

## A Study on Development of Economic Instability Index

Jong-Doo Do<sup>1)</sup> · Gyu-Moon Song<sup>2)</sup> · Tae-Yoon Kim<sup>3)</sup>

### Abstract

Kim et al. (2003) developed an Economic Instability Index (EII) by using mean squared error (MSE) from the neural network (NN) trained on the 1995 KOSPI. In this paper we study validity of the NN. For this we compare the NN with the well known Box-Jenkins linear auto-regressive processes. Our conclusive understanding of the problem is that the NN provides quite effective EII because it tends to overfit.

**Keywords** : Economic Instability Index(EII), Neural network, Overfit

### 1. 서론 및 배경

1997년 외환위기 혹은 경제위기 이후 경제정책당국이나 관련 경제연구소의 주된 관심사중 하나는 유사한 경제위기의 재발 가능성에 대한 객관적이고 과학적인 평가 시스템을 갖추는 것이었다. 이를 위해 주어진 경제 여건이 과연 1997년 경제위기와 얼마나 유사한지를 평가하는 시스템을 개발하는 것이 1차 목표였으며, 실제로 많은 연구 결과가 이러한 접근 방식을 따르고 있다 (앞으로 이러한 접근 방식을 “위기중심 접근방식”이라 부른다). 예를 들어 박원암·최공필 등(1998)의 회귀분석모형, 국제금융센터의 Kaminsky et al.(1997) 신호모형, 손상호(2001), 김상환 등(2001)의 금융위기 예측모형과 김태윤 등(2002)의 경제상황 판단 지표 등이 위기중심 접근 방식을 따르고 있다. 그러나 이러한 접근 방식의 직관적인 설득력에도 불구하고 가장 큰 단점은 경제위기 발생의 희소성으로 인해 연관된 위기 관련 데이터 획득이 매우 어렵고 그에 따라 충분한 데이터를 통해 가정된 모형의 타당성 여부를 검증하기가 어렵다는데 있

- 
- 1) First Author : Lecturer, Department of Statistics, Keimyung University, Taegu, 704-701, Korea.  
E-mail : jddo@kmu.ac.kr
  - 2) Professor, Department of Statistics, Keimyung University, Taegu, 704-701, Korea.  
E-mail : kms252@kmu.ac.kr
  - 3) Professor, Department of Statistics, Keimyung University, Taegu, 704-701, Korea.  
E-mail : tykim@kmu.ac.kr

다. 최근 김태윤 등(2003)은 주가지수를 이용하여 경제 불안정 정도를 나타내는 지수 (economy instability index: EII)를 개발하였는데 이들은 기존의 접근방식 대신 과거 안정적 상태의 경제 경험을 토대로 주어진 경제상황이 안정적 경제상황에서 얼마나 벗어나는지를 판단하는 접근 방식을 택하였다 (앞으로 이러한 접근 방식을 “안정중심 접근방식”이라 부른다). 경제가 안정된 시점의 관련 데이터들은 상대적으로 획득하기 용이하다는 점 때문에 안정중심 접근 방식은 위기중심 접근 방식이 갖고 있는 많은 문제들을 해결할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

김태윤 등(2003)의 결과를 간략하게 살펴보면 다음과 같다. 그들은 주가지수가 경제 안정이나 불안정 상태를 잘 반영할 수 있다는 사실에 주목하여 주가 지수를 통한 지수개발을 하였다. 즉 과거 안정적 상태의 주가지수 움직임을 토대로 주어진 주가지수가 안정적 상황과 비교해서 얼마나 벗어나는지를 판단할 수 있는 경제 불안정지수를 개발하였는데 먼저 주가지수의 움직임이 안정적이었던 기간을 94년 이후의 주가지수 증 찾은 결과 95년의 주가지수가 가장 안정적인 모습을 보이고 있다고 판단하여 이 기간을 안정적 기간으로 설정하였다. 이는 거시경제 상황이 안정적인가를 판단하는데 있어서 여러 주요한 변수들이 고려될 수 있겠으나 이 중 주가지수가 거시경제의 단기적 상황변동에 가장 민감하게 반응한다는 사실은 이미 알려져 있으며(김명기 등 1998), 본 연구에서도 이러한 사실을 감안하여 1994년 이후의 우리나라 종합주가지수 (KOSPI) 중 단기적 변동이 작은 기간과 여러 경제상황을 통합적으로 검토하여 학습 데이터로 선정하였다. (참고로 [그림 1]의 94년부터 현재까지 주가지수를 보면 95년에는 다른 기간에 비해 급격한 상승이나 하락이 존재하지 않고 900포인트와 1000포인트 사이의 일정 범위 내에 주가지수가 움직이고 있다는 것을 알 수 있다.) 두 번째 단계로 95년의 주가지수 움직임에 대한 통계적 추론을 실행하였는데 95년의 주가지수 움직임이 다음과 같은 비선형 자기회귀모형(AR모형)을 따른다고 가정하였다. 즉 95년 주가지수가  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  일 때 이에 대한 비선형 AR 모형은 다음과 같이 주어진다 가정하였다.

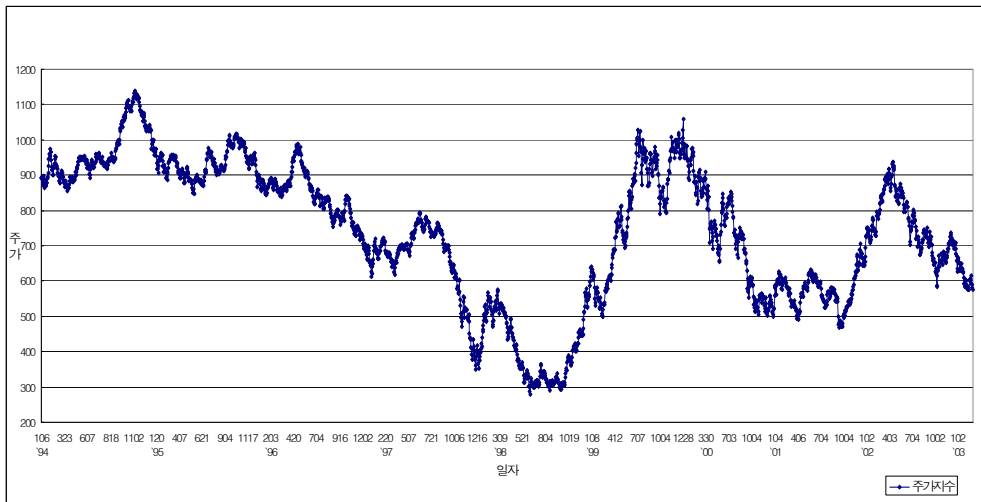
$$Z_t = f(Z_{t-1}, Z_{t-2}, Z_{t-3}) + e_t \quad (1.1)$$

여기서  $Z_t$ 는 시점  $t$ 에서의 주가지수,  $f$ 는 비선형 함수, 오차항  $e_t$ 는 평균 0, 분산 1인 iid 확률변량이다. 여기서 AR 차수 3은 시행 반복과정을 거쳐 찾아진 것이다. 김태윤 등(2003)은 기본적으로 신경망을 사용하여  $f$ 를 추정하였다. 세 번째 단계는 경제 불안정 지수 개발을 위해 오차를 평가하는 척도로 알려진 평균제곱오차(MSE)를 사용하였는데 그 식을 나타내면 다음과 같다.

$$MSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{N}} \quad (1.2)$$

여기서,  $N$ 은 전체 자료 개수,  $\hat{Z}_t$ 는  $t$  시점의 주가지수에 대한 두 번째 단계에서 얻은  $\hat{f}$ 에 의한 추정값이며,  $Z_t$ 는  $t$  시점의 실제 값이다. 따라서 MSE는 안정적인

주가지수모형으로부터 얻어진  $\hat{Z}_t$  (경제가 안정된 상황에서의 기대되는 주가지수)와 실제 관찰된  $Z_t$ (실제 주가지수)와의 차이를 나타내고 있다. 따라서 MSE는 주어진 시점에서 값이 크면 그 시점 경제가 안정되지 못한 상황이 되고, 반대로 값이 작을 때는 안정되어 있다는 유용한 정보를 제공하게 된다. MSE는 김태운(2003)등에 의해 경제지수개발에 처음으로 적용된 통계량(statistic)으로써 여러 가지 기술적인 장점을 갖고 있다. 이중 가장 현저한 장점은 지수값(MSE)을 통해 경제 불안정상황에 대한 확률 계산이 가능하게 된다는 점이다. 예를 들어 MSE들의 분포는 신경망 문제에서는 대응(paired) t 분포를 주로 사용하여 검정할 수 있으며 (Kim and Noh, 1997) 따라서 이 기법을 이용하면 경제 불안정상황에 대한 확률 계산이 가능하게 된다. 본 연구의 주된 목표는 김태운 등(2003)에서 경제 불안정 지수를 개발하기 위하여 사용된 신경망 기법의 타당성을 밝히는 데 있다. 참고로 손인석 등(2003)은 위기중심 접근방식을 사용할 때 과적합(overfitting)되는 경향이 있는 모형이 위기 관련 시스템을 구축하는데 유용함을 확인하였다.



[그림 1] 일일주가지수 시도표(1994.1.1-2003.2.28)

## 2. 모형 및 추론 기법

미지의 AR 함수 추론을 위해 통계기법으로써 고려될 수 있는 기법들은 비모수 기법과 모수 기법 등 크게 두 가지로 나뉘어 진다. 모수 기법은 식 (1.1)의 함수  $f$ 를 특정한 형태의 함수로 간주하고 데이터를 통해 그 함수 내의 모수들을 추정하는 기법이며, 비모수 기법은 함수  $f$ 를 특정한 형태의 함수로 간주하지 않고 데이터를 통해 그 함수의 모양을 추정하는 기법이다. 따라서 비모수 기법은 데이터로부터 좀 더 많은 정보를 얻을 수 있는 장점이 있지만 모형을 해석 적용하기 어렵다는 단점을 갖게 되는 반면, 모수 기법은 모형을 해석 적용하기는 용이하지만 모형이 잘못될 경우 데이

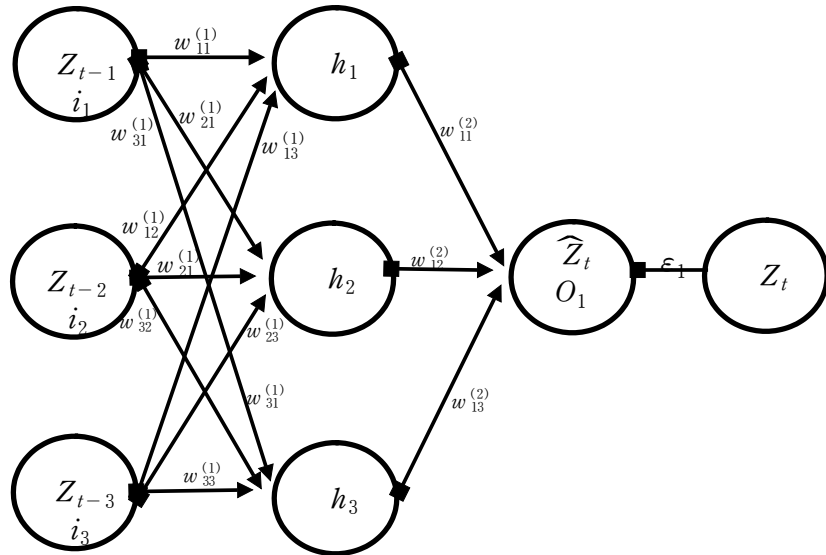
터로부터 충분한 정보를 얻기 어렵다는 단점을 갖게 된다. 이러한 비모수 기법과 모수 기법의 장단점들은 모수 기법의 경우 미적합(underfitting)을 비모수 기법의 경우 과적합(overfitting)의 문제를 자주 일으키게 된다. 본 연구의 주된 과제인 경제 불안정 지수 개발시 신경망 기법의 타당성을 보이기 위해 비모수 기법중 신경망 기법과 모수 기법중 선형 AR 모형을 사용하여 분석 비교한다. 두 모형을 비교하기 위해서 1995년 주가지수를 훈련데이터로 사용하였으며 그 외의 기간을 평가데이터로 사용하였다. 따라서 신경망 기법의 경우 모형 (1.1)의  $f$ 를 비선형함수로 가정하며 선형 AR 모형의 경우  $f$ 를 선형함수 즉

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_3 Z_{t-3} + a_t \tag{2.1}$$

를 사용하게 된다. 여기서  $Z_{t-i}$  ( $i=0, 1, 2, 3$ )은 식(1.1) 과 동일하며,  $\phi_i$  ( $i=1, 2, 3$ )는 자기회귀계수이며,  $a_t$ 는 평균 0, 분산 1인 확률변량이다.

### 2.1. 신경망 모형을 이용한 분석

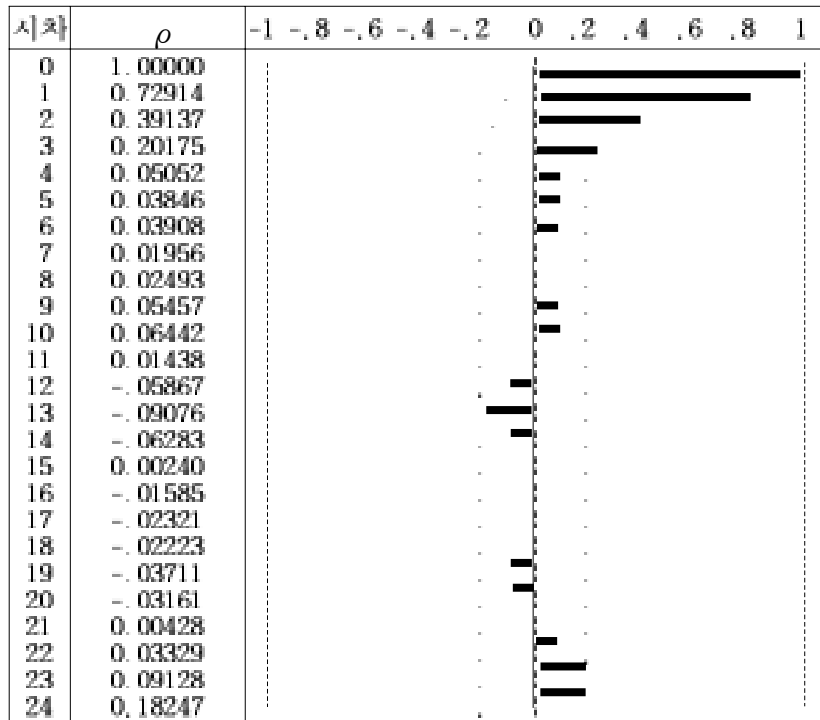
분석을 위해 사용된 신경망은 역전파 신경망으로 그 구조는 [그림 2]와 같다(김대수, 1992). 여기서 입력층과 출력층의 중간층으로 하나의 은닉층을 사용하여 다층 네트워크를 구성한다. [그림 2]는 입력층 유니트 세 개, 은닉층 유니트 세 개, 출력층의 유니트는 한 개의 구조, 즉  $3 \times 3 \times 1$  신경망 학습 구조이다. 여기서 사용한 변환함수는 신경망에서 일반적으로 사용되는 시그모이드함수를 이용하였다. 앞서 언급한대로 구체적인 모형은 (1.1)을 사용하게 된다.



입력층(input) 은닉층(hidden) 출력층(output) 목표값(target)

[그림 2]  $3 \times 3 \times 1$  신경망 학습 구조

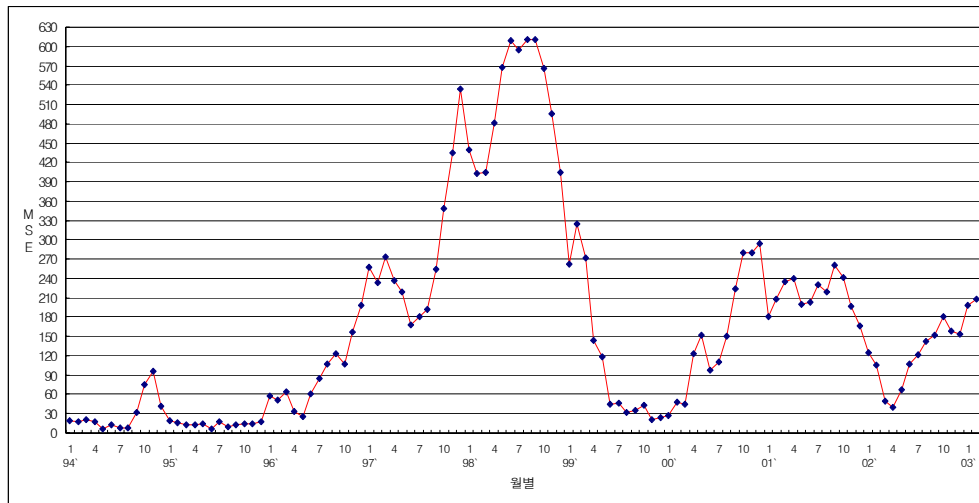
학습 결과를 잔차들의 자기상관성을 나타내는 표본 자기상관함수(sample autocorrelation function: ACF)를 통해 확인해 본 결과 [그림 3]으로부터 잔차들의 독립성에 어느 정도 문제가 있음을 알 수 있었다. 평가자료 (95년 이외의 주가 지수) 및 훈련 자료(95년 주가 지수)를 신경망 모형에 적용하여 월별 불안정 지수(MSE)를 구한 값을 격월로 나타낸 것이 [표 1]이고, 월별 불안정 지수(MSE)를 그림으로 나타낸 것이 [그림 4]이다.



[그림 3] 학습자료의 신경망 구조에 대한 잔차 ACF

[표 1] 신경망 MSE에 의한 월별 경제 불안정 지수 (1994.1-2003.2)

년도	월	MSE	년도	월	MSE	년도	월	MSE
1994	1	19.6744	1997	1	257.9956	2000	1	26.7070
	3	20.2311		3	273.8408		3	44.9368
	5	6.0633		5	219.0412		5	152.4219
	7	8.0556		7	180.5133		7	109.7531
	9	31.5861		9	255.0281		9	224.5638
	11	95.9499	11	434.4431	11	279.2377		
1995	1	19.1502	1998	1	440.3018	2001	1	180.6783
	3	13.0882		3	404.6031		3	235.6231
	5	14.3812		5	567.8881		5	200.0425
	7	17.3123		7	595.5284		7	230.0185
	9	13.5469		9	610.7117		9	260.2772
	11	14.9442	11	496.2420	11	196.7846		
1996	1	57.5284	1999	1	261.6486	2002	1	124.9704
	3	63.7690		3	271.7465		3	49.7539
	5	25.1042		5	118.9043		5	67.7139
	7	84.8943		7	46.0108		7	120.9246
	9	122.6560		9	35.0083		9	151.9374
	11	156.8701	11	21.0139	11	157.8865		
						1	198.7973	
						2	207.6710	



[그림 4] 신경망 MSE에 의한 월별 경제 불안정 지수 시도표 (1994.1-2003.2)

### 2.2. AR 모형을 이용한 분석

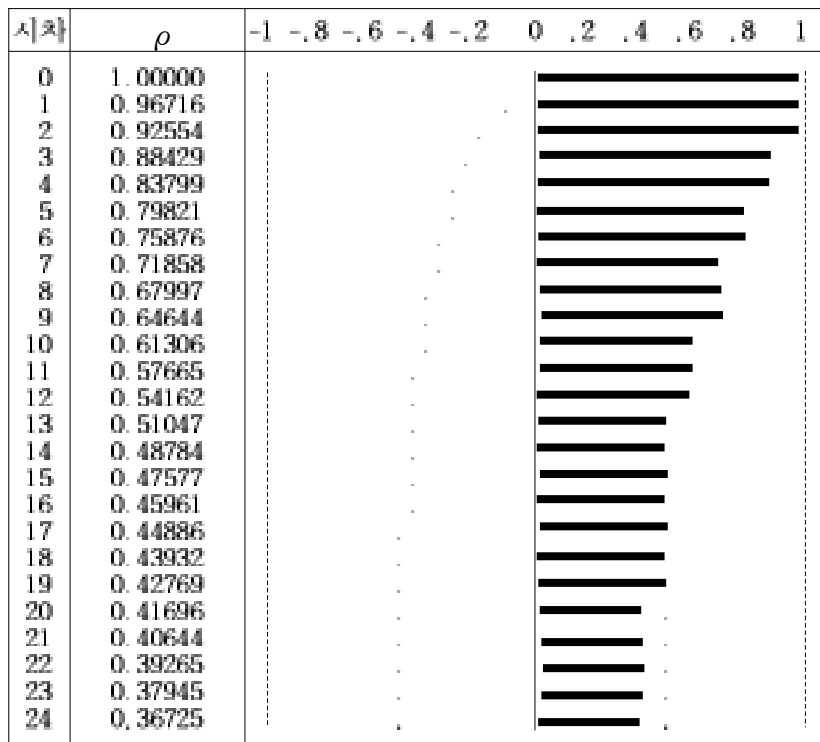
시계열분석 기법인 박스-젠킨스(Box-Jenkins)의 선형 AR(3) 모형은 (2.1)에 주어져 있다. 모형 (2.1)의 모수  $\phi_i$  ( $i=1, 2, 3$ )를 추정하기 위해 최소제곱법을 사용하였으며, 그 결과, 현시점의 추정량  $\hat{Z}_t$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\widehat{Z}_t = \widehat{\phi}_1 Z_{t-1} + \widehat{\phi}_2 Z_{t-2} + \widehat{\phi}_3 Z_{t-3} \tag{2.2}$$

학습자료를 선형 AR(3) 모형에 적합시켜 식(2.2)의 추정식을 구하면 다음과 같다.

$$\widehat{Z}_t = -1.0164 Z_{t-1} + 0.00692 Z_{t-2} + 0.00998 Z_{t-3} \tag{2.3}$$

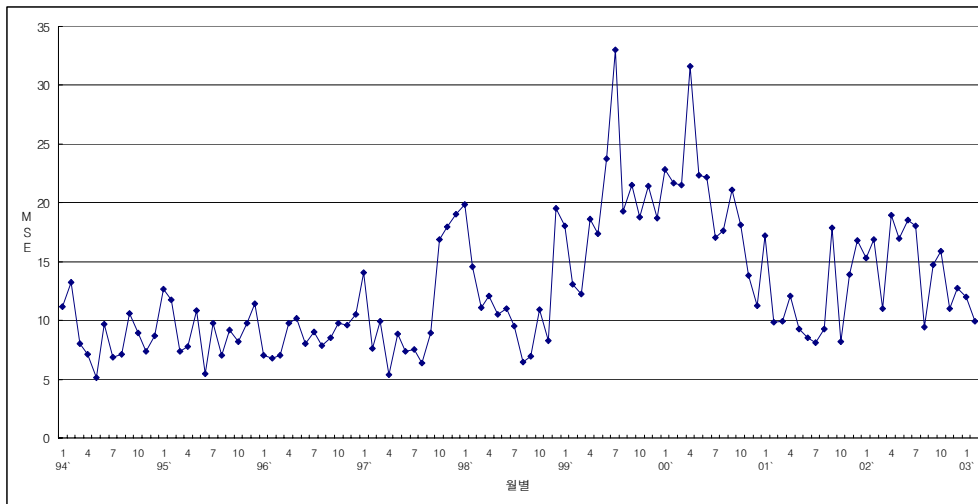
신경망에서와 마찬가지로 선형 AR(3) 모형의 잔차의 ACF가 [그림 5]에 나타나 있다. 이 도표에서 19차 자기상관계수까지 0이 아닌 것으로 나타나 선형 AR(3)모형은 많은 문제가 있음을 알 수 있다.



[그림 5] 학습자료의 선형 AR(3) 모형에 대한 잔차 ACF

[표 2] 선형 AR(3) MSE 의한 월별 경제 불안정 지수 (1994.1-2003.2)

년도	월	MSE	년도	월	MSE	년도	월	MSE
1994	1	11.1313	1997	1	14.1017	2000	1	22.8589
	3	8.0358		3	9.9326		3	21.5519
	5	5.1449		5	8.8795		5	22.3466
	7	6.8706		7	7.5651		7	17.0737
	9	10.5773		9	8.9265		9	21.1194
	11	7.3440	11	17.9955	11	13.8359		
1995	1	12.6312	1998	1	19.8764	2001	1	17.1876
	3	7.3257		3	11.1262		3	9.9599
	5	10.8072		5	10.5114		5	9.3080
	7	9.7586		7	9.5436		7	8.1190
	9	9.1726		9	6.9500		9	17.8381
	11	9.7402	11	8.2452	11	13.9084		
1996	1	7.0469	1999	1	18.0017	2002	1	15.3195
	3	7.0397		3	12.2306		3	11.0288
	5	10.1390		5	17.3619		5	16.9864
	7	9.0383		7	32.9777		7	18.0013
	9	8.5619		9	21.4908		9	14.7011
	11	9.6312	11	21.3936	11	11.0228		
					2003	1	12.0324	
						2	9.9241	



[그림 6] 선형 AR(3) 모형에 대한 월별 MSE 시도표(1994.1-2003.2)

### 2.3. 두 모형의 비교

두 모형의 분석 결과 가장 눈에 띄는 차이는 잔차의 ACF의 모양과 잔차의 절대값에서의 차이이다. 즉 신경망 기법의 잔차의 ACF는 선형 AR(3) 모형의 잔차의 ACF에 비해 훨씬 좋은 결과를 보여주고 있는 반면, 신경망 기법의 잔차의 크기는 선형



AR(3) 모형의 잔차의 크기에 비해 절대적으로 크다는 점이다 (각 모형의 훈련 데이터인 1995년 데이터의 MSE값 참조). 따라서 잔차의 크기만 보면 선형 AR 모형이 우월한 반면, 잔차의 ACF를 보면 신경망 모형이 우월하다고 판단할 수 있다. 결국 두 기법 중 어느 것이 우월한가 판단하기 위해서는 이들 두 모형에 의거한 경제 불안정 지수들의 실제 평가 데이터(1995년 이외의 주가지수)에 적용할 때의 결과들을 비교해 보는 것이 필수적이라고 판단된다.

신경망 MSE(경제 불안정 지수)의 평가자료(95년 이외 기간의 주가지수)에 대한 적용결과는 [표 1]과 [그림 4]이며, 선형 AR 모형 MSE(경제 불안정 지수)의 평가자료에 대한 적용 결과는 [표 2]와 [그림 6]이다. 두 경제불안정 지수들을 비교하면 선형 AR모형의 MSE값들이 신경망 기법의 MSE에 비해 절대적으로 작고, 그 변동폭이 작다는 사실을 알 수 있다. 구체적으로 두 경제불안정 지수(MSE)들의 움직임을 살펴보면 다음과 같다.

(i) 신경망 모형에 의한 경제 불안정 지수는 1996년 전반기까지는 안정적인 모습을 보이고 있으나 1996년 5월의 25.10포인트에서 시작하여 9월의 80포인트를 돌파한 후 지속적으로 상승하여 97년 3월에 273포인트까지 이르는 것을 알 수 있다. 그 이후 다소 하락추세를 보이다, 97년 9월(252.02포인트)이후 다시 가파른 속도로 상승하는 것을 볼 수 있다. 97년 이후의 지수의 움직임을 보면, 98년 9월에 610.71포인트로 가장 높은 값을 나타냈고, 그 이후 급속히 하락하여 99년 11월에는 21.01포인트 정도의 낮은 값을 나타내고 있다. 2000년 5월(152.42포인트)에 시작된 지수 상승은 일정 수준에서 하락하지 않고 2001년 9월(262.17포인트)까지 계속되다가, 그 후부터 급속히 하락하여 2002년 3월(49.7포인트)과 5월(61.7포인트)에는 어느 정도 안정된 모습을 보이고 있다. 그 후 경제 불안정 지수는 지속적으로 상승하고 있음을 알 수 있다.

(ii) 선형AR 모형에 의한 경제 불안정 지수는 94년 1월(11.13포인트)을 시작으로 97년까지 안정적인 모습을 보이다가, 97년 7월(7.56포인트)을 기점으로 상승을 시작하였으며 97년 9월(19.99포인트)에는 급속한 상승을 보였다. 그 후 98년 1월(19.87포인트)까지 불안정한 모습을 보이다가 1998년 3월(11.12포인트)에 다시 안정기조로 돌아옴을 알 수 있다. 또한 1999년 3월(12.23포인트)을 시점으로 상승하여 7월(32.97포인트)에 가장 높은 값을 기록한 후 2000년 9월(21.12포인트)까지 계속 불안정한 모습을 보이나 2000년 11월(13.84포인트) 이후 안정을 찾아 현재까지 지속적으로 안정적인 모습을 보이고 있음을 알 수 있다.

94년부터 현재까지의 기간 동안 실제 한국경제가 걸어온 길을 간략하게 살펴보면 다음과 같다. 94년부터 97년까지 안정적인 모습을 보이다가 97년 후반기에 외환위기가 발생하여 그에 따른 많은 어려움을 98년까지 겪었으며 99년에 이르러 성공적인 경제 구조개혁으로 경제가 상당히 안정적인 수준에 도달하였다. 그 후 2000년 9월 우리 나라 경제에 큰 비중을 차지하고 있던 현대그룹의 부실화에 의해 위기감이 고조되었고 2001년 9월 미국 테러사태에 의해 단기적으로 영향을 받았으며 2002년 중반이후 대통령 선거, 이라크 사태, 북한 핵 등의 외부적 요인들에 의해 경제가 불안정 상태였던 것으로 판단된다. 이러한 94년 이후의 한국경제의 실제 움직임을 고려해보면 신경

망 모형에 의한 경제 불안정지수가 선형모형에 의한 경제 불안정 지수보다 실제 경제 상황을 훨씬 민감하고 정확하게 반영하는 것을 알 수 있다. 즉 선형AR 모형의 MSE는 97년 외환위기 시에 어느 정도 불안정 지수로써의 역할을 하는 것으로 보이나 그 이후에는 거의 역할을 수행치 못하는 것으로 판단된다. 이를 구체적으로 살펴보면 한국 경제가 대단히 어려웠던 98년을 안정적인 상태로 분류한다거나 한국 경제가 상당한 호황을 누렸던 99년을 불안정한 상태로 분류하는 것, 2000년 11월 이후 현재까지를 지속적인 안정구간으로 분류하는 것 등을 들 수 있다. 다음으로 94년 이후 한국경제의 움직임을 신경망 MSE에 의거한 불안정 지수를 적용하여 살펴보기로 한다. 신경망 MSE는 96년 전반기까지는 안정적인 모습을 보이고 있으나 1996년 5월 25.10에서 시작하여 9월 273.84포인트를 돌파한 후 지속적으로 상승하여 97년 3월 273.84포인트까지 이르는 것을 알 수 있다. 그 이후 다소 하락 추세를 보이나 97년 9월 이후 다시 가파른 속도로 상승하는 것을 볼 수 있는데 이는 97년 후반기에 다가온 외환위기에 대한 반응으로 보이며 특히 지수 상승 추세가 96년 중반부터 시작했다는 점을 감안하면 본 지수를 사용하여 다가오는 97년 외환위기를 96년 중반이후 감지하는 것이 가능했던 것으로 보인다. 즉 96년 중반이후 “지속적인” 상승세는 하나의 신호로 판단 가능했던 것으로 보인다. 97년 외환위기 이후의 지수의 움직임을 보면 98년에 610.71로 가장 높은 값을 나타냈고 그 이후 급속히 하락하여 99년 11월에는 21.03정도의 낮은 값을 나타내고 있다. 이는 성공적인 경제 구조개혁으로 우리 나라 경제가 상당히 안정적인 수준에 도달하였음을 뜻한다. 그 후 우리 나라 경제에 큰 비중을 차지하고 있던 현대그룹의 부실화에 의해 2000년 7월에 시작된 지수 상승은 일정 수준에서 하락하지 않고 2001년 하반기까지 계속되고 있는데 특히 2001년 9월 미국 테러사태는 지수의 일시적인 상승(260.27)을 일으켰으나 많은 영향을 주지는 못한 것으로 보인다. 실제로 그 사건 이후 2002년 5월까지 지수는 지속적인 하락을 보이고 있다. 2002년 5월부터 시작된 지수의 상승은 현재까지 “지속적”으로 계속되고 있는데 이는 대통령 선거, 이라크 사태, 북한 핵 등의 외부적 요인들에 의해 경제 불안정이 지속적으로 증가하고 있음을 보이고 있으며 흡사 IMF 바로 이전의 모습과 유사한 모습을 보이고 있다. 이와 같이 신경망 MSE가 경제 불안정 지수로써 한국 경제의 실제 모습을 훨씬 효율적으로 반영하고 있다고 판단된다.

### 3. 결 론

신경망 모형 및 선형 AR모형의 MSE로 경제 불안정 지수들을 산출하여 비교한 결과 신경망 모형의 MSE가 경제 불안정 지수로써 훨씬 효율적임을 알 수 있다. 특히 95년 안정기간 주가지수에 적합 결과는 선형 AR 모형의 MSE 값이 신경망의 MSE 값에 비해 상당히 작은 값들임에도 신경망 MSE 값이 실제 적용 시 훨씬 효율적이라는 사실은 대단히 흥미롭다. 이러한 사실 뒤에 있는 이유에 대해서는 여러 가지 설명이 있을 수 있으나 가장 적절한 설명은 신경망 기법이 과적합하는 경향이 있는 기법이라는 점인 것으로 판단된다. 선형 AR 모형의 경우 95년도 적합결과의 절대적 잔차가 작기 때문에 신경망 보다 더욱 과적합된 것으로 보이지만, 전반적으로 선형 AR모형의 MSE가 작는데 따른 일종의 착시(illusion) 현상이다. 이러한 점은 AR모형 잔차의 ACF를 보면 확연히 드러난다. 즉 신경망의 ACF는 어느 정도 독립에 가까우나

AR모형의 ACF는 장기간 여러 시차 (19시차)에 걸쳐 양의 상관됨을 알 수 있으며, 이는 시계열 데이터에 명백한 추세가 있으나 제대로 추정치 못하는 경우 즉 미적합의 경우 발생하는 전형적인 현상이다. 따라서 잔차의 크기와 ACF를 모두 고려해 볼 때 신경망이 더욱 과적합된 결과를 주는 것을 알 수 있다. (일반적으로 과적합의 경우 미적합에 비해 잔차의 ACF는 독립에 더욱 가깝게 보일 수 있다는 점은 쉽게 기대할 수 있다).

결론적으로 본 논문의 비교 연구 결과는 안정적인 경제의 주가지수(95년도 지수)에 과적합된 신경망의 MSE가 주어진 경제 상황의 주가지수가 보일 수 있는 불안정성에 민감하게 반응한다는 사실, 즉 안정적인 주가 지수 움직임에서 벗어나는 주가 지수 움직임을 잘 찾아내게 된다는 사실을 보여주고 있다. 경제 위기관련 정보를 얻기 위해서는 위기중심접근 방식과 마찬가지로 (Kim et al, 2004) 안정중심접근 방식에 있어서도 과적합하는 경향이 있는 신경망 모형과 같은 기법이 바람직한 것으로 판단된다. 참고로 김태윤 등(2003)은 약간의 조정을 통해 신경망 모형에서 발생한 잔차의 의존성을 제거하는 모형을 사용하였는데 그때의 MSE에 의해 개발된 경제 불안정지수의 움직임은 본 연구의 신경망 MSE에 의한 경제불안정 지수의 움직임과 거의 유사하다.

## 참 고 문 헌

1. 김대수 (1992). 신경망의 이론과 응용(I), 하이테크정보, 서울.
2. 김명기, 문소상 (1998). 환율, 금리, 주가변동의 상호 연관성, 한국경제분석, 4권 제2호, 93-113, 한국은행금융경제연구소.
3. 김상환 (2001). 은행위기 조기경보시스템 개발, 한국금융연구원.
4. 김태윤 황창하 이종규 (2002). 경제위기 경험을 이용한 경제상황 판단지표 개발, KDIC 금융연구, 3권 제2호, 31-56.
5. 김태윤 도종두 송규문 (2003). 주가 지수를 이용한 경제 불안정 지수 개발, KDIC 금융연구, 4권 제2호 31-47.
6. 박원암 · 최공필(1998). 한국의환위기의 원인과 예측 가능성, 한국경제분석, 4권 제2호 1-73.
7. 손상호 (2001). 은행위기 조기경보모형, 한국금융연구원.
8. Kaminsky, G., Lizondo, S., and Reinhart, C. M. (1997). Leading indicators of currency crisis, *IMF working paper*, 79-97.
9. Kim, S., and Noh, H. J. (1997). Predictability of interest rates using data mining tools : A comparative analysis of Korea and the US, *Expert Systems with Applications*, vol 13., No 2, 85-95.
10. Kim, T. Y., Oh, K. J., Sohn, I., and Hwang, C. (2004). Usefulness of artificial neural networks for early warning system of economic crisis, *Expert Systems with Applications*, vol 26, 583-590.

[ 2004년 1월 접수, 2004년 4월 채택 ]