

1. 델파이방법

1.1 개념

- 델파이방법은 의사결정에 필요한 내용에 대한 전문가 의견을 탐색 (의견 조사, 많은 사람들의 판단으로 유도, 종합적 판단) 하는 신뢰도 높고 창의적인 방법
- 일련의 설문지 (응답자 자기기입방식, 우편 혹은 전자 메일) 조사를 통하여 전문가들의 의견 청취, 분석, 수렴하는 과정
- 전문가의 의견을 “the best 응답”으로 수렴해 가는 분석 기법 : ‘두 사람 의견이 한 사람 의견보다 정확하다’계량적 객관의 원리와 ‘다수의 판단이 소수의 판단보다 정확하다’민주적 의사결정 원리에 논리적 근거
- “Bandwagon”, “halo” 효과를 방지하기 위하여 응답자는 익명으로 처리함
- 델파이방법에 의해 얻는 결과는 단지 전문가의 의견일 뿐임

key 프로세스 : 정보 흐름도, 절차의 반복 & 통제된 피드백, 응답자 익명성

미래기술 예측을 위하여 미국의 RAND 연구소 (1948년)에서 개발되어 IT분야, 연구개발 분야, 교육 분야, 군사 분야 등에서 미래 기술 예측을 위하여 활용되다가 사회과학 전반에 걸쳐 전문가 의견수렴 방법으로 활용되고 있음

Delphi is not ...

- brain-storm 회의 (발언권이 강한 소수에 의한 의사 결정 방지)
- general survey
 - 일반적으로 개인적인 의견이나 과거 지향적 현황을 묻는 문항보다는 미래 불확실성 문항 위주로 의견 수렴
 - 그러므로 만족도 조사문항은 사용하지 않음

델파이방법 주요 관심 내용 (예측 측면)

- 미래에 대한 평가 절하 : 미래는 현재의 상황만큼 중요하지 않음
- 단순화 경향 : 전문가는 다른 상황과 독립적으로 미래를 평가
- 뜬 구름 잡거나 비전문적 식견의 전문가
- 질문 형식 : 명확하고 목적성 있고 하나의 질문만으로 구성

1.1 과정

(1) 문제 정의

- 주어진 문제를 파악하고 델파이방법을 진행할 연구 팀 구성

(2) 응답패널 구성

- 15~35명 (최소 4명)
- 일반적으로 응답률 35~75%이므로 이를 예상한 충분한 패널리스트 확보
- 패널 응답자는 델파이 조사의 목적을 정확하게 이해해야 함

(3) 설문지 구성

- focus group, expert panel 활용
- 선택 보기를 결정할 수 없는 질문은 개방형으로 구성
- 선택 보기 리스트가 가능한 문항은 선택형으로 구성

(4) 구성된 설문 질문 모호하거나 분명하지 않은 문항 검증

- 조사 관련 전문가에게 사전 조사 형식의 검증 (5인 이내)

(5) 설문조사표 전문가 패널에게 1차 송부

- 조사목적, 조사 일정 (2주 기간) 등과 함께 설문지 송부
- 전자메일 혹은 우편메일 활용

(6) 수집된 1차 조사표 분석

- 응답 빈도 및 응답 일치도 계산
- 선택 보기 리스트가 불가능하여 개방형으로 구성한 문항의 보기를 리스트 하여 객관식 선택 문항으로 구성

(7) 2차 설문조사표 구성

- 응답 일치도가 낮은 문항
- 개방형 문항을 객관식 문항으로 작성된 문항
- 1차 분석 결과를 제시

(8) 2차 설문조사표 패널에게 송부

(9) 2차 설문조사 데이터 분석 : 응답 일치도 계산

(10) 결과 보고서 작성

1.2 결과제시 방법

- 1) 중요도 척도 : 최빈값 > 중위값과 IQR (Inter Quartile Range)
- 2) 비율척도 : 중위값 > 평균, IQR (Inter Quartile Range)
- 3) 선택 보기문항의 경우 빈도 백분율 (%) 표시

1.3 응답 일치도

- 1) 리커트 척도 : IQR 1이하, 변동계수 (=표준편차/평균) 0.5 이하
- 2) 비율 척도 : 변동계수 0.5 이하
- 3) 객관식 선택 문항 : 50%~75% 이상

1.4 실증분석 예제

(1차 설문지연구)

1-1. 현재 전 세계적으로 나노제품의 연간 매출액은 약 520억불이며, 나노기술관련 시장은 매년 70% 정도의 성장률을 보이고 있다.					
귀하는 나노기술을 적용한 <u>식품 분야</u> 의 현재 연간 성장률을 ()% 로 보고 계십니까?					
1-2. 현재에 비해 5년 후 나노기술 응용식품의 시장은 ()배로 확대될 것이다.					
1-3. 나노기술과 관련하여 다음 분야별로 현재의 이슈화 정도를 제시해 주세요. 이슈화가 높을수록 다루어야 할 문제가 많음을 뜻합니다. (만점 : 100%)					
<input type="checkbox"/> 기술개발					
<input type="checkbox"/> 제품화					
<input type="checkbox"/> 신소재 개발					
<input type="checkbox"/> 응용분야 확대					
<input type="checkbox"/> 안전성 검증					

min	Q25	median	mean	Q75	max	SD	IQR	CV
2	15	20	28.73	33.75	100	23.14	18.75	80.6%
min	Q25	median	mean	Q75	max	SD	IQR	CV
2	2	4.5	4.55	5	15	3.07	3	67.5%
min	Q25	median	mean	Q75	max	SD	IQR	CV
10	20	25	30.00	30	80	19.40	10	64.7%
10	11.25	20	26.18	30	70	18.61	18.75	71.1%
10	20	20	30.24	30	80	19.78	10	65.4%
5	11.25	15	23.64	23.75	60	18.85	12.5	79.7%
8	21.25	30	41.05	65	100	25.14	43.75	61.3%

4-10. 탄소나노튜브를 이용하여 제조한 막(membrane)은 단백질, 펩타이드, 비타민, 무기질과 같은 물질을 분리하는데 효율적으로 사용될 수 있다. 이를 이용하여 분리된 유용한 물질들은 식품이나 식품첨가물의 원료로 사용될 수 있다. 하지만, 막분리 과정에서 식품에 비의도적으로 혼입된 탄소나노튜브의 독성에 대한 과학적 자료는 아직 부족하다.

최종 제품에서의 특성 및 위해도	소비자 수용 도	긍정적 건강효과	시행시기	의견
<input type="checkbox"/> 거의 없음	<input type="checkbox"/> 거의 없음	<input type="checkbox"/> 거의 없음	<input type="checkbox"/> 1년 이내	
<input type="checkbox"/> 희박	<input type="checkbox"/> 희박	<input type="checkbox"/> 희박	<input type="checkbox"/> 2년 이내	
<input type="checkbox"/> 반반	<input type="checkbox"/> 반반	<input type="checkbox"/> 반반	<input type="checkbox"/> 5년 이내	
<input type="checkbox"/> 높음	<input type="checkbox"/> 높음	<input type="checkbox"/> 높음	<input type="checkbox"/> 7년 이내	
<input type="checkbox"/> 매우 높음	<input type="checkbox"/> 매우 높음	<input type="checkbox"/> 매우 높음	<input type="checkbox"/> 10년 이내	

년			
%	%	%	년
4	13	9	1년 = 10%
22	38	35	2년 = 10%
26	46	43	3년 = 5%
39	0	13	5년 = 48%
9	4	0	7년 = 10%

(2차 설문지)

1-1. 현재 전 세계적으로 나노제품의 연간 매출액은 약 520억불이며, 나노기술관련 시장은 매년 70% 정도의 성장률을 보이고 있다.					
귀하는 나노기술을 적용한 식품 분야의 현재 연간 성장률을 () % 로 보고 계십니까?					(15~35%)
1-2. 현재에 비해 5년 후 나노기술 응용식품의 시장은 ()배로 확대될 것이다.					(2~5배)
1-3. 나노기술과 관련하여 다음 분야별로 현재의 이슈화 정도를 제시해 주세요. 이슈화가 높을수록 다루어야 할 문제가 많음을 뜻합니다. (만점 : 100%)					
<input type="checkbox"/> 기술개발			(20~30%)		
<input type="checkbox"/> 제품화			(10~30%)		
<input type="checkbox"/> 신소재 개발			(20~30%)		
<input type="checkbox"/> 응용분야 확대			(10~25%)		
<input type="checkbox"/> 안전성 검증			(20~65%)		

CV	평균	중앙값
0.339247	22.14	20
CV	평균	중앙값
0.474731	3.77	3.75
CV	평균	중앙값
0.374446	25.23	25
0.458302	20.45	20
0.373069	26.14	25
0.355109	16.36	17.5
0.383429	42.73	45

4-10. 탄소나노튜브를 이용하여 제조한 막(membrane)은 단백질, 펩타이드, 비타민, 무기질과 같은 물질을 분리하는데 효율적으로 사용될 수 있다. 이를 이용하여 분리된 유용한 물질들은 식품이나 식품첨가물의 원료로 사용될 수 있다. 하지만, 막분리 과정에서 식품에 비의도적으로 혼입된 탄소나노튜브의 독성에 대한 과학적 자료는 아직 부족하다.

최종 제품에서의 독성 및 위해도	소비자 수용도	긍정적 건강효과	시행시기	의견
<input type="checkbox"/> 거의 없음	<input type="checkbox"/> 거의 없음	<input type="checkbox"/> 거의 없음	<input type="checkbox"/> 1년 이내	
<input type="checkbox"/> 희박	<input type="checkbox"/> 희박	<input type="checkbox"/> 희박	<input type="checkbox"/> 2년 이내	
<input type="checkbox"/> 반반	<input type="checkbox"/> 반반	<input type="checkbox"/> 반반	<input type="checkbox"/> 5년 이내	
<input type="checkbox"/> 높음	<input type="checkbox"/> 높음	<input type="checkbox"/> 높음	<input type="checkbox"/> 7년 이내	
<input type="checkbox"/> 매우 높음	<input type="checkbox"/> 매우 높음	<input type="checkbox"/> 매우 높음	<input type="checkbox"/> 10년 이내	

%	%	%	년
0	0	0	4년(33%) 5년(33%)
33	5	10	
62	52	76	
0	38	14	
5	5	0	

2. AHP

Thomas Saaty(1980)에 의해 제안된 AHP 방법은 여러 대안들을 다수의 목표에 견주어 평가하는 기법으로 정성적 혹은 무형적 특성을 상대적 비율 척도를 통해 측정하고, 큰 문제를 점차 작은 요소로 분해함으로써 단순한 이원비교에 의한 판단으로 대안에 대한 의사결정을 가능하게 하는 경영과학의 한 방법이다. AHP 방법은 의사결정의 계층 구조를 구성하고 있는 요소들 사이의 상대비교에 의한 판단(평가자의 지식, 경험, 직관)을 통하여 의사결정 문제(대안)를 계량화 하는 의사결정방법이다.

2.1 개념

- Analytic Hierarchical Process, Thomas Saaty (1980) : 가치평가나 의사결정문제에 적용하는 계량경영기법
- 계층구조원리, 우선순위 결정 원리, 일관성 원리에 근거하여 의사결정 대안을 평가
- 여러 대안들을 다수의 목표에 견주어 평가하는 기법으로 첫째, 정성적 혹은 무형적 특성을 상대적 비율 척도를 통해 측정하고, 둘째, 큰 문제를 점차 작은 요소(parts)로 분해함으로써 단순한 이원비교에 의한 판단으로 문제 해결
- 의사결정 대안을 평가할 수 있는 요소들로 계층 구조화 (hierarchical structure) 하고 각 계층을 구성하는 요소들에 대한 상대비교를 통하여 대안을 계량화
- 계층 구조 내의 요소들에 대한 상대비교는 평가자의 지식, 경험, 직관 등에 의존

(기본 전제)

- 계층 구조 원리
- 우선순위 결정 원리
- 일관성의 원리 적용

위의 가정들에 의해 AHP 방법으로 정성적 평가요소에 대한 가중치 산정이 가능
이를 이용하여 평가요소들의 우선순위를 결정

(절차)

- ① 의사결정문제에 관련된 평가요소들을 계층으로 분류하여 의사결정 문제를 계층화 한다.
- ② 전문가 설문조사를 통하여 계층 내 평가요소들 간 상대비교 데이터를 수집하고 이를 이용하여 상대비교 행렬을 얻는다.
- ③ 얻어진 상대비교 행렬을 이용하여 평가자의 응답 일관성을 측정하고, 상대적 가중치(중요도)를 계산한다. 응답의 일관성을 지닌 응답자들의 상대비교 행렬을 이용하여 단일 상대비교 행렬을 얻는다.(이 단계는 평가자가 2인 이상인 경우 실시된다.)
- ④ 평가 대상이 되는 여러 대안들에 대한 우선순위를 산정하기 위하여 의사결정 요소의 상대적 가중치를 종합화 한다.

2.2 계층화

AHP 방법의 시작이자 핵심적인 단계는 의사결정에 관련된 요소들을 계층화 하는 과정이다. 계층이란 시스템을 구성하는 각 특성 혹은 속성에 따라 형성되는 분할 집단을 의미하며, 하나의 집단이 다른 하나의 하위 집단에만 영향을 주고 또 다른 하나의 상위집합으로부터만 영향을 받는 경우이다. 계층의 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목표가 놓이며, 그 하위 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 요소들로 구성된다. 계층이 낮을수록 계층 내 요소들은 보다 구체적이어야 하며, 또한 각 계층 내 요소들 간에는 상호 비교가 가능해야 한다.

계층 설정 시 중요한 사항은 (1)계층의 완전성과 비완전성, (2)계층의 수와 비교항목 개수이다. 모든 하위 계층의 요소가 직계 상위 계층의 모든 항목과 관련될 때 이를 완전한 계층이라 하고, 그렇지 않을 경우 비완전한 계층이라 한다. Ramanujam와 Saaty(1981)는 모든 계층을 완전히 구조화 하지 못하더라도 AHP 방법을 사용하는데 별 문제는 없다고 주장하였다. 계층 내 평가요소 수는 의사결정 문제의 복잡성, 문제를 해결하는데 요구되는 정밀성의 정도에 따라 달라지나 Saaty(1980)는 계층 내 요소의 수는 서로 비교해야 하므로 5개에서 9개 정도가 적당하고, 평가요소 간 상대적 중요도 평가는 9점 척도가 적절하다고 제안하였다.

(계층화)

- 하위 계층의 모든 요소가 직계 상위 계층의 모든 항목과 관련될 때 이를 완전한 계층이라 하고 그렇지 않을 경우 비완전한 계층
- AHP 방법 사용 시 모든 계층이 완전할 필요는 없음

(평가요소 개수)

- 인간은 7-9개의 대상을 혼동 없이 동시에 비교할 수 있다
- 문항의 개수가 10개 이상이면 응답의 일관성 유지 어려움

(계층화 단계)

- 계층의 최상층은 포괄적인 의사결정의 목표
- 그 다음의 하위 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 요소들로 구성
- 이들 요소들은 낮은 계층에 있을수록 구체적이어야 하며 계층 내 요소들 간에는 상호 비교 가능해야 한다.
- 각 계층은 하위 집단 요소들에만 영향을 주고 계층 내 요소들은 상위 계층으로부터만 영향을 받는다.

2.3 상대비교행렬

계층 구조가 완성되면 각 계층 내 평가요소의 중요도를 평가하기 위하여 평가요소를 쌍으로 비교하여 아래와 같은 상대비교 행렬을 얻는다. 상대비교 행렬 A 는 대칭 행렬이며, 차수 p 는 평가요소 개수이다. 평가요소 (i, j) 를 쌍으로 비교할 때 w_i 를 i 번째 요소의 상대적 중요도, w_j 를 j 번째 요소의 상대적 중요도라 하면 행렬 A 의 원소 $a_{ij} = w_i/w_j$ 이다.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1p} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \cdots & a_{pp} \end{bmatrix}$$

- 대각행렬 a_{ii} 은 1
- $a_{ij} (i < j)$ 은 기준평가 요소 i 를 비교평가요소 j 에 비해 중요하다고 평가하는 정도를 점수 (1/9, 1/8, ..., 1/2, 1, 2, ..., 9)로 입력한다.
- $a_{ij} (i > j)$ 는 대응원소 값의 역수

(일관성 지수)

응답자가 상대적 비교를 통한 판단을 할 때 발생하는 논리적인 모순 정도에 대한 측정값인 응답 일관성 지수 (CI; Consistency Index)를 이용하여 응답자의 응답 일관성을 체크하게 된다. 만약 상대비교 행렬이 완전한 일관성을 가지고 있다면 $a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$ 이 성립되고, 상대비교 행렬의 최대 고유치(λ_{\max})는 평가요소의 수와 같게 되는데, 이를 이용하여 Saaty(1980)는 일관성 지수를 다음과 같이 정의하였다.

- 일관성이 높다? 바나나 < 애플을 2배 더 좋아한다. 애플 < 포도를 2배 더 좋아한다. 그렇다면 바나나 < 포도 4배 더 선호한다.
- 일관성이 낮다는 것은 응답자가 응답하는 중 일관성을 유지하지 않았다는 것을 의미하므로 결과를 신뢰할 수 없음
- 상대비교행렬 A 로부터 고유치(eigen value)들을 구하고 최대 값을 λ_m 이라 하자.

○ 일관성 지수(Consistency Index) $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$

(일관성 비율) Consistency Ratio $CR = \frac{CI}{RI}(\%)$

- Saaty (1980)는 평가요소의 상대적 중요성을 9점 척도로 평가하였을 경우 사용할 수 있는 난수지수 표 제시
- 난수지수 Random Index : Satty (1980), 9점 척도를 기준하여 시뮬레이션을 통하여 문항 개수 별 RI 값을 제공
- 10% 미만이면 일관성 있는 응답임

차수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

2.4 상대중요도 계산

계층 내 평가요소의 상대적 중요도 평가로부터 얻은 상대비교 행렬의 평가 일관성이 검정되면, 상대비교 행렬로부터 최대 고유치를 구하고 그에 대응하는 고유 벡터를 구한다. 이렇게 얻어진 고유벡터의 원소 합을 구하고, 각 원소를 합으로 나누면 그것이 평가요소의 가중치이다. 계층이 2개 이상이 경우(일반적인 경우), 각 계층별로 동일 작업을 반복하여 계층 내의 평가요소들의 가중치를 구하게 된다. 최하위 계층의 평가요소들의 최종 가중치는 자신의 가중치와 상위 계층의 평가요소의 가중치 값들의 곱으로 계산된다. 즉, 상위 계층 평가요소의 가중치는 하위 계층에 전달되는 형태이다. 이렇게 구한 최종 단계의 평가요소들의 가중치를 이용하여 의사결정의 대안들을 평가하게 된다.

- 최대 고유치에 대응하는 고유벡터 (eigen vector)를 이용한다.
- 가중치의 합이 1이어야 하므로 고유벡터의 열의 합으로 각 값을 나누어 주면 중요도 가중치를 얻는다.

(동일 설문 응답자 다수)

평가자가 2명 이상인 경우, 개별 상대비교 행렬을 종합하여 단일 (그룹) 상대비교 행렬을 구하게 되는데, (1)평가자들의 의견을 종합하여 하나의 상대비교 행렬을 작성하는 그룹평가 방법(Delphi 방법)과 (2)평가자별 상대비교 행렬을 구한 후 그룹 전체 상대평가 행렬을 구하는 방법으로 나뉜다. Saaty(1980)는 각 응답자로부터 얻어진 상대비교 행렬들의 각 원소에 대해 기하 평균을 구한 후, 이것을 이용하여 전체 단일 비교행렬을 구하는 방법을 제시하였다. 이 방법은 간편성과 행렬의 역수성을 유지한다는 장점을 가지고 있어 가장 널리 사용된다. 개별 상대비교 행렬로부터 그룹 전체 상대비교 행렬을 얻는 다양한 방법이 연구 발표되고 있으나, Saaty(1995)는 각 방법의 결과에는 차이가 거의 없다고 주장하였다.

2.5 실증분석 예제

네트워크상에서 발생하는 사이버 위협의 위협 정도를 산정하기 위한 방법으로 AHP 적용

- 평가 항목 : 감염 대상 획득, 감염 경로, 감염 시 증상, 방어 조치 난이도, 피해 자산 유형 등을 고려할 수 있는데, 이는 모두 정성적 평가요소

정성적 평가요소들에 의해 사이버 위협도를 산정하기 위한 계층 구조는 다음과 같이 생각할 수 있다. 대안은 발생한 사이버 위협의 위협도 점수가 되고, 최상위 계층은 (감염 대상 획득, 감염 경로, 감염 시 증상, 방어 조치 난이도, 피해 자산 유형)으로 구성되며, 각 평가요소 하에 하

위 계층을 구성하게 된다. 본 연구 실증분석에서는 최상위 단계 평가요소 5개에 대한 상대적 위험도(가중치)를 계산하는 과정을 제시하였다. 각 평가요소 아래 하위 계층들 내 평가요소의 가중치도 동일한 방법으로 구할 수 있다.

기준 항목	<---기준 항목이 더 위협적									비교 항목이 더 위협적 -->									비교 항목
감염대상 획득	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	감염경로	
감염대상 획득	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	감염 시 증상	
감염대상 획득	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	방어조치난이도	
감염대상 획득	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	피해예상자산	
감염경로	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	감염 시 증상	
감염경로	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	방어조치난이도	
감염경로	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	피해예상자산	
감염 시 증상	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	방어조치난이도	
감염 시 증상	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	피해예상자산	
피해예상자산	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	방어조치난이도	

사이버 위협 관련 전문가 3명을 대상으로 설문 조사를 실시하여 상대비교 행렬을 얻었다. ID 1번, 2번 응답자의 일관성 비율이 10% 미만이었으므로, 이들만 응답의 일관성을 유지하였음을 알 수 있다.

응답자 ID	최대 고유치 λ_{max}	일관성 지수 CI	일관성 비율 CR (%)
1	5.33	0.081	7.26
2	5.16	0.041	3.64
3	5.82	0.204	18.23

평가 일관성을 유지한 ID 1번, 2번 응답자의 상대비교 행렬을 이용하여 단일 상대비교 행렬을 구하면 아래와 같다. 단일 상대비교 행렬은 Saaty(1980)가 제안한 기하평균 방법을 이용하여 구해졌다.

평가요소	감염대상 획득	감염경로	감염증상	피해예상 자산	방어조치 난이도
감염대상 획득	1	2.86	0.5	0.89	0.89
감염경로	0.35	1	0.41	0.71	0.54
감염증상	2	2.44	1	0.78	0.87
피해예상 자산	1.12	1.41	1.28	1	0.95
방어조치 난이도	1.12	1.85	1.15	1.05	1

단일 상대비교 행렬의 최대 고유치는 5.127이므로 일관성 지수 CI=0.032이고, 일관성 비율 CR=2.8%이다. 상대비교 행렬의 최대 고유치에 대응하는 고유벡터는 다음과 같다.

각 평가요소의 가중치는 고유벡터의 합을 구하고, 대응하는 평가요소의 고유벡터 값을 합으로

나는 값이다. 결과를 해석해 보면, 네트워크상에서 사이버 위협이 발생했을 때 피해예상자산이 감염경로에 비해 2배 더 위협적이라는 할 수 있다.

평가요소	고유벡터	가중치
감염대상획득	0.42	0.19
감염경로	0.24	0.11
감염증상	0.54	0.24
피해예상자산	0.48	0.22
방어조치난이도	0.50	0.23

<http://www.bluebit.gr/matrix-calculator/>



Enter your matrix in the text area below:
(maximum matrix size is 32 x 32)

```
1 2.86 0.5 0.89 0.89
0.35 1 0.41 0.71 0.54
2 2.44 1 0.78 0.87
1.12 1.41 1.28 1 0.95
1.12 1.85 1.15 1.05 1
```

Eigenvalues/eigenvectors

Eigenvalues:

```
( 5.153, 0.000i)
( 0.003, 0.893i)
( 0.003,-0.893i)
(-0.162, 0.000i)
( 0.003, 0.000i)
```

Eigenvectors:

```
( 0.434, 0.000i) (-0.027,-0.511i) (-0.027, 0.511i)
( 0.235, 0.000i) ( 0.250,-0.042i) ( 0.250, 0.042i)
( 0.539, 0.000i) (-0.642, 0.000i) (-0.642, 0.000i)
( 0.475, 0.000i) ( 0.040, 0.451i) ( 0.040,-0.451i)
( 0.491, 0.000i) ( 0.059, 0.229i) ( 0.059,-0.229i)
```