

기술신용평가모형의 타당성 검증

A Verification of the validity for Technology/Credit Appraisal Model

김재범, 조용곤, 조근태
 성균관대학교 공과대학 시스템경영공학과

<표 1> 중소기업 기술신용평가모형 표준화안

Abstract

최근 들어 기술을 담보로 하는 신용금융의 역할이 증대되면서 자금지원 대상기업의 기술평가 시스템 구축이 중요한 과제가 되고 있다. 국내에서는 기업 보유의 기술경영성과를 측정하여 한정된 자원의 효율적 배분을 위한 민간 투, 용자를 위한 기술신용평가모형이 제시되었다. 본 연구에서는 기술신용평가모형의 평가항목 타당성을 실증 분석한다. 모형의 항목 분류가 적절하게 되었는지를 검증하기 위하여 구조적 타당성을 평가하며 통계적 유의성을 검증하여 신뢰성을 평가한다. 구조적 타당성 검증을 위해 확인 요인분석을 수행하며 평가모형의 신뢰성을 검증하기 위해서는 다변량 통계방법 중의 하나인 판별분석을 수행한다. 본 연구는 기술개발 성공 및 부실발생의 예측력을 갖는 기술신용평가 시스템 구축을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

1. Introduction

기업의 정확한 기술신용평가는 금융기관의 손실을 최소화하기 위해서도 필요할 뿐만 아니라 금융시장의 관점에서는 자원배분의 효율성을 제고하여 경제의 성장 잠재력을 증가시키기 위해서도 필요하다. 기존의 몇 가지 기술평가 모형들이 다양한 관점에서 이용되어왔으나 평가의 신뢰성을 보다 높일 수 있는 정확한 기술평가모형이 요구된다.

이런 요구에 맞춰 최근에 기업이 보유하고 있는 기술의 경영성과를 추정하여 한정된 자원의 효율적 배분을 꾀하는 민간 투, 용자를 위한 기술신용평가모형이 제시되었다. 이 모형은 국내 우수 기관의 기술평가 지표를 분석하여 공통핵심요소로서 경영주 기술능력, 기술성, 시장성, 사업성의 4개 대항목, 13개 중항목, 57개 소항목으로 구성되어 있다.

기술평가모형은 기술평가과정과 대응하여 다음과 같은 요구조건을 갖추어야 한다. 우선, 평가항목에 대한 평가자의 측정 단계에 있어서는 개별 항목(지표)의 타당성이 갖추어져야 한다. 즉, 임의 한 평가항목이 그 평가모형의 구성 상 적합한 것인지를 검증해야하며 기술경영성과를 추정하는 데 있어서 적합한 지표인지에 대한 타당성의 여부를 확인하여야 한다.

중항목	변수	표준화평가지표 소항목
기술경영능력(F1)	x1	기술경험 수준
	x2	경영자의 기술이해도
	x3	경영자의 기술전문성
	x4	위기관리능력
	x5	사업화 추진 의지
	x6	기술개발전담조직
	x7	기술개발인력관리
인적자원 및 연구개발능력(F2)	x8	기술개발추진능력
	x9	연구개발인력비율
	x10	우수개발인력 비율
	x11	기술개발실적(인증 및 특허권 현황 등)
	x12	기술장비보유 현황(연구개발기자재·설비)
	x13	연구개발투자비율
기술외부환경(F3)	x14	연계현황
	x15	추진형태
	x16	정보수집능력
기술의 우수성(F4)	x17	기술의 차별성
	x18	기술의 유형(개발/응용/기반)
	x19	기술의 수명주기상 위치
	x20	모방용이성
	x21	기술의 완성도
	x22	기술의 자립도
	x23	사업전략과의 부합성
기술의 경쟁성(F5)	x24	대체기술 출현가능성
	x25	산업적 파급효과
	x26	기술의 응용 및 확장가능성
권리성(F6)	x27	핵심 IP 수명
	x28	권리안정성 또는 확보가능성
	x29	권리의 이전가능성
	x30	권리의 범위
시장특성(F7)	x31	시장구조
	x32	시장규모
	x33	시장점유율
	x34	시장의 성장성
시장환경(F8)	x35	시장에서의 선호도
	x36	관련산업 동향과의 부합성
	x37	법·규제 등 제약/장려요인
산업환경성(F9)	x38	산업시장 진입성
	x39	대체품과의 우위성
	x40	기업간의 경쟁강도
	x41	공급업자와의 교섭력
	x42	구매업자와의 교섭력
생산기반(F10)	x43	생산시설 확보용이성
	x44	생산인력 확보용이성
	x45	재료 및 부품조달용이성
	x46	자본조달용이성
	x47	표준화 적합성

평가항목의 측정이 완료되면 평가한 결과를 이용하여 대상 기업의 기술경영성과를 추정해내야만 한다. 기술경영성과를 추정할 수 있는 평가모형이 결정되면 이 모형의 유

의성이 검증되어야 경영성과 추정 결과를 신뢰할 수 있을 것이다. 이렇게 각 과정에서 타당성과 신뢰성이 체계적으로 검증된 후 자금지원의 대상을 선정하면 효율적인 자금지원을 펼칠 수 있게 된다.

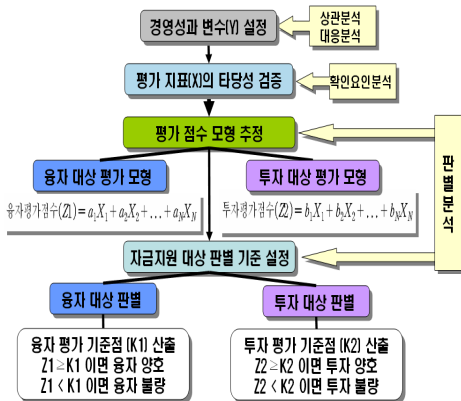
따라서 본 연구에서는 기술신용평가모형의 평가항목 구조 타당성과 평가결과를 이용하여 기술경영성과를 추정하는 판별모형의 유의성을 검증하고 최종적으로 실용성 있는 모델(안)을 제시할 것이다. 구체적으로 평가일 이후의 경영성과(보증 사고여부)와 평가항목간의 확인요인분석, 판별분석, 기타 계량적 분석 등을 통해 각 평가모형의 정확성 및 신뢰성이 검토하게 된다.

2. 실용성 분석 절차

실용성 있는 기술평가모형이 되기 위해서는 다음과 같은 주요 고려사항이 검토되어야 한다.

- ① 기술평가의 신뢰성 확보
- ② 모형 및 지표의 학술 및 이론적인 배경 제공을 통한 신뢰성 제고
- ③ 기업의 기술혁신 및 경영성과 등을 예측할 수 있는 지표의 개발

본 연구에서는 그러한 가능성을 타진하고, 기술신용평가모형을 보완하여 보다 합리적인 기술평가모형을 개발하기 위하여 학제적이고 통합적인 접근법을 채택하고자 한다. 이런 기술신용평가모형을 구축하기 위한 분석절차는 다음과 같다.



<그림 2-1> 실용성 분석절차

우선 평가모형이 실제로 추정하게 될 기술경영성과를 결정한다. 경영성과로서 중요한 것은 기업부도의 가능성이 다. 기업부도 가능성의 파악은 용자자 입장에서는 용자 손실을 방지하고 금융기관의 입장에서는 부실화 방지 및 적절한 자금운용을 통한 경쟁력의 확보가 가능하게 한다. 따라서, 기술신용평가모형을 통해서도 평가 대상 기업의 부도가능성에 대한 정보를 제공하는가를 검증하는 것이 중요하다고 판단된다.

본 연구에서는 용자지원 관점의 기술경영성과로 안정성을 선정한다. 기술경영성과의 양부를 각각 1과 2로 나타내어 표현하며 이는 평가 후 실제 자금지원 대상을 결정하는 기준이 된다.

기술신용평가모형의 개별평가항목에 대한 타당성을 평가하기 위해서는 다변량 통계분석기법인 확인요인분석(Confirmatory Factorial Analysis : CFA)을 수행한다. 확인

요인분석은 평가모형에 포함된 평가요소들의 타당성을 검증할 수 있는 방법이다. 기술평가모형의 구성상 소항목에 해당하는 각 평가요소가 개념적으로 설정된 중항목 별로 묶이게 되는데, 이 평가요소들의 구성이 타당한지를 검증하고 개별 항목이 전체 기술경영성과를 추정하는 데 있어서 적합한지에 대한 분석을 하게 될 것이다.

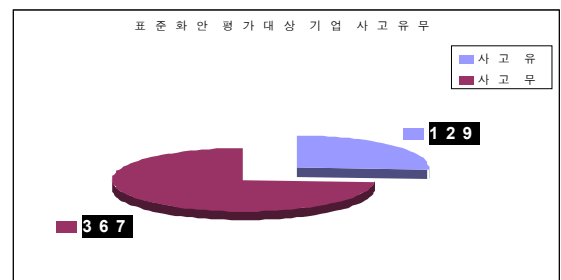
개별평가항목의 타당성 검증 후 실제 평가한 결과값을 이용하여 각 자금지원별 평가모형을 도출하게 된다. 이 때 평가모형의 결과와 도출된 평가모형의 신뢰성 검증을 위해서 다변량통계방법 중의 하나인 판별분석을 수행한다. 판별분석은 이미 알려져 있는 집단에 대해서 다수의 변수를 통해서 집단을 구분하는데 유용한 통계적인 방법이다.

판별함수는 최초 결정된 기술경영성과의 양부를 종속변수, 각 평가항목을 독립변수로 하여 다음의 모형처럼 구성된다.

$$\hat{Y} = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$$

여기서 모형의 가중치는 판별분석을 통해 추정이 되며 모형의 통계적 유의성 또한 검증된다. 또한 모형의 신뢰성을 검증하기 위해 모형의 기술경영성과 양부의 적중률(Hit Ratio)을 살펴본다. 적중률 도출 과정에서는 기존 사례의 50%의 자료를 가지고 판별분석을 수행하여 판별함수를 도출한다. 만약 도출된 판별함수가 신뢰할 수 있다면, 기존 사례의 나머지 50%에 대해서도 어느 정도 수용할 수 있는 적중률(hit ratio)이 나와야 할 것이다.

본 연구에서 과거에 기술신용평가모형을 적용했던 500개 기업을 대상으로 하였으나, 최종적으로는 총 500개 기업의 재무성과 자료 중 4개 기업의 재무자료가 없어 496개의 기업만을 대상으로 분석하였다.



<그림 2-2> 샘플기업의 사후 부도여부

3. 실증 분석 결과

3.1 평가 항목의 타당성 검증

단일차원성이란 평가항목들이 단일의 내재된 개념을 공통으로 갖는 것을 말한다. 다시 말하면 표준화안 구성개념의 평가항목들이 단일요인 모형(하나의 요인으로만 이루어진 구조)에 대해 수용할 수 있는 적합도를 보이는 것을 의미한다. 단일 차원성이 있기 위해서는 항목들과 개념요소, 즉, 중항목이 이론적으로 조화를 이루어야 하고 특정개념을 측정하는 각 항목들의 신뢰성과 타당성이 경험적으로 확립되어야 한다.

확인요인분석을 통해 항목의 타당성을 검증하면서 동시에 모형의 구조적 적합도가 평가된다. 그리고 적합도는 단일차원성을 평가하는 데 있어서 지표로 적용된다. 단일차원성을 검증하기 위하여 사용되는 적합도 지표는 GFI(0.9이상 바람직), AGFI(0.9이상 바람직), RMSR(0.08 이하이면 바람직), 카이스퀘어 값(적을수록 바람직), 카이스퀘어 값에 대한 p 값(0.05 이상 바람직) 등을 이용하게 된다.

<표 3-1> 평가 항목 타당성 검증 결과

요인	표준화항목수	단일차원검 중항목
기술경영능력	7	5
인적관리 및 연구개발능력	6	4
기술외부환경	3	3
기술 우수성	7	6
기술 경쟁성	3	3
권리성	4	3
시장특성	4	3
시장환경	3	3
산업환경	5	4
생산기반	5	4
생산성	2	3
수익성	6	3
마케팅 전략	2	2

최종적으로 집계해보면 총 57개 표준화 항목에서 11개 항목이 제거되어 46개 항목을 통해 표준화한 구조가 성립되었다. 이제 확인요인분석을 통해 계산된 요인적재치를 이용하여 중항목 요인 척도를 계산하여 기술경영성과 평가모형 설정에 반영하게 된다.

확인요인분석을 통해 구하여진 요인 점수를 a_i ($i=1,2,..,46$)라고 하면 각 중항목 척도는 다음처럼 구하여질 것이다.

$$F_k = \sum_{i=1}^s a_{ki} X_i$$

여기서 F_k 는 k 번째 중항목을 뜻하며, s는 각 중항목에 해당되는 소항목 변인의 밀수 시작번호를 의미한다.

확인요인분석을 통해 추정된 13개의 중항목 값을 이용하여 기술경영성과 평가모형을 도출하고 도출된 모형의 판별력을 측정하게 된다.

3.2 경영성과 판별 모형

판별분석은 다변량 정규분포를 가정하고 또한 각 집단의 공분산이 동일하다는 가정 하에 성립된다. 집단에 대한 공분산 행렬의 동일성 검정은 Box 검정을 통하여 이루어진다. 검정의 유의확률이 기본적으로 유의수준 0.05보다 큰 경우에는 두 공분산 행렬의 차이가 없음을 의미한다.

공분산 행렬이 같지 않은 경우에는 정규분포의 가정이 위반되었다는 것이며, 이 경우에는 각 독립변수의 정규분포성을 검정하여 재검정을 시도한다. 자료가 다변량정규분포를 이루고 있으나 집단별 공분산 행렬이 같지 않은 경우에는 선형판별함수 대신에 비선형 판별함수의 이용이 바람직하다. 즉 이 검정을 통하여 기각되면 판별분석을 행하는 평가모형의 통계적 타당성이 없음을 의미한다.

Box의 M		121.3191
F	근사법	1.235752
	자유도1	91
	자유도2	57930.62
	유의확률	0.063364

본 모형의 판별 분석에서는 유의확률이 0.06336으므로 0.05보다 크므로 판별분석의 공분산 동일성이 지켜지고 있음을 알 수 있다. 최종적인 평가모형은 다음처럼 나타낼 수 있다.

$$Z = 0.390485 \times \text{기술경영능력} + 0.16068 \times \text{연구개발} + 0.075124 \times \text{기술외부환경} + 0.237236 \times \text{기술우수성} + 0.236036 \times \text{기술경쟁성}$$

$$-0.30227 \times \text{기술권리성} + 0.280948 \times \text{시장특성} - 0.05331 \times \text{시장환경} - 0.00059 \times \text{산업환경} + 0.253449 \times \text{생산기반} + 0.507099 \times \text{생산성} + 0.115475 \times \text{수익성} - 0.0391 \times \text{마케팅 전략} - 0.01728$$

Z는 평가점수를 의미한다. 각 평가 대상 기업별 평가점수가 위의 모형을 통해 도출될 것이고 이 값을 분류기준과 비교하여 크면 융자 양호로 작으면 융자불량으로 값을 책정할 수 있다. 다음은 판별점수의 분류 기준이다.

구분	함수의 집단중심점
융자양호	0.304332
융자불량	-0.80431
단일 기준	-0.2499

단일 분류기준 값은 두 중심점의 평균치가 된다. 즉, -0.2499가 분류기준이며 이 값과 Z를 비교하여 집단을 판별하게 된다.

이렇게 설정된 평가모형의 통계적 유의성은 Wilks의 람다 검정을 통해 이루어진다.

함수의 검정	Wilks의 람다	카이제곱	자유도	유의확률
융자지원	0.80211	54.35551	13	5.24E-07

Wilks의 람다 통계량은 집단내 분산을 총분산으로 나눈 비율을 나타낸다. 이 람다 값과 자유도를 고려한 카이스퀘어 값을 통해 평가모형의 통계적 유의성을 검증하게 된다. 이때 카이스퀘어의 유의확률이 0.05보다 작게 나타나야 모형이 유의하다고 판단한다. 결과에서 보였듯이 융자 평가모형의 유의 확률 값이 0.05보다 작게 나타나기 때문에 융자지원 대상 평가모형은 유의한 것으로 검증되었다.

판별 적중률은 회귀분석의 적합도를 나타내는 기여율(결정계수) R^2 의 개념과 유사하다고 볼 수 있다. 회귀분석에 있어서 R^2 은 선형회귀식이 얼마나 데이터를 적합시켰는가를 나타내는 것이며 판별분석에 있어서의 판별적중률은 판별식이 관측대상을 얼마나 잘 판별하는가를 나타내는 정도라고 할 수 있겠다. 기술경영성과 평가모형의 판별함수 적중률 분석을 위해서 50% 정도에 해당하는 자료를 이용하여 우선 평가모형을 추정하고 그렇게 계산된 평가모형을 통해 분석 자료와 유보 자료에 대한 적중률을 검토하였다. 판별모형을 통해 판별된 기술경영성과의 적중률을 살펴보면 분석 자료에서는 원래의 집단 사례 중 68.2%가 올바르게 분류된 것으로 나타났다. 다음은 유보 자료와 전체 자료에 대한 적중률 분석의 결과이다.

구분	분석자료	유보자료	총계
전체	255	241	496
일치	174	158	332
불일치	81	83	164
적중율	68.2%	65.6%	66.9%

4. 결 론

본 연구에서는 앞서 수행한 확인요인분석과 판별분석을 통해서 평가지표의 타당성 검증과 자금지원별 기술경영성과 평가모형의 판별력 평가를 실시하여 유의한 결과를 얻었다.

확인요인분석을 통하여 평가항목의 구조적 타당성을 검증하여 기존 기술신용평가모형을 수정하였으며 이러한 소항

목을 통하여 계산된 중항목 값을 경영성과 추정 모형에 이용하였다. 평가모형의 타당성과 신뢰성은 모형의 기본 가정인 다변량 정규성과 Wilks의 람다 통계량을 통해 검증하였다. 확인요인분석에서는 단일차원성의 관점에서 유의한 평가항목과 그렇지 못한 항목을 구분하였다. 유의하지 못한 항목에 대해서는 평가모형에서 제거할 수 있는 근거를 마련할 수 있다. 하지만 구조모형의 많은 해를 갖는 특성을 고려할 때 보다 최적의 중항목 구조를 구성할 수 있는 가능성이 있으며 제검토를 수행하는 경우 더 많은 소항목 요인들이 제거될 가능성도 있다. 이에 따라 이후 새로운 객관적 지표를 개발 추가시킬 필요성이 대두될 수 있다. 따라서 추후에 이에 따른 분석 방식을 고려해야한다. 또한 본 연구에서는 선형적인 판별함수를 가정하였지만 보통 기술척도의 식은 비선형 식으로 이용되는 것을 고려하여 새로운 판별함수 형태를 적용시켜볼 수도 있을 것이다. 그 이외의 AHP 방식과 같은 체계적인 요인 중요도 평가 방법을 이용하여 기존 기술평가 시스템의 개선을 꾀하는 것도 고려할 내용일 것이다.

Reference

- [1]Hair, Anderson, Tatham and Black (1998), Multivariate Data Analysis, Fifth Edition Prentice-Hall International, Inc. 258-259.
- [2]Martino, J. P.(1995), "Research and Development Project Selection", John Wiley & Sons, Inc.
- [3]Rossner, J.D. and J. Frey(1974), "Methodology for Technology Assessment" Technological Forecasting & Social Change, Vol.6.
- [4]Park, W. R, and Maillie, J. B.(1982), Strategic Analysis for Venture for Venture Evaluation ; The SAVE Approach to Business Decisions, Van Nostrand Reinhold Co.
- [5]송종국 (1999), "기술가치 평가의 필요성과 제도 정착방안", 정보통신연구진흥원 '99기술가치평가 세미나
- [6]양동우(2003), "도산위험에 대한 기술평가지표의 판별력 기초연구 : 중소·벤처기업을 중심으로", 기술평가저널, 2[2], pp.57-72.
- [7]양병화 (1998), 「다변량자료분석의 이해와 활용」, 학지사.
- [8]이영탁(2001), 『신기술 중소기업의 기업가치평가 연구』, 성균관대학교 박사학위 논문
- [9]차중천 & 장상수 역 (1994), 「구조방정식모형의 이해」, 나남출판.