

주가정보를 활용한 부도예측모형에 관한 연구 The Default Prediction Model using the Stock Price Data

송영래, 김기홍, 황성태, 오형식
서울특별시 관악구 신림 9동 산 56-1 서울대학교 산업공학과

Abstract

주가자료를 활용한 부도예측모형인 KMV EDF 모형을 기반으로 일별주가자료와 기업재무자료를 이용하여, 모형에 필요한 적절한 모수를 찾고 모델링을 하였으며, 적절성을 검증했다. 그리고, 기존의 연구에 따라 월평균주가자료를 이용할 경우, 모형에 왜곡이 가해질 수 있다는 점을 지적했다. 또한, 민감도 분석을 통하여 본 모형의 부도예측값에 미치는 주요한 요인을 검증하고, 실용적으로 사용할 수 있는 간단한 민감도분석 Tool을 설계하였다.

1. 서론

주가정보를 회계정보와 함께 이용하여 기업의 부도확률을 예측하는 경우, 기업의 과거 가치와 미래 가치를 동시에 반영할 수 있는 장점이 있다. 주가정보를 활용한 부도예측모형의 대표적인 예로서 KMV 모형을 들 수 있다. 본 연구에서는 채권투자의 신용위험관리를 위하여, KMV부도예측모형을 기반으로, 모형화와 민감도 분석 등의 문제에 접근한다. 모형화 부분에서는 기존 국내 연구를 중심으로, 이들의 문제점을 개선하는 방향으로 진행하며, 민감도 분석에서는, 각 입력변수들이 모형에 미치는 영향을 살펴보고, 부도확률 값의 변동을 살펴볼 수 있는 간단한 민감도 분석 도구를 제공한다.

2. 기존연구

Black & Sholes의 옵션가격결정모형을 기반으로 하여 위험자산의 가격을 결정하고자 하는 시도가 Merton(1974)로부터 비롯되었다. 여기서 기업의 주가가치는 기업의 회계장부상 부채가치를 행사가격으로 하는 기업의 자산가치에 대한 콜옵션 가치로 간주한다. 그리고, 부도란, 기업의 자산을 모두 매각하더라도 모든 부채를 상환하지 못하는 경우에 발생함을 가정한다. KMV Corp.에서는 이들의 발상을 기반으로 주가자료를 활용한 신용평가모형을 개발하였다. 이것은 파산확률(EDF: Expected Default Frequency)을 제공해 준다는 측면에서 기존의 모형과 차별된다. 국외에서는 KMV Corporation을 중심으로 이 모형에 대한 연구가 진행되었는데, John Andrew McQuown(1993)은 기업의 장부가치를 토대로

하는 기존의 모형들과 비교하여 KMV모형의 우수성을 입증하였다. Stephen Kealhofer, Sherry Kwok & Wenlong Weng(1998), Stephen Kealhofer & Matthew Kurbat(2001)은 Moody's 등의 Rating에 기반한 신용평가 모형에 비하여 KMV 부도예측모형의 우수성을 부도가 난 기업들의 과거자료를 통하여 입증하였다. Peter J.Crosbie(1999)는 모형의 이론적인 배경을 정리하고 실제 데이터를 통한 모형의 검증을 시행하였다.

국내에서는 이은주(2000)가 1994년에서 1998년 사이의 월별 주가 자료를 이용하여, 재무적 곤경에 처한 국내 상장 제조기업을 대상으로 KMV부도예측모형을 적용시켜 본 결과, IMF 이후 1998년에 재무적 곤경에 처한 기업들을 미리 예측할 수 있음을 보였다. 정완호 & 국찬표(2001)은 KMV부도예측모형을 변형 적용하여 실제부도기업에 대하여 사전적인 정보를 산출할 수 있는가를 검증하였다. 여기서, 재무정보만을 사용하는 부도예측모형에 비하여, 주가정보를 활용하는 부도예측모형이 더 우월한 예측정보를 제공하고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는, 기존의 국외연구를 기반으로 모형에 필요한 알고리즘을 파악하여 이를 VBA를 통한 모형화의 기반으로 삼고, 기존 국내 연구와 달리 국내 여러 기업에 대한 일별주가자료를 대상으로 주가정보를 활용한 부도예측모형을 검증하였다.

3. 연구방법

본 연구는 부도예측모형화와 모형의 민감도 분석의 세부주제로 이루어져 있다. 모형화

의 경우, 입력변수와 출력변수를 정의하고 모형화 알고리즘을 작성하여 프로그래밍을 하고, 이를 Training Data를 통해 피드백을 함으로써 모형을 조율하고 마지막으로 Testing Data를 통해 모형을 검증한다. 민감도 분석의 경우, 모형에 들어가는 입력변수들의 초기값을 정의하고, 각 변수들을 변화시킴으로써 발생하는 부도확률 값의 변화를 살펴보고 결과를 해석해 보며, 민감도 분석에 사용된 알고리즘을 기반으로 민감도분석을 지원할 수 있는 간단한 프로그램을 작성한다.

4. 분석자료

- ① 추가자료 : 1996년 1월 3일 ~ 2000년 12월 26일까지의 KOSPI 각 업종별로 총 58개 기업의 일별 주가 자료.
- ② 재무자료 : 해당기간의 위 기업에 대한 단기부채와 장기부채의 연간자료.
- ③ 금리자료 : 해당기간의 CD180금리의 월별 자료

5. 실증분석

5.1. 부도예측모형 모델링

부도확률을 결정하기 위해서는, 적절하게 할인된 기업자산의 미래잉여현금흐름의 현재가치의 척도로서, 자산가치(V_A), 기업의 위험을 측정하는 수단으로서의 자산가치의 변동성, 자산위험(σ_A), 자산가치에 상대적으로, 예측을 원하는 특정기간까지 갚아야 하는 부채의 양, 부도임계점(V_D)의 세 가지 주요한 요소가 필요하다. 자산가치와 자산위험은 Black & Sholes 옵션가격결정모형을 이용하여 결정되며, 부도임계점은 회계장부상 단기부채와 장기부채를 이용하여 결정된다. 이들은 다음의 과정을 따라서 부도확률 값으로 구해진다. 회사의 자산가치는 다음과 같은 Stochastic process를 따른다.

$$dV_A = \mu_A V_A dt + \sigma_A V_A dz$$

dV_A : 기업가치의 변화

μ_A : 기업가치의 기대수익률(drift rate)

dz : Wiener 과정

따라서, Black, Sholes & Merton 의 연구에 의하여 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$V_E = V_A \cdot N(d_1) - e^{-rT} \cdot V_D \cdot N(d_2)$$

...①

$$\sigma_E = \frac{V_A}{V_E} \cdot N(d_1) \cdot \sigma_A \quad \dots ②$$

V_E : 기업의 주식가치

σ_E : 주식가치 변동성

T : 특정미래시점

위 두식에서,

Input : V_E, σ_E, V_D, r, T

Output : V_A, σ_A

이다. 이것은, Newton-Rapson 방법에 의하여 구한다.

또한 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{V_D}\right) + \left(r + \frac{\sigma_A^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma_A \cdot \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{V_D}\right) + \left(r - \frac{\sigma_A^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma_A \cdot \sqrt{T}} = d_1 - \sigma_A \cdot \sqrt{T}$$

따라서, $t < T$ 일 때, 시점 t 에서 자산가치 $V_{A,t}$ 가 주어졌을 경우, 시점 T 에서 부도날 확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P_T &= P(V_{A,T} \leq V_{D,T} \mid V_{A,t} = V_A) \\ &= P(\ln V_{A,T} \leq \ln V_{D,T} \mid V_{A,t} = V_A) \\ &= P\left\{ -\frac{\ln \frac{V_{A,t}}{V_{D,T}} + \left(\mu - \frac{\sigma_A^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma_A \cdot \sqrt{T}} \leq w \right\} \end{aligned}$$

$$= N(-d_2) = \text{부도확률}$$

(단, 자산가치는 Wiener과정을 따른다.)

$$\ln V_{A,T} = \ln V_{A,t} + \left(\mu - \frac{\sigma_A^2}{2}\right) \cdot T + w \cdot \sigma_A \cdot \sqrt{T}$$

따라서, $N(-d_2)$ 는 특정미래시점에서 기업가치가 부채가치보다 작을 확률로서 기업의 부도가능성을 나타내는 지표로 활용될 수 있다.

5.1.1. 입력자료처리

추가자료에 대해서는 자료에 주어진 총주식수와 일별주가를 이용하여 총자본가치를 구한다.

$$V_{E,t} = P_t \cdot Vol_t$$

P_t : t 일의 종가

Vol_t : t 일의 총 주식수

$V_{E,t}$: t 일의 총 자본가치

수익률은 로그수익률을 이용한다. 로그를

취하지 않을 경우, 모형은 심한 변동성을 보이며, 그 예측력을 완전히 상실한다.

$$LY_t = \ln\left(\frac{V_{E,t}}{V_{E,t-1}}\right)$$

LY_t : t일의 로그수익률

다음으로 자본변동성은, 그 구간을 20일에서 250일에 이르기까지 다양하게 변형시켜가면서 우량기업과 부도기업에 대한 Training Data를 사용하여 반복적인 계산을 통해 변별력을 가지도록 산정되었다. 민감도분석에서 일례를 보이도록 하겠다.

$$\sigma_{E,t} = \sqrt{\frac{252 \cdot \left(\sum_{k=t-251}^t LY_k^2 \right) - \left(\sum_{k=t-251}^t LY_k \right)^2}{251 \cdot 252}}$$

$\sigma_{E,t}$: t일의 자본변동성

부도임계점은 KMV Corporation에서 사용하는 '단기부채 + 0.5(장기부채)'를 사용하였다. 장기부채비율을 여러모로 변화시켜보면서, 적절한 장기부채비율을 찾았으나, 다른 비중값들이 변별력을 갖지 못했다. 이에 대해서도 민감도분석에서 예를 들어 보인다.

$$DP_t = SD_t + 0.5 \cdot LD_t$$

DP : 부도임계점(default point)

SD_t : t일의 단기부채의 양

LD_t : t일의 장기부채의 양

5.2. 부도확률의 역할

모형을 통해 도출된 부도확률값이 각 기업의 부도위험에 적절한 신호역할을 해주고 있는지의 여부를 검증하여야 한다. 이를 위해 실제자료를 통해 검증한다.

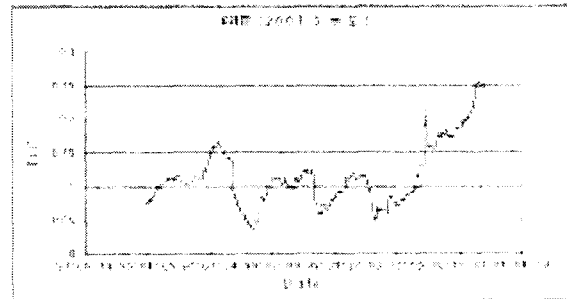
KMV Corporation에서는 Moody's 등의 신용등급자료와 당사의 부도확률 값 비교를 위하여 부도확률 값에 대응하는 신용등급에 대한 정보를 제공하고 있다. 이를 참고한다.

Rating	부도확률값
AAA	0.02
⋮	⋮
CCC	≅0.12
CC	≅0.15
C	≅0.20

< 표 1 > 각 Rating등급에 대응하는 부도확률 값

Training Data로 사용한 K기업(2001년 3월 부도)에 대해서는 다음과 같은 부도확률 값의 변화를 볼 수 있다.

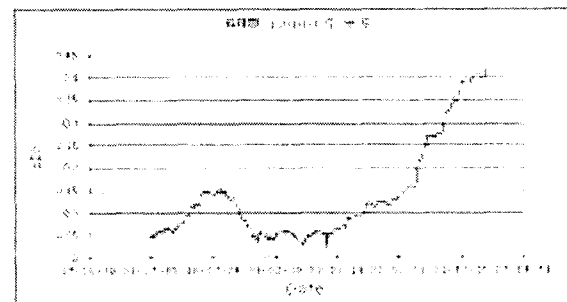
- 2000년 6월 15일 부도확률 값 15%(신용등급 CC에 해당) 돌파
- 2000년 11월 1일에 부도확률 값 20%(신용등급 D에 해당) 돌파



<그림 1> K기업의 부도확률값 변화

또한, Testing Data로 사용한 G기업(2000년 5월 부도)에 대해서는 다음과 같은 변화를 볼 수 있다.

- 2000년 4월 11일 부도확률 값 15%(신용등급 CC에 해당) 돌파
- 2000년 5월 17일 부도확률 값 20%(신용등급 D에 해당) 돌파



<그림 2> G기업의 부도확률값 변화

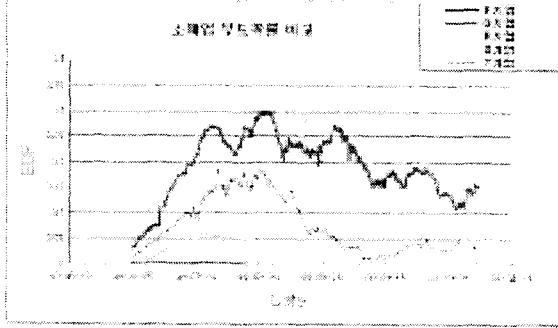
부도기업의 데이터가 많지는 않았으나, 대상 기업들을 통해 짧게는 한 달 전, 길게는 반년 전부터 미리 부도의 징후를 부도확률을 통해 파악할 수 있었다.

5.3. 각 업종군내 기업 위험도의 식별자 역할

업종군으로 기업을 분류하며, 도출된 부도확률 값을 통해 우·불량 기업의 분류가 가능한지를 살펴보았다. 여기서, 식별자의 역할이란 '같은 업종에서, 상대적으로 부도확률이 낮은 기업은 계속 낮게, 부도확률이 높은 기업은 계속 높게 나오는 성향을 유지하여 임의로 그 순위가 바뀌는 모습을 보이지 않는다.'로 정의한다.

아래의 그림과 표를 비교하면, 부도확률 값이 식별자의 역할을 하고 있음을 알 수 있

다.
① 소매업종

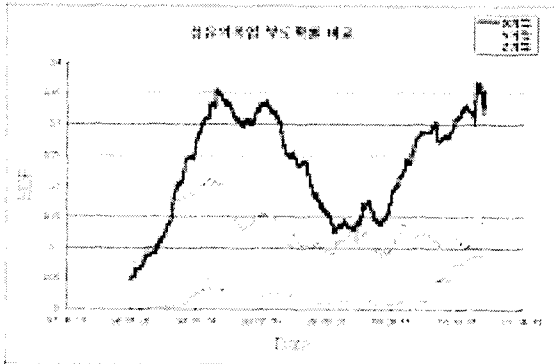


<그림 3> 소매업 부도확률 비교

	평가일자	신용 등급	참고(해당일 부도확률 값)
P기업	2000.6.12	A2	0.00
Q기업	2000.9.28	B	0.14
R기업	2000.6.16	A2-	0.04
S기업	2000.7.4	A2	0.00
T기업	2000.5.23	CCC	0.20

<표 2> 소매업 신용등급과 부도확률 비교

② 섬유업의복업종



<그림 4> 섬유업의복업 부도확률 비교

	평가일자	신용등급	참고(해당일 부도확률 값)
X기업	2000.4.21	B-	0.23
Y기업	2000.6.28	BBB+	0.01
Z기업	2000.6.20	BBB-	0.12

<표 3> 섬유업의복업 신용등급과 부도확률 비교

5.4. 민감도분석

각 입력변수가 부도확률의 변화에 얼마나 큰 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 입력 변수에 대한 민감도 분석을 시행하였다.

5.4.1. 부채의 변화에 따른 민감도분석

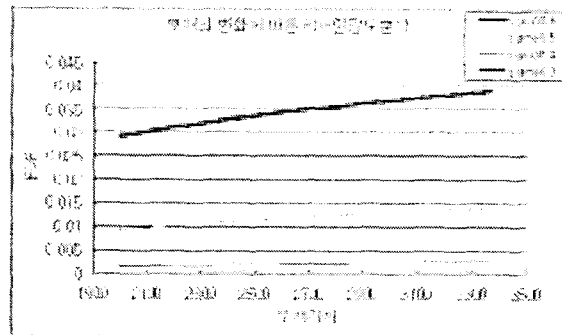
다음과 같이 초기값을 가정하고, V_E , σ_E , r 의 수준을 변화시키면서 V_D 값을 증가시킬 때, 부도확률 값이 어떻게 변화하는지를 관찰하였다.

입력변수	V_E	σ_E	r	V_D
초기값	1000	0.5	2000	0.05

<표 4> 민감도분석 입력변수 초기값

① σ_E 수준의 변화

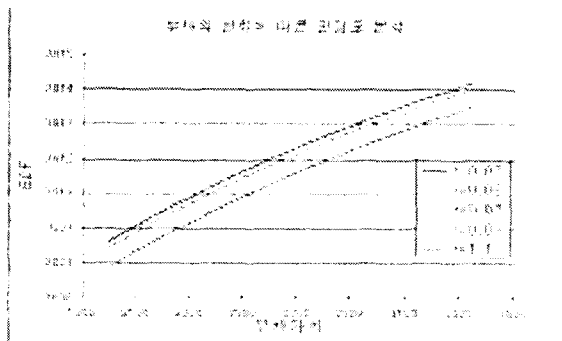
주가변동성이 커질수록 단위부채가치증가량에 대한 부도확률 값의 증가량이 커진다. 아래의 그림에서, 주가변동성이 0.3일 경우에는 부채가치가 1.5배이상 증가할 경우에도 부도확률 값의 증가는 미비하지만, 주가변동성이 0.6일 경우에는 1.5배 정도 부채가치가 증가하면, 부도확률은 1%정도 증가함을 알 수 있다.



<그림 5> 부채변화에 따른 민감도분석 (주가변동성 변화)

② r 수준의 변화

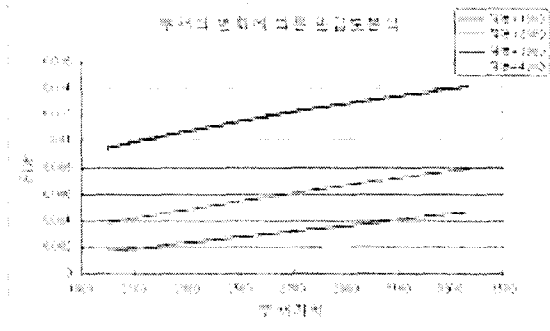
금리수준을 변화시킬 경우 부도확률값의 증가량의 변화정도를 알아보았다. 금리수준은 부도확률 값의 증가량에 영향을 끼치지 않음을 알 수 있다.



<그림 6> 부채변화에 따른 민감도분석 (금리수준 변화)

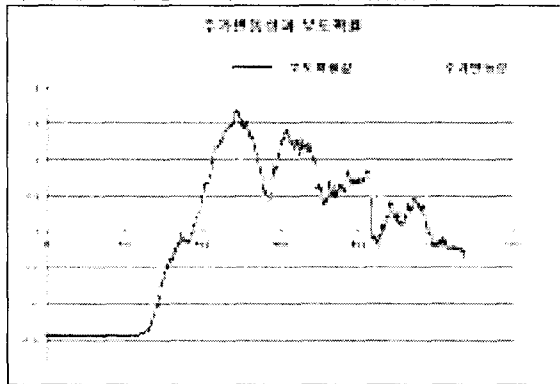
③ V_E 수준의 변화

자본(주식가치)의 수준을 아래의 그래프에서 볼 수 있듯이 네 가지 수준으로 변화시키면서 부도확률 값의 증가에 미치는 영향을 보았다. 그 결과 부도확률 값은, 자본의 수준이 낮을수록 더 민감하게 변화함을 알 수 있다.



<그림 7> 부채변화에 따른 민감도분석 (자본수준 변화)

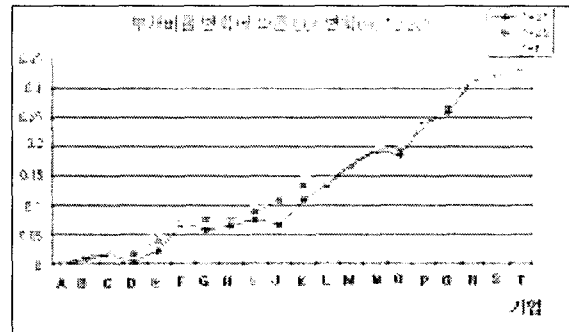
위와는 별도로, 위의 입력변수들과 부도확률 값이 갖는 관계를 알아보기 위하여 실제 기업을 대상으로 입력변수의 변화와 부도확률 값의 변화를 정규화시켜 비교하였다. 그 결과 주가변동성의 변화와 부도확률 값의 변화는 유사한 흐름을 보임을 알 수 있었다.



<그림 8> 주가변동성과 부도확률의 관계

5.4.2. 부도임계점 결정에 대한 민감도분석

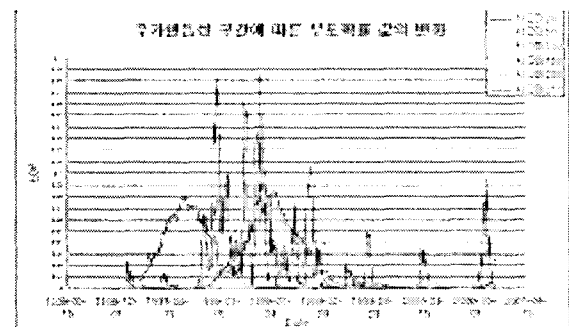
업종별로 부도임계점 계산의 장기부채 비율이 부도확률 값의 결정에 다른 역할을 할 수 있다는 가설을 세우고 이에 대하여 검증해 보았다. (단기부채)+0.1(장기부채), (단기부채)+0.5(장기부채), (단기부채)+(장기부채)의 세가지 조건에 대하여 검증을 해보았으나 아래의 그래프에서 볼 수 있듯이, 부도확률값의 변화가 가장 큰 기업의 경우에도 그 변화는 1%미만이었다.



<그림 9> 부채비율변화에 따른 부도확률변화

5.4.3. 주가변동성 구간에 대한 민감도분석

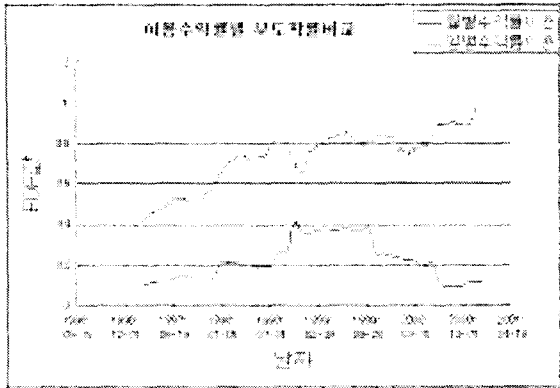
부도확률 값 1회 계산을 위한 주가변동성을 얻기 위해 필요한 구간을 어떻게 설정해주는냐에 따라, 부도확률값은 지나치게 민감한 움직임을 보이기도 하고, 일관된 안정적인 흐름을 보이기도 한다. 다음 그림을 통해 그 일례를 알 수 있다.



<그림 10> 주가 변동성 구간에 따른 부도확률 값의 변화

5.4.4. 일별주가를 사용할 경우와 월평균주가를 사용할 경우의 주가변동성차이

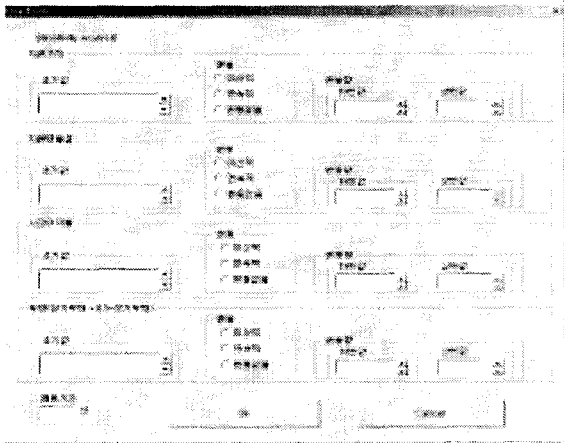
부도확률값을 계산함에 있어서 가장 중요한 변수로 분석된 주가변동성에 대하여 기존 연구와 같은 월평균주가를 이용한 경우와 본 연구와 같이 일별주가를 이용한 경우에 그 차이가 어떤 모습을 보이는지 살펴보았다. 그 결과, 아래의 그림과 앞의 <표 1>에서 알 수 있듯이, 신용등급으로 따지면, AAA~CCC까지 차이가 날 수 있다. 즉, 부도위험을 과소평가하는 오차가 커지게 된다. 따라서, 월평균주가를 이용하여 Modeling을 하는 것은 부정확성을 높이는 결과를 초래한다.



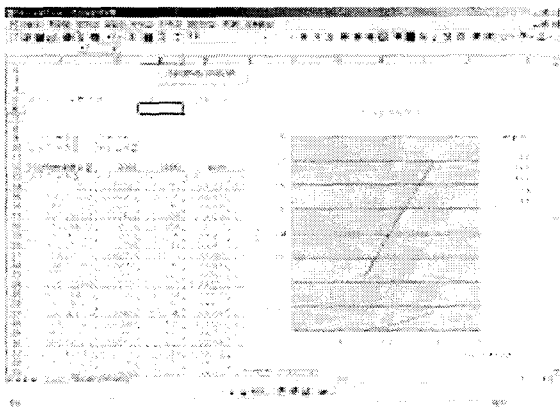
<그림 11> 월평균주가 이용시와 일별주가 이용시의 주가변동성 비교

5.4.5. 민감도분석 Tool 모델링

부도예측모형에 사용된 알고리즘과 민감도분석을 행한 과정에 기반하여, 각 입력변수가 주어졌을 때, 민감도분석을 행할 수 있는 Tool을 모델링하였다. 이것은, 부도확률값을 관리함으로써 위험관리에 유용한 도구가 될 수 있을 것으로 기대된다.



<그림 12> 민감도분석 도구 화면



<그림 13> 민감도분석 결과 화면

6. 결론 및 토의

일별주가자료를 활용한 부도예측모형에 대한 모델링과 민감도분석을 하였다. 이러한 부도예측모형은 주가자료에 기반하여, Rating 자료에 기반한 부도예측모형에 비하여 동적으로 부도확률 값을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서, 동적으로 변하는 부도확률 값이 같은 업종 내에서 부도확률 순위의 임의 변동없이 우·불량 기업의 차이를 표시하고 있는 것으로 파악되었다. 민감도분석을 통하여, 부도확률 값에 영향을 미치는 가장 중요한 변수가 '주가변동성'임을 알 수 있었으며, 주가 변동성과 자본의 정도에 비례해 부채의 정도가 부도확률 값에 반영됨을 알 수 있었다. 그리고, 기존의 연구와 같이 월평균주가자료를 이용하여 부도예측모형을 모델링할 경우, 모형 자체가 왜곡될 수 있다는 점을 지적하였으며, 부도예측모형에 사용된 알고리즘과 민감도분석을 이용하여 위험관리를 할 수 있는 민감도분석 Tool을 설계하였다.

본 연구는 다음과 같은 면에서 문제점이 제기될 수 있다. 첫째로, 자료입력의 단계에서 연간 발표되는 재무자료와 월간자료 밖에 구할 수 없어서 금리자료를 일별주가자료와 같이 사용하여 일별 부도확률 값을 계산함으로써 비적절한 대응의 문제가 있을 수 있다. 둘째로, 부도확률 값이 적절한 것인지에 대한 비교기준이, 부도기업에 대해 미리 그 부도를 예측하였는가 등의 상대적 기준 이외에는, 명확하지 않았다. 신용등급자료와 비교하는 것은 그 자체가 모형의 비교와 중복되므로, 미흡하다고 판단할 수 있다.

참고문헌

이은주, 신용위험평가모형의 실증연구 -한국 상장기업의 KMV 모형 적용을 중심으로-, 석사학위논문, 연세대학교, 2000.

정완호 & 국찬표, 기업 도산 예측에 관한 연구 -주가정보를 이용하여-, Working Paper, 서강대학교, 2001.

John Andrew McQuown, A Comment on Market vs. Accounting-Based Measures of Default Risk, KMV Corp., 1993.

Peter J.Crosbie, Modeling Default Risk, KMV Corp., 1999.

Robert Merton, On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates, Journal of Finance 29, No. 2, May, 1974

대한산업공학회/한국경영과학회 2002 춘계공동학술대회
한국과학기술원(KAIST) 2002년 5월 3일~4일

Stephen Kealhofer & Matthew Kurbat, The
Default Prediction Power of the Merton
Approach, Relative to Debt Ratings and
Accounting Variables, KVM Corp., 2001.

Stephen Kealhofer, Sherry Kwok &
Wenlong Weng, Uses and Abuses of Bond
Default Risk, KVM Corp., 1998.