



인공지능시스템을 이용한 주가에측에 대한 연구

A Study on the Prediction of Stock Price Using Artificial Intelligence System

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 저자 (Authors) | 김광용, 이경락 Kim, Kwang-Yong, Lee, Kyoung-Rak |
| 출처 (Source) | 대한경영학회지 21(6) , 2008.12, 2421-2449 (29 pages) Korean Journal of Business Administration 21(6) , 2008.12, 2421-2449 (29 pages) |
| 발행처 (Publisher) | 대한경영학회 DAEHAN Association of Business Administration, Korea |
| URL | http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01848940 |
| APA Style | 김광용, 이경락 (2008). 인공지능시스템을 이용한 주가에측에 대한 연구. 대한경영학회지, 21(6), 2421-2449. |
| 이용정보 (Accessed) | 이화여자대학교 203.255.***.68 2019/01/08 10:19 (KST) |

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

인공지능시스템을 이용한 주가예측에 대한 연구

김광웅(백석대학교 경상학부 겸임교수), 제1저자, kky1216@bu.ac.kr

이경락(백석대학교 경상학부 교수), 공동저자, krlee@bu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 기업가치 평가와 관련된 선행연구를 검토하고 이를 토대로 첫째, 변수들 간의 선형관계를 전제로 하지 않는 인공지능시스템의 하나인 인공신경망을 이용한 평가모형을 구축하여 상장기업의 주가를 예측하고 둘째, 회계정보를 이용하여 기업 가치를 평가하는 Ohlson 모형을 이용하여 상장기업의 주가를 예측하였다. 이를 비교하여 어느 방법이 더 주가예측의 적정성이 높은지를 평가하였다.

연구대상 표본은 2002년부터 2005년까지 증권거래소에 상장된 제조기업 중에서 연구의 목적을 달성하기 위해 12월 결산법인, 관리대상이 아니고 당기순이익이 0 이상인 기업, 우선주를 발행하지 않는 기업을 표본기업으로 선정하여 분석하였다. 전체 표본수는 2,132개의 표본에서 변수에 대한 자료수집이 불가능하거나 연구표본에 적합하지 않은 기업 948개를 제외한 1,184개 표본으로 하고 이중 기업규모를 기준으로 112개 기업을 검증대상으로 Ohlson모형과 인공신경망 모형을 적용하였다.

이에 대한 본 연구의 실증분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 2001년에서 2004년까지의 재무자료를 이용하여 인공신경망 모형을 구축한 다음 이를 이용하여 2002년부터 2005년까지 추정주가를 산출하였다. 이를 실제주가와 차이분석을 한 결과 통계적으로 2003년은 차이가 있는 것으로 나타났고, 2002년과 2004년, 2005년은 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 실제주가와 추정주가가 2003년은 차이가 있고, 2002년과 2004년, 2005년은 유사하다는 것을 의미한다.

둘째, 2001년에서 2004년까지의 재무자료를 이용하여 Ohlson모형을 적용하기 위한 회귀계수를 산출하고 이를 이용하여 2002년부터 2005년까지 추정주가를 산출하였다. 이를 상장기업의 실제주가와 차이분석을 한 결과 통계적으로 2002년과 2005년은 차이가 있는 것으로 나타났고, 2003년과 2004년은 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 실제주가와 추정주가가 2002년과 2005년은 차이가 있고, 2003년과 2004년은 유사하다는 것을 의미한다.

그리고 향후 이 분야의 연구에 있어서는 보다 다양한 기업특성을 고려한 재무변수와 경제변수 등을 발굴하여 신규상장기업의 주가 평가뿐만 아니라 비상장법인의 주가 평가에 관하여도 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

주제어 : 인공신경망, 올슨모형, 기업가치평가, 주가예측

· 접수일(2008년 5월 20일), 수정일(1차:2008년 9월 19일), 게재확정일(2008년 10월 16일)

I. 서론

자본시장에서 회계보고의 목적은 다양한 이해관계자들이 합리적인 의사결정을 할 수 있도록 유용한 정보를 제공하는 것이다. 이것을 수행하기 위해서 회계는 유용한 정보를 측정, 전달하는 기능을 수행하고 이해관계자들은 객관적인 회계정보를 이용하여 의사결정을 하고자 한다. 즉 투자자들이 회계정보를 필요로 하는 이유는 회계정보를 통하여 투자대상자산의 적정 가치를 평가하여 합리적인 투자의사결정을 내리는데 도움을 얻고자 하는데 있다.

따라서 회계정보는 기본적으로 투자대상자산의 균형가격을 산출하는데 도움을 줄 수 있어야 하고, 이는 가치측정체계로서의 회계정보의 타당성과 자본시장의 특성을 적절히 반영한 가치평가모형의 구축을 전제로 한다. 그러나 신규상장기업은 일반인들에게 잘 알려져 있지 않을 뿐 아니라 기업의 경영 실체를 파악하는데 필요한 정보도 부족한 경우가 많다.

기업가치 평가의 일종으로 이 중 Ohlson(1995)의 초과이익평가모형(residual income or abnormal earnings valuation model : RIM)은 기업가치가 순자산과 초과이익의 단순 함수로 표시될 수 있다는 관점에서 회계정보의 가치 관련성을 이론적으로 수립한 모델이다.

Ohlson(1995)의 연구에서는 순자산이 기업의 대차대조표로부터 관측 가능한 수치인 반면, 미래의 초과이익은 직접적으로 관측 불가능한 수치라는 실증적 문제를 해결하기 위해 미래의 초과이익이 현재의 초과이익과 시계열적으로 선형의 정보형태(Liner Information dynamics)를 보인다는 가정을 도입하였다.

그러나 기업가치를 순자산과 초과이익의 단순, 선형조합으로 표시할 수 있다는 초과이익평가모형의 이론적 매력에도 불구하고 기업가치가 순자산이나 초과이익과 비선형 관계를 갖는 실증적 사례들이 나타남에 따라 Ohlson(1995)의 초과이익평가모형에 대한 대안들이 제시되기 시작했다.

이에 대한 대안으로 최근에는 기업의 다양한 재무특성을 반영하여 주가 또는 주가 수익률을 예측하고자 하는 노력의 일환으로 인공지능시스템의 하나인 인공지능망을 이용하고 있다. 지금까지 인공지능망은 주로 도산예측문제, 주식투자시점 결정, 전환사채의 가격결정, 재무제표의 오류판단, 회계감사예의 응용, 주가지수 선물거래문제, 기업공개시점에서의 IPO가격 결정과 같은 분야에 활용되어 왔다.

본 논문에서는 인공지능시스템의 하나인 인공지능망을 이용한 주식가치 평가와 회계정보를 이용하여 기업 가치를 평가하는 Ohlson모형을 적용하여 주식가치를 평가하여 어느 방법이 유용한지 여부를 분석하고자 하였다.

본 연구의 방법은 분석적 연구와 실증적 연구를 병행하여 수행한다. 분석적 연구는 주식가치평가에 대한 선행연구와 함께 이론적인 내용을 검토하고, 실증적 연구는 검증기업을 대상으로 재무자료에 의한 주식가치 평가액과 주가와 차이를 분석하였다. 이를 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, 인공지능시스템의 하나인 인공신경망 모형을 이용하여 표본기업을 대상으로 훈련모형을 구축하고 이를 검증기업에 적용하여 주가를 예측하고 이를 실제주가와 비교하여 차이를 분석하였다.

둘째, Ohlson모형을 적용하기 위하여 표본기업을 대상으로 회귀계수를 구하고 이를 검증기업에 적용하여 주가를 예측하고 이를 실제주가와 비교하여 차이를 분석하였다.

실증적 연구의 분석대상은 한국증권거래소에 상장된 기업으로서 한국표준산업분류상 제조업에 해당하는 기업으로서 한국신용평가정보(주)의 재무자료(KIS-valueⅡ)에 수록된 기업으로 한다. 실증적 연구에서 통계적 분석을 위한 시간적 범위는 2001년부터 2004년까지의 재무자료를 활용하여 2002년부터 2005년까지 SAS 9.1을 이용하여 분석하였다.

II. 선행연구의 검토

자본시장에서 사용되는 기업의 가치를 평가하고 이에 따라 주식의 가격을 결정하는 방법에는 여러 가지가 있다.

첫 번째는 동종의 산업에서 주식시장이 거래되고 있는 공개기업 중에서 등록기업과 기업규모, 사업내용 등이 유사한 기업을 벤치마크로 사용하여 가격을 산정하는 방법이다. 이 방법은 이론적인 배경이 빈약하나 다른 기업과 비교하므로 가격결정에 있어 오류의 발생여부가 확률적으로 적으며 오류가 발생하더라도 그 차이가 적다는 장점이 있다. 여기에는 주가수익비율(PER)법, 기업가치 대 영업활동이익비율(EV/EBITDA)법, 주가순자산비율(PBR)법, 주가매출액비율(PSR)법 등이 있다.

두 번째는 절대가치 평가방법으로 해당기업의 내재가치를 중심으로 평가하기 때문에 유사기업의 존재유무에 관계없이 적용될 수 있으며 비교가치 평가방법에 비해 이론적인 배경이 존재한다. 절대가치 평가방법에는 현금흐름할인(DCF)법과 자산가치 평가방법 등이 있다.

세 번째는 최근에 기업의 다양한 재무특성을 반영하여 주가 또는 주가수익률을 예측하고자 하는 노력의 일환으로 인공지능시스템의 하나인 인공신경망 모형을 이용하

고 있다.

이종천 · 오웅락(2004)는 회계변수에 의해 기업가치를 평가하는 모형으로 제시된 Ohlson모형과 옵션모형을 기업특성이 상이한 코스닥 일반기업과 벤처기업의 가치평가에 적용함으로써 기업특성에 따라 기업가치평가모형의 적합성이 상이할 수 있는가를 실증적으로 검증하였다. Ohlson모형에 의해 기업가치를 평가하는 경우 기업특성이 고려되어야 함을 의미하는 것으로 Ohlson모형에 의한 기업가치 관련연구에서 기업특성의 통제가 필요함을 시사해주었다.

오웅락 · 전규안 · 이용규(2004)는 김권중(2001)의 초과이익평가모형(이하 Ohlson모형)을 활용한 비상장주식 평가모형의 적용가능성을 검증하였다. 이를 위해 1998년부터 2002년까지의 5년을 대상으로 이 기간동안 신규 등록된 331개의 코스닥등록기업을 표본으로 사용하여 Ohlson모형, Ohlson모형, 상속세 및 증여세법에 의한 추정주가의 예측오차를 비교 · 분석하였다. 연구결과, 상속세 및 증여세법과 Ohlson모형에 의한 추정주가는 실제주가보다 현저하게 높게 평가되는 것으로 나타났으나, Ohlson모형의 주가추정치는 실제 주가와 유사한 것으로 나타났다. 또한 절대오차율간의 차이분석에서도 Ohlson모형의 오차율이 가장 작은 것으로 나타났다. 이러한 결과에 기초하여 저자들은 상속세법 및 증여세법상 평가방법의 문제점을 해결할 수 있는 대안으로 Ohlson모형을 활용할 것을 제안하였다.

주가 또는 주가수익률 예측에 다양한 재무특성변수를 적용하여 보다 정확한 예측을 하고자 하는 연구들이 나타나고 있다. 그러한 연구방법 중의 하나로 재무분야에 많이 이용되는 인공신경망을 적용한 연구들이 있다.

Bergerson and WunschII(1991)는 인공신경망을 이용하여 모의 주식투자를 한 결과 25개월간 660%의 수익률을 보였다고 주장하였다. Wong et al.(1992)은 퍼지시스템과 신경망을 결합시킨 주식 예측 시스템을 개발하였다. 입력변수를 전문가의 지식으로 변화시킨 rule을 이용하여 퍼지시스템으로 가공한 후 인공신경망에 rule을 입력하는 방식을 채택하여 주식수익률에 대하여 분류가 아닌 예측하는 방법을 선택하였다.

Kryzanowski, Wright and David(1993)은 인공신경망을 이용하여 1년후의 주가를 예측한 결과 71%에 이르는 적중률을 보였다. George Tsibouris and Matthew Zeidenberg(1995)은 신경망 모형을 이용하여 미래의 주가의 방향을 예측하고, 예측의 정확성을 이용하여 효율적 시장 가설을 검증하고자 하였다. 인공신경망의 학습알고리즘 중에서 4가지의 학습규칙을 각각 적용하여 성과를 비교하였다. 효율적 시장가설의 검증을 위해서 귀무가설(null hypothesis)을 이용하여 신경망 모형을 이용한 경우 그 예측력이 귀무가설의 5%보다 상회하는 결과를 나타냈다.

최성섭 · 구형건 · 김영권(2000)도 다중회귀모형과 인공신경망을 이용하는 방법을 비교분석하여 어느 모형이 더 주가 예측력이 있는지를 검증하였다. 재무특성 변수를 이

용한 비교 분석에서 인공신경망이 회귀모형보다 실제주가와의 오차가 작은 것으로 나타났다.

김경태·이장형·최현호(2001)는 인공신경망을 이용하여 주가수익률을 예측하고자 하였다. 재무특성 변수를 이용하고 주가수익률이 전기에 비하여 상승하였는지 하강하였는지를 판단하는 인공신경망 시스템은 평균적으로 57%의 예측 정확도를 보이는 데 불과하였다.

이병철·김완일·정순여(2005)는 인공신경망을 이용한 평가방법을 보충법의 대안으로 제시하였다. 재무특성 변수 17개를 추출하여 인공신경망 모형을 구축하고 상장법인을 대상으로 하여 보충법에 의한 평가액과 인공신경망에 의한 평가액을 실제주가와 비교한 결과 인공신경망의 예측력이 실제주가를 평균적으로 약 $\pm 20\%$ 범위 내에서 예측하였다.

III. 표본과 모형의 설정

3.1 표본의 선정

본 연구의 분석 대상기간은 2002년부터 2005년까지이며, 인공신경망 모형과 올슨 모형을 적용하여 추정주가를 산출하기 위한 표본기업은 연구의 목적을 달성하기 위해 다음 조건을 충족시키는 기업을 표본기업으로 선정하였다.

- 1) 한국표준산업분류상 제조업에 해당하는 기업
- 2) 결산일이 12월 31일인 기업
- 3) 관리대상이 아니고 당기순이익이 0 이상인 기업
- 4) 우선주를 발행하지 않는 기업

첫째, 금융업에 속하는 기업을 표본에서 제외한 이유는 금융기관의 재무제표는 일반 제조기업과 많은 차이를 보이기 때문에 일반 제조기업과 금융기관을 비교하기가 어렵기 때문이다.

둘째, 12월 결산 기업만으로 표본을 한정된 것은 통상 12월말 결산법인이 다수를 차지하며 또한 결산 월이 다름으로써 올 수 있는 결과를 통제하기 위한 것이다.

셋째, 관리대상기업과 당기순이익이 0이하인 기업을 표본에서 제외한 이유는 이러한 기업들의 재무정보가 주가에 미치는 영향이 정상적인 경우와 상당한 차이를 보일 수

있기 때문이다.

넷째, 우선주를 발행한 기업의 경우 보통주에 귀속되는 주당순자산 측정의 한계로 표본에서 제외한다.

재무제표자료는 2001년 이전에 한국증권거래소에 상장된 기업(이하 “상장기업”이라 한다.)으로서 한국신용평가정보(주)의 재무자료(KisValueⅡ)에 수록된 기업을 대상으로 하였다. 검증대상 기업의 실제주가를 추정주가와 비교, 분석하기 위한 인공신경망 모형의 구축을 위한 표본기업으로 선정된 기업내역은 <표 1>에 보여주고 있다.

표본기업의 실제주가와 인공신경망모형에 의한 추정주가와 비교, 분석하기 위한 표본으로 선정된 기업내역은 <표 1>에서 보는 바와 같이 2001년 12월 31일 이후 계속상장된 제조기업이 2,132개, 그 중에서 결산일이 12월 31일이 아닌 기업 148개, 관리대상기업 74개, 당기순이익이 음(-)인 기업 417개, 우선주를 발행한 기업 309개 등 합계 948개 기업을 제외한 나머지 1,184개의 기업을 1차 표본으로 선정하였다.

변수별 이상치 284개 기업을 제외하여 900개 기업을 2차 표본을 선정하였다. 2차 표본으로 선정된 900개 기업 중 788개 기업을 훈련모형을 구축하기 위한 훈련대상으로, 표본기업의 실제주가와 Ohlson모형에 의한 추정주가를 비교하기 위한 검증대상으로 112개 기업을 선정하였다.

<표 1> 인공신경망 모형과 올슨모형을 적용하기 위한 표본의 선정 (단위 : 개)

| 선정기준 \ 구 분 | | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 계 |
|---------------------|---------------------|------|------|------|------|-------|
| 2001년 이후 계속상장된 제조기업 | | 533 | 533 | 533 | 533 | 2,132 |
| 표본에서 제외된 기업 | 결산일이 12월 31일이 아닌 기업 | 37 | 37 | 37 | 37 | 148 |
| | 관리대상 기업 | 34 | 24 | 12 | 4 | 74 |
| | 당기순이익이 음(-)인 기업 | 139 | 95 | 84 | 99 | 417 |
| | 우선주 발행기업 | 64 | 79 | 87 | 79 | 309 |
| | 소 계 | 274 | 235 | 220 | 219 | 948 |
| 1차 표본으로 선정된 기업 | | 259 | 298 | 313 | 314 | 1,184 |
| 변수별 이상치(outlier) | | 45 | 73 | 74 | 92 | 284 |
| 2차 표본으로 선정된 기업 | | 214 | 225 | 239 | 222 | 900 |
| 훈련대상 | | 186 | 197 | 211 | 194 | 788 |
| 검증대상 | | 28 | 28 | 28 | 28 | 112 |

3.2 인공신경망 모형에 대한 변수의 정의

연구모형에 사용된 입력변수들은 이병철·김완일·정순여(2005)에 기초를 두고 있다. 이들은 선행연구에서 주가예측과 관련하여 사용한 변수 중에서 판별분석 등 통계적인 방법을 적용하여 예측력이 우수하다고 판단되는 변수들을 추출한 다음 인공신경망 모형을 구축하였다.

본 연구에서는 이병철·김완일·정순여(2005)가 사용한 변수들 중에서 배제된 변수는 (연구개발비/매출액), (연구개발비/총자산)으로 2개이다. 이들 변수들 중 연구개발비의 경우 0으로 표시된 경우가 많아서 배제하였는데, 이는 산포도상 일부의 이상치(outlier)에 의하여 결과가 왜곡될 뿐만 아니라 인공신경망의 가중치 행렬을 왜곡시키므로 이러한 변수 역시 타당성이 떨어진다고 보아 배제하였다. 이렇게 하여 패턴변수 1개를 제외하고 총 30개의 입력변수가 결정되었다. 여기서 패턴변수, X31(주가/액면가)은 기업마다 액면가가 다르므로 주가를 액면가로 나누어 분석하여 사용하였다. 그 결과는 <표 2>와 같다.

< 표 2> 인공신경망에 사용된 입력 및 출력변수에 대한 정의

| 변수 | 변수의 내용 | 변수 | 변수의 내용 |
|-------|-------------------|-------|----------------------|
| (x1) | 당기순이익/자기자본 | (x17) | 총부채/총자산 |
| (x2) | 경상이익/자기자본 | (x18) | 재고자산/총자산 |
| (x3) | 영업이익/자기자본 | (x19) | 당기순이익/총자산 |
| (x4) | (당기순이익-배당금)/자기자본 | (x20) | (기계장치+재고자산+투자자산)/총자산 |
| (x5) | 총부채/자기자본 | (x21) | 유형자산/총자산 |
| (x6) | 고정부채/자기자본 | (x22) | 총자산(LOG) |
| (x7) | 영업이익/매출액 | (x23) | 매출원가/재고자산 |
| (x8) | 당기순이익/매출액 | (x24) | 매출액/재고자산 |
| (x9) | 매출총이익/매출액 | (x25) | 자기자본/고정자산 |
| (x10) | 유동자산/매출액 | (x26) | 매출액/매출채권 |
| (x11) | (판매관리비-감가상각비)/매출액 | (x27) | 유동자산/유동부채 |
| (x12) | 고정자산/매출액 | (x28) | 당좌자산/유동부채 |
| (x13) | (유동자산-유동부채)/매출액 | (x29) | 고정부채/총자산 |
| (x14) | 광고선전비/매출액 | (x30) | 대주주지분율 |
| (x15) | 매출액(LOG) | (x31) | 주가/액면가 |
| (x16) | 매출액/총자산 | | |

<표 2>에 제시되어 있는 각 변수별로 단변량(univariate) 검증과 산포도(plot) 검증을 실시하여 비정상적(outlier)인 것으로 판단되는 값을 일괄 배제하였다. <표 3>는 각 변수별로 비정상적(outlier)인 것으로 판단되는 값을 일괄 배제하기 위한 배제기준으로 사용한 최대 삭감(truncate)치와 최소 삭감(truncate)치가 표시되어 있다.

제거전의 변수별 값을 살펴보면 x1(당기순이익/자기자본) 비율의 경우 2001년 최대값이 0.360인 기업이 있는가 하면 최소값이 0.0007인 기업이 있었다. x6(총부채/자기자본) 비율의 경우 최대값이 7.348인 기업이 있는가 하면 최소값이 0.002인 기업이 있었다. 이들 기업은 모두 자료가 부정확하거나 비정상적인 기업으로 판단하여 연구에서 배제하였다.

x14(광고선전비/매출액) 비율의 경우 2001년 최대값이 0.123인 기업이 있는가 하면 최소값이 0인 기업이 있었다. 이들 기업은 모두 자료가 부정확하거나 비정상적인 기업으로 판단하여 연구에서 배제하였다. x23(매출원가/재고자산) 비율의 경우 2002년 최대값이 701.262인 기업이 있는가 하면 최소값이 0인 기업이 있었다. 이들 기업은 모두 자료가 부정확하거나 비정상적인 기업으로 판단하여 연구에서 배제하였다.

x24(매출액/재고자산) 비율의 경우 2001년 최대값이 2,083.15인 기업이 있는가 하면 최소값이 0.171인 기업이 있었다. 이들 기업은 모두 자료가 부정확하거나 비정상적인 기업으로 판단하여 연구에서 배제하였다. x26(매출액/매출채권) 비율의 경우 2001년 최대값이 3906.94인 기업이 있는가 하면 최소값이 0.549인 기업이 있었다. 이들 기업은 모두 자료가 부정확하거나 비정상적인 기업으로 판단하여 연구에서 배제하였다.

x29(고정부채/총자산) 비율의 경우 2001년 최대값이 0.796인 기업이 있는가 하면 최소값이 0.001인 기업이 있었다. 이들 기업은 모두 자료가 부정확하거나 비정상적인 기업으로 판단하여 연구에서 배제하였다.

< 표 3> 훈련모형에 사용하기 전 입력 및 출력변수의 outlier제거 기준

| 변수 ¹⁾ | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | |
|------------------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|----------|---------|
| | 최소 | 최대 | 최소 | 최대 | 최소 | 최대 | 최소 | 최대 |
| (x1) | 0.0007 | 0.3600 | 0.0007 | 19.6260 | 0.0004 | 0.6140 | -0.1060 | 0.7500 |
| (x2) | -1.679 | 0.4570 | -2.1890 | 0.9550 | -0.4240 | 0.7570 | -0.5190 | 0.8040 |
| (x3) | -0.3090 | 1.0200 | -0.2620 | 3.1450 | -0.1830 | 0.7790 | -0.6820 | 2.6690 |
| (x4) | -0.0590 | 0.3170 | -0.0190 | 19.6260 | -25.8330 | 0.5980 | -0.1060 | 0.7500 |
| (x5) | 0.1000 | 10.5270 | 0.0960 | 49.2180 | 0.0650 | 8.3690 | -13.0510 | 10.8810 |
| (x6) | 0.0020 | 7.3480 | 0.0010 | 11.3350 | 0.0010 | 6.9330 | -3.1660 | 3.6100 |
| (x7) | -0.2040 | 0.3530 | -0.2640 | 0.8410 | -0.4610 | 0.7860 | -0.5870 | 0.9560 |
| (x8) | 0.0008 | 0.3010 | 0.0004 | 1.8870 | 0.0007 | 0.8010 | 0.0001 | 0.8110 |

| | | | | | | | | |
|-------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| (x9) | -0.0470 | 0.9990 | 0.0250 | 1.0000 | -0.2620 | 1.0000 | -0.3990 | 1.0000 |
| (x10) | 0.0330 | 8.5100 | 0.0002 | 73.9470 | 0.1120 | 1.5320 | 0.0400 | 1.6190 |
| (x11) | 0.0160 | 0.7760 | 0.0140 | 0.8290 | 0.0100 | 0.8440 | 0.0080 | 0.8510 |
| (x12) | 0.0550 | 9.7600 | 0.0890 | 42.7760 | 0.1160 | 14.7030 | 0.0670 | 7.0170 |
| (x13) | -0.7630 | 2.3240 | -2.0690 | 73.4430 | -2.3820 | 1.1170 | -1.4830 | 1.4360 |
| (x14) | 0 | 0.1230 | 0 | 0.1420 | 0 | 0.1385 | 0 | 0.1440 |
| (x15) | 6.9260 | 10.5150 | 7.0540 | 10.6000 | 7.0860 | 10.3970 | 7.1840 | 10.3720 |
| (x16) | 0.0540 | 11.2310 | 0.0220 | 5.5140 | 0.0650 | 3.6990 | 0.1370 | 6.2040 |
| (x17) | 0.0900 | 0.9130 | 0.0870 | 0.9800 | 0.0610 | 0.8930 | 0.0310 | 1.0820 |
| (x18) | 0 | 0.5730 | 0 | 0.5330 | 0 | 0.4900 | 0 | 0.4370 |
| (x19) | 0.0004 | 0.2310 | 0.0004 | 0.3810 | 0.0003 | 0.2960 | 0.0002 | 0.2300 |
| (x20) | 0.0340 | 0.8470 | 0.0260 | 0.9620 | 0.0300 | 0.8940 | 0.0130 | 0.9110 |
| (x21) | 0.0170 | 0.8610 | 0.0060 | 0.8600 | 0.0010 | 0.9100 | 0.0140 | 0.9340 |
| (x22) | 7.0940 | 10.706 | 7.2970 | 10.731 | 7.2640 | 10.751 | 7.3930 | 10.7700 |
| (x23) | 0.1420 | 338.642 | 0 | 701.262 | 0.6940 | 998.443 | 1.7390 | 27784.45 |
| (x24) | 0.1710 | 2083.15 | 0.4170 | 884.255 | 1.5570 | 1235.54 | 0.0000 | 24354.76 |
| (x25) | 0.138 | 3.3780 | 0.0350 | 4.5020 | 0.1190 | 4.8810 | -0.2330 | 5.4290 |
| (x26) | 0.549 | 3906.94 | 0.7190 | 2290.17 | 1.2050 | 10207.62 | 1.456 | 34849.12 |
| (x27) | 0.235 | 8.9590 | 0.0010 | 265.3880 | 0.1300 | 12.1510 | 0.0600 | 31.7250 |
| (x28) | 0.067 | 7.5170 | 0.1100 | 9.4860 | 0.0980 | 8.7420 | 0.0460 | 31.7250 |
| (x29) | 0.001 | 0.796 | 0.0008 | 0.7970 | 0.0009 | 0.7400 | 0.0020 | 0.5920 |
| (x30) | 0.95 | 0.01 | 0.79 | 0.003 | 0.79 | 0.02 | 0.79 | 0.03 |
| (x31) | 0.055 | 536 | 0.07 | 458 | 0.166 | 398 | 0.238 | 394 |

주) (1) 변수에 대한 자세한 설명은 <표 2> 참조

(2) 이상치 제거전 표본수 : 2001년(259개), 2002년(298개), 2003년(313개), 2004년(314개)

3.3 인공신경망 모형의 특성

<표 4>은 극단치를 제거한 후의 변수별 평균, 표준편차를 나타내고 있다. 표준편차가 0일 때는 관측값의 모두가 동일한 크기이고 표준편차가 클수록 관측값 중에는 평균에서 떨어진 값이 많이 존재한다는 의미이다.

x1(당기순이익/자기자본)의 경우 2001년 평균 0.0816이고 표준편차가 0.0604로 나타났다, 2004년의 경우 평균 0.0997 표준편차가 0.0774로 나타났다. 2001년부터 2004년까지 표준편차가 모두 0에 가까우므로 평균을 중심으로 분포한다. x15(광고선전비/매출

액)의 경우 평균값은 0.01이고 표준편차가 0.0211이다. 표준편차가 0일 때는 값이 모두 동일한 크기이고 표준편차가 클수록 관측값 중에는 평균에서 떨어진 값이 많이 존재한다는 뜻이다. 그러므로 x15의 경우 값이 평균을 중심으로 분포한다고 할 수 있다.

x29(고정부채/총자산)의 경우 평균값은 0.1363이고 표준편차가 0.1032이다. 표준편차가 0일 때는 값이 모두 동일한 크기이고 표준편차가 클수록 관측값 중에는 평균에서 떨어진 값이 많이 존재한다는 뜻이다. 그러므로 x29의 경우 값이 평균을 중심으로 분포한다고 할 수 있다.

출력변수인 x31(주가/액면가)의 경우 2001년 평균값은 4.3266이고 표준편차가 6.3430이다. 표준편차가 0일 때는 값이 모두 동일한 크기이고 표준편차가 클수록 관측값 중에는 평균에서 떨어진 값이 많이 존재한다는 뜻이다. 그러므로 x31의 경우 값이 평균에서 떨어진 값이 많이 존재한다.

<표 4> 훈련 모형에 사용된 변수에 대한 평균과 표준편차

| 변수명 | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | |
|-------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 |
| (x1) | 0.0816 | 0.0604 | 0.1043 | 0.0857 | 0.0917 | 0.0810 | 0.0997 | 0.0774 |
| (x2) | 0.1081 | 0.0892 | 0.1176 | 0.1021 | 0.1106 | 0.0922 | 0.1314 | 0.0991 |
| (x3) | 0.1355 | 0.1003 | 0.1458 | 0.1112 | 0.1248 | 0.0896 | 0.1244 | 0.0986 |
| (x4) | 0.0644 | 0.0570 | 0.0867 | 0.0836 | -0.0155 | 0.3350 | 0.0808 | 0.0748 |
| (x5) | 0.9614 | 0.6946 | 1.0656 | 0.9609 | 0.9767 | 0.7474 | 0.9065 | 0.7342 |
| (x6) | 0.3109 | 0.3705 | 0.3533 | 0.5494 | 0.2659 | 0.3016 | 0.2507 | 0.3053 |
| (x7) | 0.0772 | 0.0587 | 0.0785 | 0.0645 | 0.0717 | 0.0567 | 0.0684 | 0.0570 |
| (x8) | 0.0540 | 0.0488 | 0.0638 | 0.0565 | 0.0578 | 0.0565 | 0.0590 | 0.0482 |
| (x9) | 0.2135 | 0.1360 | 0.2169 | 0.1471 | 0.2203 | 0.1446 | 0.2102 | 0.1453 |
| (x10) | 0.4999 | 0.2686 | 1.3627 | 2.4026 | 0.4972 | 0.2209 | 0.4667 | 0.2175 |
| (x11) | 0.1304 | 0.1042 | 0.1336 | 0.1206 | 0.1437 | 0.1184 | 0.1372 | 0.1223 |
| (x12) | 0.7065 | 0.3829 | 0.7625 | 0.7795 | 0.6791 | 0.4015 | 0.6263 | 0.3645 |
| (x13) | 0.1580 | 0.2835 | 0.9738 | 2.3923 | 0.1466 | 0.2469 | 0.1575 | 0.2277 |
| (x14) | 0.0090 | 0.0180 | 0.0093 | 0.0206 | 0.0096 | 0.0204 | 0.0078 | 0.0155 |
| (x15) | 8.2798 | 0.5706 | 8.3633 | 0.6265 | 8.3565 | 0.6022 | 8.4066 | 0.5572 |
| (x16) | 0.9544 | 0.3770 | 0.9541 | 0.3853 | 0.9793 | 0.3718 | 1.0578 | 0.4078 |
| (x17) | 0.4395 | 0.1564 | 0.4471 | 0.1743 | 0.4362 | 0.1671 | 0.4201 | 0.1652 |
| (x18) | 0.1161 | 0.0770 | 0.1246 | 0.0865 | 0.1228 | 0.0839 | 0.1315 | 0.0825 |
| (x19) | 0.0469 | 0.0391 | 0.0549 | 0.0422 | 0.0507 | 0.0413 | 0.0568 | 0.0441 |
| (x20) | 0.3699 | 0.1317 | 0.3716 | 0.1278 | 0.3732 | 0.1330 | 0.3874 | 0.1320 |
| (x21) | 0.3888 | 0.1760 | 0.3839 | 0.1745 | 0.3713 | 0.1594 | 0.3681 | 0.1625 |
| (x22) | 8.3311 | 0.5512 | 8.4216 | 0.6076 | 8.3956 | 0.5900 | 8.4130 | 0.5561 |
| (x23) | 9.4041 | 7.7550 | 8.8127 | 6.9342 | 9.2478 | 7.2383 | 11.3969 | 8.4221 |
| (x24) | 11.9297 | 9.3917 | 11.1710 | 8.2531 | 11.7443 | 8.5800 | 9.1182 | 7.2275 |

<표 4 계속> 훈련 모형에 사용된 변수에 대한 평균과 표준편차

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| (x25) | 1.0941 | 0.5344 | 1.1216 | 0.6088 | 1.1394 | 0.6166 | 1.1559 | 0.5586 |
| (x26) | 9.2003 | 10.6170 | 9.1425 | 9.7519 | 7.2757 | 7.4734 | 8.1250 | 7.0251 |
| (x27) | 1.7496 | 1.3136 | 4.5542 | 8.3826 | 1.7174 | 1.1269 | 1.8758 | 1.4320 |
| (x28) | 1.3009 | 1.1158 | 1.2873 | 1.0646 | 1.2712 | 0.9581 | 1.3584 | 1.1778 |
| (x29) | 0.1363 | 0.1032 | 0.1344 | 0.1180 | 0.1171 | 0.0969 | 0.1136 | 0.0949 |
| (x30) | 0.3271 | 0.1762 | 0.3345 | 0.1745 | 0.3329 | 0.1745 | 0.3417 | 0.1780 |
| (x31) | 4.3266 | 6.3430 | 4.4952 | 9.0232 | 5.1981 | 9.1803 | 5.9793 | 13.6423 |

주) (1) 변수에 대한 자세한 설명은 <표 2> 참조

(2) 이상치 제거후 표본수 : 2001년(186개), 2002년(197개), 2003년(211개), 2004년(194개)

IV. 통계분석

4.1 인공신경망 모형의 훈련과정

본 연구에 사용한 인공신경망은 BrainMaker v.3.75이다. 이 모형에 투입될 입력변수를 결정하기 위하여 <표 2>의 변수에 대하여 실제주가(패턴변수)와의 상관관계를 살펴보았다. 통계적으로 0.05 수준에서 유의한 변수를 추출한 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 이상치(outlier) 제거후 주가와 재무특성변수간의 상관분석

| 변수 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| (x1) | 0.2076 (0.0023) | 0.1272 (0.0568) | 0.1840 (0.0043) | 0.0830 (0.2177) |
| (x2) | 0.2250 (0.0009) | 0.2343 (0.0004) | 0.2631 ($<.0001$) | 0.1088 (0.1058) |
| (x3) | 0.0470 (0.4933) | 0.0776 (0.2462) | 0.1886 (0.0034) | 0.0569 (0.3988) |
| (x4) | 0.2106 (0.0019) | 0.1169 (0.0803) | 0.1256 (0.0525) | 0.0794 (0.2385) |
| (x5) | -0.2453 (0.0003) | -0.2276 (0.0006) | -0.2210 (0.0006) | -0.1733 (0.0097) |

<표 5 계속> 이상치(outlier) 제거후 주가와 재무특성변수간의 상관분석

| 변수 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| (x6) | -0.1873 (0.006) | -0.1570 (0.0185) | -0.1561 (0.0157) | -0.0918 0.1729 |
| (x7) | 0.1964 (0.0039) | 0.2245 (0.0007) | 0.3282 ($<.0001$) | 0.1788 (0.0076) |
| (x8) | 0.2791 ($<.0001$) | 0.2068 (0.0018) | 0.2745 ($<.0001$) | 0.1905 (0.0044) |
| (x9) | 0.2329 (0.0006) | 0.2051 (0.0020) | 0.2777 ($<.0001$) | 0.1768 (0.0083) |
| (x10) | 0.0213 (0.7567) | -0.0991 (0.1383) | -0.0213 (0.7426) | -0.0388 (0.5644) |
| (x11) | 0.1847 (0.0067) | 0.1231 (0.0653) | 0.1721 (0.0076) | 0.1223 (0.0688) |
| (x12) | 0.0113 (0.8691) | -0.0051 (0.9389) | 0.0430 (0.5080) | 0.1216 (0.0705) |
| (x13) | 0.1208 (0.0778) | -0.0825 (0.2173) | 0.1080 (0.0956) | 0.0704 (0.2963) |
| (x14) | 0.1895 (0.0054) | 0.1897 (0.0043) | 0.2438 (0.0001) | 0.2367 (0.0004) |
| (x15) | 0.1473 (0.0312) | 0.2337 (0.0004) | 0.2574 ($<.0001$) | 0.2341 (0.0004) |
| (x16) | -0.0564 (0.4116) | -0.0017 (0.9795) | -0.0632 (0.3301) | -0.1069 (0.1121) |
| (x17) | -0.2767 ($<.0001$) | -0.2966 ($<.0001$) | -0.2647 ($<.0001$) | -0.2292 (0.0006) |
| (x18) | -0.1596 (0.0194) | -0.1631 (0.0143) | -0.1712 (0.0080) | -0.1656 (0.0134) |
| (x19) | 0.2939 ($<.0001$) | 0.3238 ($<.0001$) | 0.3278 ($<.0001$) | 0.1607 (0.0165) |
| (x20) | -0.0731 (0.2867) | -0.0175 (0.7932) | -0.0583 (0.3691) | 0.0183 (0.7856) |
| (x21) | -0.0242 (0.7246) | 0.0082 (0.9019) | 0.0322 (0.6201) | 0.0335 (0.6196) |

<표 5 계속> 이상치(outlier) 제거후 주가와 재무특성변수간의 상관분석

| 변수 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| (x22) | 0.1635 (0.0167) | 0.2341 (0.0004) | 0.2753 ($<.0001$) | 0.2646 ($<.0001$) |
| (x23) | 0.0209 (0.7602) | 0.0276 (0.6800) | -0.0028 (0.9647) | 0.0797 (0.2370) |
| (x24) | 0.0917 (0.1812) | 0.1025 (0.1250) | 0.0889 (0.1707) | 0.0143 (0.8315) |
| (x25) | 0.1648 (0.0158) | 0.1046 (0.1177) | 0.0659 (0.3103) | 0.0125 (0.8523) |
| (x26) | -0.0217 (0.7521) | 0.0741 (0.2682) | 0.0787 (0.2253) | 0.0851 (0.2063) |
| (x27) | 0.1957 (0.0041) | -0.0635 (0.3431) | 0.1274 (0.0491) | 0.0941 (0.1620) |
| (x28) | 0.2190 (0.0013) | 0.1233 (0.0648) | 0.1545 (0.0168) | 0.1095 (0.1035) |
| (x29) | -0.1827 (0.0074) | -0.1761 (0.0081) | -0.1448 (0.0252) | -0.0696 (0.3018) |
| (x30) | 0.04229 (0.4906) | 0.03131 (0.6079) | 0.05332 (0.3793) | 0.0323 (0.5964) |
| (x31) | 패턴 변수 | 패턴 변수 | 패턴 변수 | 패턴 변수 |

주) (1) 변수에 대한 자세한 설명은 <표 2> 참조

(2) 이상치 제거후 표본수 : 2001년(186개), 2002년(197개), 2003년(211개), 2004년(194개)

본 연구에서 패턴변수와 상관관계에 있는 변수를 각 연도별로 살펴보면 <표 6>와 같다. 인공지능경망의 훈련모형에 사용된 변수 중 x5, x7, x8, x9, x14, x15, x17, x18, x19, x22 변수는 매년 사용되었다.

<표 6> 연도별 인공신경망의 훈련모형에 사용된 변수

| 연도 | 인공신경망 모형에서 사용된 변수명 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2002 | x1, x2, x4, x5, x6, x7, x8, x9, x11, x14, x15, x17, x18, x19, x22, x25, x27, x28, x29 |
| 2003 | x2, x5, x6, x7, x8, x9, x14, x15, x17, x18, x19, x22, x29 |
| 2004 | x1, x2, x3, x5, x6, x7, x8, x9, x11, x14, x15, x17, x18, x19, x22, x27, x28, x29 |
| 2005 | x5, x7, x8, x9, x14, x15, x17, x18, x19, x22 |

우선 BrainMaker의 숨은 계층을 1개로 정의하였다. 적절한 뉴런의 수를 결정하는 별도의 공식이나 방법은 없으나 일반적으로 다음과 같은 최대 최소의 범위 내에서 뉴런 수를 결정한다.

최소 숨은 뉴런의 수 = (관측수/10)-입력변수의 수-출력변수의 수

최대 숨은 뉴런의 수 = (관측수/2)-입력변수의 수-출력변수의 수

뉴런의 수가 많다고 하여 예측력이 높아지는 것은 아니다. 인공신경망 훈련에 필요한 적절한 수의 입력변수, 숨은 뉴런, 출력변수는 일반적으로 다음과 같은 공식에 의하여 정해진다.

최소의 관측수 = $2 \times (\text{입력변수} + \text{숨은 뉴런} + \text{출력변수})$

최대의 관측수 = $10 \times ((\text{입력변수} + \text{숨은 뉴런} + \text{출력변수}))$

본 연구에서 훈련에 투입된 입력변수, 숨은뉴런, 출력변수는 <표 7>와 같다.

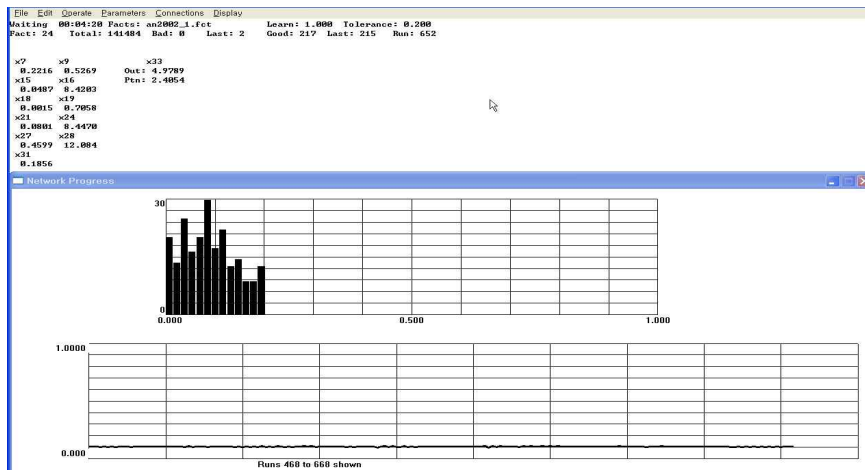
<표 7> 연도별 인공신경망 모형의 훈련에 투입된 관측수

| 연도 | 입력변수 | 숨은뉴런 | 출력변수 |
|------|------|------|------|
| 2002 | 19 | 10 | 1 |
| 2003 | 13 | 7 | 1 |
| 2004 | 18 | 9 | 1 |
| 2005 | 10 | 5 | 1 |

훈련허용치(Training tolerance)와 검증허용치(testing tolerance)는 각각 0.2로 설정

하였다. 보다 정밀하게 0.1 또는 0.05로 설정할 수도 있지만 훈련허용치를 낮게 설정하여도 더 정밀한 결과가 나오지 않기 때문에 인공지능시스템의 훈련시간을 효율적으로 하기 위하여 0.2로 설정하였다.¹⁾ 훈련 중에 검증은 매 회전마다 하도록 설정하고 훈련결과의 저장은 매 1회 회전마다 하도록 하였다. <그림 1>은 BrainMaker 훈련과정을 나타내는 훈련 통제 흐름(Training control flow) 화면의 모습이다.

<그림 1> BrainMaker 훈련과정을 나타내는 Control Flow화면 모습



훈련이 완료된 인공지능시스템에서 가장 최선의 훈련값을 찾기 위하여 검증통계량 (testing statistics)에서 평균오차(AvgError: average error)와 RMSE(root mean squared error)를 검사하였다. <그림 2>는 BrainMaker 훈련이 끝난 후 AvgError와 RMSE를 확인하기 위한 화면 모습이다.

- 1) Training tolerance와 testing tolerance를 각각 0.1 또는 0.05등으로 다양하게 설정하여 운용해 본 결과 예측력이 더 높아지는 않았으며 오히려 훈련이 적절히 이루어지지 못하는 경우도 발생하였다. 이와 같이 인공신경망 모형을 구축할 때 tolerance가 낮다고 하여 좋은 모형이 만들어지는 것은 아니다. 데이터가 다양하고 이질적이거나 분산 값이 클 경우 training tolerance와 testing tolerance에 큰 값(0.2 정도)을 부여하여 모형을 운영하는 것이 보다 더 예측력 높은 모형을 도출하는 요령이다.

<그림 2> BrainMaker 훈련이 끝난 후 AvgError와 RMSE를 확인하기 위한 화면 모습

| File | Column | Row | Label | Number | Symbol | Operate | | | | | | |
|------|--------|------|-------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|-----------|----------|---------|
| | | | | NotUsed | NotUsed | NotUsed | NotUsed | NotUsed | NotUsed | NotUsed | NotUsed | NotUsed |
| | | | Run | TotFacts | Good | Bad | adOutput | TotalBad | Learn | tolerance | AvgError | RMSErr |
| 334 | 335 | 8016 | 23 | 1 | 1 | 417 | 1 | 0.2 | 0.1015 | 0.1616 | 00:04:10 | |
| 335 | 336 | 8040 | 23 | 1 | 1 | 418 | 1 | 0.2 | 0.0971 | 0.1615 | 00:04:10 | |
| 336 | 337 | 8064 | 23 | 1 | 1 | 419 | 1 | 0.2 | 0.1065 | 0.1625 | 00:04:10 | |
| 337 | 338 | 8088 | 23 | 1 | 1 | 420 | 1 | 0.2 | 0.0962 | 0.1618 | 00:04:10 | |
| 338 | 339 | 8112 | 23 | 1 | 1 | 421 | 1 | 0.2 | 0.1025 | 0.1621 | 00:04:10 | |
| 339 | 340 | 8136 | 23 | 1 | 1 | 422 | 1 | 0.2 | 0.093 | 0.1613 | 00:04:10 | |
| 340 | 341 | 8160 | 23 | 1 | 1 | 423 | 1 | 0.2 | 0.0973 | 0.1608 | 00:04:10 | |
| 341 | 342 | 8184 | 23 | 1 | 1 | 424 | 1 | 0.2 | 0.0973 | 0.1601 | 00:04:10 | |

<표 8>는 인공신경망 모형에 대하여 평균오차가 낮은 3개의 model에 대한 각 연도별 훈련번호, 검증통계량인 평균오차, RMSE를 보여주고 있다.

<표 8> 연도별 인공신경망 모형의 검증통계량

| 연도 | model | Run 번호 | AvgError | RMSError |
|------|---------|--------|----------|----------|
| 2002 | model01 | 168 | 0.0627 | 0.0984 |
| | model02 | 250 | 0.0632 | 0.1041 |
| | model03 | 165 | 0.0634 | 0.0988 |
| 2003 | model01 | 603 | 0.0152 | 0.0226 |
| | model02 | 641 | 0.0154 | 0.0223 |
| | model03 | 709 | 0.0156 | 0.0218 |
| 2004 | model01 | 365 | 0.0364 | 0.0512 |
| | model02 | 350 | 0.0369 | 0.0504 |
| | model03 | 348 | 0.0371 | 0.0501 |
| 2005 | model01 | 449 | 0.049 | 0.0678 |
| | model02 | 400 | 0.0494 | 0.0659 |
| | model03 | 386 | 0.0499 | 0.0659 |

2002년의 경우 3개의 Model 중 168번째 회전에서 가장 낮은 값이 발견되었다. 이 때 평균오차는 0.0627, RMSE는 0.0984이었다. 2003년의 경우 3개의 Model 중 603번째 회전에서 가장 낮은 값이 발견되었다. 이 때 평균오차는 0.0152, RMSE는 0.0226이었다. 2004년의 경우 3개의 Model 중 365번째 회전에서 가장 낮은 값이 발견되었다. 이 때 평균오차는 0.0364, RMSE는 0.0512이었다. 2005년의 경우 3개의 Model 중 449번째 회전에서 가장 낮은 값이 발견되었다. 이 때 평균오차는 0.049, RMSE는 0.0678이었다. 다음 단계로 이것을 선택하여 훈련 결과를 재확인하고 검증에 착수하였다.

4.2 인공신경망 모형과 Ohlson모형의 추정주가 비교

훈련된 인공신경망 모형을 선정된 검증대상 기업에 적용하였다. 우선 검증대상 기업에 대하여 인공신경망모형과 Ohlson모형을 적용하여 주가를 추정하고 이를 실제주가와 비교하기 위하여 실제주가 대비 추정주가 배수를 계산하였다.

<표 9>는 2002년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가의 차이를 보여주고 있다. 인공신경망모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 11,897원, 8,478원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 12,982원, 14,582원인 점을 감안할 때 인공신경망모형에 의한 추정주가와 유사하게 평가되었다. Ohlson모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 5,966원, 5,747원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 12,982원, 14,582원인 점을 감안할 때 Ohlson모형에 의한 추정주가가 과소평가 되었다.

<표 9> 2002년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가 비교

| 기업코드 | 실제주가 ¹⁾ (A) | 인공신경망 모형 | | Ohlson모형 | |
|------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | 추정주가 ²⁾ (B) | 배수(B/A) | 추정주가 ³⁾ (C) | 배수(C/A) |
| 240 | 3,174 | 3,989 | 1.26 | 1,668 | 0.53 |
| 1230 | 5,503 | 28,798 | 5.23 | 2,109 | 0.38 |
| 1300 | 16,520 | 31,788 | 1.92 | 6,675 | 0.40 |
| 1310 | 4,237 | 13,296 | 3.14 | 824 | 0.19 |
| 1340 | 2,118 | 12,116 | 5.72 | 2,703 | 1.28 |
| 1880 | 2,452 | 8,890 | 3.63 | 2,515 | 1.03 |
| 2600 | 33,315 | 4,562 | 0.14 | 17,591 | 0.53 |
| 3080 | 25,418 | 9,519 | 0.37 | 11,716 | 0.46 |
| 3350 | 2,231 | 5,476 | 2.45 | 1,407 | 0.63 |
| 3650 | 5,219 | 12,746 | 2.44 | 14,313 | 2.74 |
| 3720 | 41,985 | 14,162 | 0.34 | 9,247 | 0.22 |
| 4800 | 58,388 | 31,080 | 0.53 | 7,520 | 0.13 |
| 5450 | 2,579 | 6,215 | 2.41 | 2,699 | 1.05 |
| 5620 | 17,993 | 16,444 | 0.91 | 17,658 | 0.98 |
| 5980 | 5,030 | 4,720 | 0.94 | 5,664 | 1.13 |
| 6740 | 12,728 | 16,050 | 1.26 | 20,770 | 1.63 |
| 7160 | 3,851 | 8,339 | 2.17 | 4,278 | 1.11 |
| 7540 | 41,465 | 12,495 | 0.30 | 2,576 | 0.06 |

| | | | | | |
|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 8060 | 14,895 | 2,069 | 0.14 | 3,539 | 0.24 |
| 10640 | 7,506 | 7,080 | 0.94 | 2,985 | 0.40 |
| 10690 | 9,839 | 2,061 | 0.21 | -1,347 | -0.14 |
| 11280 | 5,218 | 21,086 | 4.04 | 2,769 | 0.53 |
| 12580 | 10,918 | 9,913 | 0.91 | 4,583 | 0.42 |
| 14530 | 17,790 | 8,890 | 0.50 | 4,423 | 0.25 |
| 14910 | 739 | 433 | 0.59 | 1,967 | 2.66 |
| 15360 | 1,082 | 22,424 | 20.73 | 11,507 | 10.64 |
| 18470 | 6,872 | 11,015 | 1.60 | 1,854 | 0.27 |
| 30720 | 4,423 | 7,474 | 1.69 | 2,825 | 0.64 |
| 평균 | 12,982 | 11,897 | 2.37 | 5,966 | 1.08 |
| 표준편차 | 14,582 | 8,478 | 3.899 | 5,747 | 1.99 |

주 1) 실제주가 : 검증대상 기업의 결산후 3개월 이후인 3월 평균주가

2) 추정주가 : 인공신경망모형에 의한 추정주가 3) 추정주가 : Ohlson모형에 의한 추정주가

인공신경망모형에 의하여 추정된 주가가 실제주가와 괴리되어 있는지를 살펴보기 위하여 실제주가 대비 추정주가 배수를 계산하였다. 그 결과 인공신경망모형에 의한 추정주가의 실제주가 대비 배수는 평균이 2.37배, 표준편차가 3.899으로 나타났다. 그 결과 Ohlson모형에 의한 추정주가의 실제주가 대비 배수는 평균이 1.08배, 표준편차가 1.99배로 나타났다.

<표 10> 2003년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가 비교

| 기업코드 | 실제주가 ¹⁾ (A) | 인공신경망 모형 | | Ohlson모형 | |
|------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | 추정주가 ²⁾ (B) | 배수(B/A) | 추정주가 ³⁾ (C) | 배수(C/A) |
| 240 | 2,276 | 1,913 | 0.84 | 2,084 | 0.92 |
| 1230 | 10,423 | 5,747 | 0.55 | 5,371 | 0.52 |
| 1300 | 13,598 | 16,453 | 1.21 | 8,792 | 0.65 |
| 1310 | 1,854 | 2,837 | 1.53 | 2,323 | 1.25 |
| 1340 | 11,563 | 3,885 | 0.34 | 3,946 | 0.34 |
| 1880 | 1,246 | 2,488 | 2.00 | 2,333 | 1.87 |
| 2600 | 23,950 | 9,354 | 0.39 | 13,825 | 0.58 |
| 3080 | 5,203 | 5,630 | 1.08 | 6,937 | 1.33 |
| 3350 | 5,145 | 14,225 | 2.76 | 1,038 | 0.20 |

| | | | | | |
|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 3650 | 34,395 | 10,518 | 0.31 | 18,349 | 0.53 |
| 3720 | 2,591 | 21,689 | 8.37 | 5,873 | 2.27 |
| 4800 | 10,043 | 3,885 | 0.39 | 10,653 | 1.06 |
| 5450 | 1,054 | 975 | 0.93 | 1,956 | 1.86 |
| 5620 | 10,243 | 22,504 | 2.20 | 31,639 | 3.09 |
| 5980 | 2,271 | 1,208 | 0.53 | 7,593 | 3.34 |
| 6740 | 5,788 | 20,758 | 3.59 | 9,047 | 1.56 |
| 7160 | 3,764 | 2,139 | 0.57 | 7,706 | 2.05 |
| 7540 | 4,418 | 19,465 | 4.41 | 2,473 | 0.56 |
| 8060 | 9,614 | 9,186 | 0.96 | 3,312 | 0.34 |
| 10640 | 937 | 10,634 | 11.36 | 5,044 | 5.39 |
| 10690 | 35,593 | 1,831 | 0.05 | 2,286 | 0.06 |
| 11280 | 7,802 | 5,863 | 0.75 | 3,563 | 0.46 |
| 12580 | 3,527 | 2,605 | 0.74 | 6,929 | 1.96 |
| 14530 | 2,256 | 2,954 | 1.31 | 4,942 | 2.19 |
| 14910 | 658 | 202 | 0.31 | -2,755 | -4.19 |
| 15360 | 10,266 | 4,932 | 0.48 | 11,470 | 1.12 |
| 18470 | 28,510 | 3,536 | 0.12 | 8,866 | 0.31 |
| 30720 | 2,577 | 1,325 | 0.51 | 2,138 | 0.83 |
| 평균 | 8,984 | 7,455 | 1.73 | 6,705 | 1.16 |
| 표준편차 | 9,883 | 6,967 | 2.55 | 6,561 | 1.57 |

주 1) 실제주가 : 검증대상 기업의 결산후 3개월 이후인 3월 평균종가

2) 추정주가 : 인공신경망모형에 의한 추정주가 3) 추정주가 : Ohlson모형에 의한 추정주가

<표 10>는 2003년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가의 차이를 보여주고 있다. 인공신경망모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 7,455원, 6,967원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 8,984원, 9,883원인 점을 감안할 때 인공신경망모형에 의한 추정주가가 과소평가 되었다. Ohlson모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 6,705원, 6,561원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 8,984원, 9,883원인 점을 감안할 때 Ohlson모형에 의한 추정주가가 과소평가 되었다.

인공신경망모형과 Ohlson모형에 의하여 추정된 주가가 실제주가와 괴리되어 있는지를 살펴보기 위하여 실제주가 대비 추정주가 배수를 계산하였다. 그 결과 인공신경망모형에 의한 추정주가의 실제주가 대비 배수는 평균이 1.73배, 표준편차가 2.55으로

나타났다. 그 결과 Ohlson모형에 의한 추정주가의 실제주가 대비 배수는 평균이 1.16배, 표준편차가 1.57배로 나타났다

<표 11>는 2004년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가의 차이를 보여주고 있다. 인공신경망모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 13,385원, 13,075원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 13,895원, 15,757원인 점을 감안할 때 인공신경망모형에 의한 추정주가가 과소평가 되었다. Ohlson모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 14,477원, 12,066원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 13,895원, 15,757원인 점을 감안할 때 Ohlson모형에 의한 추정주가가 과소평가 되었다.

인공신경망모형과 Ohlson모형에 의하여 추정된 주가가 실제주가와 괴리되어 있는지를 살펴보기 위하여 실제주가 대비 추정주가 배수를 계산하였다. 그 결과 인공신경망모형에 의한 추정주가의 실제주가 대비 배수는 평균이 1.31배, 표준편차가 0.57으로 나타났다. 그 결과 Ohlson모형에 의한 추정액의 실제주가 대비 배수는 평균이 3.52배, 표준편차가 5.77으로 나타났다.

<표 11> 2004년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가 비교

| 기업코드 | 실제주가 ¹⁾ (A) | 인공신경망 모형 | | Ohlson모형 | |
|-------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | 추정주가 ²⁾ (B) | 배수(B/A) | 추정주가 ³⁾ (C) | 배수(C/A) |
| 240 | 1,984 | 2,354 | 1.19 | 9,145 | 4.61 |
| 1210 | 48,220 | 32,471 | 0.67 | 13,256 | 0.27 |
| 1230 | 26,650 | 36,629 | 1.37 | 15,167 | 0.57 |
| 1340 | 48,255 | 58,045 | 1.20 | 16,736 | 0.35 |
| 2300 | 6,520 | 14,170 | 2.17 | 23,946 | 3.67 |
| 3300 | 15,002 | 13,585 | 0.91 | 54,915 | 3.66 |
| 3650 | 15,034 | 12,366 | 0.82 | 16,569 | 1.10 |
| 4150 | 3,823 | 4,298 | 1.12 | 6,062 | 1.59 |
| 5450 | 2,939 | 7,120 | 2.42 | 7,497 | 2.55 |
| 5620 | 26,427 | 25,480 | 0.96 | 22,992 | 0.87 |
| 6390 | 1,907 | 2,590 | 1.36 | 49,773 | 26.10 |
| 7540 | 13,836 | 22,189 | 1.60 | 12,042 | 0.87 |
| 10600 | 5,486 | 5,044 | 0.92 | 12,155 | 2.22 |
| 10640 | 24,989 | 13,459 | 0.54 | 10,034 | 0.40 |

<표 11> 2004년 검증대상 기업의 실제주가와 인공지능경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가 비교

| 기업코드 | 실제주가 ¹⁾ (A) | 인공신경망 모형 | | Ohlson모형 | |
|-------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | 추정주가 ²⁾ (B) | 배수(B/A) | 추정주가 ³⁾ (C) | 배수(C/A) |
| 10690 | 1,101 | 2,871 | 2.61 | 7,475 | 6.79 |
| 11280 | 2,553 | 3,907 | 1.53 | 8,828 | 3.46 |
| 12450 | 11,193 | 9,525 | 0.85 | 8,673 | 0.77 |
| 12580 | 422 | 687 | 1.63 | 8,120 | 19.26 |
| 12690 | 10,743 | 9,920 | 0.92 | 6,378 | 0.59 |
| 14530 | 26,457 | 16,251 | 0.61 | 6,886 | 0.26 |
| 14910 | 8,026 | 7,690 | 0.96 | 6,411 | 0.80 |
| 18470 | 4,145 | 5,776 | 1.39 | 10,513 | 2.54 |
| 19300 | 2,122 | 3,661 | 1.73 | 10,000 | 4.71 |
| 29530 | 59,032 | 31,475 | 0.53 | 27,603 | 0.47 |
| 34020 | 7,058 | 8,743 | 1.24 | 7,816 | 1.11 |
| 42660 | 9,088 | 11,124 | 1.22 | 10,090 | 1.11 |
| 42670 | 4,861 | 10,946 | 2.25 | 9,052 | 1.86 |
| 63160 | 1,189 | 2,418 | 2.03 | 7,221 | 6.07 |
| 평균 | 13,895 | 13,385 | 1.31 | 14,477 | 3.52 |
| 표준편차 | 15,757 | 13,075 | 0.57 | 12,066 | 5.77 |

주 1) 실제주가 : 검증대상 기업의 결산후 3개월 이후인 3월 평균종가

2) 추정주가 : 인공신경망모형에 의한 추정주가 3) 추정주가 : Ohlson모형에 의한 추정주가

<표 12>는 2005년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가의 차이를 보여주고 있다. 인공신경망모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 17,609원, 18,260원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 16,057원, 17,031원인 점을 감안할 때 인공신경망모형에 의한 추정주가가 과대평가 되었다. Ohlson모형에 의한 추정주가 평균과 표준편차는 각각 12,660원, 16,736원으로 나타났다. 실제주가의 평균과 표준편차가 16,057원, 17,031원인 점을 감안할 때 Ohlson모형에 의한 추정주가가 과소평가 되었다.

인공신경망모형과 Ohlson모형에 의하여 추정된 주가가 실제주가와 괴리되어 있는지를 살펴보기 위하여 실제주가 대비 추정주가 배수를 계산하였다. 그 결과 인공신경망모형에 의한 추정주가의 실제주가 대비 배수는 평균이 1.10배, 표준편차가 1.07으로 나타났다. 그 결과 Ohlson모형에 의한 추정주가의 실제주가 대비 배수는 평균이 0.74

배, 표준편차가 0.64으로 나타났다.

<표 12> 2005년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가 비교

| 기업코드 | 실제주가 ¹⁾ (A) | 인공신경망 모형 | | Ohlson모형 | |
|-------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | 추정주가 ²⁾ (B) | 배수(B/A) | 추정주가 ³⁾ (C) | 배수(C/A) |
| 240 | 11,518 | 10,159 | 0.88 | 3,510 | 0.30 |
| 1210 | 43,177 | 13,250 | 0.31 | 10,111 | 0.23 |
| 1230 | 21,050 | 35,310 | 1.68 | 38,139 | 1.81 |
| 1340 | 10,331 | 12,304 | 1.19 | 14,614 | 1.41 |
| 2300 | 34,830 | 38,200 | 1.10 | 33,462 | 0.96 |
| 3300 | 62,968 | 67,525 | 1.07 | 73,866 | 1.17 |
| 3650 | 18,584 | 26,884 | 1.45 | 24,596 | 1.32 |
| 4150 | 12,011 | 18,457 | 1.54 | -2,264 | -0.19 |
| 5450 | 2,179 | 2,652 | 1.22 | 1,394 | 0.64 |
| 5620 | 32,289 | 21,298 | 0.66 | 33,789 | 1.05 |
| 6390 | 28,173 | 39,571 | 1.40 | 29,362 | 1.04 |
| 7540 | 9,950 | 6,248 | 0.63 | 7,510 | 0.75 |
| 10600 | 5,335 | 10,883 | 2.04 | 6,021 | 1.13 |
| 10640 | 5,530 | 6,984 | 1.26 | 7,007 | 1.27 |
| 10690 | 1,395 | 2,120 | 1.52 | 1,212 | 0.87 |
| 11280 | 4,337 | 6,570 | 1.51 | 5,085 | 1.17 |
| 12450 | 9,685 | 14,102 | 1.46 | 273 | 0.03 |
| 12580 | 6,091 | 10,978 | 1.80 | -58 | -0.01 |
| 12690 | 1,037 | 893 | 0.86 | -517 | -0.50 |
| 14530 | 6,191 | 8,989 | 1.45 | 6,129 | 0.99 |
| 14910 | 1,060 | 814 | 0.77 | -230 | -0.22 |
| 18470 | 5,944 | 6,114 | 1.03 | 8,889 | 1.50 |
| 19300 | 4,675 | 5,019 | 1.07 | 9,554 | 2.04 |
| 29530 | 62,332 | 73,075 | 1.17 | 23,024 | 0.37 |
| 34020 | 13,180 | 15,767 | 1.20 | 11,717 | 0.89 |
| 42660 | 19,995 | 19,215 | 0.96 | 5,022 | 0.25 |
| 42670 | 9,410 | 13,665 | 1.45 | 1,518 | 0.16 |
| 63160 | 6,343 | 6,010 | 0.95 | 1,731 | 0.27 |
| 평균 | 16,057 | 17,609 | 1.10 | 12,660 | 0.74 |
| 표준편차 | 17,031 | 18,260 | 1.07 | 16,736 | 0.64 |

- 주 1) 실제주가 : 검증대상 기업의 결산후 3개월 이후인 3월 평균종가
 2) 추정주가 : 인공신경망모형에 의한 추정주가 3) 추정주가 : Ohlson모형에 의한 추정주가

<표 13>는 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가에 대한 쌍대비교에 의한 t-검증 결과를 보여주고 있다.

<표 13> 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가 쌍대비교 t-검증표

| 연도 | 변수 ¹⁾ | 표본수 | 평균 | 표준편차 | t(prob> t) ²⁾ |
|------|------------------|-----|--------|--------|----------------------------|
| 2002 | A-B | 28 | 16,932 | 49,591 | 1.81(0.082) |
| | A-C | 28 | 22,864 | 48,872 | 2.48(0.019) |
| 2003 | A-B | 28 | 19,288 | 68,531 | 1.49(0.148) |
| | A-C | 28 | 20,038 | 68,668 | 1.54(0.134) |
| 2004 | A-B | 28 | 9,553 | 24,630 | 2.05(0.049) |
| | A-C | 28 | 8,461 | 30,741 | 1.46(0.156) |
| 2005 | A-B | 28 | 4,920 | 23,046 | 1.13(0.268) |
| | A-C | 28 | 9,870 | 24,197 | 2.16(0.039) |

주(1) A : 검증대상 기업의 실제주가 B : 인공신경망 모형에 의한 추정주가
 C : Ohlson모형에 의한 추정주가

(2) *, **, ***: 각각 10%, 5%, 1%의 수준에서 유의함

2002년 검증대상 기업의 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가를 대상으로 한 쌍대비교 t-검증결과 인공신경망 모형의 t-검증의 유의확률이 0.082로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 실제주가와 인공신경망 모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 없다는 것이다. 그리고 Ohlson모형의 t-검증의 유의확률이 0.019로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉, 실제주가와 Ohlson모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 있다는 것이다.

2003년 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가를 대상으로 한 쌍대비교 t-검증결과 인공신경망 모형의 t-검증의 유의확률이 0.148로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 실제주가와 인공신경망 모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 없다는 것이다. Ohlson모형의 t-검증의 유의확률이 0.134로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 실제주가와 Ohlson모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 없다는 것이다.

2004년 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가를 대상으로 한

쌍대비교 t-검증결과 인공신경망 모형의 t-검증의 유의확률이 0.049로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 실제주가와 인공신경망 모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 있다는 것이다. Ohlson모형의 t-검증의 유의확률이 0.156로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 실제주가와 Ohlson모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 없다는 것이다.

2005년 실제주가와 인공신경망 모형과 Ohlson모형에 의한 추정주가를 대상으로 한 쌍대비교 t-검증결과 인공신경망 모형의 t-검증의 유의확률이 0.268로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 실제주가와 인공신경망 모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 없다는 것이다. Ohlson모형의 t-검증의 유의확률이 0.039로 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉, 실제주가와 Ohlson모형에 의한 추정주가 사이에 차이가 있다는 것이다.

<표 14>는 검증대상 기업의 실제주가와 Ohlson모형에 의한 추정주가의 차이값과 실제주가와 인공신경망모형에 의한 추정주가의 차이값에 대한 차이에 대하여 쌍대비교에 의한 t-검증 결과를 보여주고 있다.

<표 14> 검증대상 기업의 Ohlson모형에 의한 차이값과 인공신경망모형에 의한 차이값에 대한 쌍대비교 t-검증표

| 연도 | 변수 ¹⁾ | 표본수 | 평균 | 표준편차 | t(prob> t) ²⁾ |
|------|------------------|-----|--------|--------|----------------------------|
| 2002 | A-B | 28 | 5,931 | 9,055 | 3.47(0.001) |
| 2003 | A-B | 28 | 750 | 7,078 | 0.56(0.579) |
| 2004 | A-B | 28 | -1,091 | 16,194 | -0.36(0.724) |
| 2005 | A-B | 28 | 4,949 | 11,238 | 2.33(0.027) |

주주(1) A : 실제주가와 Ohlson모형에 의한 추정주가의 차이값

B : 실제주가와 인공신경망모형에 의한 추정주가의 차이값

(2) *, **, ***: 각각 10%, 5%, 1%의 수준에서 유의함

2002년의 경우 차이값에 대한 쌍대비교 t-검증결과 t값이 3.47로 Ohlson모형에 의한 추정주가가 과대평가 되었다는 것을 의미한다. 2003년의 경우 차이값에 대한 쌍대비교 t-검증결과 t값이 0.56로 Ohlson모형에 의한 추정주가가 과대평가 되었다는 것을 의미한다.

2004년의 경우 차이값에 대한 쌍대비교 t-검증결과 t값이 -0.36로 인공신경망에 의한 추정주가가 과대평가 되었다는 것을 의미한다. 2005년의 경우 차이값에 대한 쌍대비교 t-검증결과 t값이 2.33로 Ohlson모형에 의한 추정주가가 과대평가 되었다는 것을

의미한다.

IV. 결론

본 연구는 인공지능시스템의 한 종류인 인공신경망을 이용하여 상장기업의 주가가치를 평가하는 모형을 구축하고 실제주가와와의 차이를 분석하고, Ohlson모형에 의하여 상장기업의 실제주가와 추정주가와와의 차이를 분석하였다. 이를 위하여 2002년부터 2005년까지 증권거래소에 상장되어 있는 기업의 재무자료를 이용하여 모형을 구축하였다. 인공신경망 모형에 투입된 입력 변수는 연도별로 차이가 있는데 2002년 19개, 2003년 13개, 2004년 18개, 2005년 10개이고 패턴변수는 상장법인의 각 연도말 현재 실제주가이다.

연구대상 표본은 2002년부터 2005년까지 증권거래소에 상장된 제조기업 중에서 연구의 목적을 달성하기 위해 12월 결산법인, 자본잠식이 아닌 기업, 우선주를 발행하지 않는 기업, 금융업에 속하지 않는 제조업을 대상으로 분석하였다. 전체 표본수는 2,132개의 표본에서 변수에 대한 자료수집이 불가능하거나 연구표본에 적합하지 않은 기업 948개를 제외한 1,184개 표본으로 하고 이중 112개 기업을 검증대상으로 Ohlson 모형과 인공신경망 모형을 적용하였다.

이에 대한 본 연구의 실증분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 2001년에서 2004년까지의 재무자료를 이용하여 인공신경망 모형을 구축한 다음 이를 이용하여 2002년부터 2005년까지 추정주가를 산출하였다. 이를 실제주가와 차이분석을 한 결과 통계적으로 2003년은 차이가 있는 것으로 나타났고, 2002년과 2004년, 2005년은 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 실제주가와 추정주가가 2003년은 차이가 있고, 2002년과 2004년, 2005년은 유사하다는 것을 의미한다.

둘째, 2001년에서 2004년까지의 재무자료를 이용하여 Ohlson모형을 적용하기 위한 회귀계수를 산출하고 이를 이용하여 2002년부터 2005년까지 추정주가를 산출하였다. 이를 상장기업의 실제주가와 차이분석을 한 결과 통계적으로 2002년과 2005년은 차이가 있는 것으로 나타났고, 2003년과 2004년은 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 실제주가와 추정주가가 2002년과 2005년은 차이가 있고, 2003년과 2004년은 유사하다는 것을 의미한다. 이상의 결과로 볼 때 인공신경망 모형이 많은 변수를 투입하여도 다중공선성 문제가 발생하지 않으면서 Ohlson모형보다 추정주가를 적절하게 평가되었고, 기업 및 경제 환경 변화에 대하여 유연한 모형 도출로 지속적이고 일관된 평가가 가능하다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 검증표본을 상장 제조기업으로 한정하였으므로 연구결과를 일반화시키기에는 한계가 있는바, 향후 연구에서는 상장기업 전체와 코스닥등록기업까지 확장시켜 분석할 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서 사용한 연구방법은 기업내의 재무자료 등을 이용하여 주가관련성을 검증하는 것이다. 따라서 외부환경요소가 반영되지 않고 있다는 한계점을 가지고 있다.

그리고 향후 이 분야의 연구에 있어서는 보다 다양한 기업특성을 고려한 재무변수와 경제변수 등을 발굴하여 신규상장기업의 주가 평가 뿐만 아니라 비상장법인의 주가 평가에 관하여도 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김경태 · 이장형 · 최현호(2001), “신경망에 의한 주가수익률 예측모형”, 기업경영연구, 14, 127-142.
- 김권중(1999), “기업공개시 공모가격의 결정과 회계변수평가모형”, 회계학연구, 24(2), .51-85.
- 김권중 · 박태승 · 이은상(1998), “상속세법의 비상장주식평가와 회계변수평가모형의 유용성에 관한 연구”, 『회계학연구』, 제23권 제3호, pp.57-79.
- 노종래 · 이종호(1991), “신경회로망을 이용한 종합주가지수의 변화율 예측”, 『대한전자공학회 발표논문』, 제1권, pp.129-136.
- 박종협 · 한인구(1995), “인공신경망을 이용한 한국종합주가지수 예측”, 『한국전문가시스템학회 발표논문』, pp.359-371.
- 이병철 · 김완일 · 정순여(2005), “인공신경망을 이용한 비상장주식가치 평가방법의 도입가능성”, 『세무학연구』, pp.149-168.
- 이종천 · 오웅락(2004), “기업특성에 따른 기업가치평가모형의 적합성 차이에 관한 연구 : 코스닥 일반기업과 벤처기업을 중심으로”, 『회계학연구』, 제27권 제4호, pp.31-55.
- 이준규 · 황인태 · 심충진(2000a), “세법상 비상장주식에 대한 보충적 평가방법의 적정성”, 『회계학연구』, 제25권 제1호, pp.55-73.
- 이준규 · 황인태 · 심충진(2000b), “비상장주식의 평가에 있어서 회계변수평가모형의 도입가능성”, 『세무학연구』, 제16호, pp.209-227.
- 오웅락 · 전규안 · 이용규, “상속세법상 비상장주식 평가방법의 개선방안에 관한 연구”, 『회계학연구』, 제29권 제4호, pp.277-307.

- 정용관·윤영섭(1998), “인공신경망모형을 이용한 주가의 예측가능성에 관한 연구”, 『재무관리연구』, 제15권 제2호, pp.369-399.
- 정진향(2005), “기업가치평가모형을 이용한 코스닥 기업의 가치평가”, 국민대학교 박사학위 논문.
- 최문수(2003), “신규공모주의 가치평가와 무형자산의 역할”, 『재무관리연구』, 제20권 제1호, pp.1-27.
- 최성섭·구형건·김영권(2000), “장부가치와 주당 이익을 이용한 선형회귀모형과 신경망모형의 주가예측”, 『재무관리연구』, 제17권 제1호, pp.161-180.
- 최재화·최순재(1997), “신경망기법을 이용한 경영자사기 위험성 측정에 관한 연구”, 『경영학연구』, 제35권, 제1호, pp.17-36.
- 최재화(1996), “신경망을 이용한 S&P 500주가지수 선물거래”, 『한국전문가시스템 학회지』, 제 2권, 제2호, pp.43-54.
- Beaver, W and D. Morse(1978), “ What Determines Price-Earnings Ratios?”, Financial Analysts Journal.
- Bernard, V.(1995), “The Feltham-Ohlson Framework: Implication for Empiricists,” Contemporary Accountion Research, Vol.11, No.2(Spring).
- Bergerson, K., and D. Wunsch II(1991), “A Commodity Trading Model Based on a Neural Network-Expert Systems Hybrid”, Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, Seattle, Washington.
- Biddle, G., P. Chen and G. Zhang(2001), “When Capital Follows Profitability: Non-Linear Residual Income Dynamics”, Review of Accounting Studies, Jun/Sep.
- Dayhoffs, J. E.(1990), “Neural Network Architecture: An Introduction”, New York, Van Nostrand Reinhold.
- Feltham, G., and Ohlson, J.(1995), “Valuation and Clean Surplus Accounting for Operating and Financial Activities”, Contemporary Accounting Research.
- George Tsibouris and Matthew Zeidenberg(1995), “Testing the Efficient Markets Hypothesis with Gradient Descent Algorithms”, Neural Networks in the Capital Markets Edited by Apostolos-Paul References, John Wiley & Sons Inc.
- Kimoto, A. K, Yoda, M. and Takeoka, M(1990), “Stock market prediction system with modular neural network”, Proceedings of the I. Joint Conference on Neural Networks, San Diego, California.
- Kryzanowski, L. G., M. Wright, and W. David(1993), “Using Artificial Neural Networks to Pick Stocks”, Financial Analysts Journal, Vol. 49, Issue 4, Jul/Aug.
- Lapedes A. and Farber R.(1987), “Nonlinear Signal Processing Using Neural

- Networks: Prediction and System Modeling”, Los Alamos National Laboratory Report LA-UR-87-2662.
- Myers, J.(1999), “Implementing Residual Income Valuation with Linear Information Dynamics”, The Accounting Review.
- Ohlson, J.(1995), “Earning, Book Value, Dividends in Security Valuation ”, Contemporary Accounting Research.
- Yoon, H., and G. Swales(1991), “Predicting Stock price Performance: a Neural Network Approach”, Proceedings of the IEEE 24th Annual International Conference of Systems Sciences.

A Study on the Prediction of Stock Price Using Artificial Intelligence System

Kim, Kwang-Yong* · Lee, Kyoung-Rak**

Abstract

I reviewed the previous studies on company valuation and based on which, I estimate stock prices of listed companies using financial information and Ohlson model, which is used for the evaluation of company value. Furthermore, I use the artificial neural network, one of artificial intelligence systems, which are not based on linear relationship between variables, to estimate stock prices of listed companies.

The samples for this study to analyze are, among manufacturing companies who listed their shares in stock exchange between 2002 and 2005, the companies whose accounting period is ended in December, whose capital is not encroached, which do not issue preferred stocks and which are not involved in financial activities. The number of samples is 1,184, excluding 948 samples in which data collection for variables is impossible or which are not appropriate for samples from 2,132 total. With those samples, I used Ohlson model and artificial neural network.

The result of practical analysis of this study is as follows.

First, using financial data between 2001 and 2004, the artificial neural network is established and with which the estimated stock price for 2002- 2005 is calculated. By comparing with the actual stock prices, the result shows no difference for 2002, 2004-2005. This means that the estimated stock prices are similar to the actual stock prices.

Second, with financial data between 2001 and 2004, the regression coefficients for Ohlson model are yielded and with which the prospective stock prices are calculated. By comparing with the actual stock prices, the result indicates that there is a difference in that for 2002, 2005 and 2003, 2004 shows no difference.

Given that, the estimated stock price with artificial neural network is close to the actual stock prices rather than the estimated stock prices with Ohlson model.

It is strongly recommended that the future studies should find more financial variables and economic variables by considering a variety of company characteristics so that the studies of stock valuation for the non -listed stocks as well as listed stocks should be continuously processed.

* Plural Professor, Division of business and commerce, BaekSeok, Korea.

** Professor, Division of business and commerce, BaekSeok, Korea.