

퍼지-계층분석을 이용한 중국 소프트웨어 수출지원정책 성과평가 연구

최정호¹ · 張永安²

¹²북경공업대학 관리과학 및 공학학과

접수 2016년 10월 8일, 수정 2016년 10월 28일, 게재확정 2016년 11월 3일

요약

본 문은 퍼지-계층분석 (fuzzy-AHP)을 기반으로 중국 소프트웨어 수출지원정책 성과평가를 분석·연구하였다. 기술개발, 품질관리 등 9개의 1급 성과 평가지표 체계를 구성하고, 10명의 중국 소프트웨어전문가에 대한 설문조사를 실시한 후, 퍼지-계층분석을 활용하여 절대적·상대적 중요도를 산정하여, 퍼지 종합평가를 실시하였다. 평가한 결과, 중국 소프트웨어 수출지원정책 성과는 전반적으로 양호한 수준으로 나타났다. 기술개발, 인재양성, 마케팅강화, 자금지원, 플랫폼구축, 제품지원의 영향력은 비교적 중요하고, 품질관리, 세수감면의 영향력은 변화가 없으며, 국제인증의 영향력은 비교적 작은 것으로 분석되었다. 이에 따라 고급 소프트웨어 전문인력을 양성하고, 소프트웨어 품질을 강화하며, 소프트웨어 브랜드를 제고할 필요가 있다.

주요용어: 성과평가, 중국 소프트웨어, 퍼지종합평가, AHP.

1. 서론

중국의 소프트웨어와 ICT산업은 국민경제와 사회정보화 건설을 촉진시키고, 전통적인 산업 구조의 개선과 향상에 이바지하고 있으며, 고부가가치, 녹색저탄소의 신형산업을 육성하고, 사회관리와 공공서비스 수준의 제고에 기여하고 있다. 소프트웨어산업 클러스터 효과가 두드러지면서 기업의 경쟁력이 높아지고 있고, 지적재산권에 대한 인식과 보호는 더욱 강화되고 있다. 하지만, 국제적 선도 대기업의 부재, 핵심 기술 부족, 산업체인의 협력효과 미흡, 고품질 복합형 인력부족, 새로운 시장 개척능력 미흡 등의 문제점도 병존하고 있다.

중국 정부는 2011년에 “SW 및 정보기술서비스업 12·5 발전계획”을 발표하였다. SW와 정보기술서비스업의 안정적인 빠른 발전을 목표로 산업 전반의 품질을 제고하고, 혁신능력을 증대하며, 응용수준 향상을 위한 노력을 강화하고 있다. 아울러, 2016년 중국 “SW 및 정보기술서비스업 13·5 발전계획”을 통해 인터넷 인프라 건설을 확대하여 ‘인터넷강국’을 건설하고, ‘인터넷+’ 행동계획을 실시함으로써 소프트웨어를 중심으로 한 인터넷경제를 발전시킨다는 목표를 제시하고 있다.

이러한 중국 정부의 다양한 소프트웨어 지원정책이 과연 소프트웨어 시장에 중요한 역할을 하는 것인가? 정부의 소프트웨어 지원정책중 어떤 정책수단이 유효하며, 개선해야 할 요소는 무엇인가? 라는 문제의식이 있었으며, 이러한 문제제기를 해소하고 보다 실익있는 지원정책을 추진하기 위해서는 각 정책수단에 대한 정량적이고 체계적인 분석·연구가 필요하다.

¹ 교신저자: (100124) 중국 조양구 평락원 100, 북경공업대학 관리과학 및 공학학과, 박사과정생.
E-mail: ocean0909@naver.com

² (100124) 중국 조양구 평락원 100, 북경공업대학 관리과학 및 공학학과, 교수.

계층분석법 (AHP)와 퍼지종합평가법에 의한 사전문헌 연구의 경우, 중국에서는 Wu (2016)가 AHP와 퍼지종합평가법을 활용하여 중국 광서민족사범대학 폐기물의 회수현황을 연구했다. Wang (2015)은 AHP와 퍼지종합평가법에 따라 유역 (流域)의 생태 보상정책에 대한 평가를 연구하였다. 한국에서는 Choi (2007)는 퍼지집합이론과 AHP를 이용한 서비스품질 측정연구에서 서비스품질에 대한 고객들의 인지정도를 보다 객관화시키기 위하여 퍼지집합이론 (fuzzy set theory)을 도입하였고, 고객들이 중요하게 생각하는 서비스 품질요인에 대해서는 AHP 모형을 이용하여 차별화시켜 서비스 품질 평가를 수행하였다. Kim (2003)은 퍼지-계층분석 (fuzzy-AHP)모형을 이용한 호텔 기업의 경영성과 평가모형 연구에서 호텔기업의 핵심 성과지표로서 경영재무적관점, 고객관점, 프로세스관점, 학습·성장관점에서 중요도를 산출하고 성과측정치들에 대한 퍼지평가를 실시하였다. Eom와 Kim (2013)은 AHP 기법을 이용한 국방 연구개발사업 위험요인 분석에 관한 연구에서 계층분석법으로 위험요인의 상대적 중요도를 구하여 우선순위를 정하고 국내외 연구와 비교하였다. Park 등 (2012)은 계층분석법에 의한 국방 연구개발 평가지표 선정에 관한 연구에서 계층분석법을 통해 17개의 평가지표 항목의 가중치를 부여하였다. 또한, Choi와 Han (2010)은 퍼지-계층분석법을 활용하여 대학입학 관련 주제별 입학전형요소소에 대하여 갖는 가중치 정도가 어떻게 다른지를 알아보고자 하였다.

이러한 사전 문헌 등을 통해 얻은 다양한 연구기법을 참고하여 델파이법, AHP 및 퍼지종합평가법을 기반으로 중국 소프트웨어 수출지원정책에 대한 성과평가를 분석·연구하였다.

2. 성과 평가체계 및 평가방법

2.1. 성과 평가의 지표 체계

성과 평가지표는 정성과 정량의 결합, 총체성과 간결성의 결합, 완벽성과 독립성, 목적성과 계통성 결합의 원칙을 근거로 하여 평가지표 체계를 마련하였다. 문헌검토, 사전답사, 전문가 탐방과 설문조사 등의 방식을 통하여, 기술개발, 인재양성, 국제인증, 품질관리, 마케팅강화, 세금감면, 자금지원, 플랫폼구축, 제품지원 등 9개 영역을 1급 평가지표로 하고, 1급 평가지표와 직·간접적으로 연관성있는 36개의 요소를 2급 평가지표로 하였으며, 평가지표의 내용은 Table 2.1과 같다.

Table 2.1 Evaluation indices for the software export support policy

Class 1	Class 2
Technology Development (A_1)	· Funds for Supporting Technology Development (B_{11})
	· Number of New Software Copyrights (B_{12})
	· Number of New Software Products (B_{13})
	· Export Volume of Software Intellectual Property Rights (B_{14})
	· Number of Software Patents Registered (B_{15})
HRDevelopment (A_2)	· Funds for Supporting HRDevelopment (B_{21})
	· Number of Software Employees (B_{22})
	· Number of Employees with University Diploma or higher (B_{23})
	· Number of Employees with Special Qualification Certificates (B_{24})
International Certification (A_3)	· Compensation for High-ranking Officials involved in Software Exports (B_{25})
	· Number of Certified Projects (B_{31})
	· Funds for Supporting Certification Projects(B_{32})
Quality Management (A_4)	· Funds for Supporting Quality Management (B_{41})
	· Number of New Software Quality Certifications issued (B_{42})
	· Number of New Software Benchmark Test (B_{43})
	· Number of Service Companies Designated as Leaders in Technology Advancement (B_{44})
Marketing Reinforcement (A_5)	· Funds for Supporting Marketing Reinforcement (B_{51})
	· Number of Companies Participating in Exhibition (B_{52})
	· Number of New Overseas Investment Companies (B_{53})
	· Number of Software Services Outsourcing Companies Listed in Overseas Markets (B_{54})
	· Number of Overseas Marketing Networks and R&D Centers (B_{55})
Tax Deduction (A_6)	· Tax Increase for Software Export Companies (B_{61})
	· Amount of Value Added Tax Deducted (B_{62})
Fund Support (A_7)	· Size of Venture Investment (B_{71})
	· Software Export's Contribution to GDP (B_{72})
	· Size of Investment in Export of Software Overseas (B_{73})
	· Funds for Promoting Increase in Software Exports (B_{74})
Platform Establishment (A_8)	· Cost of Public Service Platform (B_{81})
	· Funds for Supporting the Platform for Establishing Software Export Companies (B_{82})
	· Funds for Supporting international Exhibitions (B_{83})
	· Number of Software Products Protected by Intellectual Property Rights (B_{84})
Product Support (A_9)	· Increase in the Export of Software Product (B_{91})
	· Total Exports of Software Products (B_{92})
	· Number of Software Offshore Outsourcing Companies (B_{93})
	· Amount of Payments to Offshore Outsourcing Companies (B_{94})
	· Number of Companies with the Right to Export Their Own Software Products (B_{95})

2.2. 델파이법 적용

AHP와 퍼지종합평가법을 채택하여 중국 소프트웨어 수출지원정책 성과를 평가하기 위해서, 관련 설문지와 조사표를 만들고 관련 전문가들을 대상으로 조사연구와 방문취재를 진행하였다. 설문대상이 중국에 분포되어 있음을 고려하여 전자메일로 설문목적과 평가지표를 상세히 설명하였다. 권위성과 객관성을 확보하기 위해서 설문대상은 소프트웨어 해외수출 관련 정부기관, 산하기관의 책임자, 소프트웨어 기업의 대표, 소프트웨어 관련 논문을 발표한 교수 등으로 선정하였다.

Table 2.2 Results of survey on support policy for the export of chinese software

Working office	Government	Affiliated Organization	Software Company	Academia	Total
Importance of Evaluation Item	2	1	2	2	7
Weighted Value of Evaluation Item		1	1	1	3
Total	1	2	3	3	10

2.3. AHP에 의한 상대적 중요도

Saaty에 의해 개발된 AHP는 다양한 목표, 다수의 의사결정주체가 존재할 경우, 대안의 우선순위와 중요성을 평가, 결정함에 따라 의사결정 문제를 계층화하여 쉽게 해결할 수 있다. 의사결정과 관련된 문제를 해결하기 위한 AHP기법은 계층화, 쌍대비교, 가중치 산출, 일관성 검증의 순서로 이루어진다. 첫째, AHP기법을 이용하여 문제를 해결하기 위해서 평가목적에 적합하도록 상관 요소를 계층화 구조로 설정한다. 둘째, 쌍대비교는 상위단계의 목표에 비추어 바로 하위수준의 상대적 중요도를 결정하기 위한 것으로 쌍대비교의 방법에 의해 이루어진다.

Table 2.3 Evaluation criteria for importance comparison

Criteria	Definition	Description
1	Equal importance	Two indexes are of equal importance when seen at the standard of the higher class
3	Slight importance	One index is slightly more important than the others
5	Significantly importance	One index is significantly more important than the others
7	Extreme importance	One index is extremely more important than the others
9	Absolute importance	One index is absolutely more important than the others

쌍대비교는 같은 계층 내에 있는 원소를 둘씩 취하여 직접 상위의 목적에 대하여 하나씩 실시한다. Table 2.3에서 제시한 평가척도의 수치로 기입하여 Table 2.4와 같은 정방행렬 $A = \{a_{ij}\}$ 를 구한다.

Table 2.4 AHP's pairwise comparison evaluation matrix

	A1	A2	...	A _n
A ₁	1	a ₁₂	...	a _{1n}
A ₂	a ₂₁	1	...	a _{2n}
...
A _n	a _{n1}	a _{n2}	...	1

셋째, 쌍대비교를 통해서 구한 행렬로부터 최대고유치와 이에 대응하는 고유벡터를 구하게 되는데 여기서 구한 고유벡터가 가중치가 된다. 넷째, 위의 가중치 계산이 합당하려면 일련의 쌍대비교가 일관성이 있어야 한다. 일관성은 정합도 (Consistency Ratio; C.R.)를 이용하여 검증한다. 정합도 (C.R.)=C.I./R.I이며, CI는 일관성지수이고, RI값은 랜덤지수으로 Saaty에 의해서 명시되었다. CR이 10%이하이면 행렬 A는 일관성이 있는 것으로 평가한다.

Table 2.5 RI value according to matrix size

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R.I.	0	0	0.58	0.90	1.12	1.26	1.32	1.41	1.45	1.49	1.49

마지막으로 평가대상이 되는 여러 대안에 대한 순위조합을 얻기 위해서 의사결정사항의 상대적인 중요도를 종합하여 평가한다.

2.4. 퍼지척도에 의한 절대적 중요도

퍼지척도를 이용해서 평가자가 평가과정에서 자체적으로 지니는 주관성 및 객관적으로 부딪치는 모호성 현상을 효과적으로 처리할 수 있다. 퍼지척도 중요도 판단절차는 우선 평가요인 집합, 평가등급 집합 및 소속도 행렬을 확정하고, 2급지표 퍼지척도 종합평가, 1급지표 퍼지척도 종합평가후, 퍼지척도를 종합평가하여 결과를 분석하게 된다.

3. 실증분석

3.1. 델파이법의 판단행렬 취득

델파이법을 채택하여 평가지표의 가중치 확정과 열거된 지표체계 중에 각 지표의 채점방법과 관련하여, 권위성과 객관성 확보를 위해서 관련 분야의 3명의 전문가 (정부 산하기관 1명, SW기업 대표 1명, 교수 1명)를 대상으로 하여 중국 소프트웨어 수출지원정책 평가 지표체계 가중치의 설문조사를 실시하였다. 성과평가 1급 지표의 판단행렬은 Table 3.1과 같으며, 성과평가 2급 지표의 판단행렬은 Table 3.2에서 Table 3.10과 같다.

Table 3.1 Conclusion matrix for class 1 index performance evaluation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
A ₁		1	3	3	3	1/3	1/3	5	1/3
A ₂			3	3	1/3	1/3	1/3	5	1/3
A ₃				1	1	1/5	1/5	3	1/5
A ₄					1	1/5	1/5	3	1/5
A ₅						1/5	1/5	3	1/5
A ₆							1	7	1
A ₇								7	1
A ₈									1/7
A ₉									

Table 3.2 Conclusion matrix for each item of class 2 index for technology development

A ₁	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₅
B ₁₁		1	3	1	3
B ₁₂			3	1	5
B ₁₃				1/5	3
B ₁₄					3
B ₁₅					

Table 3.3 Conclusion matrix for each item of class 2 index for HR development

A ₂	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅
B ₂₁			3	1/3	1/5
B ₂₂				1/3	1/5
B ₂₃					1/3
B ₂₄					
B ₂₅					

Table 3.4 Conclusion matrix for each item of class 2 index for international certification

A ₃	B ₃₁	B ₃₂
B ₃₁		1/5
B ₃₂		

Table 3.5 Conclusion matrix for each item of class 2 index for quality management

A ₄	B ₄₁	B ₄₂	B ₄₃	B ₄₄
B ₄₁		1/3	1/5	1/3
B ₄₂			1/3	3
B ₄₃				7
B ₄₄				

Table 3.6 Conclusion matrix for each item of class 2 index for marketing reinforcement

A_5	B_{51}	B_{52}	B_{53}	B_{54}	B_{55}
B_{51}		1/3	1/7	3	1/3
B_{52}			1/3	5	1
B_{53}				7	3
B_{54}					1/5
B_{55}					

Table 3.7 Conclusion matrix for each item of class 2 index for tax deduction

A_6	B_{61}	B_{62}
B_{61}		3
B_{62}		

Table 3.8 Conclusion matrix for each item of class 2 index for fund support

A_7	B_{71}	B_{72}	B_{73}	B_{74}
B_{71}		5	3	1/3
B_{72}			1/3	1/5
B_{73}				1/5
B_{74}				

Table 3.9 Conclusion matrix for each item of class 2 index for platform establishment

A_8	B_{81}	B_{82}	B_{83}	B_{84}
B_{81}		3	1/3	1/3
B_{82}			1/5	1/7
B_{83}				1
B_{84}				

Table 3.10 Conclusion matrix for each item of class 2 index for product support

A_9	B_{91}	B_{92}	B_{93}	B_{94}	B_{95}
B_{91}		3	5	3	1
B_{92}			3	1	1/3
B_{93}				1/3	1/5
B_{94}					1/3
B_{95}					

3.2. AHP에 의한 각 평가지표의 상대적 중요도 계산

델파이법 판단행렬을 통해 얻어진 1급 평가지표의 판단행렬의 구체적 데이터 계산과 일치성 검사후 얻어진 가중치는 아래 표와 같다.

Table 3.11 Weighted value of class 1

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	W_i
A_1	1.0000	1.0000	3.0000	3.0000	3.0000	0.3333	0.3333	5.0000	0.3333	0.097
A_2	1.0000	1.0000	3.0000	3.0000	0.3333	0.3333	0.3333	5.0000	0.3333	0.097
A_3	0.3333	0.3333	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000	3.0000	0.2000	0.042
A_4	0.3333	0.3333	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000	3.0000	0.2000	0.042
A_5	0.3333	3.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000	3.0000	0.2000	0.042
A_6	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	5.0000	1.0000	1.0000	7.0000	1.0000	0.2198
A_7	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	5.0000	1.0000	1.0000	7.0000	1.0000	0.2198
A_8	0.2000	0.2000	0.3333	0.3333	0.3333	0.1429	0.1429	1.0000	0.1429	0.0206
A_9	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	5.0000	1.0000	1.0000	7.0000	1.0000	0.2198

consistency CR=0.0182

기술개발 2급 평가지표의 가중치는 Table 3.12와 같으며, 기술개발외의 2급 평가지표 가중치 산술식은 생략하되, 2급 평가지표를 종합할 경우 Table 3.13과 같다.

Table 3.12 Weighted value of each index in technology development

A_1	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}	W_i
B_{11}	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	3.0000	0.2620
B_{12}	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	5.0000	0.2902
B_{13}	0.3333	0.3333	1.0000	0.2000	1.0000	0.0788
B_{14}	1.0000	1.0000	5.0000	1.0000	3.0000	0.2902
B_{15}	0.3333	0.2000	1.0000	0.3333	1.0000	0.0788

consistency CR=0.0141

Table 3.13 Total of weighted value of index 2

index	weight	index	weight	index	weight	index	weight	index	weight
A_1-B_{11}	0.2620	A_2-B_{21}	0.0909	A_3-B_{31}	0.1667	A_4-B_{41}	0.0700	A_5-B_{51}	0.0781
A_1-B_{12}	0.2902	A_2-B_{22}	0.0586	A_3-B_{32}	0.8333	A_4-B_{42}	0.2385	A_5-B_{52}	0.1980
A_1-B_{13}	0.0788	A_2-B_{23}	0.1946			A_4-B_{43}	0.5801	A_5-B_{53}	0.4850
A_1-B_{14}	0.2902	A_2-B_{24}	0.4614			A_4-B_{44}	0.1114	A_5-B_{54}	0.0410
A_1-B_{15}	0.0788	A_2-B_{25}	0.1946					A_5-B_{55}	0.1980
A_6-B_{61}	0.7500	A_7-B_{71}	0.2745	A_8-B_{81}	0.1467	A_9-B_{91}	0.3439		
A_6-B_{62}	0.2500	A_7-B_{72}	0.0624	A_8-B_{82}	0.0603	A_9-B_{92}	0.1289		
		A_7-B_{73}	0.1228	A_8-B_{83}	0.3799	A_9-B_{93}	0.0544		
		A_7-B_{74}	0.5403	A_8-B_{84}	0.4132	A_9-B_{94}	0.1289		
						A_9-B_{95}	0.3439		

상술한 각 표에 나타난 각 지표 가중치의 계산결과를 통해, 개별 지표의 상대적 가중치 (국부가중치)를 얻었고, 2급 지표의 전체 가중치는 2급 지표의 국부가중치와 1급 지표의 국부가중치를 곱하여 산출하였다.

Table 3.14 Arrangement of weighted values of class 2 evaluation index

Class 1	Class 2	Local Weight (B_i)	Overall Weight (b)
Technology Development (A_1)	Funds for Supporting Technology Development (B_{11})	0.2620	0.0254
	Number of New Software Copyrights (B_{12})	0.2902	0.0281
	Number of New Software Products (B_{13})	0.0788	0.0076
	Export Volume of SW Intellectual Property Rights (B_{14})	0.2902	0.0281
	Number of Software Patents Registered (B_{15})	0.0788	0.0076
HRDevelopment (A_2)	Funds for Supporting HR Development (B_{21})	0.0909	0.0088
	Number of Software Employees (B_{22})	0.0586	0.0057
	Number of Employees with University Diploma or higher (B_{23})	0.1946	0.0189
	Number of Employees with Special Qualification Certificates (B_{24})	0.4614	0.0448
	Compensation for High-ranking Officials involved in Software Exports (B_{25})	0.1946	0.0189
International Certification (A_3)	Number of Certified Projects (B_{31})	0.1667	0.0070
	Funds for Supporting Certification Projects(B_{32})	0.8333	0.0350
Quality Management (A_4)	Funds for Supporting Quality Management (B_{41})	0.0700	0.0029
	Number of New SW Quality Certifications issued (B_{42})	0.2385	0.0100
	Number of New Software Benchmark Test (B_{43})	0.5801	0.0244
	Number of Service Companies Designated as Leaders in Technology Advancement (B_{44})	0.1114	0.0047
Marketing Reinforcement (A_5)	Funds for Supporting Marketing Reinforcement (B_{51})	0.0781	0.0033
	Number of Companies Participating in Exhibition (B_{52})	0.1980	0.0083
	Number of New Overseas Investment Companies (B_{53})	0.4850	0.0204
	Number of Software Services Outsourcing Companies Listed in Overseas Markets (B_{54})	0.0410	0.0017
	Number of Overseas Marketing Networks and R&D Centers (B_{55})	0.1980	0.0070
Tax Deduction (A_6)	Tax Increase for Software Export Companies (B_{61})	0.7500	0.1649
	Amount of Value Added Tax Deducted (B_{62})	0.2500	0.0055
Fund Support (A_7)	Size of Venture Investment (B_{71})	0.2745	0.0603
	Software Export's Contribution to GDP (B_{72})	0.0624	0.0137
	Size of Investment in Export of SW Overseas (B_{73})	0.1228	0.0270
	Funds for Promoting Increase in Software Exports (B_{74})	0.5403	0.1188
Platform Establishment (A_8)	Cost of Public Service Plaform (B_{81})	0.1467	0.0030
	Funds for Supporting the Plaform for Establishing Software Export Companies (B_{82})	0.0603	0.0012
	Funds for Supporting international Exhibitions (B_{83})	0.3799	0.0078
	Number of Software Products Protected by Intellectual Property Rights (B_{84})	0.4132	0.0085
Product Support (A_9)	Increase in the Export of Software Product (B_{91})	0.3439	0.0756
	Total Exports of Software Products (B_{92})	0.1289	0.0283
	Number of SW Offshore Outsourcing Companies (B_{93})	0.0544	0.0012
	Amount of Payment to Offshore Outsourcing Company(B_{94})	0.1289	0.0283
	Number of Companies with the Right to Export Their Own Software Products (B_{95})	0.3439	0.0756

AHP에 의한 가중치의 경우, 1급 지표는 목표단계의 가중치 부분집합 (a)로 표시하고, 2급 지표는 1급 지표에 상응하는 국부가중치 부분집합 (B_i)과 총목표의 전체가중치 부분집합 (b)로서 표시하였다.

(1) 1급 지표 (a) : 총목표의 국부 가중치 부분집합

$$a = (0.097, 0.097, 0.042, 0.042, 0.042, 0.2198, 0.2198, 0.0206, 0.2198)$$

(2) 각 2급 지표 (B_i) : 1급 지표의 국부가중치 부분집합

$$B_1 = (0.2620, 0.2902, 0.0788, 0.2902, 0.0788)$$

$$B_2 = (0.0909, 0.0586, 0.1946, 0.4614, 0.1946)$$

$$B_3 = (0.1667, 0.8333)$$

$$B_4 = (0.0700, 0.2385, 0.5801, 0.1114)$$

$$B_5 = (0.0781, 0.1980, 0.4850, 0.0410, 0.1980)$$

$$B_6 = (0.7500, 0.2500)$$

$$B_7 = (0.2745, 0.0624, 0.1228, 0.5403)$$

$$B_8 = (0.1467, 0.0603, 0.3799, 0.4132)$$

$$B_9 = (0.3439, 0.1289, 0.0544, 0.1289, 0.3439)$$

(3) 2급 평가지표 (b) : 총목표의 전체가중치의 부분집합

$$b = (0.0254, 0.0281, 0.0076, 0.0281, 0.0076, 0.0088, 0.0057, 0.0189, 0.0448, 0.0189, 0.0070, 0.0350, 0.0029, 0.0100, 0.0244, 0.0047, 0.0033, 0.0083, 0.0204, 0.0017, 0.0070, 0.1649, 0.0055, 0.0603, 0.0137, 0.0270, 0.1188, 0.0030, 0.0012, 0.0078, 0.0085, 0.0756, 0.0283, 0.0012, 0.0756)$$

3.3. 퍼지척도에 의한 각 평가지표의 절대적 중요도 계산

가. 설문조사 결과 : 설문조사는 소프트웨어 해외 수출 관련 전문가 7명 (정부기관 2, 산하기관 1, SW업체 대표 2, 교수 2)을 대상으로 실시하였으며, 모두 7부를 배포해서 7부를 회수하고 유효 설문지 7부에 대해 정리·집계했다.

Table 3.15 Arrangement of the impotence of each index

	Extrenely Important	Relatively Important	General Influence	Relatively Small Influence	Slight Influence
B_{11}	2	3	1	1	0
B_{12}	0	1	3	3	0
B_{13}	0	2	3	1	1
B_{14}	2	2	1	2	0
B_{15}	1	3	2	1	0
B_{21}	3	2	1	0	0
B_{22}	1	5	1	0	0
B_{23}	3	3	0	1	0
B_{24}	1	2	2	2	0
B_{25}	2	1	1	3	0
B_{31}	1	3	2	1	0
B_{32}	1	2	1	3	0
B_{41}	0	2	1	4	0
B_{42}	2	1	3	1	0
B_{43}	1	1	5	0	0
B_{44}	0	4	2	1	0
B_{51}	1	4	2	0	0
B_{52}	1	2	4	0	0
B_{53}	1	3	1	1	1
B_{54}	2	2	1	2	0
B_{55}	2	2	2	0	1
B_{61}	2	2	3	0	0
B_{62}	2	2	2	1	0
B_{71}	1	2	3	1	0
B_{72}	0	3	3	1	0
B_{73}	1	1	3	2	0
B_{74}	1	2	1	3	0
B_{81}	1	3	1	2	0
B_{82}	2	3	0	2	0
B_{83}	0	4	1	2	0
B_{84}	1	2	1	3	0
B_{91}	1	4	2	0	0
B_{92}	3	0	4	0	0
B_{93}	1	2	4	0	0
B_{94}	2	2	3	0	0
B_{95}	1	2	3	1	0

나. 각 성과지표의 소속도 확정 : 채점결과 및 소속도 계산원칙에 따라 성과지표의 소속도 정도를 계산하였다. 예를 들면, B11에 대한 기술개발지원액 평가지표에 대해, 7명의 전문가 중 2명은 비교적 중요, 3명은 일반적 영향, 1명은 비교적 적은 영향, 1명은 경미한 영향으로 설문하였다. 즉, B₁₁ 기술개발지원액의 퍼지 소속도는 각각 $2/7=0.2857$; $3/7=0.4285$; $1/7=0.1428$; $1/7=0.1428$ 이다. 같은 이치의 계산 방법은 모든 지표의 퍼지 소속도 정도의 구체적인 상황을 얻을 수 있고, 결과는 Table 3.16과 같으며, 기술개발 이외의 퍼지 소속도 정도 산출은 생략한다.

Table 3.16 Fuzzy position of each technology development index

R_1	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
B_{11}	0.2857	0.4285	0.1428	0.1428	0
B_{12}	0	0.1428	0.4285	0.4285	0
B_{13}	0	0.2857	0.4285	0.1428	0.1428
B_{14}	0.2857	0.2857	0.1428	0.2857	0
B_{15}	0.1428	0.4285	0.2857	0.1428	0

다. 퍼지 평가행렬의 확정 : 소프트웨어 수출지원정책 성과평가 지표체계 중의 각 지표의 순서에 따른 전환은 퍼지 평가행렬 R이 된다. 그 중에 i 수치는 지표를 포함하는 개수에 따라 확정된다. 예를 들면 A₁ 기술개발 평가 지표에는 다섯 개의 2급 지표가 있어서 i 할당값은 5이다. 기술개발 평가지표의 퍼지 평가행렬 (R_1)은 다음과 같으며, 기술개발 평가지표 이외의 퍼지 평가행렬은 생략한다.

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.2857 & 0.4285 & 0.1428 & 0.1428 & 0 \\ 0 & 0.1428 & 0.1428 & 0.1428 & 0 \\ 0 & 0.2857 & 0.4285 & 0.1428 & 0.1428 \\ 0.2587 & 0.2587 & 0.1428 & 0.2587 & 0 \\ 0.1428 & 0.4285 & 0.2857 & 0.1428 & 0 \end{pmatrix}$$

3.4. 퍼지 종합평가

가. 2급 성과지표 퍼지 종합평가 : 2급 성과지표 퍼지 종합평가 (Q_i)는 1급 지표의 국부가중치 부분집합인 2급 성과지표 (B_i)와 퍼지 판단행렬 (R_i)을 곱하여 산출하였다.

$$Q_i = B_i \times R_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, 9)$$

이에 따라 9개 2급 지표 ($n=5, 5, 2, 4, 5, 2, 4, 4, 5$)의 퍼지 종합 평가결과는 다음과 같다.

① 기술개발 평가지표:

$$Q_1 B_1 \times R_1 = (0.2620, 0.2902, 0.0788, 0.2902, 0.0788) \begin{pmatrix} 0.2857 & 0.4285 & 0.1428 & 0.1428 & 0 \\ 0 & 0.1428 & 0.1428 & 0.1428 & 0 \\ 0 & 0.2857 & 0.4285 & 0.1428 & 0.1428 \\ 0.2587 & 0.2587 & 0.1428 & 0.2587 & 0 \\ 0.1428 & 0.4285 & 0.2857 & 0.1428 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= (0.1690, 0.2929, 0.2595, 0.2672, 0.0113)$$

② 기술개발 이외의 평가지표 (인재양성, 국제인증, 품질관리, 마케팅강화, 세금감면, 자금지원, 플랫폼구축, 제품지원)의 퍼지 종합 평가결과는 Table 3.17과 같다.

Table 3.17 Total evaluation of exept technology development of fuzzy evaluation index

Evaluation index	Evaluation result
$Q_2 = B_2 \times R_2$	0.2522, 0.3108 , 0.1810, 0.2430, 0.0130
$Q_3 = B_3 \times R_3$	0.3095, 0.1666, 0.3809 , 0.0000, 0.1428
$Q_4 = B_4 \times R_4$	0.1510, 0.2005, 0.5583 , 0.0900, 0.0000
$Q_5 = B_5 \times R_5$	0.1770, 0.3773 , 0.2671, 0.0810, 0.0975
$Q_6 = B_6 \times R_6$	0.2857, 0.2857, 0.3928 , 0.0357, 0.0000
$Q_7 = B_7 \times R_7$	0.1339, 0.7476 , 0.2741, 0.3147, 0.0000
$Q_8 = B_8 \times R_8$	0.0972, 0.4238 , 0.1342, 0.3447, 0.0000
$Q_9 = B_9 \times R_9$	0.0972, 0.4238 , 0.1342, 0.3447, 0.0000

산출결과, $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7, Q_8, Q_9$ 의 최대 소속도는 각각 0.2929, 0.3108, 0.3809, 0.5583, 0.3773, 0.3928, 0.7476, 0.4238, 0.4238이다. 이에 따라 기술개발, 인재양성, 마케팅강화, 자금 지원, 플랫폼구축, 제품지원의 영향력은 비교적 중요하고, 품질관리, 세금감면의 영향력은 변화가 없으며, 국제인증의 영향력은 비교적 작다는 것을 알 수 있다.

나. 1급 성과지표 퍼지 종합평가 : 총목표의 국부 가중치 부분집합인 1급 평가지표 (a)와 퍼지 평가행렬 (Q_i)을 곱하여 종합평가 (Q)를 산출한 결과, 중요 또는 비교적 중요하다는 비율의 합이 59%로서 중국의 소프트웨어 수출지원정책의 성과는 전반적으로 좋은 것으로 나타났다.

$$Q = a \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \\ Q_7 \\ Q_8 \\ Q_9 \end{pmatrix} = (0.097, 0.097, 0.042, 0.042, 0.042, 0.2198, 0.2198, 0.0206, 0.2198) \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \\ Q_7 \\ Q_8 \\ Q_9 \end{pmatrix} = (0.1682, 0.4231, 0.2709, 0.2349, 0.0063)$$

4. 중국 소프트웨어 수출지원정책 성과 제고 대책

중국 소프트웨어 수출지원정책 성과 제고 대책을 다음과 같다.

첫째, 소프트웨어 전문인력 자질을 높이고 우대정책을 강화한다. 소프트웨어 인력 수량면에서 중국은 방대하지만 고급기술인력이 부족하다. 기업은 거대한 교육비용을 투자후 직원 이직 위험이 있어서 소프트웨어 인재에 대한 교육투자를 꺼려한다. 기술개발과 국제화 마인드가 있는 인재가 부족하며 중국 BPO 프로그램 기술력이 낮고 창의성이 부족하다. 소프트웨어산업을 대상으로만 우대정책을 제정했을 뿐 소프트웨어 인력에 대한 우대정책이 부족한 실정이다. 우수한 소프트웨어 인재를 유인하기 위해서는 소프트웨어 인력에게 개인소득세 측면에서 우대정책을 시행할 필요가 있다. 고등교육기관은 소프트웨어 기술 관련 전공분야를 강화하여 소프트웨어 기초 인재양성 시스템을 튼튼하게 할 필요가 있다. 소프트웨어 수출 수요의 적응을 위해 고급인재 교육, 중급개발자 교육, 소프트웨어 공인교육 등 3가지 등급으로 소프트웨어 인재 교육훈련 시스템을 설립할 필요가 있다. 대학생 IT 실습훈련기지를 건설하여 고등교육기관 졸업생의 현장 실전능력을 배양할 필요가 있다.

둘째, 소프트웨어 기업의 품질과 관리능력을 강화한다. 중국은 소프트웨어의 품질과 관리능력에 대한 인증체계가 미흡하며, 소프트웨어 인증표준이 과도하게 엄격하여 문제가 되고 있다. 중국 소프트웨어산업 발전추이에 맞추어 소프트웨어 인증표준을 적정수준으로 낮추고 더 많은 기업들이 우대혜택을 누릴 수 있게 할 필요가 있다. 중국내 전문 소프트웨어 품질 관련 단체인 SPIN, QAI, ICSE2006의 활동을 통해 소프트웨어기업의 소프트웨어 품질제고 및 기업의 감독 관리능력을 강화할 필요가 있다.

셋째, 국제 인지도 있는 소프트웨어 제품을 생산한다. 지식재산권을 구비한 핵심제품이 부족하고 프로그램 분석, 디자인 경험이 부족하다. 중국 소프트웨어 기업은 국제시장 정보, 첨단 소프트웨어 디자인, 개발방식 등이 부족하여 국제 소프트웨어 시장 진출이 어렵다. 정부가 적극적으로 공공브랜드를 창조하고 국제사회에서 “중국서비스”의 전체적인 이미지를 확립할 필요가 있다. 정부가 적극적으로 기업의 인식을 이끌고 브랜드 확립을 지원하고 창의능력을 강화하며 업계 전반적인 핵심경쟁력을 향상시킬 필요가 있다. 중소형 중국 소프트웨어 기업의 “대연합”등을 통해 종업원수 1000명이상 규모의 중견기업으로 육성하고 브랜드를 강화하는 전략이 필요하다.

5. 결론

본 문은 델파이법, 계층분석법 (AHP) 및 퍼지종합분석법을 활용하여 중국의 소프트웨어 수지원정책의 성과평가를 연구하였다. 우선, 기술개발, 인재양성, 국제인증, 품질관리, 마케팅강화, 세금감면, 자금지원, 플랫폼구축, 제품지원 등 9개 영역을 1차 평가지표로 하고, 1차 평가지표와 연관된 36개의 요소를 2차 평가지표로 구성하였다. 다음, 10명의 중국 소프트웨어 전문가에 대한 설문조사를 바탕으로 퍼지-계층분석을 활용하여 절대적·상대적 중요도를 산정한 후, 종합평가를 실시하였다.

평가연구 결과, 중국의 소프트웨어 수출지원정책의 성과는 전반적으로 좋게 나타났다. 중국 소프트웨어 수출지원정책은 기술개발, 인재양성, 자금지원, 마케팅강화, 플랫폼구축, 제품지원 측면에서 영향력이 크고, 세제감면, 품질관리 측면에서는 영향력의 변화가 없고, 국제인증 측면에서 영향력이 작게 나타났다. 이에 따라 중국의 소프트웨어 수출지원정책의 성과제고를 위한 대책으로서 소프트웨어 고급인력 확대, 소프트웨어 품질관리 강화, 국제경쟁력 있는 제품 생산 등을 제시하였다.

중국에서는 인터넷플러스 혁명이 진행되고 있다. 거대한 흐름속에는 ICBM (IoT, Cloud, Bigdata, Mobile)이 새로운 가치를 창출할 핵심기술로 자리잡고 있다. 그 핵심에 소프트웨어가 있으며 중국의 소프트웨어 지원정책은 전방위적 산업가치사슬 구조에서 중요한 위치를 차지하면서, 경제성장을 실현하는데 중요한 역할을 할 것이다. 한국의 입장에서 거대한 중국시장과 긴밀한 상호협력력을 통해 성공적인 소프트웨어 중심의 첨단산업 모델 구축이 필요하다고 본다. 본 연구가 중국의 소프트웨어 시장을 이해하고 분석하는데 참고자료가 되길 바란다.

References

- Choi, K. H. and Han, D. W. (2010). The fuzzy AHP approach to the relative importance of the deciding factors for admission screening-z university case study. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **21**, 699-708.
- Choi, Y. J. (2007). *A measurement model of service quality using fuzzy theory and analytic hierarchy process*, Doctoral Thesis, Kyonggi University, Seoul.
- Eom, J. S. and Kim, S. B. (2013). Study on the defence R&D project risk analysis using AHP. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **24**, 557-569.
- Kim, C. H. (2003). *Study on the performance evaluation for hotels based on the fuzzy-AHP model*, Doctoral Thesis, Sejong University, Seoul.
- Park, S., Hong, Y. W. and Na, J. K. (2012). A method for selecting the evaluation index of defence R&D project by AHP. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **23**, 961-970.

- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, **15**, 234-281.
- Wang, H. J. (2015). *Study on and evaluation of the compensational policy for basin ecosystem based on Fuzzy-AHP theory*, Master Thesis, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing, China.
- Wu, Y. Q. (2016). *Study on and evaluation of the development of University Waste reclamation logistics based on fuzzy-AHP theory*, Master Thesis, Guangxi Normal University for Nationalities, Chongzuo, China.

A study on the evaluation of the support policy for the export of China software using fuzzy-AHP

JeongHo Choi¹ · YongAn Zhang²

¹²Management science and engineering, beijing university of technology

Received 8 October 2016, revised 28 October 2016, accepted 3 November 2016

Abstract

This study is the result of a fuzzy-AHP-based evaluation of the support policy for the export of Chinese software, for which nine Class 1 evaluation indexes were established. Following a survey of 10 Chinese software experts, fuzzy AHP was used to assess and evaluate the absolute and relative importance of each index. The evaluation revealed that the support policy had relatively positive effects. More specifically, the analysis showed that several indices - technology development, HR development, marketing reinforcement, fund support, platform establishment, and product support - carried relatively significant importance. Quality management and tax deductions, on the other hand, showed no importance, while the importance of international certification was relatively small. In light of these discoveries, there is a need to train experts, increase software quality, and reconsider software brands.

Keywords: AHP, China software, fuzzy analysis, performance evaluation.

¹ Corresponding author: Ph.D candidate, Management Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China. E-mail: ocean0909@naver.com

² Professor, Management Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China.