

기계학습 모형을 이용한 전환사채 행사 시점에 관한 연구

유재필
키스채권평가 차장

A Study on the Timing of Convertible Bonds Using the Machine Learning Model

Jae Pil Ryu
Deputy Department Head, KIS Pricing

요약 전환사채는 채권과 주식의 성격을 모두 내포하고 있는 금융 상품인데 일반적으로 신용등급이 낮은 기업이 유동성을 확대하기 위해서 발행한다. 전환사채의 투자자와 발행 기업은 투자자의 전환권 행사 여부와 시점에 대한 의사결정 문제가 가장 중요한데 투자 판단 지표가 미약하기 때문에 정성적 판단에 의존한다. 따라서 본 논문은 과학적으로 전환권 행사 결정 문제에 인공지능망 기법을 적용하는 방안을 제안한다. 과거에 발행한 총 1,800개의 학습 데이터와 200개의 예측 실험 데이터로 구분을 하고 인공지능망 학습 모형을 구축한다. 그 결과 대부분의 그룹에서 패리티 성과가 우수하였고 평균 약 10% 이상의 초과 수익을 달성하였다. 특히 3~6 그룹에서는 평균 약 20% 이상의 초과 수익을 보였으며 그룹 6의 경우에는 약 37%의 초과 수익을 기록했다. 본 논문은 금융 분야에 4차 산업의 대표적 기술인 기계학습 기법을 융합·적용하여 의사결정 문제 해결에 집중했다는 것에서 의의가 있으며 데이터 접근에 한계가 많은 전환사채 상품을 대상으로 실험을 했다는 점에서 향후 다양한 연구에서 참고 문헌이 되기를 기대한다.

주제어 : 기계학습, 인공지능망, 메자닌, 전환사채, 옵션 행사

Abstract Convertible bonds are financial products that contain the nature of both bonds and shares, which are generally issued by companies with lower credit ratings to increase liquidity. Conversion bonds rely on qualitative judgment in the past, although decision-making on whether and when to exercise the right to convert is the most important issue. Therefore, this paper proposes to apply artificial neural network techniques to scientifically determine the exercise of conversion rights. We distinguish between a total of 1,800 learning data published in the past and 200 predictive experimental data and build an artificial neural network learning model. As a result, the parity performance in most groups was excellent, achieving an average excess of about 10% or more. In particular, groups 3-6 recorded an average excess of about 20% and group 6 recorded an average excess of about 37%. This paper is meaningful in that it focused on solving decision problems by converging and applying machine learning techniques, a representative technology of the fourth industry, to the financial sector.

Key Words : Machine learning, ANN, Mezzanine, Convertible bonds, Optional exercise

*Corresponding Author : Jae Pil Ryu(jaepilryu@kispricing.com)

Received August 13, 2021

Accepted October 20, 2021

Revised September 14, 2021

Published October 28, 2021

1. 연구배경

전환사채(convertible bond)는 메자닌(mezzanine) 상품 중 하나로 채권과 주식의 성격을 모두 갖고 있다. 발행사는 자금을 조달하기 위해서 전환사채를 발행하고 투자자는 기대 수익을 갖고 전환사채를 매입한다. 여기서 기대 수익은 총 3가지로 나뉘지는데 채권 수익, 풋 옵션 수익 그리고 주식 전환 수익이다. 발행사는 약 30%에 해당하는 물량을 다시 매입함으로써 투자자가 주식으로 전환하는 물량을 줄일 수 있는데 이는 주가가 크게 올라서 투자자가 주식으로 전환할 가능성이 높을 때 취할 수 있는 권리이다. 다만 30%만큼을 다시 사오면서 그만큼의 현금이 필요하고 경우에 따라서는 일정 부분의 이자를 함께 지불해야한다. 투자자가 전환사채를 매입하는 가장 큰 이유는 향후 주가가 행사할 수 있는 가격보다 상승해서 주식으로 전환하고 이에 따른 차익을 실현하기 위함이다. 그러나 전환사채를 발행하는 기업은 대부분 현금 유보 및 영업이익이 적고 신용등급이 BBB+ 이하이기 때문에 투자자 입장에서는 합리적인 투자 의사결정이 중요하다. 실제로 Brennan은 기업은 자금 조달이 용이하고 투자자는 수익을 극대화할 수 있다는 전환사채의 기본적 명분을 반대하는 연구 결과를 발표했는데 전환사채의 발행 기업은 채무불이행 확률이 높아서 이자 비용 부담 및 기존 주주들에게 부정적 작용을 해서 결과적으로 금융 시장에 불안정한 결과를 초래한다고 주장했다[1].

Table 1은 2021년 3월 기준으로 국내 자산평가 기관이 발표한 발행현황을 정리한 표인데 BBB+ 등급 이하가 전체 발행량 중 약 94%를 차지하고 있으며, 등급이 안 좋을수록 해당 비율이 높은 것을 알 수 있다. 만기 수익률(yield to maturity)도 AA등급 대와 B등급 대가 큰 격차를 보이고 있으며, BBB+ 등급 이하부터 급격하게 높아지고 있다.

Table 1. Clustering Input Data

Credit rating	Issuance Rate	5-Year YTM
AA+ ~ AA-	1.19%	2.32%
A+ ~ A-	4.92%	3.46%
BBB+ ~ BBB-	18.50%	7.63%
BB+ ~ BB-	34.65%	11.49%
B+ ~ B-	40.74%	16.79%

때문에 전환사채 투자자 입장에서 합리적으로 주식 전환 시점을 결정하는 것이 중요한데 일반적으로 관련 업계에서는 정성적인 판단으로 의사 결정하는 경우가 많다. 연구 분야에서는 주식 전환에 대한 시점(timing)보다는 전환 비율 및 내재가치 산출 그리고 전환사채 발행에 따른 주가 반응에 대한 연구가 대부분이다. Rockafellar은 CVaR(conditional value at risk)을 선행계획 방법으로 옵션의 가치를 산출하는 방안을 제안하고 효율적인 확률 분포를 구현했다[2]. Benati는 전환사채에서 채권가치와 전환권가치의 분리 가치를 산출하고 행사를 위한 의사결정 모형을 Mean/Var 식을 적용해 제안했다[3]. Lee는 Black Scholes 모형을 이용해서 전환 가능 확률을 계산하고 주식 전환 비율을 산출하는 방안을 제안했다. 이는 옵션가격결정모형을 이용함으로써 객관적인 비율 조정 모델이지만 모형 자체에 조건식이 있어서 실효성 부문에서는 한계가 있다고 사료된다[4].

전환사채 발행이 주가에 미치는 영향은 투자자가 주식으로 전환을 했을 때 유통 물량이 많아지면서 부정적 요인으로 작용할 것이라는 게 기본적 원리이나 전환사채 투자자들이 잠재적 의견결을 바탕으로 발행 기업을 감시하기 때문에 경영 효율성 측면에서 긍정적이라는 견해도 있다[5]. 그러나 주가의 움직임은 전환사채 발행 유무에 대한 요인만 연관이 있는 것이 아니기 때문에 이를 단정하기에는 한계가 있다. Myers는 패리티(parity)가 낮을 수록 주가가 하락할 가능성이 낮다고 주장했는데 이는 포트폴리오 전략의 반대매매 방식의 이론적 배경과 유사한 개념이라고 판단된다[6]. Ammann은 전환사채 펀드의 성과를 다변량 통계적 분석을 통해 실험하였는데 전환사채의 투자 성과는 주식 전환에 대한 시점이 가장 중요하다는 것을 입증했다[7]. Yaman은 전환사채 재발행이 주식 전환 수익률에 미치는 영향을 분석한 결과 초기에 발행한 전환사채의 전환권 가치가 수익률 측면에서 회 차가 높은 전환사채의 전환권보다 높은 결과를 보였다. 이는 기업이 회 차를 늘려 발행하는 경우에 유동성 문제가 해결되지 않는다는 것을 의미하기 때문에 시장참여자들에게 부정적 시각을 줄 것이라고 판단되기 때문이다[8]. Bin은 전환사채의 이론 가치에 영향을 주는 요인들을 분석하였는데 발행 기업의 주가와 금리 그리고 신용등급 등 다양한 요인이 전환사채의 이론가에 영향을 주는 것으로 나타났다. 특히 패리티가 1 이상일 때는 주가에 영향을 크게 받고 1 이하일 때는 금리에 영향을 받

는다는 결과를 보였는데 이는 원금 보장이 되는 부분이 있기 때문이라고 사료된다. 즉 패리티가 1 이하일 경우에는 손실보다는 채권의 할인 금리에 의해서 원금 정도 수준의 이득을 취한다[9]. 이처럼 대부분의 연구는 전통적인 금융 이론을 바탕으로 한 전환사채의 본질에 관한 것이며 투자자가 가장 관심이 많은 전환권 행사 의사결정 문제에 대한 연구는 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 4차 산업 시대에 화두가 되는 기계학습을 전환권 행사의 의사결정 문제에 적용하고자 한다. 특히 기계학습 모형의 경우에는 전통적인 회귀분석 예측 모형에 예측력이 높고 가정식이 없다는 장점이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구의 실험 대상인 전환사채에 대한 설명을 기술하고 3장에서는 적용 방법론인 기계학습 모형에 대해서 설명한다. 또한 4장에서는 실험 계획 및 결과 분석을 그리고 마지막으로 5장에서는 결론을 제시한다.

2. 전환사채

본 장에서는 실험 대상인 전환사채에 대한 이론적 배경과 상품 구조를 기술한다.

2.1 이론적 배경

전환사채는 채권 및 주식의 성격을 모두 내포하고 있는 금융 상품으로 발행 기업이 자금 조달 목적으로 상품을 발행한다. 투자자는 몇 가지의 수익 구조를 기대하는데 주가가 상승하면 보유 잔량을 주식으로 전환해서 시세 차익을 내는 것이 가장 수익률이 높다. 이를 보통 전환권 행사라고 정의하는데 전환권 행사를 못하면 만기까지 보유해서 원금 및 채권 이자를 취득하는 것도 하나의 방법이다. 또한 투자자는 풋 옵션(put option)을 행사할 수 있는데 이는 만기 중간에 원금에 대한 부분을 발행사에게 상환 요청하는 것을 의미한다. 반면 발행사는 콜 옵션(call option)을 행사할 수 있는데 이는 계약서에 명시된 비율만큼을 투자자로 하여금 회수해갈 수 있는 권리를 뜻한다. 주가가 크게 상승할 경우 투자자는 주식 전환권 행사를 할 것이고 이는 시세 차익 물량으로 인해서 기존 주주에게는 악재로 작용한다. 더불어 발행주식수가 증가하기 때문에 대주주의 지분 가치가 감소할 수 있기 때문에 투자자 물량을 회수하는 옵션이다. 그러나 현금 유보가 있어야 가능하기 때문에 전환사채

발행 시장 특성상 발행사의 콜 옵션 행사는 빈번하지 않다[10]. Table 2은 앞서 설명한 전환사채의 기본적인 발행정보를 사례로 나타낸 표이다. 여기서 투자자는 주식으로 전환할 수 있는 기간 동안 주가가 행사가 보다 높을 때 주식으로 전환을 해야 하는지 또는 전환사채로 더 보유를 할 것인지에 대한 의사결정 문제에 봉착한다. 때문에 투자자는 자신이 보유하고 있는 전환사채의 이론가격을 산출하는데 이는 다음 절에서 설명한다.

Table 2. Basic Issuance Information

Category	Issue information
Issue and mat day	20210101~20260101
Bond coupon	2% per annum
Call option	20220101~20250101
Call option exercise rate	20230101~20250101
Put option	20230101~20250101
Conversion	20220101~20250101
Conversion price	50,000 won

2.2 전환사채의 내재가치

전환사채는 채권과 옵션이 모두 내재된 금융 상품이기 때문에 내재가치를 산출할 때 채권가치와 옵션가치를 함께 산출해야한다. Fig. 1은 전환사채의 내재가치를 산출하는 기본적인 개념을 보여주고 있는데 금리가 하락하면 채권의 가치는 상승하고 옵션의 가치는 주가가 오르면 상승한다. 채권의 가치는 기본적인 금리 할인을 통한 현재 가치 산출 과정을 통해 계산하지만 옵션에 대한 가치는 다양한 방법론이 존재한다. 대표적으로는 이항모형(binomial trees)을 통해서 계산하는데 이항모형의 개념은 Fig. 2에서 보여주고 있다[11].

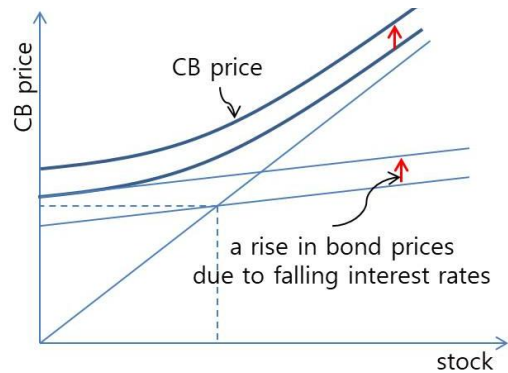


Fig. 1. Concepts of intrinsic value calculation

Fig. 2에서 S_0 은 현재 주가이고 S_0u 와 S_0d 는 각각 t 구간 후의 상승 및 하락한 주가를 의미한다. p 는 확률 분포인데 이는 식(1)과 같이 산출한다.

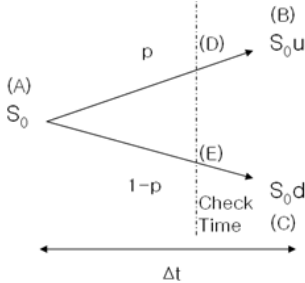


Fig. 2. Concept of a binomial model

$$p = \frac{e^{R(t)} - d}{u - d} \tag{1}$$

여기서 $e^{R(t)}$ 는 일반적으로 무위험이자율로 정의한다. 본 방법론을 통해서 전환사채의 내재가치를 산출할 수 있지만 이는 미래의 가치 변화를 선행하지 못하기 때문에 전환권 행사에 대한 의사결정 문제를 해결하기에는 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 이를 정량적이고 과학적인 접근 방식으로 의사결정 문제를 해결하기 위해 기계학습 모형을 적용하는 것을 제안한다.

3. 기계학습 모형

본 연구에서는 전환사채의 전환권 행사 여부를 결정하는데 기계학습 기법 중 하나인 인공신경망(artificial neural network) 모형을 적용한다. 인공신경망 모형은 학습(learning), 병렬처리(parallel processing), 패턴인식(pattern recognition), 오차용인(fault tolerance)과 같은 생물학적 과정을 컴퓨터에 적용하여 입력층(input layer)에서 보내지는 값을 가중치에 따라 은닉층(hidden layer)이 합산하고 이를 활성화수(activation function)에서 변환하여 출력층(output layer)으로 보내는 구조를 가지고 있다[12]. 여기서 활성화함수는 logistic function과 hyperbolic tangent function 등이 사용된다[13].

인공신경망 모형은 입력 층, 은닉 층 그리고 출력 층을 구성하는 노드(node)를 통해 설계하고 각 산출 요소는 가중치의 합으로 계산한다[14]. Fig. 3은 본 연구에서

구축한 인공신경망의 구조를 보여주고 있는데 n 개의 입력 자료인 x_i 는 가중치가 반영된 w_i 를 적용한 인공신경망을 구축하고 w_i 가 반영된 x_i 의 편차인 b 를 더해서 식(1)과 같이 A 를 계산한다. 그리고 활성화 함수인 f 를 통해 출력 자료를 산출하는데 이는 식(2)와 같이 계산한다[14].

$$A = \sum x_i w_i + b \tag{2}$$

$$f(A) = f(x_i w_i + b) \tag{3}$$

식(2)에서 w_i 와 x_i 는 실수 값이고 입력해야할 변수가 많으면 이를 단순화하기 위해 편차 값인 b 를 가상 입력 값인 $x_0 = +1$ 로 가정하여 w_0 로 개정할 수 있다[15].

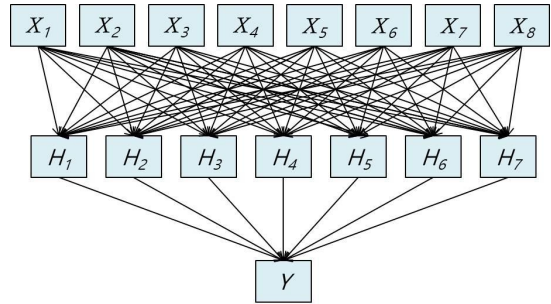


Fig. 3. Structures for Application of ANN

본 연구에서는 python s/w를 이용해 인공신경망 모형을 구축하는데 전통적인 인공신경망 모형을 변형하지 않고 사용하며 총 7개의 은닉층과 8개의 입력층 그리고 1개의 출력층을 구성한다.

4. 실험계획 및 결과분석

본 장에서는 인공신경망 학습을 위한 8개의 입력 변수에 대한 정의 및 학습 과정에 대한 실험계획을 설명하고 실험 결과를 분석한다.

4.1 실험계획

인공신경망 학습의 총 8개의 입력 변수(input variable)를 객관적으로 선정하기 위해서 전환사채와 관련된 최근 3개월 동안의 투자 보고서를 텍스트 마이닝(text mining)을 통해 추출한다. 추출하는 과정에서

노이즈(noise) 값과 수치적으로 입수가 어려운 항목은 제외한다. 그 결과 Table 3의 입력 변수 항목과 같이 변수를 추출하였고 산출 변수(output variable)은 전환권 행사 가능일부터 가장 수익률이 높은 시점으로 한다. 예컨대 2020년 1월 1일부터 2021년 1월 1일까지 전환권 행사 기간이고 해당 기간 동안 패리티가 가장 높은 날이 2020년 6월 30일이라면 이 기간은 일별로 181일이며 산출 값은 181로 선정한다.

입력 변수 중 주가는 전환사채 발행 기업의 주가이고 금리는 해당 발행 기업의 신용등급에 해당하는 금리이다. 변동성은 발행 기업의 주가를 바탕으로 산출하는데 최근 주가 움직임에 가중치를 고려한 EWMA(exponentially weighted moving average)으로 산출한다.

패리티는 행사가격을 현재 주가로 나눠서 계산하는데 패리티가 높으면 그만큼 전환권의 가치가 상승한 것을 의미한다. 거래 비율은 해당 발행 기업의 하루 거래량을 총 발행주식수를 고려해 계산하는데 이는 총 발행 주식수에서 당일 거래량을 나눠서 계산한다.

거래 비율이 입력 변수에 선정된 것은 전환사채 투자자가 전환권 행사 가능 일이 되면 패리티 수준에 따라서 기존 주주들의 포지션(position)에 영향을 줄 수 있기 때문이라고 사료된다.

앞서 기술한 입력 변수는 전환사채 별로 일별 값이 다를 수 있고 그 외 코스피 지수와 환율은 모든 실험대상의 전환사채에 공통적인 데이터이다. 또한 입력 및 산출 변수의 데이터는 각각 전환권 행사 가능 일 기준으로 수집한다. 데이터 수집은 Informax 및 Check 단말기를 통해서 입수하며 데이터 실험은 python s/w를 통해 수행한다.

전환사채의 주식 전환 옵션의 경우에 기간이 무한하지 않고 보통 1~2년 이지만 대부분 투자자의 기회비용과 주가 변동성 등을 고려해 전환권 행사일 기준으로 빠른 시간 안에 전환권을 행사한다. 학습 대상은 2012년부터 2018년까지 발행한 전환사채 중 주식으로 전환이 완료된 총 1,800개이며, 성능 분석 대상은 2019년도에 발행한 약 300개의 전환사채 중 전액 전환권 행사 공시로 확인이 가능한 총 200개의 전환사채로 선정한다. 즉 1,800개의 행사가 완료된 전환사채의 입력 자료를 바탕으로 학습을 수행하고 해당 모형에 200개의 입력 자료를 토대로 산출 자료를 분석한다. 최근 발행한 전환사채를 실험 대상으로 선정하지 못하는 이유는 앞서 설명했

듯이 발행 후 1년부터 전환권 행사가능 시작일이기 때문에 실험을 위한 데이터 수집에 한계가 있다. Table 3은 해당 연구의 실험계획을 정리한 표이다.

Table 3. Experimental plan

Factors	Details
Experimental objectives	decisions on the right to convert shares of CB
Subject to experiment	1,800 learning data and 200 performance analysis data
Input variables	stock prices, interest rates, volatility, KOSPI index, parity, delta, exchange rate, trading ratio
Output variables	stock price rises or falls after a week
Learning period	number of days to the day when parity is highest
Design tools	Python s/w
Learning model	artificial neural network

4.2 결과분석

본 연구의 실험은 업종 별로 이미 주식으로 100% 전환이 발생한 2,000개의 전환사채를 학습 대상과 예측성과 분석 대상으로 나눠 실험한다. 본 연구에서는 주식 전환이 되지 않고 채권으로 만기 종료된 경우에는 실험 대상에서 제외하며 과학적인 기법을 통해 전환 시점을 예측하는 방안에 연구의 초점을 둔다. 따라서 1,800개의 전환사채 데이터를 학습을 하고 해당 모형에 200개의 새로운 입력 변수를 투입한 산출 변수와 실제로 공시를 통해 확인한 전환 시점의 각각의 패리티를 바탕으로 성과 분석을 진행한다.

성과분석을 효과적으로 표현하기 위해 200개의 성능 분석 대상에 대해서 전환 가능 시작일의 패리티를 기준으로 총 10개의 그룹으로 나누며 설명의 편리성을 위해 각 그룹을 CB_Number로 기술한다. 이는 이미 결과 값이 나온 후 그룹화 작업을 하는 것이기 때문에 실험 결과에 큰 영향을 주지 않는다. Table 4는 200개의 전환사채를 전환권 행사 시작 일에 패리티를 기준으로 총 10개의 그룹으로 나누고 각각에 대해 실제 패리티가 발생한 일수와 패리티를 평균값으로 나타낸 표이다. 패리티가 1 미만일 경우 전체 200개중 약 15%정도밖에 없는 것은 그만큼 발행 후 주가가 상승하지 못한 전환사채인 경우에는 투자자가 전환권 행사를 못할 가능성이 높

다는 것을 의미한다. 또한 상대적으로 전환권 행사일 기준으로 패리티가 높을수록 실제 행사 패리티 수준도 높았으며 그룹 7 이상부터는 약 50일도 안되어 전환권 행사를 하는 것으로 나타났다. 이는 그만큼 전환 가능일부터 패리티가 높을 경우에는 단기간으로 전환권 행사를 통해 차익 실현을 한다는 것을 의미한다. 실제 전환권이 행사된 200개의 전환사채의 평균 패리티는 약 1.5로써 이는 약 50%의 투자 수익을 실현한 것이고 수익 실현까지 소요되는 기간은 평균적으로 전환 시작일 기준으로 약 3개월 후 이다. 모든 그룹에 대한 실제 패리티의 표준편차는 0.41이고 행사까지 소요일의 표준편차는 71.5일이다.

Table 4. Parity for real events

Group name	Parity criteria	Number (Ratio)	Actual parity	Actual Event Day
CB_01	~0.69	4(2.0%)	1.21	184
CB_02	0.70~0.79	11(5.5%)	1.25	191
CB_03	0.80~0.89	7(3.5%)	1.17	178
CB_04	0.90~0.99	12(6.0%)	1.21	155
CB_05	1.00~1.09	27(13.5%)	1.24	137
CB_06	1.10~1.19	33(16.5%)	1.41	119
CB_07	1.20~1.29	58(29.0%)	1.48	45
CB_08	1.30~1.39	21(10.5%)	1.35	32
CB_09	1.40~1.49	18(9.0%)	1.94	17
CB_10	1.50~	9(4.5%)	2.47	21

Fig. 4는 그룹 별 실제 행사 시점의 패리티와 이에 해당하는 행사 소요 일수를 시각적으로 쉽게 이해시키기 위해 보여주고 있는데 확실하게 반비례적 성향을 보인다. 즉 발행 후 약 1년 후 전환권 행사 가능일이 도래했을 때 패리티가 어느 정도 이상부터는 빠른 시일 안에 행사를 진행한다.

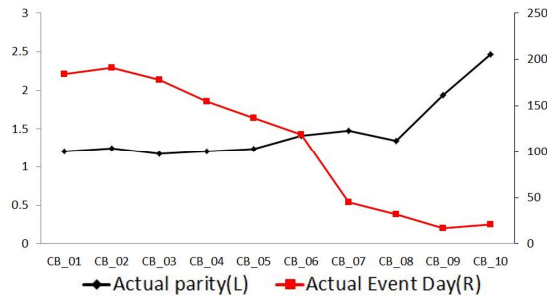


Fig. 4. Actual parity and Actual Event Day

Table 5는 실제 정보와 함께 비교 분석한 결과를 정리한 표인데 표현의 편리성을 위해 실제 행사 패리티와

행사 소요 일을 각각 A_1과 A_2로 정의하고, 학습을 통해 나온 행사 일과 행사 소요 일을 L_1과 L_2로 정의한다. 해당 표를 보면 패리티 성과 측면에서 CB_02와 CB_10을 제외한 모든 그룹에서 수익률이 높았으며 행사 소요 일은 기회비용을 고려할 만큼의 시간적 가치가 없기 때문에 분석 대상에서 제외한다. 특히 전환사채 개수가 가장 많이 포함되어있는 CB_5부터 CB_8에서 실제 행사 결과보다 학습을 통한 패리티 성과가 우수한 것은 본 연구에서 제안하는 방법론이 실효성이 있다는 것을 의미한다.

Table 5. Experimental Results

Group name	A_1	A_2	L_1	L_2
CB_01	1.21	184	1.24(3%)	193
CB_02	1.25	191	1.18(-7%)	182
CB_03	1.17	178	1.37(20%)	244
CB_04	1.21	155	1.31(10%)	176
CB_05	1.24	137	1.47(23%)	285
CB_06	1.41	119	1.78(37%)	208
CB_07	1.48	45	1.55(7%)	116
CB_08	1.35	32	1.41(6%)	79
CB_09	1.94	17	2.17(23%)	137
CB_10	2.47	21	2.20(-27%)	57

Fig. 5는 Table 5를 도식화한 그림인데 행사 소요 일은 실제보다는 학습에 의한 결과 값에 편차가 다소 큰 것으로 보이는데 이는 실제 전환사채를 운용하는 기관에서는 기본적인 패리티 수준에서의 전환권 행사 매뉴얼(manual)이 있고 이는 결국 객관적이고 과학적인 의사결정 방식이 없기 때문이라고 판단된다.

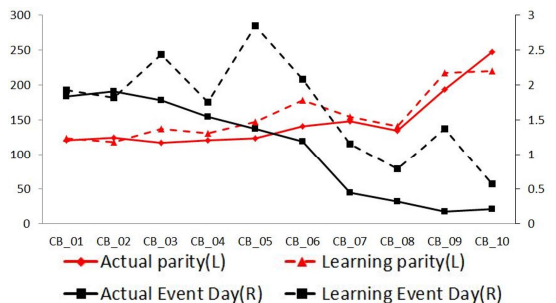


Fig. 5. Actual and learning exercise performance

5. 결론

매년 발행률이 증가하고 있는 전환사채에서 발행 기업과 투자자에게 가장 큰 비중을 차지하는 과제는 투자

자의 전환권 행사 시점이다. 그러나 전환사채의 경우에는 투자 판단 척도가 미약하고 상품 구조가 일반 채권이 나 주식에 비해서는 복잡하기 때문에 합리적이고 과학적인 전환권 행사 결정이 중요하다. 따라서 본 논문은 전환권 행사에 대한 객관적인 의사결정을 진행하기 위해서 기계학습 기법 중 하나인 인공신경망 모형을 적용하였다. 실험을 위해 전환권이 100% 행사된 총 2,000개의 전환사채 실제 상품 자료를 수집하고 1,800개의 학습 대상과 200개의 학습 성과 분석으로 나눠 실험을 진행하였다. 그 결과 전반적인 그룹에서 실제 패리티 수익보다 학습을 통한 행사 패리티 수익이 높았으며 CB_5와 CB_6은 약 20% 이상의 초과 수익을 기록했다.

본 연구는 전환권 행사에 대한 정성적인 정통적 의사결정 문제를 과학적 기법인 인공신경망을 융합 적용했다는 점에서 의의가 있으며 데이터 접근성 측면에서 한계가 있는 전환사채를 대상으로 연구를 했다는 것에서 의미가 있다고 사료된다. 본 연구의 참고를 통해서 향후 다양한 분야에서 융합 이론 연구가 발전하기를 기대한다.

REFERENCES

[1] M. Brennan & E. S. Schwartz. (1988). THE CASE FOR CONVERTIBLES. *Journal of Applied Corporate Finance*, 1(2), 55-64.
DOI : 10.1111/j.1745-6622.1988.tb00166.x

[2] R. T. Rockafellar & S. Uryasev. (2002). Conditional value-at-risk for general loss distributions. *The Journal of Banking and Finance*, 26(7), 1443-1471.
DOI : 10.1016/S0378-4266(02)00271-6

[3] S. Benati & A. Rizzi. (2007). A mixed integer linear programming formulation of the optimal mean/Value-at-Risk portfolio problem. *European Journal of Operational Research*, 176(1), 423-434.
DOI : 10.1016/j.ejor.2005.07.020

[4] S. H. Lee. (1999). Estimation of Equity Component of Convertible Bonds Based on the Probability of Conversion. *The Journal of Korean Securities Association*, 25(1), 161-187.

[5] A. Shleifer & R. Vishny. (1986). Large Shareholders and Corporate Control. *Journal of Political Economy*, 94(3), 461-488.
DOI : 10.1086/261385

[6] S. C. Myers & N. S. Majluf. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13(2), 187-221.

DOI : 10.1016/0304-405X(84)90023-0

[7] A. Manuel, K. Axel & S. Ralf. (2010). What drives the performance of convertible-bond funds?. *Journal of Banking & Finance*, 34(11), 2600-2613.
DOI : 10.1016/j.jbankfin.2010.04.016

[8] D. Yaman. (2017). Industry Effects and Convertible Bond Sequence. *Global Journal of Business Research*, 3, 9-20.
SSRN : <https://ssrn.com/abstract=2909978>

[9] G. B. Bin, M. G. Jung & S. S. Jo. (2015). Convertible Bond(CB) Pricing Factor Analysis ; Empirical verification of theoretical predictions and implications for CB market efficiency. *Korean Journal of Financial Studies*, 44(5), 913-945.

[10] S. H. Jang & P. S. Yun. (2020). Earnings Management of Firms Issued Callable Convertible Bonds. *The Journal of Management & Economics*, 42(2), 1-26.
DOI : 10.22828/meri.2020.42.2.001

[11] S. I. Choi. (2016). Barrier Option Pricing with Binomial Trees Applying Generalized Catalan Numbers. *The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(12), 226-231.
DOI : 10.5762/KAIS.2016.17.12.226

[12] S. S. Shin, D. H. Cho & Y. H. Kim. (2020). Opponent Move Prediction of a Real-time Strategy Game Using a Multi-label Classification Based on Machine Learning. *Journal of the Korea Convergence Society*, 11(10), 45-51.
DOI : 10.15207/JKCS.2020.11.10.045

[13] J. Y. Pack, J. P. Ryu & H. J. Shin. (2016). Predicting KOSPI Stock Index using Machine Learning Algorithms with Technical Indicators. *The Journal of Information Technology and Architecture*, 13(2), 331-340.
UCI : G704-SER000010357.2016.13.2.013

[14] G. H. Choi & S. H. Kim. (2020). Stock price forecast after performance disclosure using artificial neural network. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 22(6), 2667-2678.
DOI : 10.37727/jkdas.2020.22.6.2667

[15] J. Y. Lee & J. P. Ryu. (2021). Prediction of Housing Price Index Using Artificial Neural Network. *Journal of the Korea Academia-Industrial*, 22(4), 228-234.
DOI : 10.5762/KAIS.2021.22.4

유 재 필(Jae Pil Ryu)

[정회원]



- 2017년 2월 : 상명대학교 일반대학원
공과대학 경영공학과(공학박사)
- 2013년 10월 ~ 2016년 10월 : KIS
채권평가 금융공학연구소
- 2016년 11월 ~ 현재 : KIS채권평가
평가본부 주식파생실

- 관심분야 : 기계학습, 인공지능경망
- E-Mail : jaepilryu@kispricing.com