0038	-0.0174	0.0019	0.0019	0.0019
Thailand	0.0587	0.0139	-0.0669	-0.0344	-0.0344	-0.0344
Argentina	-0.0065	-0.0039	0.0616	0.0039	-0.0065	-0.0039
Bolivia	-0.0026	0.0000	0.0453	0.0075	-0.0026	0.0000
Brazil	-0.0140	0.0103	0.0626	-0.0025	-0.0140	0.0103
Chile	0.0000	0.0000	0.0307	0.0026	0.0000	0.0000
Colombia	0.0469	0.0110	-0.0885	-0.0177	0.0469	0.0110
Mexico	-0.0065	0.0000	0.0703	0.0052	-0.0065	0.0000
Peru	-0.0245	-0.0013	0.0652	0.0249	-0.0245	-0.0013
Uruguay	0.0000	0.0000	0.0334	0.0039	0.0000	0.0000
Venezuela	0.0143	0.0038	-0.0006	-0.0127	0.0143	0.0038
Denmark	-0.0026	-0.0013	0.0413	0.0071	-0.0026	-0.0013
Finland	-0.0099	-0.0069	0.0996	0.0147	-0.0099	-0.0069
Greece	-0.0013	0.0000	0.0462	0.0078	-0.0013	0.0000
Norway	0.0024	0.0471	-0.0355	-0.0113	0.0024	0.0471
Spain	-0.0026	-0.0091	0.0512	0.0179	-0.0026	-0.0091
Sweden	-0.0268	-0.0486	0.0190	0.0000	-0.0268	-0.0486
Egypt	-0.0588	-0.0077	0.0105	-0.0002	-0.0588	-0.0077
Israel	0.0000	0.0000	0.0097	0.0039	0.0000	0.0000
S. Africa	0.0723	0.0582	-0.0100	-0.0088	0.0723	0.0582
Turkey	-0.0143	-0.0039	0.0174	0.0094	-0.0143	-0.0039

주 : 표의 수치는 CBR의 QPS에서 신호접근법의 QPS를 차감한 값을 나타낸다

<표 21> CBR 전략 $\gamma + \beta$ 의 유효 경보회수 (월별지표, 95.7~97.6)

Indicators	Philippines	Thailand	S. Korea	Malaysia	Indonesia
Real Exchange Rate		1(NS)		S	S
Real Output	1(NS)		1(NS)	2(NS)	
Domestic Credit/GDP	S	S	S	S	
M2 Multiplier			1(S)		
Real Interest Rate	1(NS)	5(NS)	1(NS)	1(NS)	4(NS)
Domestic and Foreign Interest Rate Differential1(NS)			5(NS)		
Stock Price		S			
Bank Deposits		S			
Total Reserves	3(NS)	3(S)		S	2(NS)

주 : (1) 표의 수치는 CBR 전략 $\gamma + \beta$ 의 적용에 의해 추가적으로 발생한 올바른 경보의 수를 나타냄.

(2) S: 신호접근법의 경보 발생, NS: 신호접근법의 경보가 비발생함을 의미함

〈표 22〉 CBR 전략의 복합지수와 경보 수 (월별지표)

시기	Indonesia			Malaysia			Philippines			S. Korea			Thailand					
	복합지수	경보 수	신호점 근법	복합지수	경보 수	신호점 근법	복합지수	경보 수	신호점 근법	복합지수	경보 수	신호점 근법	복합지수	경보 수	신호점 근법			
	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법	신호점 근법			
1995년 7월	0.00	0	0	0.00	1.89	0	1	1.18	2.96	1	2	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1
1995년 8월	0.00	1.77	0	1.77	1.77	1	1	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1
1995년 9월	0.00	0.00	0	1.77	1.77	1	1	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1
1995년 10월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1
1995년 11월	0.00	0.00	0	1.77	1.77	1	1	1.18	2.96	1	2	0.00	0	0	1.18	2.94	1	2
1995년 12월	0.00	0.00	0	0.00	1.78	0	1	1.18	2.96	1	2	0.00	0	0	1.18	2.94	1	2
1996년 1월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0
1996년 2월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0
1996년 3월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	2.94	1	2	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0
1996년 4월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0
1996년 5월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0
1996년 6월	0.00	1.78	0	1.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0
1996년 7월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0
1996년 8월	0.00	1.77	0	0.00	1.76	0	1	1.18	1.18	1	1	0.00	0	0	0.00	1.77	0	1
1996년 9월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	1.18	1.18	1	0.00	1.76	0	1
1996년 10월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	1.18	1.18	1	0.00	1.77	0	1
1996년 11월	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	1	1.18	1.18	1	0.00	0.00	0	0
1996년 12월	5.64	5.64	1	1.18	1.18	1	1	1.18	3.07	1	2	1.18	1.18	1	0.00	0.00	0	0
1997년 1월	5.64	5.64	1	6.82	8.72	2	3	1.18	1.18	1	1	1.18	1.18	1	2.52	9.92	2	4
1997년 2월	5.64	5.64	1	6.82	6.82	2	2	0.00	0.00	0	0	2.41	2.41	2	2.52	4.29	2	3
1997년 3월	5.64	9.18	1	6.82	6.82	2	2	0.00	0.00	0	0	2.41	4.17	2	3.70	5.46	3	4
1997년 4월	5.64	9.18	1	6.82	6.82	2	2	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	2.65	2.65	2	2
1997년 5월	5.64	9.18	1	6.82	6.82	2	2	0.00	0.00	0	0	1.18	4.30	1	5.47	5.47	4	4
1997년 6월	5.64	9.18	1	6.82	6.82	2	2	0.00	0.00	0	0	1.18	1.18	1	4.43	4.43	3	3
1997년 7월	5.64	9.18	1					0.00	1.89	0	1	1.18	1.18	1				
1997년 8월	5.64	9.18	1					0.00	0.00	0	0	6.82	8.05	2				
1997년 9월	0.00	3.54	0					1.18	1.18	1	1	6.82	9.14	2				
1997년 10월	0.00	3.54	0					1.18	1.18	1	1	6.82	8.60	2				
1997년 11월	1.47	5.01	1					1.18	1.18	1	1							

<표 22>

<표 22> CBR의 외환위기에측 경보지표 : 한국

시기	국내신용/ 명목 GDP	실질금리	M2 상승	실질환율	실질생산	M2/외환 보유고	외환 보유고
1995년 7월							
1995년 8월							
1995년 9월							
1995년 10월							
1995년 11월							
1995년 12월							
1996년 1월							
1996년 2월							
1996년 3월							
1996년 4월							
1996년 5월							
1996년 6월							
1996년 7월							
1996년 8월							
1996년 9월	S						
1996년 10월	S						
1996년 11월	S						
1996년 12월	S						
1997년 1월	S						
1997년 2월	S		S				
1997년 3월	S	O	S				
1997년 4월	S						
1997년 5월	S				O		
1997년 6월	S						
1997년 7월	S						
1997년 8월	S		O	S			
1997년 9월	S			S		O	
1997년 10월	S			S			O

주 : (1) O: CBR 전략 $\gamma + \beta$ 에 의해 발생한 경보, S: 신호접근법에 의한 경보를 나타냄

5. 표본외 예측 결과의 평가

앞에서 소개한 분석은 CBR이 신호접근법을 보완함으로써 표본외 예측력을 개선할 수 있는 가능성을 보여주고 있지만 단순히 올바른 경보와 잘못된 경보의 수량적 변환만을 고려하고 있으며 경보를 발생하는 위기지표의 상대적 중요성은 고려하고 있지 않다. 이를 반영하기 위해서 신호접근법에서와 같이 표본외 기간에서 복합지수와 위기확률을 구하였다. 즉 CBR을 운영한 결과에 식(4)와 <표 5>를 적용하여 복합지수와 위기확률을 추정하였다. 추정결과의 예로서 동아시아 위기가 발생하기 직전인 1997년 6월에서의 위기확률, 경보발생 수를 각 CBR 전략별로 <표 19>에 제시하였다.

이에 따르면 전략 α 와 전략 β 의 경우 전략의 성격상 경보의 수가 신호접근법에 비하여 줄어들었음에도 불구하고 신호접근법과 비슷한 위기확률값을 나타내고 있다. 반면, 전략 γ 는 경보의 수를 추가적으로 발견하는 전략이므로 대체적으로 신호접근법에 비하여 약간 높은 위기확률을 나타내고 있다. 이는 1997년 6월 이후 24개월 이내에 외환위기가 발생한 국가들(예를 들어 인도네시아, 말레이시아, 콜롬비아 등)의 표본외 예측력을 향상시키는 결과를 초래하지만, 외환위기가 발생하지 않은 국가들에게는(예를 들어 아르헨티나, 칠레, 핀란드 등) 반대의 결과가 발생한다. 한편, 전체 국가에 대하여 전략 γ 를 운영한 후 순차적으로 전략 β 를 적용한 결과는 대체적으로 전략 γ 의 결과와 유사하지만 아르헨티나나 멕시코와 같은 위기 비발생국가의 위기확률이 낮아지는 것을 발견할 수 있다. 한편 전략 δ 와 전략 σ 의 결과는 몇 개국을 제외하고는 신호접근법과 대체적으로 유사하다.

그런데 <표 19>의 결과는 한 시점에서 위기확률을 비교하고 때문에 이로서는 CBR의 표본외 예측 결과의 개선 효과를 정확히 판단하기 힘들다. 따라서 이를 종합적으로 판단하기 위하여 전체 표본외 예측 기간에 대하여 다음의 확률오차자승(Quadratic Probability Score, QPS)을 추정하였다.

$$QPS = (1/T) \sum_{t=1}^T (P_t^c - d_t^c)^2 \quad (6)$$

위의 식에서 T는 표본외 기간의 개월 수를 나타내며 P_t^c 는 t기에서 표본외 기

간중 c 국의 위기확률이다. d_t 는 t 기 이후 24개월 이내에 외환위기가 발생한 경우 1의 값을 취하며 외환위기가 발생하지 않았으면 0이다. 표본 외 예측기간에서의 위기확률이 미래의 위기를 정확히 예측할수록 QPS의 값은 하락한다. 또한 QPS는 0이상 1이하의 값을 취할 수 있다.

QPS의 추정치는 <표 20>에 각 전략별로 그 결과를 제시하였다. 표의 수치는 신호접근법의 QPS와의 차이를 의미하는데 수치가 음의 값이면 CBR의 QPS가 신호접근법에 비해 낮음을 의미한다. 각 전략별 결과를 살펴보면 전략 α , 전략 β , 전략 γ 의 경우 전체 24개국 가운데 각각 12개국, 8개국, 9개국에서 신호접근법에 비하여 표본외 예측력이 개선된 것으로 나타났다. 그런데 CBR 접근법 가운데 표본외 예측력이 개선된 국가가 가장 많은 것은 전략이다. 이 경우 전체 24개국 가운데 16개국에서 신호접근법에 비해 QPS가 낮은 것으로 추정되었으며 단지 5개국에서 이에 비해 높은 QPS값을 나타내었다. 이는 신호접근법과 함께 CBR을 보완적으로 이용할 경우 외환위기의 표본외 예측력을 향상시킬 수 있음을 나타낸다.

동아시아 국가의 경우 한국을 제외한 모든 국가에서 전략 γ , 전략 $\gamma + \beta$, 전략 δ , 전략 σ 가 신호접근법에 비하여 낮은 QPS값을 나타내었다. 실제로 동아시아 국가 그룹의 경우 전략 δ 와 전략 σ 는 전략 $\gamma + \beta$ 와 동일한 전략이며 이들 전략들은 기본적으로 전략 γ 에 기반을 두고 있다. 이는 1997년 후반 외환위기를 경험한 동아시아 국가의 경우 신호접근법에 의해 경보로 인정 받지 못한 관측치들을 면밀히 검토하여 전략 γ 를 통해 경보신호를 추가하였다면 표본외 예측력이 높아질 수 있었음을 의미한다.

그러나 이와 같은 결과가 미래에도 동아시아 국가에 전략 γ 또는 전략 $\gamma + \beta$ 를 적용하여 외환위기를 예측할 경우 예측력이 반드시 개선될 수 있음을 의미하는 것은 아니다. 위의 경우는 실제로 동아시아 국가에서 위기가 발생하였기 때문에 전략 γ 를 통해 경보를 많이 생산한 것이 표본외 예측력을 높이는 원인으로 작용하였을 가능성이 크다. 그럼에도 불구하고 CBR은 과거 사례의 면밀한 검토를 통하여 신호접근법이 간과하고 있는 외환위기 발생 패턴의 변화 등에 관한 유용한 정보를 제공해줄 수 있다.

6. 동아시아 사례

동아시아 국가의 경우 CBR 전략 γ 와 β 를 표본의 기간에 대해 순차적으로 적용하여 올바른 경보를 추가적으로 발굴할 수 있었다. 1995년 7월부터 1997년 6월까지의 표본의 예측기간에 대해 전략 $\gamma + \beta$ 를 운영하여 추가적으로 발견한 올바른 경보의 내용을 <표 21>에 제시하였다. 이에 따르면 신호접근법에서는 위기 경보를 발생하지 않았지만 CBR에서는 경보를 울리고 있는 지표들을 발견할 수 있다. 즉 CBR을 적용한 결과 동아시아 5개국 모두에서 실질이자율 지표가, 한국, 말레이시아, 필리핀 등 3개국에서는 실질생산 지표가, 인도네시아와 말레이시아에서는 국내의 실질금리차 지표가 새롭게 경보를 발생하였다.

II장에서 설명한 바와 같이 신호접근법에서는 잡음/신호 비율을 최소화하는 임계치를 적용하여 경보발생 여부를 판단하는데, 이들 지표의 경우 <표 3A>에 나타난 바와 같이 임계치(백분율 표시)가 100% 또는 0%에 가까워 경보발생에 엄격한 기준이 적용되었다. 그 결과 표본의 기간에서 이들 위기지표들의 값이 신호접근법의 주목을 받지 못하였다. 그러나 전략 γ 는 경직적인 임계치에 얽매이지 않고 표본의 기간의 지표값을 과거 외환위기 사례와 비교하여 경보를 발굴하기 때문에 신호접근법이 간과하고 있는 경보를 찾아낸 것이다. 또한 이에 전략 β 를 운영하여 잘못된 경보의 가능성이 있는 경보를 제거했음에도 불구하고 (신호접근법에서는 무시되었지만) 훌륭한 경보로 활용할 수 있는 경보가 다수 존재하는 것을 발견할 수 있다.

신호접근법과 CBR 전략 $\gamma + \beta$ 에 대하여 표본의 기간에서의 복합지수와 경보 수의 추이를 시간대별로 정리하여 <표 22>에 제시하였다. 이에 따르면 인도네시아, 한국, 태국의 경우 외환위기 발생하기 5~12개월 전부터 CBR 전략을 적용하여 구한 복합지수가 크게 상승하는 양상을 보였다. 또한 CBR 전략이 추가적으로 발굴한 경보가 주로 이기간에 집중되어 있으며 이에 따라 CBR 전략이 신호접근법에 비해서 높은 수준의 복합지수를 유지하였다. 한편, 말레이시아와 필리핀의 경우 외환위기 발생하기 전 1년 이내의 기간에서는 CBR 전략의 복합지수와 경보 수가 신호접근법과 거의 비슷한 것으로 나타났다.

<표 23>은 한국의 경우 CBR 전략 $\alpha + \beta$ 에 의해 발생한 경보를 시간대별로 보여주고 있다. 한국의 외환위기가 1997년 11월에 발생하였기 때문에 표본의 기간

의 마지막 시기를 1997년 10월로 정하여 월별지표의 경보발생 여부를 정리하였다. 이에 따르면 실질금리, 실질생산, M2/외환보유고, 외환보유고 지표가 신호접근법에서는 경보를 발생하지 않았던 반면 CBR에서는 경보를 작동하였으며, M2 승수는 신호접근법에 추가하여 경보를 발생하였다. 이들 지표들은 모두 1997년 2월 이후 경보를 발생하였는데, 특히 M2/외환보유고, M2 승수, 외환보유고 지표들은 외환위기 발생하기 직전인 1~3개월 전에 경보를 작동한 것으로 나타났다. 한편, 신호접근법에 따르면 국내신용/GDP, 실질환율 지표가 외환위기 발생직전까지 경보를 발생하였다. 따라서 신호접근법과 CBR 전략을 종합적으로 고려하면, 한국에서 외환위기가 발생하기 직전에 비교적 여러 개의 지표들이 경보를 보내었다고 판단할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 외환위기를 경험한 23개국을 대상으로 1970년 1월~1995년 6월 기간의 월별 및 연간자료를 표본기간으로, 1995년 7월~1997년 12월(또는 1995년 7월~1997년 6월)을 표본외 기간으로 설정하여 기존의 신호접근법과 본 연구를 통해 최초로 시도하는 사례기반추론에 따른 외환위גיע측모형을 구축하였다. 신호접근 위גיע측모형은 동아시아 외환위기가 집중된 표본외 기간에서 오히려 더 높은 예측력을 보이는 성과를 가졌으나 동아시아지역 이외의 국가들에 대해서는 경보가 작동하나 위기는 오지 않는 제2종 오류의 문제를 동반하였다.

이와 같은 기존의 위גיע측모형이 가지는 취약성을 보완하는 대안으로서 사례기반추론 기법(CBR)을 이용하였다. 우선 24개국을 동아시아, 중남미, 유럽, 중동 및 아프리카 등 4개 지역별로 나누어 표본외 기간 중 신호접근법에 의해 발생한 경보에 대한 정보를 CBR에 적용하여 표본내 위기발생에 따른 경보 사례들을 분석하였다. 외환위기의 지역적 특성을 반영하기 위해 24개국을 지역별로 묶는 것은 유사사례를 추출하는데 중요한 기여를 하는 것으로 판단된다. 남아프리카 공화국의 경우 중동 및 아프리카 지역으로 분류하였으나 지리적 여건상 별다른 의미를 가지기 어렵다고 보이며 이는 CBR 전략을 적용할 때 올바른 신호가 주어

들고 잘못된 신호가 늘어나는 결과에서 그대로 반영된다.³³⁾

본 연구에서는 잘못된 경보를 줄이고자 하는 2개의 전략과 올바른 경보를 늘리고자 하는 1개의 전략을 적용하여 신호접근법만을 적용한 표본의 예측 결과와 비교하였다. 그 결과 세 개의 전략을 적절히 배합하여 적용할 경우 표본의 예측력을 향상시킬 수 있음을 발견하였다. 한편 제시된 다양한 전략 가운데 과연 어떻게 동아시아 외환위기의 예측력을 높이는 전략을 수용할 것인가의 의문이 남아있다. 이미 앞에서 설명한 바와 같이 CBR의 성과는 축적된 경험과 함께 경험에 근거한 새로운 상황에 대한 이해능력에 의존한다. 동아시아 지역에 대해 어떤 전략을 적용할 것인가는 표본의 기간에서 동아시아 외환위기의 가능성에 대한 연구자의 주관적 판단에 달린 문제인 것이다. 신호접근법이 조기경보시스템을 운영하는 이의 주관적 판단과 관계없이 일정한 룰에 따라 경보가 작동하는 규칙기반(rule based) 시스템이며 그 성과는 얼마나 유용한 지표를 선택하는가에 따른다. 그러나 CBR은 유사사례를 추출하고 이용하고 수정하는 능력에 따라 그 성과가 결정된다. 실제 상황에서 연구자는 환율변동의 크기, 지속성과 같은 정보를 근거로 향후 경제에 대한 전망을 하고 구체적인 전략을 세우게 될 것이다.³⁴⁾ 나아가 본 연구에서는 고려하지 않았으나 새로운 경험을 시스템에 축적하는 유사사례의 보유(Retain)과정을 통해 전략을 수정, 보완함으로써 예측력을 높일 수 있다.

33) 예외적으로 전략 γ 와 전략 γ 를 적용 후 다시 전략 β 를 적용하는 경우 셀A는 각각 8개, 4개가 증가하였다. 그러나 셀B도 4개 2개 증가하여 CBR의 보완으로 예측력이 개선되었다고 보기 어렵다.

34) Abiad(2003)는 Markov-Switching Model을 이용, 위기와 비위기기간으로 구분하고 있다.

참 고 문 헌

- 박원암 · 최공필, 1998. 12., 「한국의환위기의 원인과 예측가능성」, 『한국경제의 분석』, 제4권 제2호.
- Abiad, A., 2003, "Early Warning System: A Survey and Regime-Switching Approach," IMF working paper 03/32, February.
- Berg, A. and C. Pattillo, 1999a, "Predicting Currency Crises: the Indicators Approach and an alternative," *Journal of International money and Finance*, August, 18:4, 561 ~ 586.
- Berg, A. and C. Pattillo, 1999b, "Are Currency Crises Predictable? A Test," *IMF staff Papers*, June, 46:2, 107-138.
- Calvo, G., 1998, "Varieties of Capital Market Crises," *The Debt Burden and its Consequences for Monetary Policy*, International Economic Association.
- Edison, H., 2000, "Do Indicators of Financial Crises Work? An Evaluation of an Early Warning System," *International Finance Discussion Papers* no.675, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Eichengreen, B., A. Rose, and C. Wyplosz, July 1996, "Contagious Currency Crises," NBER Working Paper #5681.
- Flood, R. and P. Garber, 1984, "Collapsing Exchange Rate Regimes: Some Linear Examples," *Journal of International Economics* 17.
- Frankel, J. and A. Rose, 1996, "Currency Crashes in Emerging Markets: An Empirical Treatment," *International Finance Discussion Paper* No.534, Board of Governors of the Federal Reserve System, January.
- Gentner, D., 1983, "Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy," *Cognitive Science* vol.7 no. 2.
- Goldstein, M., G. Kaminsky, and C. Reinhart, June 2000, *Assessing Financial Vulnerability: An Early Warning System for Emerging Markets*, Institute for International Economics, Washington DC.

- Kaminsky, G., 1998, "Currency and Banking Crises: The Early Warnings of Distress," *International Finance Discussions Papers #629*, October, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Kaminsky, G. and C. Reinhart, 1999, "The twin Crises: the Causes of Banking and Balance of Payments Problems," *American Economic Review*, June, 89:3. 473 ~ 500.
- Kaminsky, G., S. Lizondo and C. Reinhart, 1999, "Leading Indicators of Currency Crises," *International Monetary Fund Staff Papers*, 45, 1~48.
- Kaminsky, G., and C. Reinhart, 1999, "The Twin Crises: The Cause of Banking and Balance-of-Payments Problems," *American Economic Review* 89, no.3 (June): 473-500.
- Krugman, P., 1979, "A Model of Balance-of-Payment Crises," *Journal of Money, Credit and Banking* 11, 311~25.
- Randelet, S. and J. Sachs, 1998, "The East Asian Financial Crisis: Diagnosis, Remedies," *Prospects, Brookings Papers on Economic Activity* 1: 1~90.
- Sachs, J., A. Tornell and A. Velasco, 1996, "Financial crises in Emerging Markets: The Lessons from 1995," *Brookings Papers on Economic Activity*: 1, 147~215.
- Schank, R., 1982, *Dynamic Memory: A Theory of Learning in Computers and People*, New York, Cambridge University Press.
- Tornell, A. and F. Westermann, 2002, "Boom-Bust Cycles in Middle Income Countries: Facts and Expalnation," *NBER working Paper* 9219.

<부록> 변수 설명

- (1) 실질환율 (Real Exchange Rate) : Hodrick-Prescott 필터링을 이용하여 장기추세치를 구한 후 실제값과의 차이를 실질환율 변수로 이용하였음. 실질환율이 상승하면 국내통화의 과대평가 정도가 상승함. 실질환율의 실제치는 JP Morgan의 추정치를 이용하였음.
- (2) 수입 (Imports) : IFS의 line 71
- (3) 수출 (Exports) : IFS의 line 70
- (4) 교역조건 (Terms of Trade) : 수출단가(IFS의 line 74)와 수입단가(IFS의 line 75)의 비율. 수출단가가 없는 국가의 경우 주요 수출품의 가격 자료를, 수입단가 자료가 없는 경우 선진국의 수출단가를 이용하였음.
- (5) 국내외 실질금리차 (Domestic/Foreign Real Interest Rate Differential) : 을 이용하여 각국의 실질금리를 추정하였음. 는 각국의 예금금리(IFS의 60I), 는 소비자물가(IFS의 line 64)를 나타냄. 유럽국가인 경우 독일 실질금리와의 차이로, 비유럽인 경우 미국 실질금리와의 차이를 이용하였음.
- (6) 외환보유고 : 총외환보유고에서 금보유를 차감한 것 (IFS의 line 11d.)
- (7) M2/외환보유고 (M2/International Reserves) : M2(IFS의 line 34 + line 35)를 미달러화로 변환하였음.
- (8) 실질생산 (Real Output) : International Financial Statistics (IFS)의 산업생산지수(line 66)를 이용하였으나 산업생산지수가 존재하지 않을 경우 대표 생산물의 생산지수를 사용하였음.
- (9) 주가 (Equity Prices) : 기본적으로 IFCG의미달러화 표시 주가지수를 이용하였으나 IFCG에 없는 국가는 대표 주가지수를 달러화 표시로 환산하였음.

- (10) 초과화폐(M1)공급량 (Excess Real M1 Balances) : 를 이용하여 실질화
폐수요를 추정한 후 초과화폐공급량을 계산하였음. Y는 M1(IFS의 line34)을
소비자물가지수로 나눈 값의 로그값, GDP는 실질생산량(IFS의 99b.p)의 로
그값, r은 명목이자율, t는 추세변수를 나타냄. 명목금리는 표본기간에 대해
시장금리를 구할 수 없는 국가들이 많아 소비자물가지수의 변화율을 대응
변수로 사용하였음. 추세변수에 로그 취한 것과 취하지 않은 것으로 회귀분
석을 한 후에 설명력이 좋은 모형을 채택하여 초과화폐공급량을 추정하였음.
- (11) 국내신용/GDP (Domestic Credit/GDP) : 국내신용(IFS의 line 32)과 명
목 GDP(IFS의 99b)를 이용. 분기별 명목 GDP를 월별 자료로 전환하였음.
- (12) 실질금리 (Real Interest Rate) : 을 이용하여 실질금리를 계산하였음. 는
예금금리(IFS의 line 601), 는 해당 국가의 소비자 물가(IFS의 line 64)를 나
타냄.
- (13) M2 승수 (M2 Multiplier) : M2(IFS의 line 34 +line 35)와 본원통화(IFS의
line 14)를 이용하였음.
- (14) 예대금리차 (Ratio of Lending Interest Rate to Deposit Interest Rate) :
대출금리(IFS의 line 60p)를 예금금리(IFS의 line 601)로 나누었음. 고인플레
이션하에서 예대금리의 차이가 크게 증가하여 발생하는 왜곡을 방지하기
위해 비율을 사용하였음.
- (15) 은행예금 (Bank Deposit) : 요구불예금(IFS의 line 24) + 저축성예금(IFS
의 line 25)
- (16) 경상수지/GDP (Current Account Imbalance/GDP) : World Development
Indicators (World Bank)
- (17) 경상수지/투자 (Current Account Imbalance/Investment): World Development
Indicators (World Bank)

- (18) 단기외채 증가량/GDP (Changes in Short Term Debt/GDP) : World Development Indicators (World Bank)
- (19) 해외직접투자/GDP (Foreign Direct Investment/GDP) : World Development Indicators (World Bank)
- (20) 단기외채/GDP (Short Term Debt/GDP) : World Development Indicators (World Bank)
- (21) 재정수지/GDP (Overall Budget Imbalance/GDP) : World Development Indicators (World Bank)
- (22) 정부소비/GDP (General Government Consumption/GDP) : World Development Indicators (World Bank)
- (23) 공공부문에 대한 순신용공여/GDP (Net Credit to Public Sector/GDP) : World Development Indicators (World Bank)
- (24) 공공부문에 대한 중앙은행의 순신용공여/GDP (Central Bank Credit to Public Sector/GDP) : IFS의 Line 12A.zf

Study on Predicting Crises using Case-Based Reasoning (CBR) Approach

Abstract

We have developed early warning system based on case-based reasoning (CBR) approach to currency crisis. We cover 24 countries including emerging market economies over January 1970 to June 1995. The out-of-sample performance is assessed using data for July 1995 through June 1997, the period of which led to East Asian crisis. First, we have identified early warning indicators using standard signaling approach. Not surprisingly they have type I error problem for five East Asian countries while type II error for the rest of the countries. As a complement CBR approach is used to fix these problems. Type I errors may be improved at the cost of deteriorating type II errors and vice versa. Here, unlike the signaling approach the performance of the CBR forecasting will depend on the CBR runner's prospects on the target country or the region the target country is located. Consequently, CBR can significantly upgrade the predictability of signaling approach.

Key Words: Predicting Currency Crises, Signal Approach, Case-Based Reasoning (CBR)

JEL Classifications: C14, C53, F3, F4

지 정 토 론

주 제 : 「사례기반 추론을 활용한 위기에측에 관한 연구」에 대한 논평

토론자 : 朴元巖 (홍익대학교)

본고는 기존의 신호접근법을 이용한 위기에측 연구결과에 사례기반추론을 활용하여 위기에측의 정확도를 높이려 하는 데 의의가 있다고 하겠다. 여러 나라의 위기에 경험을 활용하여 위기에측모형을 구축한 후 표본의 예측을 한 결과가 양호하지 않음은 잘 알려진 사실이다. 이에 근거하여 위기에 자기실현성을 강조하는 사람들은 위기에 예측불가능함을 강조하고 있다.

저자들은 위기에 예측이 양호하지 않음이 위기에 성격이 사례별로 성격이 다름에 있다고 보고 규칙기반(rule-based) 보다는 사례기반(case-based)의 방법을 채택하여야만 예측력을 높일 수 있다고 판단하고 있다. 저자들은 사례기반추론의 방법으로 잘못된 정보를 줄이고자 하는 2개의 전략과 올바른 정보를 늘리고자 하는 1개의 전략을 채택하여 신호접근법만을 적용한 표본의 예측결과와 비교하였다. 이와 관련하여 몇 가지 문제점을 지적하고자 한다.

먼저 저자들이 채택한 방법은 사례에 기반을 두었다기 보다는 여전히 규칙에 기반을 두었다고 볼 수 있다는 점이다. 저자들은 유사사례를 추출하기 위하여 표본 국가를 4개의 그룹으로 나누고, 해당 국가 표본의 표본분포내 위치를 감안하여 그룹내 여타 국가들의 유사사례를 추출하였다. 그러나 유사사례를 추출한 후에는 추출된 유사사례의 특성을 현재 문제의 특성과 비교하여 유사사례를 이용 또는 수정하지 않고 잘못된 정보를 줄이거나 올바른 정보를 늘리는 전략들을 채택하여 유사사례를 이용 또는 수정하였다. 이들 전략은 제1종 오류와 제2종 오류를 줄이고자 하는 규칙에 기반을 두고 있으므로 본 고의 사례기반 추론방법은 규칙기반 방법에 상당히 근접해 있다고 하겠다.

둘째, 저자들은 사례기반 추론방법을 적용함으로써 표본의 예측력을 높일 수 있음을 강조할 뿐 과연 유의할 정도로 표본의 예측력이 높아졌는가에 대해서는 논의하지 않고 있다. 제1종 오류와 제2종 오류를 줄일 수 있는 방법을 결합하면 예측력이 높아질 수 있다. 문제는 제1종 오류와 제2종 오류간의 trade off 관계를

감안할 때 얼마나 전체 오차를 줄일 수 있는지는 점이다.

이 밖에도 신호접근 모형의 구축과 예측과정에서 문제점을 지적하고자 한다. 표본은 월별 자료와 연간 자료로 구성되어 있다. 연간 자료로 인하여 표본의 기간을 1995년 7월-1997년 6월로 잡기가 어렵다. 이러한 점을 감안하여 저자들은 표본의 기간이 1995년 7월-1997년 12월로 수정표기하기도 하였다. 월별자료와 연간자료의 혼용시 표본의 기간은 연간 단위로 설정하는 것이 바람직하다. 저자들은 표본의 기간의 시작점을 1995년 7월로 잡은 데 대해 최초의 동아시아 외환위기가 1997년 7월 태국에서 발생하였고 신호기간을 2년으로 잡았기 때문이라고 설명하고 있으나 월별자료와 연간자료의 혼용으로 인한 문제점은 표본기간을 1995년 6월 이후로 할 때 표본이 동아시아 외환위기에 의하여 영향받는다는 문제점보다 더 중요할 수 있다.

표본의 예측결과를 평가함에 있어서 지표별 잡음/신호 비율의 역수를 가중치로 한 복합지수를 계산하고 이에 근거하여 조건부 위기확률을 계산한 후 표본의 예측기간에 걸쳐서 QPS(Quadratic Probability Score)를 계산하였다. 그러나 각 지표가 잡음/신호 비율에 의하여 선정되었으므로 표본의 예측결과를 평가함에 있어서도 조건부 위기확률의 일정수준을 절단확률(cutoff probability)로 설정하여 절단확률별로 잡음/신호 비율을 계산한 후 표본의 예측결과를 비교할 수도 있다. <표 6>은 바로 이러한 취지에서 작성되었으나 월별 지표와 연간 지표의 위기/신호 매트릭스 상의 A, B, C, D를 단순 합계하였으므로 잘못되었다고 하겠다.

위기 지수에는 환율변동률과 외환보유고 변동률의 표준편차가 사용되는데 표본 외예측에서는 표본의 예측기간으로 표본기간을 연장하여 새롭게 표준편차와 위기 지수를 산출하고 있다. 이렇게 표본의 예측시 표준편차를 새롭게 계산한다면 개별 지표의 임계치도 새로 계산되어야 한다. 이렇게 되면 계산이 매우 복잡해지기 때문에 표본기간에서 계산된 표준편차나 개별 지표별 임계치를 표본의 예측에서 그대로 사용하는 것이 바람직하다. 기간별로 바꾸려면 번거롭더라도 표본의 예측기간의 월별로 표준편차와 위기지수 및 개별지표의 임계치를 산출해야 할 것이다.

마지막으로 논문에는 표현이 애매하여 추가설명이 요구되는 부분이 많으며, 제시된 표 중에도 추가설명이 있어야 하는 부분이 많다. 특히 <표 5>의 A, B 는 위기/신호 매트릭스의 A, B 와 다르므로 조건부 위기확률을 PCS로 하면 안 된다. <표 9>에서는 Best critical value 에 대한 설명이 요망된다.

지 정 토 론

주 제 : 「사례기반추론을 활용한 위기에측에 관한 연구」에 대한 논평

토론자 : 白雄基 (상명대학교 경제통상학부)

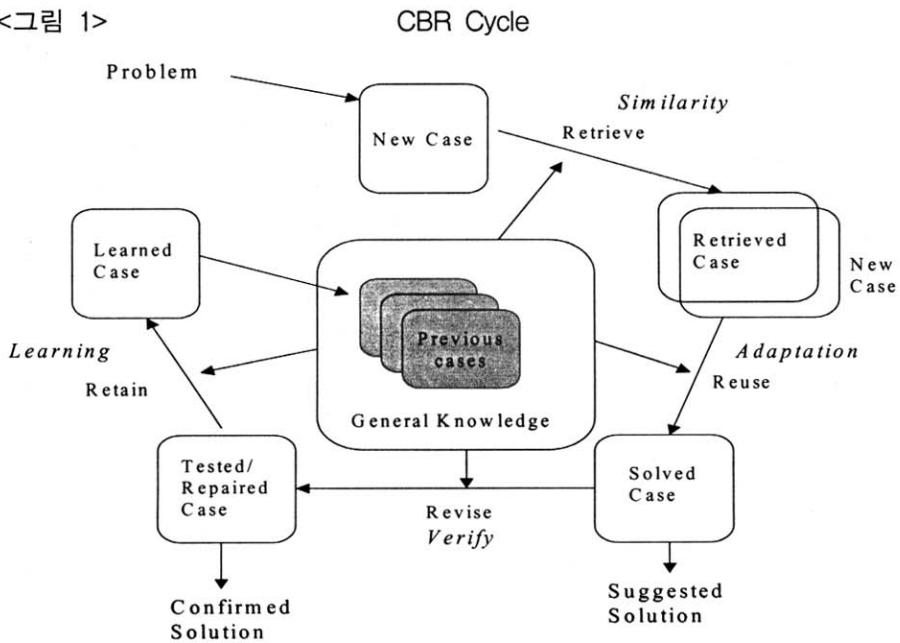
본 연구는 사례기반추론법을 외환위기에측에 적용한 첫 연구라는 점에서 큰 의의를 가진다. 지금까지 외환위기를 예측하기 위해서 개발된 모형에는 (i) 신호 접근모형, (ii) 프로빗 혹은 로짓모형, (iii) 프로빗모형에 신호접근모형의 특성을 가미한 SETAR-프로빗 모형, (iv) 마르코프 국면전환모형 등이 있다. 이 중에서 신호접근모형은 비모수적 모형이지만 다른 모형들은 모수적 특성을 가지고 있다. 이와 같이 각 모형에 따라 특성이 다르기는 하지만 모두 일정한 룰에 따라 작동하는 규칙기반시스템(rule based system)이라는 공통점이 있다. 따라서 일단 위기에측모형이 결정되면 예측결과는 규칙에 따라 자동적으로 결정되기 때문에 변수 혹은 지표의 선택이 매우 중요해진다.

본 연구에서 사용한 모형은 규칙기반시스템과는 전혀 다른 사례기반추론(Case Based Reasoning, CBR)에 기초하고 있다. CBR에 관해서는 본문에 간단히 소개되어 있으나 규칙기반시스템과는 구분을 위해서 <그림 1>의 CBR cycle을 참조하기로 한다. CBR은 유사성(similarity)을 기준으로 과거유사사례를 추출(adaptation)해서 유사 과거사례로부터 현재의 문제를 해결할 수 있는 정보를 파악한 후 과거 유사사례와 현재 문제간의 특성차이가 발견되는 경우 이를 보정(verify)하고 그 지식을 유사사례로 저장(learning)하여 향후 문제해결에 다시 사용한다는 개념이다. 기존의 규칙기반시스템이 과거유사사례로부터 얻은 경험을 미래에 투영(projection)함으로써 예측치를 얻는 구조와는 크게 다르다고 할 수 있다. 문제가 과거유사사례로부터는 유추되지 않는 전혀 새로운 경우라고 할지라도 이 문제에 대한 새로운 해가 추가됨과 동시에 이것이 유사사례로 새롭게 축적된다는 점이 특징적이다. 바로 이것이 예측모형으로서 규칙기반시스템과는 다른 점이다.

그렇다면 CBR은 규칙기반시스템에 비해서 우월한 예측모형이라고 할 수 있는가? 결론부터 말하자면 반드시 그렇지는 않다. 우선 CBR의 예측력이 좋아지도록

하기 위해서는 상당히 방대한 양의 사례가 축적되어 있어야 한다. 사례축적이 많지 않다면 시스템의 동학이 예전과는 전혀 다른 국면에서 전개될 때 좋은 예측력을 기대하기 어렵기 때문이다. 물론 이 경험이 유사사례로 축적되어 미래 유사한 문제가 발생했을 때 예측력 향상에는 도움이 되겠지만 현재의 문제를 해결하는 데에는 CBR이 큰 도움이 될 것으로 보이지 않는다. 더욱이 예측자가 전략을 잘못 구사하는 경우에는 신호접근법보다도 예측오차가 더 많이 생길 가능성도 배제하기 어렵다. 지금까지 CBR이 주로 일기예보나 자동차 고장의 원인진단 등 사례가 충분히 축적되어 있는 영역에서 활용되어 왔다는 사실을 알면 충분한 사례의 축적이 얼마나 중요한지 알 수 있다.

<그림 1>



자료 : Aamodt and Plaza(1994)

다른 한 가지 비판은 CBR을 적용하기 위해서는 사례들이 모두 서로 독립적이어야 하는데 외환위기 예측모형에 축적된 사례들이 독립적이지 아닐 수 있다는 점이다. 저자들은 동아시아 외환위기의 경우 위기를 감지하여 변화를 보이기 시작한 위기 직전 2년간의 변수들을 제외시키려고 했지만 자료의 부족으로 그렇게

하지 못했다. 그 결과 축적되어 있는 사례 가운데는 위기에 영향을 받은 사례들이 다수 포함되어 있음을 상기해야 한다. 동아시아 지역뿐 아니라 다른 지역의 위기에서도 이런 지적은 동일하게 적용된다.

사소하지만 이 연구에서는 지역구분이 상당히 중요하다. 그것은 CBR의 핵심이라고 할 수 있는 유사사례를 바로 그 국가가 속해 있는 지역에서 찾기 때문이다. 지역구분이 다양할수록 지역적 특성을 반영하기는 쉬우나 사례의 수가 줄어든다는 문제점도 있다. 따라서 이스라엘, 터키, 남아공화국과 이집트가 속해 있는 지역 4를 유럽지역에 편입시키는 방안도 생각해 볼 수 있다.

CBR 모형을 적용함에 있어서 저자들은 잘못된 경보를 줄이고자하는 2개의 전략 α , β 와 경보를 추가적으로 발굴하고자 하는 1개 전략 ν 를 적용하여 신호접근법만을 적용한 표본의 예측결과와 비교하였다. 그 결과 세 개의 전략을 적절히 배합한 전략 σ 나 δ 를 적용할 때 표본의 예측력이 향상됨을 밝혔다. 이점은 본 연구가 기존연구보다 발전된 모형을 제시한 것이라고 평가할 수 있는 부분이다. 그러나 이 결과도 1997년에 발생한 동남아시아 외환위기를 확인한 후 사후적으로 개발한 전략들에 기인했다. 사전적으로는 이런 전략이 없기 때문에 동남아시아 지역의 위기에측에는 큰 도움이 되지 못한다는 점을 염두에 둘 필요가 있다. 정확한 경제예측을 위한 도깨비 방망이는 없다. 그럼에도 불구하고 특정한 시기에 특정한 지역에 대하여 예전보다 진일보한 예측결과를 얻기 위한 모형개발에 노력을 기울일 필요가 있음은 두말할 나위가 없다.

참고문헌

- Aamodt, A. and E. Plaza, "Principles of CBR and the 4' Re-s': Retrieve, Reuse, Revise, Retain," *AI Communications*, 7(1), 39~59, 1994.

일 반 토 론

주 제 : 「사례기반추론을 활용한 위기에측에 관한 연구」

전성인 : 이 연구는 표본기간의 선택에 매우 심하게 의존하고 있다는 생각이 든다. 표본외 기간을 아시아의 외환위기가 집중된 1995년 7월~1997년 6월로 설정하였다. 모형이 위기를 잘 예측하였을 때 상을 주는 구조인 상황에서 지역별로 위기발생확률이 크게 차이나는 시점을 선택함에 따라 결과가 크게 달라질 것으로 판단된다. 지역별로 위기발생확률이 동일한 시점을 택해야 더 공정한 결과를 얻을 수 있지 않을까 생각된다.

또한 여러 가지 전략이 소개되고 있으나, 이는 사후적인 결과이고 사전적으로는 어떤 전략이 유효한 전략인지 알 수 없는 것이 아닌가?

마지막으로 우리는 일반적으로 관절염 환자가 몸이 쭈시다고 하면 비가 올 거라고 생각한다. 다른 관절염 환자들도 공통적으로 비가 오기 전에 몸이 쭈시다고 한다면, 우리는 그것을 비가 올 것을 예측할 수 있는 중요한 신호로서 간주할 것이다. 그러면 우리는 왜 굳이 기상청의 일기예보를 듣는가? 그것은 관절염 환자보다 더 중요한 어떤 신호를 얻기 위해서가 아닌가? 유사사례라는 것은 우리가 이미 알고 있는 사실이 아닐까? 일반적인 상식으로는 알 수 없는 어떤 사건으로부터 예측할 수 있어야 보다 우수한 예측력을 지녔다고 말할 수 있는 것이 아닌가?

정지만 : 위환위기 예측시에 24개국을 대상으로 하였는데, 왜 개도국들을 대상으로 하였으며, 또한 그 이후의 데이터도 획득이 가능하였을텐데 표본기간을 왜 97년까지만 하였는지 궁금하다.

김용진 : 결국 CBR은 과거의 자료로부터 유사자료를 유출해내는 것인데, 이 경우에 자료의 유사성을 어떻게 결정하느냐가 CBR의 핵심으로 생각된다. 이 때, 유사성의 범위를 결정하는 방식이 결국은 규칙기반(rule based)의 성격을 지니고

있는 것인가?

답 변 : 표본외 기간중에 라틴 아메리카에서 위기신호가 많이 발생하였다. 잘못된 신호다. 유럽에서도 역시 위기신호가 상당히 많이 발생하였는데 이 역시 잘못된 신호다. 그렇다면 왜 잘못된 신호가 발생하였는가? 이미 이전에 위기가 발생하였던 경험이 있기 때문이다. 즉 사고를 낸 국가가 다시 사고를 낼 것이라는 기대감이 반영된 것이다. 관절염 환자가 아프면 비가 온다는 것에는 심리적 요인이 없으나, 아르헨티나 등 이미 위기를 경험한 국가들은 다시 위기가 닥칠 수 있다는 심리적 기대감에서 경보가 울린 것이다. 그래서 굳이 경보가 울릴 필요가 없었는데도 경보가 울린 것이다.

신호접근법의 경우는 예를 들자면, 현재의 기압·온도를 가지고 지금까지의 규칙을 기반으로 태풍이 올 것인지 아닌지를 예측하는 것과 같다. 그러나 CBR은 슈퍼컴퓨터를 이용해서 몇 백만개의 과거의 자료를 검색하여 현재의 기압·온도에서 과연 태풍이 온 경우가 한 번이라도 있었는지, 있었다면 몇 번이나 있었는지를 알아보는 것이다. 그래서 시그널이 옳은 것인지 아닌지를 검사하는 것이다. 또 그 반대로 현재 경보가 없더라도 과거에 태풍이 온 경우는 없었는지를 검사해 볼 수도 있다. 이런 과정을 통해 예측력을 향상시킬 수 있는 전략을 모색할 수 있는 것이다. 그러나 규칙기반에 의한 신호접근법은 단순히 O·X로만 결과를 나타내는 한계를 지니고 있다.

물론 CBR의 결과는 유사사례의 범위를 어떻게 규정하나에 따라 결과가 달라질 수 있을 것이다. 알파 전략은 현재의 상태에서 과거에 하나라도 예측이 맞은 경우에 있으면 옳은 신호로서 채택된다. 보다 엄격하게 하면, 유사사례가 100개가 있는데 50개 이상 옳은 예측을 하였을 경우에만 옳은 신호로서 채택할 수도 있다. 결국 CBR은 유사사례를 어떻게 정의할 것인가 하는 문제와 과거사례를 얼마나 정확하게 해석할 것인가 하는 문제를 지니고 있는 것이 사실이다. 그럼에도 불구하고 CBR을 이용하면, 신호접근법에서는 알 수 없는 위기신호의 진위 여부를 다시 한번 검증해 볼 수 있는 장점을 지니고 있다.

이 과정에서 나타난 유사사례의 정의 기준과 과거사례의 선택기준을 규칙기반(rule based)라고 지적하였는데, 어느 모형이나 그 정도의 규칙은 존재하는 것이 아닌가 생각한다.

다음으로 표본의 기간 및 표본기간의 종료시점을 아시아의 위기가 집중된 1997년 이전으로 함으로써 결과를 일반화시킬 수 없다는 지적에 대하여 답변하겠다. 본 연구의 목적은 아시아의 위기 예측을 과연 얼마나 잘 예측하였는가를 기준으로 보다 우수한 전략을 사후적으로 도출해 내는 것이다. 따라서 2000년 이후의 데이터가 있었으나, 1997년까지로 분석기간을 한정하였다. 그리고 분석을 통하여 사후적으로 감라 플러스 베타 전략이 우수하다는 사실을 알아낼 수 있었다.

물론 종료시점을 연장해 나가면서 지속적인 분석을 시도한다면, 보다 우수한 결론을 얻을 수 있을 것으로 생각한다.