

전문가 선정 방법론 연구

최 승⁰ 손강렬 윤영준

한국과학기술정보연구원

{schoi⁰ krshon yjyoon}@kisti.re.kr

A Study on Expert-Selection Methodology

Seung Choi⁰ Kang-Ryul Shon Young-Joon Yoon

Dept. of Human Resources Development, Korea Institute of Science & Technology Information

요 약

본 연구에서는 각종 전문가 선정의 전문성, 공정성, 투명성 및 신뢰성 제공과 최적으로 전문가 그룹에 적합한 전문가를 구성하기 위한 전문가 선정 방법론을 제안한다. 이를 위해, 전문가를 3차원적으로 탐색 및 정량적인 값으로 평가할 수 있는 전문가 후보군 선정 알고리즘을 제시하였으며, 선정된 전문가 후보군들을 조합 최적화 문제에 많이 응용되고 있는 유전자 알고리즘을 이용하여 전문가 선정 방법을 보였다.

1. 서론

인류의 역사는 농업 중심 사회, 공업 중심 사회, 정보화 사회, 지식 기반 사회로 점진적으로 이행해 가고 있다. 이렇게 볼 때, 지식과 정보는 사회 변화의 주요한 원동력인 것은 물론이고 가장 중요한 국가 경쟁력 요소중에 하나이다.

지식과 정보가 주도하는 사회에서는 지적 자원을 통한 정치, 경제, 사회 등의 문제 해결과 이러한 지식자원을 효과적으로 관리, 운동 및 활용 방법의 모색이 더욱 중요시 되고 있다. 즉, 각종 전문가 그룹을 구축하여 조직의 문제들을 보다 효과적으로 해결하기 위해서는 전문가 선정에 대한 전문성, 공정성, 투명성 및 신뢰성 제고와 최적으로 전문가 그룹에 적합한 전문가를 구성하는 것이 필요하다.

이에, 본 연구에서는 전문가 그룹의 구성원인 전문가를 선정하기 위한 후보군 선정 알고리즘과 선정 방법론을 제안한다. 전문가 후보군 선정 알고리즘은 전문가 그룹의 요구사항과 관련 있는 전문가의 이력항목 뿐만 아니라 각각에 관계된 항목들간에도 고려하여 정량적 값으로 평가를 하였고, 전문가 선정은 조합 최적화 해를 구할 수 있는 유전자 알고리즘을 이용하였다.

본 논문의 2장에서는 유전자 알고리즘에 대해 소개하고, 3장에서는 전문가 후보군 선정 알고리즘과 선정 방법을 제시하고, 4장에서 본 연구의 평가 및 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 생물의 진화과정을 모델링한 알고리즘으로, 현 세대를 구성하는 모집단에서 적합도에 따라 염색체들을 선택하고, 유전 연산자를 적용하여 새로운 세대의 모집단을 생성해 나가는 방법이다[1,2]. 유전자 알고리즘의 기본적인 동작의 흐름은 다음과 같다.

- 단계1(초기화) 임의의 염색체를 갖는 개체를 N개 생성하여 초기 세대 개체군을 설정한다.
- 단계2(재생) 각 개체의 적합도를 계산해서 적합도에 의존한 일정한 규칙으로 개체를 재생한다. 여기서, 적합도가 낮은 얼마간의 개체는 도태시키고 그 개수만큼 적합도가 높은 개체를 증식시킨다.
- 단계3(교차) 설정된 교차 확률이나 교차의 방법에 따라서 교차를 실행하여 새로운 개체를 생성한다.
- 단계4(돌연변이) 설정된 돌연변이 확률이나 돌연변이의 방법에 따라서 돌연변이를 실행하여 새로운 개체를 생성한다. 이 결과 새로운 세대의 개체군이 생성된다.
- 단계5(종료판정) 종료조건을 만족하면, 그 때까지 얻어진 가장 좋은 개체를 문제의 준 최적으로 한다. 그렇지 않으면 단계 2로 돌아간다.

이러한 과정 속에서 세대교체가 이루어지고 새롭게 탄생한 개체

들은 다시 평가 및 진화되어, 생성된 개체는 세대를 거치면서 최적화가 이루어지게 된다.

유전자 알고리즘의 특징은 단순한 병렬적 해의 탐색이 아닌, 복수 개의 개체 사이의 상호 협력에 의한 해의 탐색과 복잡한 미분 연산 등이 불필요한 단순한 알고리즘으로 인공지능, 시스템 분석, 보안 등 많은 분야에서 응용되고 있고 특히, 조합 최적화 문제에 대하여 활발하게 연구가 진행되고 있다[3,4,5]. 이러한 장점을 갖은 유전자 알고리즘을 이용하여, 본 연구에서는 전문가 그룹에 대하여 최적으로 적합한 전문가 선정 방법론을 제시한다.

3. 전문가 선정 방법론

특정 전문가 그룹을 생성하기 위해서는 그 그룹의 목적, 특성 등을 고려하여 전문가들을 선정해야 한다. 예컨대, 원자력 전문가 그룹은 원자력 전문가, 환경 전문가, 생명공학 전문가 등으로 구성된다. 하지만, 기 구축된 데이터베이스를 활용하여 검색된 전문가 명단은 현재 사용자가 원하는 전문분야에 맞게 추출되고 있으나 그 중에서 적합한 전문가를 정하기 어렵고, 어느 전문가들을 선정했을 때 전문가 그룹이 최적으로 구성되었는지도 판단하기도 어렵다.

본 연구에서 제안하는 전문가 선정 방법론은 이러한 문제점들을 해결하기 위해 전문가 그룹의 정보를 토대로 전문가 후보군 선정 알고리즘을 통한 전문가 후보 선정과 유전자 알고리즘을 이용한 전문가 선정 방법을 제시한다.

그림 1은 전문가 선정 프로세스를 보인다. 전문가 그룹의 정보로부터 전문가 선정에 필요한 요구사항들을 도출하고, 요구사항에 일치되는 전문가들을 평가 및 전문가 후보군을 선정한 후에 유전자 알고리즘을 이용하여 특정 전문가 그룹의 전문가를 선정한다.

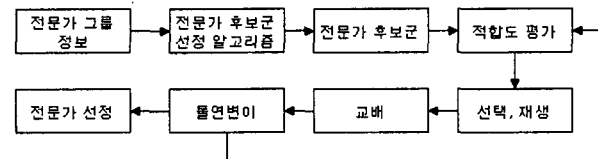


그림 1. 전문가 선정 프로세스

3.1 전문가 후보군 선정

전문가 후보군을 선정하기 위해서는 기 구축된 데이터베이스의 전문가 이력정보사항들을 표 1과 같이 학문, 경력 및 대외활동 영역으로 나누고, 각 영역별로 평가 항목을 분류하였다. 평가항목간의 가중치는 같은 수준으로 적용하였고, 일부 평가항목(평가 패밀리)에 평가 수준 등급을 달리하여 영역별 평가를 하였다.

전문가 평가영역인 학문, 경력 및 대외활동과 각 평가항목들에는 의존 상관관계가 존재한다. 즉, 하나의 영역 및 항목이 형성되

표 1. 전문가 후보군 선정을 위한 평가영역

항목 영역	평가 항목	
	평가 클래스	평가 패밀리
학문	■ 과학기술표준분야	-
	■ 전공	-
	■ 세부전공	-
	■ 학위	5수준(박사, 박사과정, 석사, 석사과정, 학사)
	■ 연구실적	5수준(연구보고서, 국외전문학술지, 국외발표대회, 국내전문학술지, 국내발표대회)
경력	■ 저역서 실적	-
	■ 자격사항	-
	■ 교육과정사항	-
	■ 훈포장사항	4수준(훈장, 포장, 표창, 기타)
	■ 재직기관	4수준(수석급, 책임급, 선임급, 전임급, 원급)
대외 활동	■ 특허	5수준(특허, 실용신안, 의장, 상표, 규격)
	■ 학회회현황	5수준(직위수준)
	■ 대외활동	7수준(개발, 기술, 이전, 기술지도, 설계, 시공, 위원 활동, 자문) 5수준(직위수준)

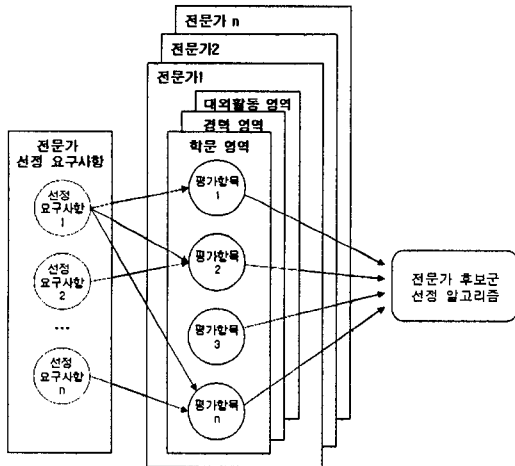


그림 2. 전문가 후보군 선정 프로세스

기 위해서는 다른 영역 및 항목에 영향을 받는다. 따라서 본 연구에서는 전문가 선정 요구사항과 완전 일치, 부분 일치 및 불일치된 평가항목도 고려한 3차원적인 탐색을 하였다.

전문가 후보군 선정은 그림 2와 같은 과정으로 통해 이루어진다. 전문가 선정을 위한 요구사항들은 평가영역의 각 평가항목과 n:n의 관계를 갖고 매핑된다. 전문가 선정 요구사항과 매핑된 평가항목들의 개수와 가중치를 고려하여 표 2의 전문가 후보군 선정 알고리즘을 통해 전문가별로 후보 수준이 결정된다. 이 알고리즘은 평가 항목인 평가 클래스 (가)와 평가 패밀리 (나)를 나누어, 각 전문가 선정 요구사항과 완전일치($mREI_p$), 부분일치($pREI_p$) 또는 불일치($dREI_p$) 항목도 같이 평가한다. 평가된 각 결과는 정량적 값으로 [0,1]사이며, $mREI_p$ 또는 EL_p 이 1에 가까운 전문가일수록 전문가 선정 요구사항에 적합한 후보가 되며, 유전자 알고리즘을 이용하여 특정 전문가 그룹의 전문가를 선정한다.

3.2 전문가 선정

전문가 선정은 앞 절의 결과 값을 토대로 유전자 알고리즘을 적용하여 최적의 전문가 그룹을 구성한다. 전문가 평가 알고리즘의 결과 값인 $mREI_p$ 는 전문가 선정 요구사항과 직접적으로 적합하지만, 평가 항목간의 관계도 고려해야만 실제적인 전문가 평

표 2. 전문가 후보군 선정 알고리즘

EL_p	// 전문가 p의 후보 수준
$mREI_p$	// 전문가 p에 대한 전문가 요구사항과 평가 항목간의 완전 일치된 값
$pREI_p$	// 전문가 p에 대한 전문가 요구사항과 평가 항목간의 부분 일치된 값
$dREI_p$	// 전문가 p에 대한 전문가 요구사항과 평가 항목간의 불일치된 값
ERI_i	// 전문가 요구사항 항목 i
EI_j	// 전문가 평가 항목 j
W_{EI}	// EI_j 의 가중치
\circ, \bullet	// 전문가 요구사항과 평가 항목간의 완전 일치 및 부분 일치
$E2V_p$	// 전문가 p의 평가 값


```

for p=1; p<=I; p++ { //전문가
for i=1; i<=I; i++ { //전문가 요구사항
for j=1; j<=J; j++ { //평가 항목
if  $ERI_i$ 와  $EI_j$ 은 완전일치{
 $E2V_p(ERI_i, EI_j) += (ERI_i \circ EI_j^{(7)})$ 
+  $(ERI_i \circ (EI_j + W_{EI}))^{(4)}$ 
} else if  $ERI_i$ 과  $EI_j$  부분일치 {
 $E2V_p(ERI_i, EI_j) += (ERI_i \bullet EI_j^{(7)})$ 
+  $(ERI_i \bullet (EI_j + W_{EI}))^{(4)}$ 
} else { //완전 불일치
 $E2V_p(ERI_i, EI_j) += (EI_j^{(7)}) + (EI_j + W_{EI})^{(4)}$ 
}
}
}
}

```


$$mREI_p += \frac{1}{1 + (\frac{1}{E2V_p - 1})^2}$$

$$pREI_p += \frac{1}{1 + (\frac{1}{E2V_p - 1})^2}$$

$$dREI_p += \frac{1}{1 + (\frac{1}{E2V_p - 1})^2}$$

$$EL_p = (mREI_p + pREI_p + dREI_p) / 3$$

가가 된다.

본 절의 전문가 후보 수준 값 중에서 $mREI_p$ 와 항목간의 관계를 고려한 전문가 후보 수준 값(EL)을 이용하여 $mREI$ 기준 선택, EI 기준 선택, 사용자선택의 큰 순서로 전문가 그룹을 생성하여 예를 보인다. 예를 보이기 위해 전문가 선정 요구사항과 전문가 그리고 전문가 후보 수준 값을 표 3과 같이 제시한다.

■ 초기화 및 적합도 평가

표 3의 예시에서 $mREI$ 와 EI 의 큰 값과 사용자 선택으로 선정된 전문가 그룹은 표 4와 같다. 선택된 경우는 1, 선택되지 않는 경우는 0으로 세팅한다.

$$\begin{aligned}
 mREI &= (1101101100) [V_1] \\
 EI &= (1011101001) [V_2] \\
 \text{사용자 선택} &= (1011001110) [V_3]
 \end{aligned}$$

선정 적합도는 전문가 선정 요구사항과 일치된 $mREI$ 와 평가항목을 고려한 전문가 수준 값인 EL 을 가지고 다음의 선정 적합도를 구하여 순위를 매긴다.

$$\text{선정 적합도(SF)} = \frac{x}{x+1}, \quad x = mREI + EI$$

표 3. 전문가 후보 수준 평가 예

전문가 선정 요구사항	전문가	전문가 후보 수준 값				선정 적합도
		mREI	bREI	dREI	EI	
A, B, C, E	1	0.850	0.500	0.250	0.533	0.580
A, B	2	0.600	0.300	0.150	0.350	0.487
A, C	3	0.450	0.400	0.300	0.383	0.455
B, C, E	4	0.750	0.450	0.250	0.483	0.552
B, E	5	0.600	0.300	0.400	0.433	0.508
C	6	0.300	0.150	0.600	0.350	0.394
C, D, E	7	0.750	0.600	0.250	0.533	0.562
D, E	8	0.650	0.150	0.250	0.350	0.500
D	9	0.200	0.150	0.300	0.217	0.294
E	10	0.350	0.150	0.800	0.433	0.439

표 4에서 보듯이 mREI의 값을 기준으로 했을 경우(V₁)가 0.534로 1위, EI의 값을 기준으로 했을 경우(V₂)가 0.522로 2위, 사용자 선택의 경우(V₃)가 0.506로 3위이다.

■ 재생

재생은 mREI, EI 및 사용자 선택으로 선정된 전문가의 mREI, EI의 총합과 선정 적합도를 구해서, 선정 적합도 결과값의 비례에 따라 전문가를 선정하는 룰렛 방법을 사용한다. 현재의 적합도 총합은 다음과 같고, 재생확률을 구한다.

$$f_{sum} = \sum_{i=1}^3 f_i = 1.562$$

$$P_1 = V_1 / f_{sum} = 0.342$$

$$P_2 = V_2 / f_{sum} = 0.334$$

$$P_3 = V_3 / f_{sum} = 0.324$$

재생하기 위하여 각 V_i, i=1,2,3에 대한 누적확률과 [0,1]의 난수를 발생시켜 V_i의 누적확률이 난수값의 최소가 되는 그룹을 찾아 재생한다. V₁에 대한 누적확률이 각각 0.342, 0.676, 1.000이고, 난수가 0.32181, 0.68121, 0.89952가 발생했을 때 다음과 같은 재생이 이루어진다.

$$\begin{aligned} V_1' &= (1101101100) [V_1] \\ V_2' &= (1011001110) [V_2] \\ V_3' &= (1011001110) [V_3] \end{aligned}$$

■ 교차

재생에 의해 생성된 새로운 그룹(V_i')에 그룹간의 교차으로 새로운 그룹을 생성하는 단계이다. 교차율을 0.25로 정하고, V₁'의 각 그룹에 대해 [0,1]사이의 난수가 V₁'=0.12501, V₂'=0.24152, V₃'=0.25125이면, 교차율 보다 작은 난수값을 갖는 V₁', V₂'이 교차가 생긴다. V₁', V₂'의 쌍에서 교차점이 6이라면 다음 같이 교차가 생기고, 새로운 그룹이 구성된다.

$$\begin{aligned} V_1' &= 110110011100 \Rightarrow V_1'' = 110110011110 \\ V_2' &= 101110011110 \Rightarrow V_2'' = 101110011100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1''' &= (1101101110) \\ V_2''' &= (10111001100) \\ V_3''' &= (10111001110) \end{aligned}$$

■ 돌연변이

교차만으로는 한정된 범위의 전문가밖에 선정할 수 없다. 따라서 돌연변이 연산을 통하여 한정된 범위의 문제점을 해결한다. 돌연변이 연산은 돌연변이율과 각 원소의 난수를 생성시켜 돌연변이율보다 적은 원소들을 돌연변이를 수행한다. 돌연변이율은 0.6으로 하고, 전체 원소에 대해 난수를 발생시켜 돌연변이율보다 적은 원소와 돌연변이를 수행한 후의 새로운 그룹은 다음과 같다.

구분	난수	원소번호 위치
V ₁ ''	0.55415, 0.23541	8, 9
V ₂ ''	0.35841, 0.31284	13, 15
V ₃ ''	0.45125, 0.32154	25, 29

표 4. 선정된 전문가 예

선택	전문가1	전문가2	전문가3	전문가4	전문가5	전문가6	전문가7	전문가8	전문가9	전문가10	mREI	aREI	선정 적합도
mREI	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0.700	0.447	0.534
aREI	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0.625	0.467	0.522
사용자 선택	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0.608	0.417	0.506

표 5. 한 세대가 지난 후에 선정된 전문가 예

선택	전문가1	전문가2	전문가3	전문가4	전문가5	전문가6	전문가7	전문가8	전문가9	전문가10	mREI	aREI	선정 적합도
mREI	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0.710	0.467	0.541
aREI	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0.720	0.467	0.543
사용자 선택	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0.675	0.453	0.530

$$\begin{aligned} V_1'' &= (1101101110) \\ V_2'' &= (1011001110) \\ V_3'' &= (1011001110) \\ V_1''' &= (1101101000) [V_1] \\ V_2''' &= (1001101100) [V_2] \\ V_3''' &= (1011101100) [V_3] \end{aligned}$$

■ 선정 적합도 검사 및 종료

본 단계에서는 새로 구성된 전문가 그룹의 선정 적합도를 평가 한 후에 유전 알고리즘의 반복을 판단한다. 표 5와 같이 한 세대가 지난 후의 새로 생성된 3개의 전문가 그룹의 선정 적합도(평균:0.538)가 기존 전문가 그룹의 적합도(평균:0.521) 보다 높고, 기존 전문가 그룹의 선정 적합도가 가장 높은 것은 전문가 선정 요구사항과 직접관련 있는 6명으로 구성된 전문가 그룹(V₁:0.534)이었지만, 새로 구성된 전문가 그룹에서는 전문가 요구 선정 요구사항 뿐만 아니라 평가항목들간에도 고려한 5명의 전문가 그룹(V₂:0.543)이 가장 높게 나왔다.

본 연구에서는 최대의 적합도가 설정된 임계값(0.540)을 넘을 경우를 종료 판정 조건으로 하였다.

4. 본 연구의 평가 및 결론

전문가 선정에 있어 적합한 전문가 선정, 시간, 비용 등 어려움이 따른다. 이에, 본 연구에서는 전문가 요구사항의 정보를 토대로 3차원적인 전문가 탐색(일치, 부분일치, 불일치) 및 정량적인 전문가 후보군 선정방법과 유전자 알고리즘을 이용한 전문가 그룹의 전문가 선정 방법론을 제시하였다. 제시된 방법론은 전문가 선정의 전문성, 공정성 및 투명성과 선정 업무에 따른 신속성 및 효율성을 향상시킬 수 있다.

향후 과제로 본 방법론을 지원하는 전문가 자동 선정도구 개발 및 방법론을 이용하여 선정된 전문가의 적합성 검증이 필요하다.

참고문헌

- [1] Goldberg, David E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning Addison-Wesley Pub. Co. 1989.
- [2] Holland, J., "Adaptation in Natural and Artificial System", University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.
- [3] 박준형 외 3인, "유전자 알고리즘을 이용한 보안 대책의 생성", 한국정보과학회 추계학술발표대회 논문집(II), 제 30권 제 2호, pp. 769-771, 2003년 10월.
- [4] 노기갑 외 2인, "유전 알고리즘을 이용한 규칙 기반 퍼지 제어기의 최적 설계", 전기학회논문지, 48A권, 2호, 1999.2, pp.145-152.
- [5] Z.Tu, Y.Lu, "A Robust Stochastic Genetic Algorithm (StGA) for Global Numerical Optimization", IEEE Trans on Evolutionary Computat, VOL08, NO.05, 2004.10, pp.0456-0470.