

# 계층구조분석기법을 이용한 합격률 예측모델 개발에 관한 연구

박재현\* · 정일성\* · 양윤정\* · 정영득\*\* · 이주일\*\*\*

\*한국산업인력공단 · \*\*전주비전대학 · \*\*\*명지대학교 산업경영공학과

## A study of development to the ratio of successful applicants forecasting model using AHP

Jae-Hyun Park\* · Il-Sung Jung\* · Yoon-Jung Yang\* · Yong-Duk Jeong\*\* · Joo-Il Lee\*\*\*

\*Human Resources Development Service of KOREA · \*\*Vision University of Jeonju

\*\*\*Department of Industrial Management Engineering, MyoungJi University

### Abstract

We need a study of the ratio of successful applicants control methodology about the national technical qualification under the global-green industrial society and rapid change of international circumstances, infinite competition rider society under FTA aspects. It is necessary to develop of HRD Korea selfishness and increase brand value of national technical qualification.

So, this study is analysed to the ratio of successful applicants of national technical qualification toward change of the 'bank of problems' control rule, various characters of candidates and the trend of demand and supply of labours instead of the absolute evaluation method.

Accordingly, this study suggests to a methodology for the forecasting model of the ratio of successful applicants using the level of problems difficulty and pattern and the candidates academical carriers.

**Keywords :** AHP, 브랜드 가치, 합격률(the ratio of successful applicants), forecasting model

## 1. 서론

우리나라 국가기술자격은 1958년 한국건설업법에 의해 자격의 태동 이후, 1973년 국가기술자격법의 통합 제정함으로써 명실공히 국가기술자격으로 그 체계를 정립하게 되었다. 그러나 30년이 넘는 역사 속에서 국가 기술자격의 종목 및 직무분야 또는 직종에 대한 합격률 예측방법론이나 합격률 변동에 대한 대응방법론에 대한 합리적, 체계적 제시가 미약한 것이 현실이다.

본 연구는 미래 글로벌 경쟁에서 국가기술자격의 위상을 정립하고 국제적 통용성을 확보하기 위해서는 질 대평가에 의한 합격의 양산이 아닌, 산업의 변화와 노동시장의 변화에 따른 인력수급을 고려하면서 합격률 예측방법에 대해 제시하고자 한다.

이러한 노력은 무한경쟁의 FTA나 글로벌 녹색성장 환경 하에서 스스로 국가기술자격의 질을 향상시키고

전 세계적으로 국가기술자격의 위상을 정립할 수 있는 전환점이 될 것으로 판단한다.

연구는 현재까지 문제은행에 입고되어 있는 출제문제들의 난이도에만 의존해 합격률을 예측하는 현재 국가 기술자격 시스템에 다양한 변수를 결합하여 보다 근사한 합격률을 예측할 수 있는 방법에 대해 연구하였다.

## 2. 이론적 고찰

연구는 특정 종목에 대한 년도별 회차별 합격률과 응시 인원에 대해 데이터를 분석하고 그와 관련된 출제기준에서 난이도와 기출된 출제유형을 비교분석하였다.

먼저 출제기준에 대하여 세세문항에 대하여 전문가들이 생각하는 중요도 가중치를 AHP 기법에 의해 선호도 가중치를 산정하였다. 이렇게 산정된 가중치가 실제 문제 은행

† 교신저자: 박재현, 서울특별시 마포구 공덕동 370-4 한국산업인력공단

M · P: 010-5246-4488, E-mail : jhpark26@chol.net

2010년 4월 20일 접수; 2010년 5월 3일 수정본 접수; 2010년 5월 31일 게재확정

의 문제 난이도에 미치는 영향에 대해 분석하고 이 영향이 합격률에 미치는 영향이 어느 정도인가를 계산하였다.

두 번째로 각 출제문제에 대한 유형을 분석하여 국가기술자격 검정규정을 기준으로 어느 정도의 차이가 발생하는지에 대해 그 값을 합격률에 비교 계산하였다.

마지막으로 난이도 조사와 마찬가지로 전문가들에 대한 학력 선호도 조사를 실시하여 각 학력수준에 따른 중요도 가중치를 계산하고 이를 합격률과 연계했을 시에 발생하는 값분석을 실시하였다.

최종적으로 각 변수들에 의해 나타난 지수들은 각 영역에 대한 정도지수로 이들 변수들에 의한 평균으로 미래 합격률에 대한 예측을 실시하였다.

### 2.1 난이도, 변별도 개선에 따른 합격률 관리

한국산업인력공단(2008)의 연구에서 필기시험문제에 대한 출제문제의 난이도, 변별도 개선에 따른 합격률 관리방안에 대해 언급하였다.[3] 그러나 이 연구의 한계는 검정이 시행된 이후 검정출제 문제에 대한 사후 분석 후 난이도를 조정하고 조정된 난이도를 다시 출제 문제은행에 입고하는 방법에 국한하였다. 그러나 이러한 합격률 안정화에 대한 노력의 첫 시작의 연구로 사전 고찰이 필요할 것으로 판단된다.

[그림 1]과 같은 방법으로 누적된 기출문제에 대해 문제은행식으로 관리하여 유사문제를 분석할 수 있다면 이는 출제 빈도와 출제 경향에 대해 가중이동평균을 통해 정답률과 난이도를 예측할 수 있을 것이다. 또한 출제기준의 세세항목을 통한 문제은행을 그룹핑하여 세부 분야별 난이도 분석 및 문항분석을 실시할 수 있다. 반대로 유사문제로 그룹핑 된 문제들을 통해 출제기준의 세세항목 구분의 기준을 제시할 수 있어 출제관리의 기초데이터로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

마지막 개선방안으로 문항분석 및 난이도 조절 프로그램 및 툴을 기존 검정을 시행하였던 기관에서 벤치 마킹하여 개발하는 방안이다. 이 방법은 첫 번째와 두 번째의 개선방안에 대한 종합적 방법이다. 현재 시행중 목표들은 2년 미만의 단기간의 데이터를 확보함으로써 수

동적으로 평가나 분석이 가능하지만 순차적으로 데이터가 누적된다면 일정한 틀에 의한 프로그램 개발이 절실히 요구될 것이다. 개발된 프로그램은 매 시험 시 출제된 문제에 대해 난이도 및 합격률에 대한 사전예측이 가능하여 출제문제의 선결과 검토에 효과적으로 적용되리라 판단한다.

새로운 난이도 및 변별도 지수의 개발을 위한 FRAT의 계산식은 다음 식 (1)과 같이 제시할 수 있다. 단, FRAT은 자격검정의 특성을 고려해 빈도성과 최근성은 변화없이 사용하지만 금전성(Account)은 수험자의 응시율로 대신하기위해 규모성(Amount)으로 전환하여 사용하도록 한다. 또한 T(Type of Service)는 자격의 종류로 T(Type of Qualification)으로 전환하여 사용토록 한다.[3]

$$DI(DifficultyIndex) = \alpha x + \beta y + \gamma z + \delta w$$

식 (1)

단,  $\alpha\beta\gamma\delta$  : 가중치,  $xyzw$  : 난이도 결정 변수 값

식 (1)에서  $\alpha\beta\gamma\delta$ 는 각 난이도지수의 가중치로 목적에 따라 변화될 수 있는 변동 값이다. 그러나 검정에 있어서의 중요도는 ‘빈도성-최근성-규모성-자격의 종류’의 순서로 큰 변화가 없을 것으로 본다. 만약 전문 자격에 관련되어 각 부처의 요구가 발생한다면 종목특성에 따라 가중치는 달리 할 수 있으므로 본 공식을 사용하는데 큰 제약은 없을 것으로 판단한다.

### 2.2 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법의 적용

계층 분석적 의사결정방법((AHP : Analytic Hierarchy Process)은 측정에 관한 이론으로 이 방법은 다 계층구조에 있어서 이산적 또는 연속적 쌍대비교를 통해 비율 척도를 이끌어 내는데 이용된다. 여기서 쌍대비교는 선호도 또는 느낌의 상대적인 크기를 반영하는 척도로서 실제적인 측정행위로 자연스럽게 이루어진다.[6, 8]

의사결정의 많은 문제들이 물리적 속성과 심리적 속성을 내포하고 있다. 물리적 속성은 유형적인 영역으로 측정행위를 할 수 있는 객관적인 존재이다. 반면에 심리적 속성은 무형적인 영역으로 아이디어, 감정, 신념 등 측정행위가 주관적인 존재가 이에 해당한다. 이러한

문제1. 품질관리와 품질경영에 대한 설명으로 잘못된 것은? ① 품질관리는 계수치관리로 시스템적 관리인 품질경영과는 차이가 있다. ② 품질경영의 기본은 품질관리로부터 시작한다. ③ 품질경영은 지속적인 개선을 바탕으로 한 고객만족에 목적을 둔다. ④ 품질관리는 P-D-C-A 사이클을 기초로 통계적 수법을 활용하여 수행된다	검정회 차	품질경영 산업기사 2회
	출제과목	품질관리 일반
	출제유형	이론, 계산, 응용, 신기술
	문제난이도	상, 중, 하
	정답항	1번
	문항별 정답률	① 75.8% ② 11.3% ③ 5.3% ④ 7.6%
	변별도	$\gamma_{xy} = 0.35$
문항합치도(매력도)	문항합치도 ( $P_0$ ) = 0.081	
변별도 판정	① 우수 ② 양호 ③ 고려 ④ 미흡	

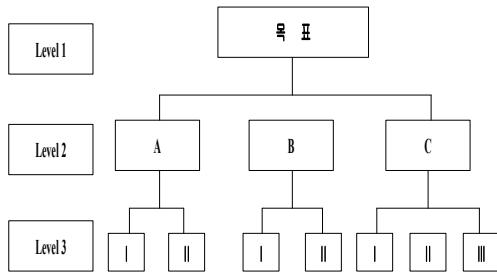
[그림 1] 출제문제에 대한 사후관리 예시

두 가지 영역의 것들 모두 동시에 다룰 수 있는 이론 중 대표적인 것이 AHP의 이론이다.

AHP적용 절차를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 1단계 : 데이터들의 변수를 정의하고 목표를 결정한다.
- 2) 2단계 : 변수들에 대한 계층구조를 다음[그림 2]와 같이 만든다.
- 3) 3단계 : 각 변수에 대한 비교 행렬을 만든다. level 1, 2의 모든 항목에 대해 대각행렬을 기준으로 [그림 3]과 같이 비교행렬을 만든다.
- 4) 4단계 : 3단계에서 만들어진 행렬들에 주관적으로  $n$  개의 변수를 갖는다고 할 때 대각 행렬을 기준으로  $\frac{n(n-1)}{2}$  회의 비교를 하여 [그림 4]와 같이 상대적 중요도를 평가한다.
  - ▶ 2 단계의 각각의 모든 대안의 매트릭스를 만든다.
  - ▶ 쌍별 대안의 모든 항목에 대해서 비교를 한다.
- 5) 5단계 : 상대적 중요도를 합성하고 아이겐 값(Eigenvalues), 일관성 지수(CI ; Consistency Index), 비일관성 지수(II ; Inconsistency Index), 그리고 일관성 비율(CR ; Consistency Rate)을 구한다.<sup>1)</sup>

다음 식 (2)와 (3)은 쌍별 비교 매트릭스를 구하기 위한 것이다.



[그림 2] 계층 구조도

Factor	A	B	C
A			
B			
C			

[그림 3] 쌍별 비교행렬

Factor	A	B	C	Factor	A	B	C
A	1	7	5	A	1	3	1/2
B	1/7	1	3	B	1/3	1	1/7
C	1/5	1/3	1	C	2	7	1

[그림 4] 상대적 중요도

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{m} \sum \frac{(\Pi^* \delta)_i}{\delta_i} \quad \text{식 (2)}$$

$$\Pi^* \delta = \lambda_{\max}^* \delta_{\max} * \delta \quad \text{식 (3)}$$

단,  $\Pi$ 는 쌍별 비교 매트릭스이고  $\delta$ 는 목적 우변의 아이겐벡터이다.

식 (2)로 부터 각 변수의 가중치를 구하기 위해 식 (3)을 사용하고 비일관성 지수의 계산은 식 (4)를 사용하여 구한다.

$$\delta_i = \sum_{j=1}^n k_{ij} \delta_{ij} / \lambda_{\max} \quad \text{식 (4)}$$

$$I.I = \frac{(\lambda_{\max} - m)}{(m - 1)} \quad \text{식 (5)}$$

어떤 기준에 대한 요소나 활동의 우선순위를 설정하는데 있어서 정확한 결과를 얻기 위하여 일관성의 정도는 확실해야 한다. AHP는 식 (5)로 일관성 비율의 판단에 대한 일관성을 측정한다. 일관성 비율의 값은 10% 이내여야 한다. 3×3 매트릭스에서는 5%, 4×4 매트릭스에서는 9%, 그 이상의 매트릭스에서는 10%로 규정하고 10%보다 크면 그 판단은 다소 무작위적인 것으로 간주되어 수정되도록 요구한다.

6) 6단계 : 3, 4, 5 단계를 계층 구조의 최고 수준의 우선순위 벡터를 구할 때까지 반복한다.

7) 7단계 : 최종 수준의 행렬에서  $C.R = \frac{C.I}{R.I} \leq 0.1$

식 (6)이면 이 분석을 인정하고 그렇지 않으면 3 단계에서 부터 다시 반복한다.

단, RI 는  $m$  값에 따라 주어지는 상수로 RI 값은 다음의 <표 1>에 의해 구해진다.

<표 1> n 변화에 따른 RI 값

n 수	RI 값	n 수	RI 값
2	0	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12	10	1.49
6	1.24	11	1.51

<표 2> 과목별 전산선정구성(필기)

유형별	① 기초문제 30% ± 5% ② 응용문제 55% ± 5% ③ 계산문제 15% ± 5%
난이도	① 상 15% ± 5% ② 중 40% ± 5% ③ 하 45% ± 5%

1) 계산과정이 복잡하므로 대개의 경우 같은 컴퓨터 프로그램이 이 과정을 대신해준다.

## 2.3 국가기술자격 검정 개요

국가기술자격 검정 출제는 공단에서 규정하고 있는 문제은행의 문제선정 기준은 아래 <표 2>와 같은 과목별 전산선정 구성에 따라 자동으로 선정하도록 되어있다. 단, 선정문제는 출제기준 세부항목에 의해 구분한 상태이다.

이를 기준으로 합격률 도출 기준은 난이도 중위수 개념을 도입하여 합격률을 예측하고 있다.

그러나 합격률을 조절할 수 있는 변수는 난이도와 유형에 대한 복합 변수의 조합으로 결정되며 일반적으로 난이도와 유형을 조절하여 합격률을 계산하는 방법에 대해 계산되고 있는 실정이다.

그러나 우리가 간과하고 있는 사항은 일반적으로 누구나 알고 있는 ‘과목개념에 대한 문제’와 ‘복잡한 계산문제’에서의 난이도 비중에 관한 문제이다. 출제기준에서 무작위로 결정되어지는 문제들에서 정의나 개념을 묻는 범위의 난이도 ‘상’과 계산범위의 난이도 ‘상’은 같은 난이도로 볼 수 없다. 이는 곧 출제기준에 대한 세세항목에 대한 난이도 가중치가 결정되어야 함을 알 수 있다.

## 3. 현행 출제문제기준 합격률 예측방법에 대한 고찰

### 3.1 출제문제 난이도/문제유형을 고려한 합격률 분석

#### 3.1.1 난이도에 의한 합격률 분석

출제문제에 대한 합격률의 예측은 난이도 중위수 방법론에 의해 계산될 수 있다. 실례로 임의종목에 대한 문제은행 최종문제 선정시 결정된 난이도와 유형분석에 따라 합격률을 예측하면 다음과 같다. 만약 각 과목당 출제기준의 세세분류에 대한 난이도 분포가 다음과 같이 상 문제 : 19문제, 중 문제 : 44문제, 하 문제 : 37문제로 선정되었다고 가정한다면, 기존의 합격률 예측 계산방법으로 계산할 경우, 문제의 유형과는 상관없이  $(19 \times 0.15) + (44 \times 0.45) + (37 \times 0.8) = 52.25$  라는 값이 얻을 수 있다. 이 때 계산된 값에 따른 표준정규분포 값  $z$  를 계산하면 다음과 같다.

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} = \frac{60 - 52.25}{29.15} = 0.2659$$

$$f(x) = z(0.2659) \approx 0.6049$$

∴ 합격률 =  $1 - 0.6049 = 39.51\%$  가 된다.

이는 최종출제 문제가 선정되었을 시 예측되는 합격률은 39.51%가 된다는 것이다.

#### 3.1.2 출제문제 유형을 통한 합격률 분석

난이도와 동일한 가정 하에서 출제문제 유형에 따른 합격률 계산은 난이도 분석에 따른 합격률 계산방법과 동일한 절차로 수행한다. 먼저 공단의 검정규정에 따라 기초문제, 응용문제 그리고 계산문제의 비율은 각각  $30 \pm 5\%$ ,  $55 \pm 5\%$ ,  $15 \pm 5\%$  이다. 이 비율에 따라 유형별 중위수 계산을 실시하면 유형별 분포가 기초문제 : 28문제, 중 문제 : 42문제, 하 문제 : 30문제로 선정되었다고 가정한다면, 기존의 합격률 예측 계산방법으로 계산할 경우 기초, 응용, 계산문제에 대한 누적중위 확률 값인 15%, 55%, 90%를 계산하게 된다.[3]

따라서, 계산 값은  $(28 \times 0.15) + (42 \times 0.55) + (30 \times 0.9) = 54.3$  이 된다. 이때 계산된 값에 따른 표준정규분포 값  $z$  를 계산하면 다음과 같다.

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} = \frac{60 - 54.3}{29.15} = 0.1955$$

$$f(x) = z(0.1955) \approx 0.5777$$

∴ 합격률 =  $1 - 0.5777 = 42.23\%$  가 된다.

최종적으로 기존의 합격률 계산방식에 의한 방식으로 출제문제의 유형에 따른 합격률예측 값은 42.23%가 된다. 이 값은 난이도를 고려했을 때의 값 39.51%와 유사한 결과 값을 가졌다. 그러나 이 또한 실제 합격률과는 많은 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 이러한 차이는 합격률을 결정하기 위해 검정규정에서 설정한 두 개의 변수 중 각각 하나씩에 대해서만 판단하였기에 나타난 결과라고 판단된다. 따라서 AHP를 고려하여 출제기준에서부터 난이도와 유형 두 개의 변수에 가중치를 고려한다면 실제 합격률에 근사한 값을 유추할 수 있을 것으로 예측하고 연구를 수행하였다.

## 3.2 합격률 예측모델 개발

### 3.2.1 출제기준에 대한 가중치 결정

출제문제의 난이도에 의존해 합격률을 예측할 수 밖에 없는 경우, 보다 나은 결과치를 산출하기 위해 본 연구에서는 최초 출제기준을 마련한 전문위원들의 출제기준에 대한 가중치를 산출하여 난이도의 정확도를 향상 시켰다.

이러한 노력은 출제문제를 선정할 때 난이도와 유형에 대해서 출제 및 선정의 평가방법 자체가 객관적이지 못하고 주관적인 값이므로 어떤 기준 영역에서 출제되었는가에 대한 영역의 가중치 결정이 합격률 분석에 매우 큰 영향을 미칠 것으로 판단하였기 때문이다.[3]

이에 따라 본 연구는 품질경영 산업기사와 기사의 필기시험 출제기준을 근거로 각각의 출제기준에 대한 선호도 분석을 실시하고 실시된 결과에 따라 AHP 분석을 실시한다. 이상의 출제기준의 세세항목에 대해 가중치 결정은 관련 학과 교수 및 전문가 그리고 출제위

<표 3> 품질경영 산업기사 출제기준 선호도 가중치(일부분)

필기과목명	세 부 항 목	세 세 항 목	교 수1	교 수2	교 수3	교 수4	교 수5	선호도 가중치
실험계획법	1. 실험계획의 개념	1. 실험계획의 개념 및 기본원리	5	5	4	4	5	0.0097
		2. 실험계획법의 구조모형과 분류	4	4	4	4	4	0.0114
	2. 요인배치법	1. 반복이 일정한 모수모형	3	4	4	5	5	0.0108
		2. 분산분석 후의 해석	4	5	4	5	5	0.0102
		3. 반복이 같지 않은 모수모형	5	3	3	3	4	0.0128
		4. 분산분석 후의 해석	4	3	3	3	4	0.0137
		5. 변량모형의 경우	4	4	4	4	5	0.0108
		6. 반복없는 2원배치	3	2	2	2	5	0.0173
		7. 분산분석 후의 해석	4	2	3	3	4	0.0147
		8. 난괴법	3	2	3	2	4	0.0173
		9. 반복있는 2원배치 모수모형	3	3	3	3	4	0.0147
		10. 분산분석후의 추정	4	3	3	3	4	0.0137
	3. 계수치데이터의 분석	1. 계수치 데이터의 분석(1원배치)	3	4	4	4	5	0.0114

원들을 상대로 선호도 조사를 실시하였고 그 선호도 값에 따라 AHP 계산 절차에 수행하였다. 그 계산 결과는 다음<표 3>과 같다.

### 3.2.2 출제유형에 대한 가중치 결정

출제문제 유형에 대한 합격률의 예측을 위해 선호도 선정위원들을 통해 이론과 계산 그리고 응용문제의 선호도에 대해 질문하였다. 선호도 설문결과에 대해 AHP를 통한 분석 결과는 다음<표 4>와 같다. 이 표의 가중치를 근거로 다음절에서 '09년도 실제 문제에 대해 합격률 계산 값과 예측 값을 비교하도록 한다.

### 3.2.3 응시학력에 대한 가중치 결정

응시학력에 대한 변수 가중치 설정은 공단 자격DB를 활용해 충분히 매회 분석이 가능할 것으로 판단하여 본 연구에서 변수로 선택하였다. '08년도 한국산업인력공단 내부자료인 수험자 기초통계를 통해 등급별·학력별 합격자 현황에 대해 분석한 결과는 다음<표 5>와 같다.[2, 9]

따라서 각 학력별 가중치는 <표 6>에서 제시한 것과 같이 계산된다.

<표 4> 출제 유형별 가중치

유형	선호도					계	평균	정규화 매트릭스				가중치
기초문제	7	9	7	9	9	41	8.2	1.0000	0.6585	0.4390	2.0976	0.2085
계산문제	6	4	5	7	5	27	5.4	1.5185	1.0000	0.6667	3.1852	0.3166
응용문제	2	3	5	5	3	18	3.6	2.2778	1.5000	1.0000	4.7778	0.4749

<표 5> 등급별·학력별 필기시험 합격자 현황

(단위 : 명, %)

구분	계	중졸이하	고졸	전문대졸	대졸	대학원졸	기타
기능사	42,450(100)	780(33.3)	13,373(39.3)	9,468(51.8)	11,250(67.7)	532(73.3)	7,047(42.8)
산업기사	25,995(100)	29(18.4)	2,708(38.1)	6,615(31.0)	14,817(44.5)	540(47.2)	1,286(36.2)
기사	17,595(100)	14(16.7)	1,766(38.9)	2,910(36.0)	10,515(38.3)	1,420(50.7)	970(43.8)

<표 6> 학력별·등급별 비교 선호도 가중치

구분	대학원 (기술사)	대졸 (기사)	전문대졸 (산업기사)	고졸이하 (기능사)	가중치
대학원(기술사)	1	1.32	1.24	1.87	<b>0.321</b>
대졸(기사)	0.76	1	1.17	1.72	<b>0.275</b>
전문대졸(산업기사)	0.81	0.85	1	1.32	<b>0.235</b>
고졸이하(기능사)	0.53	0.58	0.76	1	<b>0.170</b>

<표 7> 가중치를 결합한 난이도 조정(일부분)

출제기준 세세분류선정		문항수	기존 난이도			가중치 X 100	난이도 조정 계산값	조정된 난이도		
번호	세세내용		상	중	하			상	중	하
1.1.1	실험계획의 개념 및 기본원리	1			2	0.75512	1.51024			0
1.7.1	Kn형 요인배치법	1			2	0.75512	1.51024			0
...	...									
1.9.1	일부실시법	1		5.5		1.54998	8.52491	0		
1.10.1	2수준계 직교배열표	1		5.5		0.68488	3.76682			0
1.10.2	3수준계 직교배열표	1	8.5			0.86861	7.38317	0		
1.11.1	회귀분석	1		5.5		0.71829	3.95057		0	
1.12.1	다구찌 실험계획법의 개념	1			2	0.71829	1.43657			0
소 계		20	3	8	9	0.99433	4.55448	4	6	10

#### 4. 새로운 변수 가중치를 고려한 합격률 예측

##### 4.1 난이도에 따른 합격률 계산

기출된 문제의 난이도에 전문가 선호도 지수를 계산하면 출제기준에 따른 각 출제문제의 난이도의 정도를 계산하면 다음<표 7>과 같이 재 조정될 수 있다. 위에서 처럼 일부실시법과 2수준계 직교배열표의 세세항목에서 난이도의 조정이 발생한 것을 볼 수 있다. 이는 사전에 합격률을 예측할 경우 세세항목에 대한 가중치를 적용하면 합격률에 영향을 미칠수 있는 정도에 대해 예측할 수 있음을 보여준다. 이 결과에 따라 변화된 난이도는 상 문제 : 19문제, 중 문제 : 43문제, 하 문제 : 38문제로  $(19 \times 0.15) + (43 \times 0.45) + (38 \times 0.8) = 52.6$  의 값을 얻을 수 있다. 이 값을 중위수 계산공식에 대입하면 다음과 같다.

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} = \frac{60 - 52.6}{29.15} = 0.2539$$

$$f(x) = z(0.2539) \approx 0.6001$$

$$\therefore \text{합격률} = 1 - 0.6001 = 39.99\%$$

오히려 39.51%보다 증가했음을 알 수 있다.

##### 4.2 출제유형에 따른 합격률 계산

합격률에 영향을 주는 외부변수 중 유형에 따른 변화를 살펴보기 위해 우선 가정에서 정의한 바와 같이 3장의 동일한 문제에 대해 전문가의 가중치를 고려해 계산하면 다음과 같다.

출제문제 유형에 따른 합격률 계산은 난이도 분석에 따른 합격률 계산방법과 동일한 절차로 수행한다. 먼저 공단의 검정규정에 따라 기초문제, 응용문제 그리고 계산문제의 비율은 각각 30±5%, 55±5%, 15±5% 이다. 이 비율에 따라 유형별 중위수 계산을 실시하면 아래 그림과 같고 그 결과 합격률이 42.23%가 됨을 알고 있다.

이 장에서는 전문가의 의견수렴을 거친 문제유형의 선호도에 의한 가중치 값인 기초 20%, 응용 50%, 계산 30%에 대해 [그림 5]와 같이 다시 중위수를 정하고 합격률을 재계산하도록 한다.[1]

이 모형에 따라 1결과 동일한 계산방법을 수행하면 우선 유형별 분포가 기초문제 : 28문제, 중 문제 : 42문제, 하 문제 : 30문제로 선정되었다고 가정한다면, 기존의 합격률 예측 계산방법으로 계산할 경우 기초, 응용, 계산문제에 대한 누적중위 확률값인 15%, 55%, 90%를 계산하게 된다. 그러나 새롭게 선정된 중위수를 적용하면 계산 값은  $(28 \times 0.10) + (42 \times 0.45) + (30 \times 0.85) = 47.2$  가 된다. 이때 계산된 값에 따른 표준정규분포 값 z 를 계산하면 다음과 같다.

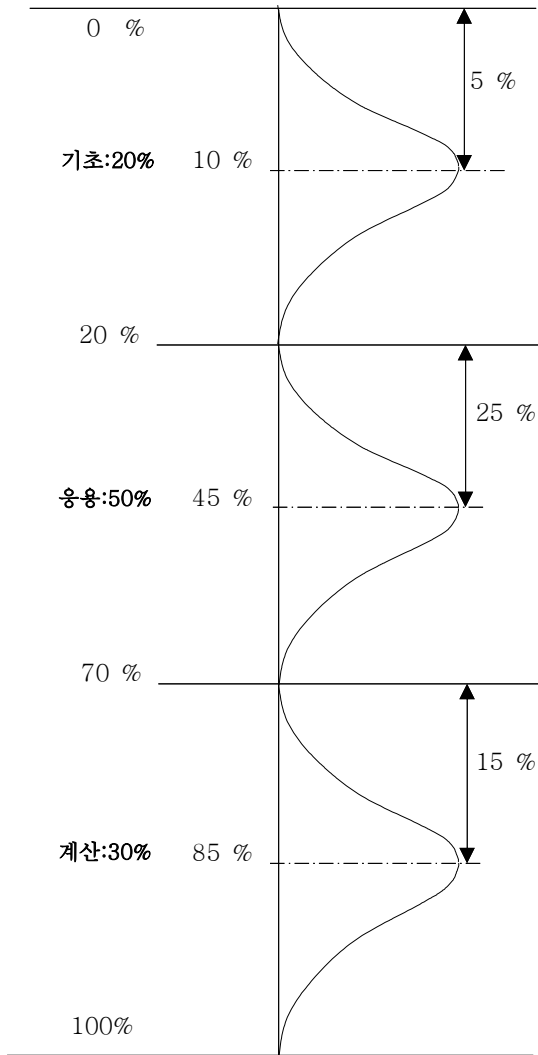
$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} = \frac{60 - 47.2}{29.15} = 0.439$$

$$f(x) = z(0.439) \approx 0.6696$$

$$\therefore \text{합격률} = 1 - 0.6696 = 33.04\% \text{ 가 된다.}$$

이 값은 기존 기준의 유형에 대한 합격률과 많은 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 이 계산 값 역시 실제 합격률과는 많은 차이를 보이고 있으나 만약 이 비율이 합격률의 영향에 미치는 중요도가 크다면 국가기술 자격법에 의한 제도적 개선이 필요할 것으로 판단한다.





[그림 5] 중위수 결정 및 계산모형

### 4.3 응시학력에 따른 합격률 계산

자격 응시자에 대한 학력 가중치를 이용한 합격률을 본문 가정에 의해 계산하면 전회의 학력 가중치치수와 당회 학력 가중치 지수를 계산할 수 있고 이 두 가중치 지수에 다음 식을 활용하여 합격률을 예측할 수 있다.

$$\text{당회합격률 영향} = \frac{\text{전회응시자 지수} - \text{당회응시자 지수}}{\text{전회응시자 지수}}$$

이 식에 따라 위의 가정에서 계산된 지수 값들을 계산하면 다음과 같다.

$$\text{합격률 영향도} = \frac{0.11059 - 0.13536}{0.11059} = -0.22398$$

이 결과치는 결국 합격률이 - 0.22398 만큼 떨어질 것이라 예측할 수 있다. 만약 가정이 실 데이터에 의해 이루어진 값이라면 '08년도 4회차에서 실제 합격률 20.5%에 대한 '09년도 1회차 합격률 예측은  $0.205 \times -0.22398 = -0.04592$  로 15.9%의 합격률을 예측할 수 있다. 이 결과는 앞서 계산된 평균에 대한 예측보다는 보다 실제 합격률에 근사하고 있음을 알 수 있다.

### 4.4 출제문제 난이도·유형·학력을 고려한 합격률 예측

합격률 예측 개선방법에 따라 실제 기사종목에 대해서만 계산을 수행한 합격률을 예측하면 다음과 같다. 이 예측은 각 변수들의 비율 계산으로 통계에서 기하평균을 사용하여 계산할 수 있다. 기하평균의 공식은 식 (7)과 같다.

$$^n\sqrt{\text{변수}_1 \cdot \text{변수}_2 \cdot \dots \cdot \text{변수}_n} \quad \text{식 (7)}$$

따라서 최종 합격률은 각 합격률 예측 값의 기하평균 값으로 계산되고 본 연구에서 실시된 예측 계산 값으로 4.2절의 계산 값이 동일 회차인 '09년 1회차의 값이라고 가정한다면 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} &^3\sqrt{\text{난이도 계산값} \cdot \text{유형 계산값} \cdot \text{응시학력 계산값}} \\ &=^3\sqrt{0.3999 \cdot 0.3304 \cdot 0.1592} = 0.2760 \end{aligned}$$

이 계산수치는 평균에 의한 계산이나 공단에서 활용하고 있는 중위수에 의한 예측 값보다 훨씬 더 실제 합격률에 근사하고 있음을 알 수 있어 보다 실용적인 합격률 예측방법으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

### 5. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 출제문제의 난이도와 유형 그리고 응시 인원의 학력 변수를 전문가의 선호도 가중치에 의해 합격률을 예측할 수 있는 방법에 대해 연구하였다. 지금까지 국가기술자격의 운영은 대국민 서비스에 입각해 가장 기본적인 경제원리인 수요와 공급의 법칙을 고려하지 못하고 절대평가에 의해 합격자를 양산하였다고 해도 과언은 아니다. 이러한 폐단은 결국 자격의 실효성 통용성 그리고 자격의 질 저하라는 외부로부터의 공격 대상이 되어왔다.

본 연구는 국가기술자격의 합격률 관리분야에 보다 구체적이고 체계적인 근거를 제시하여, 전 세계적으로 그 비교대상을 찾기 힘든 우리나라 국가기술자격 검정 운영의 노하우와 더불어 글로벌 경쟁시대에 우리나라 자격의 대외적 인지도 향상을 위한 한 가지 방법론에 대해 제시하였다.

연구는 출제기준의 세 단계 분류 중 세세분류에 국한되어 계층구조분석을 이용한 전문가 가중치를 고려, 현재 보유하고 있는 문제은행 또는 기출문제의 난이도에 대해 조정할 수 있는 방법을 제시하였다. 따라서 차기 검정출제에 그 난이도를 반영하여 문제은행에 입고할 수 있는 실질적 데이터를 제공할 수 있었다. 추가해 문제들에 대한 유형관리 측면에서 변수를 선정 가중치를 적용하여 기출 또는 선정된 문제에 대해 대략적인 합격률을 예측할 수 있는 방법론을 제공하였다. 이외 응시자의 수준 및 기타 외부 변수를 고려하여 보다 체계적이고 통계적인 합격률 예측방법에 대해 제안하여 국가기술자격의 미래 발전방향에 대해 제안하였다.

## 6. 참고 문헌

- [1] 박재현(2008), 「국가기술자격 검정방법 개선방안 연구」, 한국산업인력공단
- [2] 양윤정 등(2008), 「국가기술자격 수험자 기초통계」, 한국산업인력공단
- [3] 박재현(2008), 「난이도, 변별도 개선을 통한 합격률 관리 방안에 관한 연구」, 한국산업인력공단
- [4] 보건복지부(2007), 「보건의료인 국가시험 최근 10년간 합격률 현황(1997-2007)」, 보건복지부
- [5] Satty 저, 조근태 역(2005), 「네트워크 분석적 의사결정」, 동현출판사
- [6] 박재현(2001), 「공정특성 개선을 위한 S/N비 가중치 적용 QFD 방법에 관한 연구」, 명지대학교 박사학위 논문.
- [7] 조정윤 등(1999), 「국가기술자격 검정방법 개선에 관한 연구」, 한국직업능력개발원
- [8] Saaty(1985), 「Analytical Planning: the organization of system」, Pergamon Pr.
- [9] 국가기술자격통계연보(2009), 한국산업인력공단

## 저 자 소 개

### 박재현



명지대학교 산업공학 학사, 석사와 박사학위를 취득하고 현재 한국산업인력공단에서 연구원으로 재직중임. 관심분야는 인적자원 관리, 글로벌 경영 등이다.

주소: 서울 마포구 공덕동 370-4 한국산업인력공단

### 정일성



한국산업인력공단 외국인력국장. 해외취업 및 외국인 고용관련 업무, 국가 노동인력수급에 따른 효율적 외국인 고용 및 국내 노동력의 외국수출 방안에 관한 연구. 관심분야는 사회과학 및 노동공학, 외국인력수급 등.

주소: 서울 마포구 공덕동 370-4 한국산업인력공단

### 양윤정



한국산업인력공단 자격동향분석팀, 현 서울시립대학교 도시사회학과 박사과정. 한국산업인력공단의 국가기술자격 통계연보 및 수험자 기초통계업무 수행, 관심분야는 통계학, 사회과학, 국내외 외국인 노동 인력수급

주소: 서울 마포구 공덕동 370-4 한국산업인력공단

### 정영득



조선대학교 학부, 명지대 석사졸업. 현재 전주공업대학 시스템정보경영과 교수. 관심분야는 설비관리, 안전관리, 산업정보시스템, 생산공학.

주소: 전북 전주시 완산구 효자동2가 1070

### 이주일



미국 southeastern대 행정학 석사 취득 후 현재 명지대학교 대학원 산업경영공학과 박사 과정 수료. 관심분야는 산업안전보건 관리 방안, 노사관계 선진화, 인적자원 개발 등이다.

주소: 서울시 강동구 둔촌동 신성 미소지움A 101동 506호