

# 사례기반추론을 이용한 외환위기 조기경보 시스템의 성과\*

김 경 수\*\* · 송 치 영\*\*\*

## <국문초록>

본 연구에서는 사례기반추론(case based reasoning, CBR) 접근방법을 이용하여 신호접근 모형(signaling extraction model)에 비해 효율적인 조기경보시스템을 구축할 수 있음을 보여주었다. 먼저, 외환위기를 경험한 24개국에 대하여 1970년 1월~1995년 6월의 월별자료를 표본기간으로 신호접근모형을 구축한 후 1995년 7월~1997년 6월의 기간에 대하여 표본 외 예측을 시행하였다. 다음으로, 신호접근법 모형에 의해 발생한 위기경보 가운데 잘못된 경보의 수를 줄이고자 사례기반추론 기법을 적용하였다. 본 연구의 분석결과는 절단확률을 활용한 신호접근법에 비해 사례기반추론 접근법이 상대적으로 올바른 경보의 큰 희생 없이 잘못된 경보의 수를 줄일 수 있음을 보여주고 있다. 즉 사례기반추론 접근법이 제1종 오류와 제2종 오류 간 상충관계를 완화하여 위기예측의 효율성을 증가시킬 수 있다. 표본 외 예측기간을 동아시아 외환위기 이후로 연장한 분석에서도 이와 같은 결과를 확인할 수 있다.

핵심단어 : 외환위기, 조기경보시스템, 신호, 예측, 사례기반추론  
JEL 분류기호 : C14, C53, F3, F4

## I. 서론

1997년 동아시아 외환위기를 비롯한 다수의 위기를 경험하면서 위기예측 또는 조기경보시스템에 대한 연구가 더욱 활발하게 이루어지고 있다. 임계치를 초과하

\* 유익한 논평을 해주신 익명의 두 분 심사자에게 감사드립니다. 나머지 오류는 모두 저자들의 책임임을 밝힙니다.

\*\* 성균관대학교 경제학부(E-mail : kimks@skku.edu)

\*\*\* 국민대학교 경제학부(E-mail : cysong@kookmin.ac.kr)

면 위기경보를 작동하는 지표군을 설정하고 감시하는 이른바 신호접근법(signaling extraction model)이라고 부르는 조기경보모형이 Kaminsky et al.(1998), Kaminsky and Reinhart(1999) 등에 의하여 소개된 이후 많은 연구자들이 예측력을 개선하고자 노력해 왔다. 기존 연구의 결과에 의하면 신호접근법은 로짓 또는 프로빗 모형을 이용한 모수적 접근방법, 국가신용등급의 변화를 이용한 위기에측모형, 소비자 신용스프레드에 반영된 시장기대의 변화를 이용한 위기에측모형 등에 비하여 더 좋은 위기에측력을 가지고 있는 것으로 알려지고 있다.<sup>1)</sup>

신호접근법이 외환위기 또는 은행위기의 조기경보모형으로 가장 자주 이용되고 있음에도 불구하고 아직 완전한 위기에측모형으로서는 부족한 점이 많다. 특히 ‘예측가능하나 예측력은 떨어진다’는 뚜렷한 단점을 보이고 있다. 즉 위기지점의 예측에 대한 신뢰성이 결여되고, 잘못된 경보가 그렇지 않은 경우보다 훨씬 많다는 문제점을 가진다. 이는 제1종 오류와 제2종 오류간 상충관계에 기인하고 있다. 경보발생의 기준으로 이용하는 임계치를 엄격하게 설정하면 잘못된 경보를 줄여 제2종 오류 확률을 낮출 수는 있으나 이와 동시에 올바른 신호도 줄이게 되어 제1종 오류 확률이 상승하는 결과를 초래하기 때문이다. 두 종류 오류간 균형을 유지하는 것이 바람직 할지 모르나, 사실 최적 임계치는 잡음/신호 비율의 최소화를 통하여 구하는 등 신호접근모형 운영자의 위험선호형태에 의존하고 있다.

근본적으로 신호접근법은 아직 정교한 위기에측 메커니즘을 갖추고 있지 못하다. 위지표가 정상시와 다른 행태의 과도한 변화를 보이면 이를 위기경보로 간주하는 매우 간단한 룰을 이용하고 있을 뿐이다. 또한 신호접근법에서 설정한 룰은 예외가 많고 일반성이 결여 되어 있다. 이는 신호접근법이 잘못 되었기 때문이 아니라 일반적으로 위기에측에 관한 엄격한 룰이 존재하지 않거나 또는 위기에측에 대한 지식 영역이 아직 부족하기 때문이다.

본 연구는 이와 같은 신호접근법이 가지는 취약성을 보완하는 대안으로서 사례기반추론(case based reasoning, CBR) 기법을 소개하고, 이를 이용하여 외환위기의

1) Berg et al.(2004)은 기존의 조기경보모형에 대한 매우 유용한 서베이 결과를 제시하고 있다.

예측력을 개선할 수 있음을 보이고자 하는 데 그 목적이 있다. CBR은 인간이 흔히 과거의 경험에 의존하여 새로이 발생한 문제를 해결하려고 한다는 인지과학에서 유래하였다(Schank, 1982; Gentner, 1983). 전문가들은 의사의 처방, 사기행위의 탐지와 같은 각종 진단, 수요예측, 일기예보 등과 같은 예측과 전망, 설계, 교육 등 다방면에서 CBR을 응용하고 있다. CBR의 목적은 현재 당면한 문제와 유사한 사례를 과거에서 발굴하여 제공함으로써 유추력과 기억의 영역을 확장하는 데에 있다(Koldner, 1991; Slade, 1991; Suh et al., 1998).

CBR 기법은 현재 외환위기 지표의 변화와 유사한 사례를 과거로부터 발굴한 후 유사사례의 과거 위기에측성결과를 평가하고 이에 대한 정보를 현재의 외환위기 예측에 응용함으로써 예측력을 개선하는 데에 도움을 줄 수 있다. 따라서 CBR을 적용하여 과거 자료로부터 예측성도가 좋은 유사사례를 발견할 수 있으면 신호접근법에 비해 개선된 예측력을 기대할 수 있을 것이다.

사실 신호접근법에서는 각 지표의 경보를 종합하여 지수화한 종합위기지수(composite crisis index)에 따른 절단확률(cut-off probability)을 조정하면 예측을 좀 더 정교화할 수 있다. 그러나 앞에서 언급하였듯이 두 종류 오류간 상충관계로 인하여 한 종류의 오류를 줄이려고 하면 반드시 다른 종류의 오류가 확대된다. 따라서 절단확률을 이용해도 예측력의 효율성을 개선하기가 어렵다. 본 연구에서는 24개국을 포함하는 패널 자료를 이용하여 먼저 신호 접근법에 의한 외환위기 예측모형을 구축한 후, 이를 이용하여 동아시아 외환위기 기간에 대한 표본 외 예측을 시행한다. 이와 같이 구한 신호접근법의 위기경보를 CBR의 여러 가지 전략을 사용하여 거르는 작업을 수행한 후 최종적으로 경보를 결정한다.

CBR 접근법을 외환위기 예측에 활용하는 최초의 시도는 김경수·송치영·서민수(2003)에 의해 이루어졌다. 이들의 연구는 CBR 접근법을 이용하여 제1종 오류를 줄이거나 또는 제2종 오류를 줄이는 전략들을 개발하였다. 그런데 이들의 결과를 살펴 보면 제1종 오류와 제2종 오류간의 상충관계가 완화되지 못하고 있음을 알 수 있다. 결국 이들의 연구가 제시한 CBR 전략들은 신호접근법에서 절단확률을 사용하는 것과 매우 유사하다고 할 수 있다.

본 연구는 분석대상국가, 외환위기지표, 방법론 등의 측면에서 김경수·송치영·서민수(2003)의 연구와 매우 유사하다. 특히 신호접근법 예측부분은 기존 연구와 동일한 자료와 방법론을 이용하여 위기에측을 수행하였기 때문에 절단확률을 활용한 부분을 제외하고는 기존 연구와 동일하다.

그러나 본 연구는 다음과 같이 기존의 3인 공저 연구와 크게 차별된다. 이들의 연구가 CBR 접근법을 소개하고 그 결과만을 독립적으로 제시하고 있는 데에 반해 본 연구는 CBR 접근법의 예측결과와 신호접근법 예측결과의 성과를 비교함으로써 그 유용성을 평가하고자 한다. 이를 위해서 본 연구에서는 신호접근법에 절단확률을 도입하여 표본외 예측을 시도하며, 절단확률의 조정에 따른 예측 성과를 다양한 CBR 전략을 운용한 예측성과와 비교한다. 본 연구의 실증분석 결과에 따르면, CBR 접근법을 활용하였을 때 기대되는 두 오류간 상충관계가 신호접근법에서 절단확률을 도입하였을 때 보다 완만하게 나타날 수 있음을 보여준다. CBR 접근법은 잘못된 경보를 줄이기 위해 신호접근법에 비해 더 적은 수의 올바른 경보를 희생하는 것이 가능하며 이에 따라 예측의 효율성을 개선할 수 있다. 즉 CBR은 동일한 정보를 이용하여 신호접근법에 비해 더 나은 예측력을 얻을 수 있는 것이다. 이러한 결과가 다른 기간에서도 유효한지를 살펴 보기 위하여 본 연구에서는 표본 외 예측 기간을 동아시아 외환위기 이후로 확대해 보았으며, 또한 CBR의 핵심이라 할 수 있는 유사사례 추출범위에 변화를 주어 본 연구에서 얻은 결과의 신뢰성을 조사하였다. 그 결과 동일한 관계를 발견하였다. 기존의 3인 공저 연구가 CBR 접근법을 소개하는 단계이지만, 본 연구는 그 유용성을 평가하기 위한 구체적인 목적을 가지고 CBR 접근법을 활용하는 단계라고 할 수 있다.

본 논문의 연구내용은 다음과 같다. 먼저 제Ⅱ장에서는 10만개 이상의 관측치를 이용하여 신호접근법에 따른 외환위기예측모형을 구축한다. 다음으로 절단확률을 이용하여 표본 외 예측을 실행하며 그 성과를 평가한다. 제Ⅲ장에서는 표본 외 기간에서 신호접근법이 발생한 위기경보에 CBR 접근법을 적용하여 표본 외 예측을 실시하고 그 성과를 절단확률을 활용한 신호접근법과 비교한다. 제Ⅳ장은 본 연구의 결론이다.

## II. 조기경보 시스템 : 신호접근모형

### 1. 패널

본 연구에서는 이전에 외환위기를 경험한 적이 있는 다음의 24개국을 대상으로 조기경보 시스템을 구축한다.

- 1) 동아시아지역 : 인도네시아, 말레이시아, 한국, 태국, 필리핀
- 2) 중남미지역 : 아르헨티나, 브라질, 볼리비아, 칠레, 콜롬비아, 멕시코, 페루, 우루과이, 베네수엘라
- 3) 유럽 : 덴마크, 핀란드, 그리스, 노르웨이, 스페인, 스웨덴
- 4) 아프리카 및 중동 : 이집트, 남아공화국, 이스라엘, 터키

### 2. 신호기간 및 표본기간

신호접근법에서는 위지표의 예측력을 평가하기 위하여 사전적으로 신호기간을 설정한다. 본 연구에서는 기존의 위기예측 모형과 마찬가지로 신호기간을 24개월로 설정하였다. 즉 지표가 경보를 울리고 실제로 위기가 24개월 내에 발생할 경우 그 경보는 위기를 예측한 것으로 본다.<sup>2)</sup> 본 연구에서는 1970년 1월~1995년 6월과 1995년 7월~1997년 6월을 각각 표본기간과 표본 외 기간으로 이용하였다. 신호기간을 24개월로 설정하였기 때문에 표본 외 기간에서의 위기예측은 1997년 7월 태국의 외환위기를 시작으로 한 동아시아 외환위기 기간을 포함한다.

---

2) 그러나 최초 위기발생 후 3개월 안에 위기가 또 일어날 경우 동일한 위기로 간주한다. 따라서 최초 위기 발생 후 3개월 이내에 경보음이 울리고 난 후 위기가 다시 발생하면 이 경보음은 무시하기로 한다. 이는 위기에 대한 예측가능성을 보수적으로 낮추기 위한 배려에 그 취지가 있다. 분기별 자료를 이용한 Eichengreen, Rose, and Wyploz(1996)는 2분기 연속 위기로 식별될 때 이를 동일한 위기로 간주하였다.

### 3. 외환위기의 식별

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

$$MP_t = (\Delta e_t/e_t) - (\sigma_e/\sigma_R)(\Delta R_t/R_t) \quad (1)$$

위의 식에서  $MP_t$ 는 한 국가의 외환시장 압력지수이며,  $e$ 와  $R$ 은 각각 대미 달러화 환율, 미 달러화로 표시한 중앙은행 외환보유고를 나타낸다.  $\Delta e_t/e_t$ 는 환율의 변동률,  $\Delta R_t/R_t$ 는 외환보유고의 변동률,  $\sigma_e$ 와  $\sigma_R$ 은 각각 환율변동률의 표준편차, 외환보유고 변동률의 표준편차를 의미한다. 따라서 대미달러환율의 상승이나 외환보유고의 감소는 외환시장의 압력을 증가시키며 반대의 경우 외환시장 압력지수를 하락시킨다. 환율의 급격한 상승요인이 발생할 때 외환시장개입을 통하여 환율상승을 억제해도 시장개입으로 인하여 보유외환이 감소하는 한 마찬가지로 외환시장 압력지수가 증가한다. 한편, 외환위기는 외환시장 압력지수가 다음과 같이 일정 임계치를 초과하는 사건으로 정의한다.<sup>3)</sup>

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

여기서  $\sigma_{MP_t}$ 는 외환시장 압력지수의 표준편차를,  $\mu_{MP_t}$ 는 평균값을 표시한다.<sup>4)</sup> 위의 방법을 24개국 패널에 적용하면 1970년 1월부터 1997년 6월까지 표본기간에서 99차례의 외환위기를 식별할 수 있으며, 표본기간을 1999년 6월까지 연장하면 9번의 외환위기를 추가적으로 발견할 수 있다.<sup>5)</sup>

- 3) 초인플레이를 경험한 국가의 경우 인플레이가 높은 시기에 필요한 환율의 조정을 고려하면 외환시장 압력지수가 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 외환시장 압력지수를 산출하였다. 결과적으로는 서로 다른 국가로 분류하는 셈이다.
- 4) 외환시장압력지수를 이용할 경우 표본기간의 선택에 따라 환율변동률과 외환보유고 변동률의 분산이 다를 수 있기 때문에 외환위기 식별의 결과가 달라질 수 있다. 이러한 문제를 완화하기 위해서는 외환위기 발생에 관한 역사적인 이벤트를 조사하는 방법을 사용할 수 있다. 그러나 이 경우 겉으로 드러난 외환위기의 판별만 가능하다. 따라서 외환시장 압력지수를 이용하면 외부적으로 드러나지 않은 외환위기를 식별할 수 있다는 장점이 있기 때문에 기존의 연구에서도 대부분 이와 같은 방법을 사용하고 있다.

#### 4. 외환위기 지표

신호접근모형에서는 외환위기 지표가 평상시의 움직임과 매우 다른 변화를 보이던 외환위기 발생의 가능성에 대한 경보가 울린 것으로 간주한다. 본 연구에서는 Kaminsky et al.(1999), Goldstein et al.(2000), Edison(2000) 등 기존의 대표적인 신호 접근법 연구를 참고하여 경상계정지표, 자본계정지표, 실물지표, 금융지표 등 네 분야의 15개 월별 지표를 외환위기 예측 지표로 이용하였다. 지표에 대한 자료는 주로 IMF의 *International Financial Statistics*을 이용했으며 일부 자료는 해당 국가의 중앙은행 웹사이트를 이용하여 부족한 부분을 보완하였다. 본 연구에서 사용한 위기지표를 구체적으로 제시하면 <표 1>과 같다.<sup>6)</sup>

<표 1> 외환위기 지표

지표	유형	관측치 개수
경상계정지표 교역조건 실질환율 수출 수입	전년 동월대비 증가율 추세로부터의 이탈 정도 전년 동월대비 증가율 전년 동월대비 증가율	874 6750 6923 6965
자본계정지표 M2/외환보유고 국내외 실질금리차 외환보유고	전년 동월대비 증가율 당월 수준값 전년 동월대비 증가율	6992 3775 7029
실물지표 실질생산 주가	전년 동월대비 증가율 전년 동월대비 증가율	5449 1751
금융지표 예대금리비율 초과화폐(M1)공급량 실질금리 M2 승수 국내신용/GDP 은행예금	당월 수준값 당월 수준값 당월 수준값 전년 동월대비 증가율 전년 동월대비 증가율 전년 동월대비 증가율	3745 6896 4454 6710 6725 6581

- 5) 서론에서 언급하였듯이 본 연구는 분석대상국가와 표본예측 기간이 김경수·송치영·서민수(2003)와 동일하다. 따라서 식 (2)를 적용하여 식별한 외환위기 사례의 자세한 내용은 동 연구를 참조할 것.
- 6) 외환위기 지표의 산출 방법과 출처 등에 대한 자세한 내용을 부록에 수록하였다.

### 5. 최적임계치 추정

신호접근법에 기반한 위기예측모형의 구조는 다음과 같다. 신호접근법에서는 각 시점에서 외환위기 지표의 값과 임계치를 고려하여 각 지표가 향후 일정 기간 내에 외환위기가 발생할 것에 대한 경보 신호를 보내는지의 여부를 판단한다. 즉, 한 시점에서 일정 변수의 관측치가 임계치를 벗어나면 경보를 작동한 것으로 간주한다. 또한 일정 기간 즉 신호기간이 지난 후 사후적으로 경보가 올바르게 작동하였는지를 결정한다. 따라서 일정 임계치에 대해 각 지표값은 아래 2×2 행렬의 4개중 어느 하나의 셀에 속하게 되어 통합된 표본집단을 이룬다. 경보가 작동하고 예측시간대 즉 신호기간 안에 실제로 위기가 올 때 셀 A에, 그렇지 않는 경우는 셀 B에, 경보가 작동하지 않았음에도 위기가 오는 경우는 셀 C에, 경보가 작동하지 않고 위기도 오지 않는 경우 셀 D에 각각 배치된다. A와 D는 경보가 올바르게 작동하고 있는 경우이며, B와 C는 경보 작동에 오류가 발생한 경우이다. 외환위기가 발생하였으나 경보신호가 작동하지 않은 C는 제1종 오류, 외환위기가 오지는 않았으나 경보체계가 잡음을 낸 B는 제2종 오류를 나타낸다.

구 분	위기 발생	위기 미발생
경보 작동	A	B
경보 미작동	C	D

신호접근모형은 이와 같은 방법으로 각 개별 지표에 대해 다양한 임계치를 적용하여 표본내 관측치의 분포를 구한 후 이 가운데서 가장 예측력이 높은 임계치를 최적 임계치로 정의한다. 본 연구에서는 기존의 모형에서 같이 식 (3)의 잡음/신호(noise-signal, NS) 비율을 최소화하는 임계치를 가장 예측력이 높은 임계치로 정의한다.<sup>7)</sup>

$$NS \equiv \{B/(B+D)\} / \{A/A+C\} \tag{3}$$

7) 제1종 오류 확률과 제2종 오류 확률을 각각  $C/(A+C)$ ,  $B/(B+D)$ 로 나타낼 수 있으므로, 잡음/신호 비율은 다음과 같이 오류확률의 함수로도 표현할 수 있다.  $NS = \{B/(B+D)\} / \{1-C/(A+C)\} =$  제2종 오류 확률 / (1 - 제1종 오류 확률).



지표의 최적 임계치는 백분율로 표시하며 동일 지표에 대해서 모든 국가는 동일한 최적 임계치를 갖는다. 그러나 동일한 지표라고 하더라도 국가별로 그 분포가 상이하기 때문에 실제치의 임계값은 서로 다르다. 예를 들어 수출증가율 지표의 경우 최적 임계치가 1%라고 한다면 개별 국가의 수출증가율 분포에서 상위 1%에 해당하는 수출증가율의 실제치는 국가별로 다를 것으로 예상할 수 있다.

## 6. 표본 외 예측 성과

1970년 1월~1997년 6월의 표본기간을 대상으로 잡음/신호 비율을 최소화하는 지표의 최적 임계치를 추정된 결과 예대금리비율을 제외한 14개 지표가 최적 임계치에서의 잡음/신호 비율이 1보다 작아 유용한 지표로서의 자격을 가진 것으로 나타났다.<sup>8)</sup> 잡음/신호 비율이 1보다 작다는 것은 경보작동 시 위기가 발생할 확률, 즉 위기의 조건부 확률이 이 지표가 존재하는 기간에 발생하는 비조건부 위기확률보다 크다는 것을 말한다. 따라서 잡음/신호 비율이 1보다 큰 지표는 유효한 지표라고 할 수 없다.

표본예측에서 구한 14개 유효지표의 최적 임계치를 이용하여 1995년 7월~1997년 6월의 기간에 대하여 표본 외 예측을 실행하였으며 그 결과를 지역별로 구분하여 <표 2>에 제시하였다. 본 연구에서 사용한 외환위기 식별방법을 적용하면 표본 외 예측의 대상이 되는 1995년 8월~1999년 6월의 기간 중 10개국에서 17번의 외환위기가 발생한 것으로 나타난다. 즉, 인도네시아, 말레이시아, 태국 각 2회, 한국 1회, 필리핀 1회 등 동아시아에서 총 8회, 콜롬비아 4회, 베네주엘라, 브라질 각 2회 등 남미에서 총 7회, 유럽의 노르웨이에서 1회, 아프리카 및 중동 지역의 남아공화국에서 1회의 외환위기를 식별할 수 있었다.

<표 2>에 제시된 표본 외 예측 결과에 따르면 위기점유율이 모든 지역에서 1.0을 나타내고 있다. 지표의 위기점유율(probability of correctly called, PCC)이란 식별된 전체위기의 수에서 해당 지표가 한번 이상 신호를 보낸 위기 수의 비율을 의미

8) 지면을 줄이기 위해 최적 잡음/신호 비율 등 신호접근법의 표본기간내 성과는 제시하지 않았음. 이는 김경수·송치영·서민수(2003)를 참조할 것.

한다. 위의 결과는 외환위기가 발생한 지역에서 해당 외환위기가 발생하기 이전에 적어도 한 개의 외환위기 지표가 경보를 발생하였음을 의미한다. 이러한 결과는 한 국가의 외환위기를 예측하기 위하여 여러 개의 지표를 사용하고 있는 것과 관련이 있을 수 있다.

그런데 사실 <표 2>에서 알 수 있듯이 신호접근법 모형은 너무 많은 외환위기를 경보하고 있다. 동아시아를 제외한 모든 지역에서 잡음을 나타내는 셀B의 수가 셀 A보다 더 많은 것을 알 수 있다. <표 2>에는 수록하지 않았지만 국가별로 살펴보면 분석 대상 24개국 중 3개국만을 제외한 21개 국가에서 위기경보가 발생하였다. 이러한 특성은 표본 외 예측에서뿐만 아니라 표본예측의 결과에서도 동일하게 발견할 수 있다. 이는 신호접근법 모형에서 일반적으로 나타나는 결과로서, 신호접근법을 이용하면 위기의 예측이 가능하지만 과도한 잡음으로 인하여 예측력이 낮다는 것을 시사한다.<sup>9)</sup>

<표 2> 신호접근법모형의 지역별 위기에측성과

지역	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCC	TC	CC
표본 외 예측(1995년 7월~1997년 6월)										
동아시아	71	5	1350	182	1608	0.95	0.03	1.00	8	8
중남미	27	50	473	2182	2732	0.95	0.02	1.00	7	7
유럽	4	51	219	1438	1712	0.98	0.03	1.00	1	1
아프리카 중동	19	30	144	878	1071	0.88	0.03	1.00	1	1
합계	121	136	2186	4680	7123	0.95	0.03	1.00	17	17
표본예측(1970년 1월~1995년 6월)										
동아시아	139	319	4321	12633	17412	0.97	0.02	0.89	19	17
중남미	302	478	7201	20713	28694	0.96	0.02	0.90	39	35
유럽	210	363	5978	13733	20284	0.97	0.03	0.96	26	25
아프리카 중동	77	227	2582	8598	11484	0.97	0.03	0.93	15	14
합계	728	1387	20082	55677	77874	0.97	0.02	0.92	99	91

주) T1 = 제1종 오류 확률, T2 = 제2종 오류 확률, NS = 잡음/신호 비율, PCC = 위기점유율, TC = 총 위기수, CC = 올바르게 예측한 위기의 수.

9) <표 2>에 의하면 유효지표 모두에서 제1종 오류 확률이 매우 높은 반면에 제2종 오류 확률은 매우 낮은 결과를 보여주고 있다. 그런데 제2종 오류 확률이 낮은 것은 셀B로 분류된 잡음의 수가 적어서라기 보다는 셀 D의 회수가 많은 데에 기인한다고 볼 수 있다

## 7. 복합위기지수

예측가능하나 예측력이 떨어지는 신호접근모형의 문제는 시스템 운영자가 지표의 임계치를 조정하는 이른바 민감성 분석을 통해 개선될 수도 있을 것이다.<sup>10)</sup> 그러나 기 설정된 지표의 임계치가 최적화의 산물 즉, 잡음/신호 비율을 최소화한 것임을 고려하면 민감성 분석에 큰 의미를 부여하기는 어렵다. 그 대안으로서 각 지표의 경보를 종합하여 지수화한 종합위기지수로부터 지표의 임계치 대신 종합지수가 경보를 작동하는 절단확률을 조정하는 방안을 고려할 수 있다. 종합위기지수는 다음과 같이 정의한다.<sup>11)</sup>

$$I_t = \sum S_t^i / w^j \quad (4)$$

식 (4)에서  $S_t^j$ 는 지표  $j$ 의 경보 발생 여부를 표시해주는 변수로서,  $t$ 기에 지표  $j$ 가 경보를 발생하면 1의 값을 갖고 그렇지 않으면 0의 값을 갖는다.  $w^j$ 는 지표  $j$ 의 잡음/신호 비율로써 이 값의 역수는 각 지표의 가중치를 의미한다. 즉 신호/잡음 비율이 낮은 지표의 예측력이 높다는 가정하에 경보 발생시 이에 대한 비중을 높여 외환위기의 예측가능성을 최대화하고자 하는 것이다. 종합위기지수  $I_t$ 가  $I_a$ 와  $I_b$ 사이의 값을 가질 경우  $t$ 기로부터 24개월 이내에 외환위기가 발생할 조건부 위기확률은 표본자료에 다음의 식을 적용하여 구한다. 종합위기지수와 이에 상응하는 외환위기 발생의 조건부 위기확률을 추정된 결과를 <표 3>에 제시하였다.<sup>12)</sup>

10) Edison(2000), Goldstein, et al.(2000).

11) 신호접근법은 비모수적 접근법이기에 때문에 외환위기 지표를 선택할 때 지표의 위기의 인과관계를 크게 고려하지 않고 선택적으로 위기의 선행성이 큰 지표를 고려한다. 이것이 신호접근법 예측모형의 취약점일 수 있다. 지표와 위기 사이의 인과관계에 대한 정당한(legitimate) 규명 없이 단지 경험상의 이유로 선정된 지표가 표본 외 예측에서도 우수한 선행지표로서의 역할을 수행한다고 단정할 수는 없을 것이기 때문이다. 예를 들면 M2/외환보유고가 특정 기간에 큰 변동이 일어나 경보가 작동하였다면 과연 시스템 운영자가 이 경보를 어떻게 해석할지 어려움이 있다. 이 특이 현상은 위기보다는 단지 구조변화에 따른 결과일 수도 있기 때문이다. 잡음/신호비율을 가중치로 정의한 종합위기지수(composite crisis index)는 바로 개별지표의 경보를 위기확률로 전환함으로써 이러한 문제를(비록 부분적이지만) 극복하려는 시도라고 할 수 있다.

12) 대략 종합위기지수와 위기확률은 대략적으로 양의 관계가 유지되고 있지만, 종합위기지수가

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

〈표 3〉 종합위기지수와 위기확률간의 관계

종합위기지수	A	B	조건부 위기확률
0 - 1	1345	4239	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 - 10	1	0	1.00
10 - 11	0	0	NA
11 - 12	3	1	0.80
12 - 13	4	0	1.00

절단확률의 조정을 통하여 신호접근법의 예측력을 세밀화할 수 있다. <표 4>는 종합위기지수 구간 1-2, 2-3, 3-4에 각각 해당하는 조건부 위기확률 0.3, 0.37, 0.49를 절단확률로 이용하여 위기를 예측한 결과를 보여준다. 표본 외 예측과 표본 예측 결과 모두를 포함하고 있다. 예를 들어, 조건부위기확률이 0.3 이상 즉, 종합위기지수가 1 이상일 때 경보를 작동하도록 한 경우 표본의 예측에서 총 475개월 가운데 197개월에서 경보가 작동되었고 이 가운데 올바른 신호를 보낸 기간은 85개월, 잡음은 112개월이다. <표 4>에서 확인할 수 있듯이 절단확률이 증가하면 경보의 수가 감소하여, 표본 외 예측과 표본예측 모두에서 잡음은 줄어들지만 올바른 신호도 함께 하락하는 결과를 초래한다. 이는 제1종 오류와 제2종 오류 사이의 상충관계를 다시 한번 확인해 주고 있다. 한편 절단확률의 증가로 잡음/신호 비율이 감소하지만 <표 4>의 마지막 열에 제시한 총위기 회수 가운데 한번이라도 위기를 예측한 위기회수(CC)는 표본기간이나 표본 외 기간에 관계없이 줄어들고 있다. 이와 같은

4~5인 구간에서 오히려 위기확률이 하락하기도 한다. 이는 표본의 수가 충분하지 않는 데 그 이유가 있다.

결과는 결국 절단확률을 이용하여도 신호접근법 모형에서의 위기에측의 효율성을 개선하기가 어렵다는 것을 의미한다.

〈표 4〉 절단확률을 이용한 표본 및 표본 외 예측 성과

절단확률	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCS	NS	PCC	TC	CC
표본 외 예측(1995년 7월~1997년 6월)												
0.30	85	112	92	287	576	0.52	0.28	0.43	0.58	1.00	17	17
0.37	37	23	140	376	576	0.79	0.06	0.62	0.28	0.82	17	14
0.49	26	14	151	385	576	0.85	0.04	0.65	0.24	0.47	17	8
표본예측(1970년 1월~1995년 6월)												
0.30	570	1178	1345	4239	7332	0.70	0.22	0.33	0.73	0.92	99	91
0.37	149	189	1766	5228	7332	0.92	0.03	0.44	0.45	0.61	99	60
0.49	97	99	1818	5318	7332	0.95	0.02	0.49	0.36	0.54	99	53

주) T1= 제1종 오류 확률, T2 = 제2종 오류 확률, PCS = 조건부위기확률, NS = 잡음/신호비율, PCC = 위기접유율, TC = 총위기수, CC = 올바르게 예측한 위기의 수.

앞에서 논의한 바와 같이 두 오류 사이의 상충관계로 인하여 신호접근법 모형의 유용성에 한계가 존재한다. 즉 신호접근법 모형으로 위기의 예측은 가능하지만 높은 예측력을 기대할 수가 없다. 신호접근모형의 이러한 한계는 동 모형이 외환위기의 다양한 특성을 고려하지 않고 단순히 지표 값의 변동에 의존하여 일률적으로 위기를 예측하는 것과 관련이 있어 보인다. 결과적으로 신호접근모형은 외환위기의 형태, 외환위기의 강도 등과 같은 외환위기 예측 시 필요한 유용한 정보를 사용하지 못하는 위험을 내포하고 있다.

최근 두 오류간 상충관계를 해결하기 위하여 전통적인 신호접근모형에서 다루지 않은 정보를 사용하여 기존의 모형을 개선하는 연구가 행해지고 있다.<sup>13)</sup> 그러나 이와 같은 정보를 사용하더라도 예측력은 아직 매우 미흡하다. 근본적으로 신호접근법에서 설정한 룰은 예외가 많고 일반성이 결여되어 있다. 이는 신호접근법이 잘못되었기 때문이 아니라 일반적으로 위기에측에 관한 엄격한 룰이나 존재하기 않거나 또는 위기에측에 대한 지식영역이 아직 부족하기 때문이다. 이러한 이유로 인하여 본 연구에서는 과거의 경험을 매우 중시하는 CBR을 신호접근법의 보완적인 수단으로 고려한다.

13) 예를 들면, Abiad(2000)는 외환시장 압력지수에 마코프 스위치 모형을 적용하였으며, Kaminsky (2003)는 경보의 형태에 따라 위기를 여섯 가지로 구분하였다.

### Ⅲ. 사례기반 접근법에 의한 조기경보시스템의 구축

#### 1. CBR 전략

CBR시스템은 일반적으로 다음 4단계의 순환구조로 구성되어 있다.

- ① 유사사례 추출(retrieve) : 현재 당면한 문제와 유사한 과거의 사례들을 사례베이스(case base)로부터 추출한다.
- ② 유사사례 이용(reuse) : 추출한 유사 과거사례로부터 현재 문제를 해결할 수 있는 필요 정보를 파악하여 이용한다.
- ③ 유사사례 수정(revise) : 과거 유사사례와 현재 문제간의 특성 차이가 발생하는 경우, 이를 보정할 수 있는 메커니즘을 고안한다.
- ④ 유사사례 보유(retain) : 앞의 과정에서 얻은 지식을 다시 사례베이스에 지속적으로 저장하여 향후 문제 해결에 활용한다.

본 연구에서는 위의 네 단계 중 처음 세 단계에만 초점을 맞추며, CBR 지식을 축적하는 마지막 단계는 고려하지 않는다. 위기예측을 위하여 CBR이 사용하는 과거의 사례는 위기지표의 백분율 값, 신호접근법에 기반한 경보발생 여부, 셀 값(A, B, C, D 등) 등의 정보로 구성되어 있다.

표본 외 예측을 위해 CBR은 표본 외 기간에서 관측한 각 위기지표 값에 대하여 표본기간에서 그 유사사례를 찾아내는 작업을 시행한다. 본 연구에서는 오차범위를 0.01로 지정하여 유사사례를 식별하였다. 예를 들어 수출변수의 백분율 값이 0.50와 0.49라면 이 두 사례는 유사사례로 판단한다.

표본기간의 유사사례를 추출한 후 CBR은 최종적으로 경보를 발생할 지를 결정한다. 그런데 신호접근법에 의한 전장의 표본 외 예측의 결과에 따르면 24개국 가운데 21개국에서 위기경보가 발생하였다. 본 연구에서는 조기경보시스템의 운영자가 되도록이면 잘못된 경보의 수를 축소하여 실제로 위기발생의 가능성이 큰 국가들만을 추출하려는 의도를 강하게 가지고 있다고 가정한다. 즉, 조기경보시스템의 운영자는 CBR을 통하여 제1종 오류 보다는 제2종 오류를 줄이고자 하는 욕망이

크다고 가정한다. 그 결과 CBR의 운영으로 제1종 오류가 더 확대될 가능성도 존재한다. 본 연구에서는 다음의 두 전략을 CBR 운영의 기본 전략으로 사용한다.

전략  $\alpha$  : 신호접근법 모형에 의하여 발생한 경보 중 표본기간에서 셀 A에 해당하는 유사사례를 발견할 수 있는 것만을 최종적으로 경보로 인정한다.

전략  $\beta$  : 신호접근법 모형에 의하여 발생한 경보 중 표본기간에서 셀 B에 해당하는 유사사례를 발견할 수 있다면 이를 경보로 인정하지 않는다.

전략  $\alpha$ 는 과거 즉 표본기간에서 경보가 발생된 유사사례들 중에서 위기를 정확하게 예측한 경우에 한해서 신호접근법에서 발생한 경보를 인정하고자 하는 방식이며, 전략  $\beta$ 는 과거에 경보가 발생된 유사사례 가운데 잘못된 경보 즉 잡음으로 판명된 경우에는 신호접근법에서 발생한 경보를 인정하지 않는 것으로서 두 전략 모두 잘못된 경보를 줄이는 데 그 목적이 있다. CBR 전략의 운영 메커니즘에 대한 이해를 돕기 위하여 다음의 예를 생각해 볼 수 있다. 외환위기 지표인 수출증가율 변수에 전략  $\alpha$ 를 적용한다고 가정하자. 또한 표본 외 기간에 신호접근법을 적용한 결과 한국의 수출증가율 변수에 경보가 발생하였으며 변수의 관측치가 백분율로 0.15라고 가정하자. 이러한 정보를 이용하여 CBR 프로그램은 한국을 포함하고 있는 동아시아 국가 그룹의 표본내 기간에 대하여 유사사례를 조사한다. 유사사례의 오차범위를 0.01로 정하였으므로 표본기간에서 동아시아 국가의 수출증가율이 0.14와 0.16사이의 값을 나타냈던 사례를 찾는다. 만약 오차범위 내의 사례를 발견할 수 없다면 신호접근법에 의한 수출증가율 변수의 경보는 무시한다. 그런데 만약 유사사례를 3개 발견했다고 하면 유사사례가 발생한 시기 이후 24개월 내에 외환위기가 발생했는지를 조사하여 유사사례가 셀 A 또는 셀 B에 속하는지를 결정한다. 그 결과 3개의 유사사례 모두가 셀 B에 속하여 잘못된 경보로 판명이 나면 역시 신호접근법에 의한 경보를 무시한다. 그러나 3개중 하나라도 셀 A에 속하면 신호접근법에 의한 경보를 인정하여 CBR 접근법에서도 경보를 발생한다.

한편, 유사사례 가운데 셀 A와 셀 B를 동시에 고려하면 <표 5>에서와 같이 좀 더 세분화된 전략을 수립할 수 있다. 전략  $\alpha^+$ 는 전략  $\alpha$ 를 적용하여 결정한 경보중

그 유사사례에 오경보가 없는 경우에만 경보로 인정한다. 따라서 전략  $\alpha^+$ 은  $\alpha$ 에 비해 적은 수의 경보를 발생시킨다. 전략  $\alpha^-$ 는 전략  $\alpha$ 의 경보에 추가하여 셀 A와 셀 B에서 유사사례를 발견할 수 없는 경우에도 CBR의 경보로 인정한다. 따라서 전략  $\alpha$ 에 비해 더 많은 경보를 발생시킨다.

〈표 5〉 CBR 접근법의 전략

전략	표본기간		표본 외기간	
	셀A	셀B	신호접근법 경보	CBR 경보
$\alpha^+$	일치	불일치	발생	발생
$\alpha$	일치	-	발생	발생
$\alpha^-$	일치	-	발생	발생
	불일치	불일치	발생	발생
$\beta^+$	불일치	일치	발생	비발생
$\beta$	-	일치	발생	비발생
$\beta^-$	-	일치	발생	비발생
	불일치	불일치	발생	비발생

한편, 전략  $\beta^+$ 는 유사사례가 셀 B를 포함하지만 셀 A를 포함하지 않는 경우에만 신호접근법에 의해 발생한 경보를 제외하기 때문에  $\beta$ 에 비해 더 많은 CBR 경보를 발생시킨다. 반면에,  $\beta^-$ 는 셀 B의 유사사례가 존재하는 경보 또는 셀 A와 셀 B의 유사사례가 존재하지 않는 경보를 모두 제외하기 때문에  $\beta$ 에 비해 더 적은 수의 경보를 발생시킨다.<sup>14)</sup>

본 연구에서는 24개국을 지역적 유사성에 근거하여 II장에 설명한 바에 따라서 4개의 그룹으로 나누어 각각의 그룹에 CBR을 적용하였으며,<sup>15)</sup> 또한 유사사례 기반을 제공하는 표본기간을 1970년 1월~1995년 6월, 1980년 1월~1995년 6월, 1990년 1월~1995년 6월 등 세 개의 기간으로 구분하였다.  $\alpha^+$ 와  $\beta^-$ ,  $\alpha^-$ 와  $\beta^+$ 는 논리적

14) 김경수·송치영·서민수(2003)는 잡음을 줄이는 CBR 전략인  $\alpha$ ,  $\beta$ 외에 신호를 더 많이 만들어 내는 하나의 전략을 추가적으로 사용하였다. 본 연구에서는 이들의 연구에서 소개된 전략  $\alpha$ ,  $\beta$ 를 기본으로 하지만 이에 파생되는 세분화 전략을 추가로 도입한다.  
 15) 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.



으로 동일한 전략이므로 <표 5>에서 언급한 전략은 결국 4개의 전략으로 요약된다. 세 개의 표본기간을 고려하면 결국 각 지역그룹은 12개의 전략을 이용할 수 있다. 시작 시기가 서로 다른 여러 가지 표본기간을 사용함으로써 두 종류 오류간 상충 관계를 완화시킬 수 있을 것이며, 또한 경제적 구조변화를 표본 외 예측에 반영할 수 있을 것으로 예상된다.

CBR을 적용하여 구한 표본 외 예측 결과를 <표 6>에 제시하였다. 이에 따르면 전략  $\alpha$ 가 전략  $\beta$ 에 비하여 더 많은 경보를 발생한 것으로 나타났다. 물론 이러한 결과를 사전에 논리적으로 예측할 수 있는 것은 아니다. 그런데, 경보의 수가 감소할수록 제1종 오류의 확률은 상승하고 제2종 오류의 확률이 하락하는 현상, 즉 두 오류간 상충관계는 여전히 유지되고 있는 것으로 나타났다. 그렇지만 절단확률을 활용한 신호접근법의 결과에 비하여 상충관계가 완화된 것을 알 수 있다. <표 6>에 의하면 <표 4>에 이미 제시된 바와 같이 신호접근법의 경우 절단확률을 0.30에서 0.37로 증가시키면 제2종 오류 확률이 0.28에서 0.06으로 하락하지만 제1종 오류 확률이 0.52에서 0.79로 크게 상승한다. 그 결과 절단확률이 0.30인 경우 총 17회의 외환위기를 모두 예측할 수 있었으나 절단확률이 0.37로 상승할 경우 경보의 수가 줄어들면서 총 17회의 위기중 3번의 위기에 대한 경보를 발생시키지 못하였다. 즉 잡음을 크게 줄일 수 있었으나 올바른 경보도 크게 줄어들어 위기점유율로 측정할 예측력이 1.0에서 0.82로 크게 하락하였다. 그런데 CBR을 사용하면 0.82와 1.0 사이의 위기점유율을 나타내는 전략들을 발견할 수 있다. 예를 들어 전략  $70\alpha$ 는 총 17회의 외환위기를 모두 예측하여 1.0의 위기점유율을 나타내었으나 오작동한 경보를 줄이기 위하여 전략  $70\alpha$ 를 채택하면 단지 1회의 외환위기에 대한 올바른 경보를 잃어버리게 되어 위기점유율이 0.94로 하락한다. 또한 잡음의 수를 더욱 줄일 수 있는 전략인  $70\beta$ 를 이용해도 0.82보다 높은 위기점유율을 유지할 수 있으며, 유사사례를 1980년 이후 또는 1990년 이후의 기간에서만 추출하는 전략에서도 거의 비슷한 결과를 발견할 수 있다. 이는 CBR 접근법을 활용하면 외환위기 조기경보 모형의 관리자가 신호접근법에 비하여 더욱 넓은 선택의 폭을 가질 수 있음을 의미한다. 잡음을 줄이고자 하지만 위기에측력의 희생이 크게 발생하는 것을 원하지 않는 경우 또는 위기에측력을 크게 희생하더라도 잡음을 줄이고자 하는 경우 모두

CBR 전략을 이용할 수 있다. 그러나 본 연구의 결과에 의하면 신호접근법은 절단 확률을 이용한다고 하더라도 이와 같이 다양한 선택의 기회를 제공할 수 없다.<sup>16)</sup>

〈표 6〉 CBR 접근법의 표본 외 예측 성과

구분	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCS	NS	PCC	TC	CC
신호접근법1	85	112	92	287	576	0.52	0.28	0.43	0.58	1.00	17	17
신호접근법2	37	23	140	376	576	0.79	0.06	0.62	0.28	0.82	17	14
70 $\alpha^-$	82	101	95	298	576	0.54	0.25	0.45	0.55	1.00	17	17
70 $\alpha$	53	67	124	332	576	0.70	0.17	0.44	0.56	0.94	17	16
70 $\beta$	52	48	125	351	576	0.71	0.12	0.52	0.41	0.88	17	15
70 $\alpha^+$	8	5	169	394	576	0.95	0.01	0.62	0.28	0.29	17	5
80 $\alpha^-$	84	103	93	296	576	0.53	0.26	0.45	0.54	1.00	17	17
80 $\alpha$	65	71	112	328	576	0.63	0.18	0.48	0.48	0.94	17	16
80 $\beta$	51	46	126	353	576	0.71	0.12	0.53	0.40	0.88	17	15
80 $\alpha^+$	21	5	156	394	576	0.88	0.01	0.81	0.11	0.35	17	6
90 $\alpha^-$	79	108	98	291	576	0.55	0.27	0.42	0.61	1.00	17	17
90 $\alpha$	66	78	111	321	576	0.63	0.20	0.46	0.52	0.94	17	16
90 $\beta$	36	42	141	357	576	0.80	0.11	0.46	0.52	0.76	17	13
90 $\alpha^+$	16	1	161	398	576	0.91	0.00	0.94	0.03	0.29	17	5

주) T1 = 제1종 오류 확률, T2 = 제2종 오류 확률, NS = 잡음/신호 비율, PCS = 조건부 위기확률, PCC = 위기점유율, TC = 총위기수, CC = 올바르게 예측한 위기수, 신호접근법1 = 절단확률이 0.30인 경우, 신호접근법2 = 절단확률이 0.37인 경우.

CBR 접근법의 표본 외 예측 결과를 지역별로 정리한 <표 7>에 따르면 전략 70 $\alpha^+$ , 80 $\alpha^-$ , 90 $\alpha^-$ 를 제외한 나머지 9개 CBR 전략이 모두 동아시아 지역에서 발생한 8번의 외환위기를 정확히 예측하였다.<sup>17)</sup> 유럽지역의 경우, 신호접근법과는 달리 CBR은 유럽지역의 모든 국가에 대하여 위기경보를 발생하지 않았으나, 전략 70 $\alpha^+$

16) 절단확률을 더욱 세분화하면 신호접근법도 제1종 오류와 제2종 오류간의 상충관계를 좀 더 완화할 수 있다. 즉 <표 3>에서 종합위기지수의 구간을 1보다 작게 설정하면 절단확률로 사용하는 위기확률을 좀 더 세분하여 추정할 수 있다. 그러나 이 경우 종합위기지수의 각 구간에 해당하는 관측치의 수가 줄어들어 종합위기지수와 조건부 위기확률간의 관계의 신뢰성이 크게 하락하게 된다.  
 17) 70 $\alpha^+$ , 80 $\alpha^-$ , 90 $\alpha^-$ 의 세 전략은 인도네시아, 말레이시아, 태국에서 종합위기지수에 따른 조건부 위기확률이 각각 0.55, 0.67, 0.55 등 0.5 이상으로 상승했음에도 불구하고 경보를 울리지 않았다. 또한 전략 70 $\alpha^+$ 는 유럽, 아프리카 및 중동 지역에서도 조건부 위기확률이 0.5 이상을 기록한 시기에 위기경보를 발생하지 않았다.

〈표 7〉 CBR 접근법의 지역별 표본 외 예측 성과

a. 동아시아

구분	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCS	NS	PCC	TC	CC
신호접근법1	53	5	53	9	120	0.50	0.36	0.91	0.71	1.00	8	8
신호접근법2	21	0	85	14	120	0.80	0.00	1.00	0.00	0.88	8	7
70 $\alpha^-$	50	5	56	9	120	0.53	0.36	0.91	0.76	1.00	8	8
70 $\alpha$	34	4	72	10	120	0.68	0.29	0.89	0.89	1.00	8	8
70 $\beta$	30	1	76	13	120	0.72	0.07	0.97	0.25	1.00	8	8
70 $\alpha^+$	7	0	99	14	120	0.93	0.00	1.00	0.00	0.38	8	3
80 $\alpha^-$	52	5	54	9	120	0.51	0.36	0.91	0.73	1.00	8	8
80 $\alpha$	44	4	62	10	120	0.58	0.29	0.92	0.69	1.00	8	8
80 $\beta$	30	1	76	13	120	0.72	0.07	0.97	0.25	1.00	8	8
80 $\alpha^+$	18	0	88	14	120	0.83	0.00	1.00	0.00	0.63	8	5
90 $\alpha^-$	49	5	57	9	120	0.54	0.36	0.91	0.77	1.00	8	8
90 $\alpha$	45	4	61	10	120	0.58	0.29	0.92	0.67	1.00	8	8
90 $\beta$	20	1	86	13	120	0.81	0.07	0.95	0.38	1.00	8	8
90 $\alpha^+$	13	0	93	14	120	0.88	0.00	1.00	0.00	0.50	8	4

주) T1 = 제1종오류확률, T2 = 제2종오류확률, NS = 잡음/신호비율, PCS = 조건부 위기확률, PCC = 위기점유율, TC = 총위기수, CC = 올바르게 예측한 위기수, 신호접근법1 = 절단확률이 0.30인 경우, 신호접근법2 = 절단확률이 0.37인 경우.

b. 유럽

구분	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCS	NS	TCC	TC	CC
신호접근법1	3	40	16	85	144	0.84	0.32	0.07	2.03	1.00	1	1
신호접근법2	3	10	16	115	144	0.84	0.08	0.23	0.51	1.00	1	1
70 $\alpha^-$	3	37	16	88	144	0.84	0.30	0.08	1.87	1.00	1	1
70 $\alpha$	3	30	16	95	144	0.84	0.24	0.09	1.52	1.00	1	1
70 $\beta$	1	13	18	112	144	0.95	0.10	0.07	1.98	1.00	1	1
70 $\alpha^+$	0	0	19	125	144	1.00	0.00	NA	NA	0.00	1	0
80 $\alpha^-$	3	37	16	88	144	0.84	0.30	0.08	1.87	1.00	1	1
80 $\alpha$	3	30	16	95	144	0.84	0.24	0.09	1.52	1.00	1	1
80 $\beta$	3	14	16	111	144	0.84	0.11	0.18	0.71	1.00	1	1
80 $\alpha^+$	3	1	16	124	144	0.84	0.01	0.75	0.05	1.00	1	1
90 $\alpha^-$	3	38	16	87	144	0.84	0.30	0.07	1.93	1.00	1	1
90 $\alpha$	3	29	16	96	144	0.84	0.23	0.09	1.47	1.00	1	1
90 $\beta$	3	17	16	108	144	0.84	0.14	0.15	0.86	1.00	1	1
90 $\alpha^+$	3	0	16	125	144	0.84	0.00	1.00	0.00	1.00	1	1

c. 중남미

구분	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCS	NS	TCC	TC	CC
신호접근법1	21	44	18	133	216	0.46	0.25	0.32	0.46	1.00	7	7
신호접근법2	6	6	33	171	216	0.85	0.03	0.50	0.22	0.71	7	5
70 $\alpha^-$	21	39	18	138	216	0.46	0.22	0.35	0.41	1.00	7	7
70 $\alpha$	14	32	25	145	216	0.64	0.18	0.30	0.50	0.85	7	6
70 $\beta$	11	14	28	163	216	0.72	0.08	0.44	0.28	0.71	7	5
70 $\alpha^+$	1	5	38	172	216	0.97	0.03	0.17	1.10	0.29	7	2
80 $\alpha^-$	21	40	18	137	216	0.46	0.23	0.34	0.42	1.00	7	7
80 $\alpha$	14	34	25	143	216	0.64	0.19	0.29	0.54	0.86	7	6
80 $\beta$	10	12	29	165	216	0.74	0.07	0.45	0.26	0.71	7	5
80 $\alpha^+$	0	4	39	173	216	1.00	0.02	0.00	NA	0.00	7	0
90 $\alpha^-$	20	42	19	135	216	0.49	0.24	0.32	0.46	1.00	7	7
90 $\alpha$	14	36	25	141	216	0.64	0.20	0.28	0.57	0.86	7	6
90 $\beta$	7	9	32	168	216	0.82	0.05	0.44	0.28	0.43	7	3
90 $\alpha^+$	0	1	39	176	216	1.00	0.01	0.00	NA	0.00	7	0

d. 아프리카 및 중동

구분	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCS	NS	TCC	TC	CC
신호접근법1	8	23	5	60	96	0.38	0.28	0.26	0.45	1.00	1	1
신호접근법2	7	7	6	76	96	0.46	0.08	0.50	0.16	1.00	1	1
70 $\alpha^-$	8	20	5	63	96	0.38	0.24	0.29	0.39	1.00	1	1
70 $\alpha$	4	18	9	65	96	0.69	0.22	0.18	0.70	1.00	1	1
70 $\beta$	8	3	5	80	96	0.38	0.04	0.73	0.06	1.00	1	1
70 $\alpha^+$	0	0	13	83	96	1.00	0.00	NA	NA	0.00	1	0
80 $\alpha^-$	8	21	5	62	96	0.38	0.25	0.28	0.41	1.00	1	1
80 $\alpha$	4	19	9	64	96	0.69	0.23	0.17	0.74	1.00	1	1
80 $\beta$	8	3	5	80	96	0.38	0.04	0.73	0.06	1.00	1	1
80 $\alpha^+$	0	0	13	83	96	1.00	0.00	NA	NA	0.00	1	0
90 $\alpha^-$	7	23	6	60	96	0.46	0.28	0.23	0.51	1.00	1	1
90 $\alpha$	4	21	9	62	96	0.69	0.25	0.16	0.82	1.00	1	1
90 $\beta$	6	3	7	80	96	0.54	0.04	0.67	0.08	1.00	1	1
90 $\alpha^+$	0	0	13	83	96	1.00	0.00	NA	NA	0.00	1	0

를 제외한 모든 CBR 전략이 1997년 이후 유럽지역에서 유일하게 외환위기가 발생한 노르웨이에 대하여 공통적으로 위기 경보를 보내었다. 이와 같은 결과는 CBR이 동아시아와 유럽의 위기 형태가 서로 다르다는 것을 성공적으로 예측하고 있음을 반영한다. 즉, 동아시아 위기의 경우 동아시아 국가간 무역 및 금융의 연계성으로 인하여 전염효과가 발생하여 여러 국가에서 외환위기가 동시에 발생하는 특징을 나타내었다.<sup>18)</sup> 한편, 신호접근법은 동아시아와 유럽지역의 모든 국가에 대하여 위기경보를 발생하여 두 지역간 차이를 반영하지 못하였다.

그런데, CBR이 다른 지역에서는 좋은 예측성적을 보이지 못하고 있다. 라틴아메리카 지역과 중동 및 아프리카 지역의 경우 일부 전략에서 위기 미발생국에 대한 잘못된 경보를 줄일 수 있으나 동시에 위기 발생국에 대한 올바른 정보도 줄어드는 것으로 나타났다. 즉 이들 지역에서는 CBR에 의한 예측개선 효과가 미비하다.

## 2. 표본 외 예측기간의 확장

Goldstein et al.(2000), Zhuang(2005) 등 조기경보 시스템에 대한 최근의 연구는 그들이 구축한 모형이 1997년에 발생한 동아시아 외환위기를 얼마나 정확히 예측할 수 있는가에 초점을 두고 있다. 본 연구에서는 예측기간을 동아시아 이후 기간으로 연장하여 위기에측성결과를 조사한다. 이를 위해 표본기간과 표본 외 예측 기간을 각각 1970년 1월~1997년 6월, 1997년 7월~1999년 6월로 연장하였다.

새로운 표본 외 예측에서 위기에측의 대상기간은 1997년 7월~2001년 6월이나 이 가운데 1997년 7월~1999년 6월 사이에 발생한 위기의 예측은 이미 1995년 7월~1997년 6월의 표본 외 예측으로 수행된 바 있으므로 불필요한 복잡함을 피하기 위해 여기서는 1999년 7월~2001년 6월 사이에 발생한 위기에측을 평가하고자 한다. 이 기간 동안 러시아가 외채에 대해 모라토리움을 선언하였고 미국 유수의 헤지펀드인 LTCM이 사실상 파산상태에 몰리는 등 세계 경제는 매우 취약한 양상을 나타내었다. 그러나 본 연구에서는 패널 국가 중 1999년 8월 콜롬비아, 2001년 2월 터키에서 등 단지 두 번의 외환위기를 식별할 수 있었다.

18) Kaminsky and Reinhart(2000) 참조.

신호접근모형은 24개국 패널 중 볼리비아와 칠레를 제외한 22개국 국가에 대하여 위기경보를 발생하였다. 즉, 콜롬비아와 터키 두 국가를 제외한 20개국에 대한 경보는 모두 잡음으로서 심각한 2종 오류의 문제를 나타내었다. <표 8>의 결과를 살펴보면 신호접근법에서 절단확률을 0.30으로 유지하면 두 번의 외환위기에 대하여 모두 올바른 경보를 보내나 이를 0.37로 높이면 터키에 대한 올바른 경보를 잃어 버리는 비용이 발생한다.<sup>19)</sup> 한편 CBR 전략을 이용한 예측성과에 따르면 유사사례를 추출하는 기간에 상관없이 전략  $\alpha^-$ 는 많은 경보의 발생으로 두 번의 외환위기에 대한 올바른 경보를 보내고 있으며 절단확률이 0.30인 신호접근법에 비해 비교적 낮은 잡음/신호 비율을 나타내고 있다. 그런데 잡음을 더욱 줄이기 위해 전략  $\beta$

<표 8> 동아시아 외환위기후 기간에 대한 표본 외 예측성과

구분	A	B	C	D	합계	T1	T2	PCS	NS	TCC	TC	CC
신호접근법1	25	244	2	241	512	0.07	0.50	0.09	0.54	1.00	2	2
신호접근법2	17	126	10	359	512	0.37	0.26	0.12	0.41	0.50	2	1
70 $\alpha^-$	25	218	2	267	512	0.07	0.45	0.10	0.49	1.00	2	2
70 $\alpha$	20	154	7	331	512	0.26	0.32	0.11	0.43	0.50	2	1
70 $\beta$	20	134	7	351	512	0.26	0.28	0.13	0.37	1.00	2	2
70 $\alpha^+$	2	24	25	461	512	0.93	0.05	0.08	0.67	0.50	2	1
80 $\alpha^-$	25	221	2	264	512	0.07	0.46	0.10	0.49	1.00	2	2
80 $\alpha$	20	152	7	333	512	0.26	0.31	0.12	0.42	0.50	2	1
80 $\beta$	20	137	7	348	512	0.26	0.28	0.13	0.38	1.00	2	2
80 $\alpha^+$	1	20	26	465	512	0.96	0.04	0.05	1.11	0.50	2	1
90 $\alpha^-$	25	224	2	261	512	0.07	0.46	0.10	0.50	1.00	2	2
90 $\alpha$	20	149	7	336	512	0.26	0.31	0.12	0.41	0.50	2	1
90 $\beta$	20	142	7	343	512	0.26	0.29	0.12	0.40	1.00	2	2
90 $\alpha^+$	1	18	26	467	512	0.96	0.04	0.05	1.00	0.50	2	1

주) T1 = 제1종오류확률, T2 = 제2종오류확률, NS = 잡음/신호비율, PCS = 조건부 위기확률, PCC = 위기점유율, TC = 총위기수, CC = 올바르게 예측한 위기수, 신호접근법1 = 절단확률이 0.30인 경우, 신호접근법2 = 절단확률이 0.37인 경우.

19) 이 경우 잡음이 일어나는 국가가 14개국으로 줄어 든다. 지면을 절약하기 위하여 확장된 표본기간에서의 신호접근법 모형의 국가별 표본 외 예측 결과는 보고하지 않았다. 한편, <표 8>에서 절단확률이 0.30에서 0.37로 증가할 경우 CC 값이 1만큼 감소하는 것은 터키에 대한 올바른 경보를 잃어 버리기 때문이다.

를 사용하면 두 번의 외환위기에 대한 신호가 유지되면서도 잡음/신호 비율은 절단 확률이 0.37인 신호접근법에 비해 낮게 나타난 것을 발견할 수 있다. 이러한 결과 역시 유사사례의 추출기간에 영향을 받지 않는다. 이는 신호접근법에서 절단확률을 높이어 잡음을 줄일 경우 올바른 경보의 희생이 반드시 발생하나 CBR 전략을 적절히 사용하면 올바른 경보의 희생 없이도 잡음을 줄일 수 있음을 보여준다. 즉 CBR이 신호접근모형의 심각한 문제점인 제2종 오류의 문제를 완화할 수 있는 것에 대한 예라고 할 수 있다.

### 3. 예측결과의 강건성

CBR의 적용으로 얻게 되는 예측력의 효율성 증가는 강건성을 가지고 있다. 위의 분석에서는 유사성의 오차범위를 0.01로 설정하였으나 아래에서 설명하는 바와 같이 이를 변화하여도 CBR은 매우 일관성 있는 결과를 보여주고 있다. 이와 같이 서로 다른 오차범위를 적용한 CBR의 예측결과가 모든 전략에 대하여 매우 유사한 것은 CBR 전략의 성과가 오차범위의 크기와 상관없이 크게 다르지 않기 때문이다.

<표 9>는 유사성의 오차범위를 0.02, 0.03, 0.04, 0.05로 확대하여 구한 CBR의 예측결과를 나타낸다. 이는 1995년 7월~1997년 6월의 표본 외 예측기간에서 신호접근모형이 발생한 경보가 어떠한 유사사례들을 가지고 있는지를 유사성 오차범위의 크기에 따라 구분하여 보여주고 있다. 각 항의 수치는 셀 A와 셀 B의 조합으로 분류한 특정 유사사례를 가지고 있는 경보의 수를 나타낸다. 예를 들어 올바른 경보의 유사사례가 존재하지만 잘못된 경보의 유사사례가 없는 경보는 셀 A의 M과 셀 B의 N항이 교차하는 곳에 위치한다. 한편, <표 9>에서 각 표본기간에 대한 예측결과 중 첫 번째 행렬은 신호접근법에 의한 표본 외 예측의 총경보수, 두 번째 행렬은 이중 올바른 것으로 판명된 경보의 수, 세 번째 행렬은 잘못된 것으로 판명된 경보의 수를 각각 나타낸다.

또한 각 행렬은 신호접근법의 경보와 CBR 경보간의 관계에 대한 정보를 포함하고 있다. 예를 들어, 유사성의 오차범위를 0.01, 표본기간을 1970년 1월~1995년 6월로 설정한 경우의 결과를 살펴보자(<표 9a>). 첫 번째 행렬에 나타난 결과에 의

하면, 신호접근모형이 총 257개의 경보를 발생하였으나, CBR의 전략  $70\alpha^+$ 는 이중 13개만을,  $70\alpha$ ,  $70\alpha^-$ ,  $70\beta$ 는 각각 112개, 239개, 140개를 경보로 인정하였다. 또한 총 257개의 신호접근법 경보 중 18개는 CBR의 전략 어디에도 포함되지 않는 완전한 잡음으로 처리되었음을 알 수 있다. 그런데, 두 번째, 세 번째 행렬에 정리된 결과에 따르면 총 257개의 경보 중 121개가 사후적으로 올바른 경보로, 136개는 잘못된 경보인 것으로 나타났다. 이를 자세히 살펴보면, CBR 전략에서 무시한 18개의 신호접근법 경보 중 13개는 잘못된 경보이었으나 나머지 5개는 올바른 경보인 것으로 판명되었다. 또한 CBR 전략  $70\alpha^+$ 이 허용한 13개의 경보 중 8개가 올바른 경보로, 나머지 3개가 잘못된 경보로 나타났다.

이와 같은 예측성과는 유사성의 오차범위에 상관없이 비슷하다는 것을 <표 9b>~<표 9e>로부터 알 수 있다. 이에 의하면 각 CBR 전략은 표본기간이 동일한 경우 유사성의 오차범위에 차이가 있어도 비슷한 예측성과를 보이고 있다.

<표 9> 유사성 오차범위의 변화와 CBR 접근법의 표본 외 예측 성과

a. 유사성 오차범위=0.01

표본기간 : 1970년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	13	127	140	셀B	N	8	55	63	셀B	N	5	72	77
	M	99	18	117		M	53	5	58		M	46	13	59
	S	112	145	257		S	61	60	121		S	51	85	136

표본기간 : 1980년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	27	136	163	셀B	N	22	60	82	셀B	N	5	76	81
	M	81	13	94		M	37	2	39		M	44	11	55
	S	108	149	257		S	59	62	121		S	49	87	136

표본기간 : 1990년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	17	155	172	셀B	N	16	67	83	셀B	N	1	88	89
	M	62	23	85		M	20	18	38		M	42	5	47
	S	79	178	257		S	36	85	121		S	43	93	136

주) M=일치, N=불일치, S=합계.



b. 유사성 오차범위=0.02

표본기간 : 1970년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	19	97	116	셀B	N	12	38	50	셀B	N	7	59	66
	M	111	30	141		M	61	10	71		M	50	20	70
	S	130	127	257		S	73	48	121		S	57	79	136

표본기간 : 1980년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	32	108	140	셀B	N	26	43	69	셀B	N	6	65	71
	M	94	23	117		M	45	7	52		M	49	16	65
	S	126	131	257		S	71	50	121		S	55	81	136

표본기간 : 1990년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	19	97	116	셀B	N	12	38	50	셀B	N	7	59	66
	M	111	30	141		M	61	10	71		M	50	20	70
	S	130	127	257		S	73	48	121		S	57	79	136

c. 유사성 오차범위=0.03

표본기간 : 1970년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	20	82	102	셀B	N	12	29	41	셀B	N	8	53	61
	M	120	35	155		M	65	15	80		M	55	20	75
	S	140	117	257		S	77	44	121		S	63	73	136

표본기간 : 1980년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	35	93	128	셀B	N	28	33	61	셀B	N	7	53	60
	M	101	28	129		M	48	12	60		M	60	16	76
	S	136	121	257		S	76	45	121		S	67	69	136

표본기간 : 1990년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	21	126	147	셀B	N	19	49	68	셀B	N	2	77	79
	M	75	35	110		M	29	24	53		M	46	11	57
	S	96	161	257		S	48	73	121		S	48	88	136

d. 유사성 오차범위=0.04

표본기간 : 1970년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	17	61	78	셀B	N	11	22	33	셀B	N	6	39	45
	M	138	41	179		M	71	17	88		M	67	24	91
	S	155	102	257		S	82	39	121		S	73	63	136

표본기간 : 1980년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	33	76	109	셀B	N	28	28	56	셀B	N	5	48	53
	M	117	31	148		M	52	13	65		M	65	18	83
	S	150	107	257		S	80	41	121		S	70	66	136

표본기간 : 1990년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	21	106	127	셀B	N	19	44	63	셀B	N	2	62	64
	M	85	45	130		M	31	27	58		M	54	18	72
	S	106	151	257		S	50	71	121		S	56	80	136

e. 유사성 오차범위=0.05

표본기간 : 1970년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	16	51	67	셀B	N	10	18	28	셀B	N	6	33	39
	M	152	38	190		M	79	14	93		M	73	24	97
	S	168	89	257		S	89	32	121		S	79	57	136

표본기간 : 1980년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	36	64	100	셀B	N	30	21	51	셀B	N	6	43	49
	M	127	30	157		M	58	12	70		M	69	18	87
	S	163	94	257		S	88	33	121		S	75	61	136

표본기간 : 1990년 1월~1995년 6월

		셀A					셀A					셀A		
		M	N	S			M	N	S			M	N	S
셀B	N	20	95	115	셀B	N	19	38	57	셀B	N	1	57	58
	M	94	48	142		M	36	28	64		M	58	20	78
	S	114	143	257		S	55	66	121		S	59	77	136

이러한 결과는 <표 9>에 나타난 각 CBR 전략의 표본 외 예측 결과를 이용하여 구한 잡음/신호 비율로부터도 알 수 있다(<표 10>). 신호접근모형에 의한 예측결과의 잡음/신호 비율은 0.54이며 CBR 전략의 잡음/신호 비율이 이보다 큰 경우 두꺼운 글자로 처리하였다. <표 10>에 의하면 CBR 전략 대부분이 신호접근모형에 비해 낮은 잡음/신호 비율을 보이고 있다. 그런데, CBR 전략 내에서는 표본기간에 따라 예측성과에 차이가 나고 있다. 즉 1990년 1월~1995년 6월을 표본기간으로 이용한 CBR 전략들이 1970년대나 1980년대의 자료를 포함하고 있는 표본기간을 이용한 전략들에 비하여 전반적으로 열등한 예측성과를 보이고 있다. 이는 표본기간이 상대적으로 짧아 학습 시간이 적었으며, 이에 따라 이들 전략들이 잡음보다는 올바른 신호를 더 많이 제외시킨 것에 기인하고 있는 것으로 보인다.<sup>20)</sup> 한편, 전략  $70\beta$ 는 올바른 신호보다는 잡음을 더 많이 발생하였으며, 그 결과 신호접근법에 비해 높은 잡음/신호 비율을 기록하였다.

<표 10> 유사성 오차범위와 잡음/신호 비율

전략	$s = 0.01$	$s = 0.02$	$s = 0.03$	$s = 0.04$	$s = 0.05$
$70\alpha^+$	0.30	0.28	0.32	0.26	0.29
$70\alpha$	0.40	0.37	0.39	0.43	0.43
$70\alpha^-$	0.51	0.50	0.52	0.52	0.50
$70\beta$	<b>0.59</b>	<b>0.63</b>	<b>0.71</b>	<b>0.65</b>	<b>0.67</b>
$80\alpha^+$	0.11	0.11	0.12	0.09	0.10
$80\alpha$	0.40	0.37	0.38	0.42	0.41
$80\alpha^-$	0.50	0.43	0.53	0.52	0.52
$80\beta$	0.47	0.49	0.53	0.45	0.46
$90\alpha^+$	0.03	0.28	0.05	0.05	0.03
$90\alpha$	<b>0.57</b>	0.37	0.48	0.54	0.51
$90\alpha^-$	<b>0.61</b>	0.50	<b>0.62</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>
$90\beta$	0.51	<b>0.63</b>	<b>0.56</b>	0.49	0.49

20) 유사성 오차범위가 0.02인 전략들은 예외.

#### IV. 결론

본 연구의 분석결과에 따르면 신호접근법에 의한 외환위기 예측은 과도한 제2종 오류를 발생하고 있을 뿐만 아니라 제1종 오류와 제2종 오류간 심한 상충관계를 보이고 있다. 본 연구에서는 신호접근법이 발생한 위기경보에 CBR 접근법을 적용하여 한 차례 경보를 걸러 내는 작업을 시도하였으며, 이에 따른 예측력의 변화를 조사하였다. 여러 가지 CBR 전략을 이용한 결과 전반적으로 신호접근법에 비하여 예측의 효율성을 개선할 수가 있었다.

본 연구에서는 신호접근법에서 과도하게 발생하는 잡음의 수를 축소하는 데 CBR 전략의 초점을 두었다. 잡음을 줄이기 위해 절단확률을 적용한 신호접근법을 사용할 수도 있다. 그런데 본 연구의 결과에 의하면 절단확률을 한 단계 높이어 잡음을 줄이는 경우 올바른 경보가 크게 줄어드는 비용이 발생하나 CBR 접근법을 이용할 경우 올바른 경보의 희생과 잡음의 축소간 상충관계를 완화시킬 수 있다. 즉 CBR 접근법이 제1종 오류와 제2종 오류간 상충관계를 완화하여 위기에측의 효율성을 증가시킬 수 있음을 발견하였다. 이에 따라 외환위기 조기경보 관리자는 CBR 접근법을 활용함으로써 보다 넓은 선택의 폭을 가질 수 있다.

그러나 여러 가지 CBR 전략 중 최적의 전략을 찾아내는 것은 불가능하였다. CBR 전략의 성과를 지역별로 살펴 보면, 라틴아메리카와 중동 및 아프리카 지역에서의 예측력 개선효과는 미미하였지만, 동아시아와 유럽 지역 국가들에서는 위기 예측력이 뚜렷하게 개선되었다. 이는 CBR 전략이 신호접근법 모형이 발생한 잘못된 경보를 차단하는 능력을 가지고 있음을 반영한다.

## 〈참 고 문 헌〉

1. 김경수 · 송치영 · 서민수, “사례기반추론을 활용한 위기에측에 관한 연구,” 『한국경제의 분석』 제9권 제3호, 2003, 1-62.
2. Abiad, A., “Early Warning System : A Survey and Regime-Switching Approach,” IMF working paper 03/32, 2003.
3. Berg, A., E. Borensztein, and C. Pattillo, “Assessing Early Warning Systems : How Have They Worked in Practice?,” IMF Working Paper, 04/52, 2004.
4. Edison, “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, 2000.
5. Eichengreen, B., A. Rose, and C. Wyplosz, “Contagious Currency Crises,” NBER Working Paper No. 5681, 1996.
6. Gentner, D., “Structure-Mapping : A Theoretical Framework for Analogy,” *Cognitive Science* 7(2), 1983.
7. Goldstein, M., G. Kaminsky, and C. Reinhart, *Assessing Financial Vulnerability : An Early Warning System for Emerging Markets*, Institute for International Economics, 2000, Washington DC.
8. Kaminsky, G., “Varieties of Currency Crises,” NBER Working Paper No. 10193, 2003.
9. Kaminsky, G. and C. Reinhart, “On Crisis, Contagion, and Confusion,” *Journal of International Economics* 51, 2000, 145-68.
10. Kaminsky, G., R. Lyons, and S. Schumukler, “Mutual Fund Investment in Emerging Markets : An Overview,” World Bank Working Paper No. 2529, 2000.
11. Kaminsky, G., S. Lizondo, and C. Reinhart, “Leading Indicators of Currency Crises,” *International Monetary Fund Staff Papers* 45, 1998, 1-48.
12. Kaminsky, G. and C. Reinhart, “The Twin Crises : The Cause of Banking and Balance-of-Payments Problems,” *American Economic Review* 89, 1999, 473-500.

13. Kolodner, J. L., "Improving Human Decision Making through Case-Based Decision Aiding," *AI Magazine* 12, 1991, 52-68.
14. Schank, R., *Dynamic Memory : A Theory of Learning in Computers and People*, New York, Cambridge University Press, 1982.
15. Slade, S., "Case-based Reasoning : A Research Paradigm," *AI Magazine* 12, 1991, 42-55.
16. Suh, M. S., W. C. Jhee, Y. K. Ko, and A. Lee, "A Case-based Expert System Approach for Quality Design," *Expert Systems With Applications* 15, 1998, 181-190.
17. Zhuang, Z., *Early Warning Systems for Financial Crises : Application to East Asia*, Asian Development Bank, 2005.

## 〈부 록〉 변수 설명

- (1) 실질환율 : Hodrick-Prescott 필터링을 이용하여 장기 추세를 구한 후 실제 값과의 차이를 실질환율 변수로 이용하였음. 실질환율 상승 시 국내통화의 과대평가 정도가 상승. 실질환율은 JP Morgan의 추정치를 이용.
- (2) 수입 : IFS의 line 71
- (3) 수출 : IFS의 line 70
- (4) 교역조건 : 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 이용.
- (5) 국내외 실질금리차 :  $100 \times [(1 + i_t)(p_t/p_{t+1}) - 1]$ 을 이용하여 각국의 실질금리를 추정.  $i_t$ 는 각국의 예금금리(IFS의 line 60I),  $p_t$ 는 소비자물가(IFS의 line 64). 유럽국가인 경우 독일 실질금리와의 차이로, 비유럽인 경우 미국 실질금리와의 차이를 이용.
- (6) 외환보유고 : 총외환보유고에서 금보유를 차감한 값(IFS의 line 11d.)
- (7) M2/외환보유고 : M2(IFS의 line 34 + line 35)를 미 달러화로 변환.
- (8) 실질생산 : IFS의 산업생산지수(line 66)를 이용하였으나 산업생산지수가 존재하지 않을 경우 대표 생산물의 생산지수를 사용.
- (9) 주가 : 기본적으로 IFCG의 미 달러화 표시 주가지수를 이용하였으나 IFCG에 없는 국가는 대표 주가지수를 달러화 표시로 환산.
- (10) 초과화폐(M1)공급량 :  $Y = C + \beta_1 GDP + \beta_2 i + \beta_3 t + \epsilon$ 를 이용하여 실질화폐수요를 추정한 후 초과 화폐공급량을 계산. Y는 M1(IFS의 line 34)을 소비자물가지수로 나눈 값의 로그 값. GDP는 실질생산량(IFS의 99b.p)의 로그 값,  $i$ 는 명목금리,  $t$ 는 추세변수를 나타내며 명목금리는 표본기간에 대해 시장금리를 구할 수 없는 국가들이 많아 소비자물가지수의 변화율을 대용변수로 사용하였음. 추세변수에 로그 취한 것과 취하지 않은 것으로 회귀분석을 한 후에 설명력이 좋은 모형을 채택하여 초과 화폐공급량을 추정.

- (11) 국내신용/GDP : 국내신용(IFS의 line 32)과 명목 GDP(IFS의 99b)를 이용. 분기별 명목 GDP를 월별 자료로 전환.
- (12) 실질금리 :  $100 \times [(1 + i_t)(p_t/p_{t+1}) - 1]$ 을 이용하여 실질금리를 계산.
- (13) M2 승수 : M2(IFS의 line 34 +line 35)와 본원통화(IFS의 line 14)를 이용.
- (14) 예대금리비율 : 대출금리(IFS의 line 60p)를 예금금리(IFS의 line 60l)로 나누었음. 고 인플레이션 하에서 예대금리의 차이가 크게 증가하여 발생하는 왜곡을 방지하기 위해 비율을 사용.
- (15) 은행예금 : 요구불예금(IFS의 line 24) + 저축성예금(IFS의 line 25)



< Abstract >

# Assessing Case Based Reasoning Approach to Currency Crisis Prediction

Kyung-Soo Kim, Chi-Young Song

Applying case based reasoning (CBR) this paper proposes an early warning system of currency crises which is more efficient than the signal extraction model (SEM). We have built SEM using monthly panel data covering 24 countries over January 1970 to June 1995 and set the out-of-sample period from July 1995 to June 1997, the period of which led to East Asian crisis. Using the same information set we have applied CBR in order to reduce false alarms. The paper demonstrates that CBR can make significant efficiency gains. Compared to SEM with cut-off probabilities, it can reduce false alarms without missing less correct calls. The trade-off between type I and type II errors in CBR is much smoother than SEM. We confirm this result when the out-sample forecast is extended to post East Asian crisis period.

Keywords : Currency Crisis, Early Warning System, Signaling, Forecasting, Case Based Reasoning

JEL Classification Number : C14, C53, F3, F4