

계층분석과정(AHP)

선택의 기로에서 합리적으로 판단하기

임은선 | 국토연구원 책임연구원

복잡다단한 문제, 합리적인 결정을 하려면

우리들은 인생을 살아가면서 수없이 많은 선택을 하면서 살아간다. 어쩌면 순간순간이 선택이다. 작게는 만족스런 점심식사 메뉴를 선택하기 위해 자장면과 짬뽕의 유혹을 오가는 것부터 크게는 자신의 운명을 바꿀 수 있는 중대한 선택에 이르기까지, 인생은 고민과 결단, 선택과 포기의 삶이라 해도 과언은 아닐 것이다. 특별 사은행사로 다양한 선물보따리를 한 트럭 풀어냈다고 하자. 내 포인트 적립액으로는 단 두 개의 선물만 선택할 수 있다. 다양한 선물 중 가장 가치 있는 것이라고 판단되는 것을 선택해야 후회가 없다. 만약 선물 중 변질될 수 있거나, 이동에 어려움이 있거나, 이미 비슷한 것을 가지고 있을 수도 있다. 주어진 상황과 여건에 따라 선물의 가치가 달라지기 때문에 최선의 것을 결정하는 것은 점점 복잡하고 어려워진다.

중국 제나라 때는 수레경주가 유행했다. 4마리의 말이 끄는 수레를 한 조로 보고, 모두 3조가 한 조씩 돌아가며 경주를 벌여 그 중 많이 이기는 조가 승리하는 것이 이 경주의 규칙이다. 어느 날 왕이 겨루기를 청했는데 전기라는 사람은 매번 지기만 했다. 이때 손빈이라는 사람이 패하는 이유에 대해 '다른 사람들이 좋은 말을 출전시킬 때 똑같이 좋은 말로만 경쟁하려고 하니 매번 지는 것이다' 라고 조언하였다. 즉 3조의 수레를 실력에 따라 3등급으로 나누어 상대방이 상등급 수레를 출전시킬 때에는 하등급의 수레를 내보내고, 상대방이 중등급 수레를 출전시킬 때에는 상등급의 수레를, 상대방이 하등급을 출전시킬 때에는 중등급 수레를 출전시키라고 조언하였다. 이 조언에 충실히 따른 결과 전기는 늘 2:1

로 승리할 수 있었다. 게임을 이기기 위해 주어진 여건에서 우선순위를 잘 판단하여 적절한 대안을 선택하는 의사결정의 중요성을 볼 수 있는 예다.

최근 각 분야에서 널리 회자되는 것 중 '선택과 집중'이란 말이 있다. 특히 한정된 자원에서 최대의 효과를 추구하는 개인이나 조직으로서는 역량을 한곳에 쏟아 부어 성공가능성을 높이려 한다. 어느 시기에 무엇을 어떻게 시행할 것인지를 결정하는 것은 곧 선택과 집중의 문제다.

선택이란 가장 적당한 것을 골라내는 것으로, 문제를 둘러싼 이해관계자 또는 의사결정자의 가치판단, 자원의 한계, 불확실성 등의 문제가 개입되어 있다.

국가의 중대한 정책을 수립하여 시행할 때도 의사결정문제가 중요 이슈가 된다. 최근 '새만금 간척사업 공사 재개'라는 대법원의 판결이 있었다. 4년 7개월간의 지루했던 법정 공방은 막을 내렸지만 환경론자들과 개발론자들 간의 대립으로 장기간에 걸친 국력소모와 혈세낭비가 있었다. 이러한 대규모 국책사업은 전국적으로 파급효과를 가져올 뿐만 아니라 이해관계자의 갈등요소가 큰 만큼 사업시행에 대한 찬반양론에 부딪히는 경우가 많다.

국토면적이 절대적으로 비좁고 자원이 부족한 우리나라의 현실을 고려해 볼 때, 앞으로도 국토의 개발과 보전의 문제를 둘러싼 각종 개발사업에 대한 의사결정문제는 계속될 것이다.

이 글에서는 연구결과를 도출하거나 사업을 평가할 때 직면하게 되는 복잡다단한 의사결정문제를 푸는데 도움이 되는 방법 중 계층분석과정

(Analytic Hierarchy Process: AHP)기법을 소개하고자 한다. 일이 얹히고 설켜어 갈피를 잡기 어려운 문제에 직면했을 때, AHP기법은 다수의 대안을 합리적으로 평가하고 우선순위에 따라 최선의 대안을 결정하기 위해 활용할 수 있다.

AHP 4대 핵심원리 알기: 계층구조, 쌍대비교, 인간적 사고, 일관성

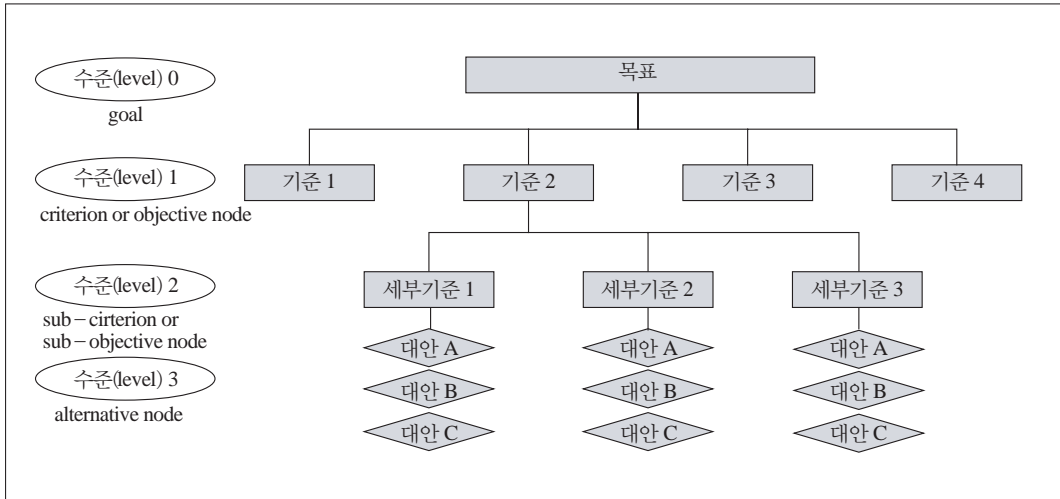
AHP는 다기준의사결정방법 중의 하나로 1970년대 초 펜실바니아 대학의 Thomas Saaty 교수가 개발한 기법이다.

의사결정의 목표나 평가기준이 다수이며 복잡한 경우에는 상호 관련성이 적은 배타적 대안들을 체계적으로 평가할 수 있는 기법이다. 주어진 대안의 가치를 객관적이고 일관성 있게 판단하여 중요도 또는 가중치를 산출하는 방법으로 이해할 수 있다. 최근 공간계획이나 정책을 수립할 때 합리적인 대안 선택, 사업시행의 우선순위 결정, 각종 사업의 평가 등에 활용되고 있다.

AHP기법을 잘 활용하기 위해서는 네 가지 핵심원리를 이해해야 한다.

첫 번째 원리는 복잡한 문제를 계층(hierarchy)으로 구조화하는 것이다. 이는 문제를 구성하는 요인들을 주요요인과 세부요인으로 나누어 계층을 구분하는 것이다. 흔히 어려운 문제를 명쾌하게 처리한다는 뜻의 쾌도난마(快刀亂麻)란 말이 있다. 날랜 칼로 복잡하게 엉켜있는 삼을 벤다는 말로, 복잡하게 얽힌 실타래를 풀기 위해서는 적당한 곳을 잘라야 정리가 가능하다는 의미를 가진

〈그림 1〉 계층구조도 만들기



다. AHP기법의 첫 출발은 복잡다단한 문제를 칼로 정리하듯 주요 골격과 세부내용을 정리하여 재구성하는 것이다. 〈그림 1〉은 문제의 특성을 규명하여 계층구조도를 만드는 예를 보여주고 있다.

두 번째 원리는 쌍대비교(pairwise comparison)의 원리다. 대안이 한두 개인 경우에는 좋고 나쁨을 판단하기가 비교적 쉽다. 그러나 비교 대상이 많아지면 판단에 혼란이 올 수도 있고 기준이 흔들리기가 쉽다. 여러 대안 중에서 중요한 것을 골라내기 위해 대안들을 두 개씩 조합한 후 쌍별로 비교하는 원리는 스포츠에서 우승을 결정하기 위해 채택하는 토너먼트(tournament) 방식과 유사하다. 토너먼트는 두 사람 또는 두 팀이 맞붙어서 경기를 하게 되고, 횃수를 거둬할 때마다 패자는 탈락해 나가고, 최후에 남는 두 사람 또는 두 팀이 경합하여 우승을 결정하는 것이다. AHP기법은 두 개의 대안을 비교하여 둘 중 상대적으로 어느 것이 더 중요한지를 비교해 나감으로써 여러 개 대안을 한꺼번에 판단할 때의 오류를 방지함과 동시에 판단을 쉽게 내릴 수 있도록 구조화한 것이다.

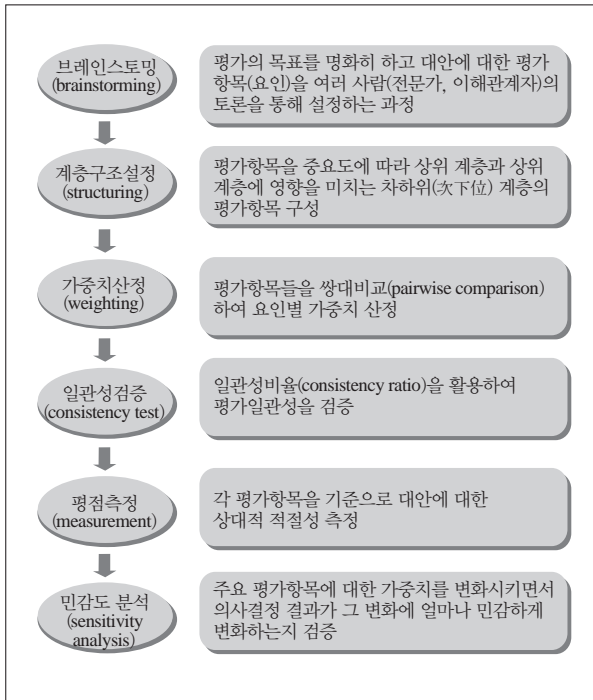
세 번째 원리는 인간의 평가적 사고방식을 채택한 것이다. 두 개 중 하나는 좋고 나머지는 나쁘다고 분명히 구분할 수도 있지만, 좀 더 중요하고, 좀 덜 선호할 수 있는 인간의 언어적 표현을 채택하였다. 이 방식은 애매하고 불분명한 상황에서 여러 문제에 대해 인간의 두뇌가 판단하는 방식을 수학적으로 접근한 퍼지이론(fuzzy theory)을 도입한 것이다. AHP기법에서는 인간의 평가적인 사고를 9개의 척도로 나누어 유연성 있는 중요도를 판단할 수 있도록 하였다. 9개의 척도를 채택한 것은 1956년 밀러(Miller)의 심리학 실험에서 “인간은 7 ± 2 개의 대상을 혼동이 없이 동시에 비교 가능하다”는 결과에 기초한 것으로 〈표 1〉과 같이 척도를 구분하여 사용하고 있다.

네 번째 원리는 복잡한 문제를 일관성(consistency) 있게 판단하고 있는지를 모니터링 하는 것이다.

〈표 1〉 쌍대비교를 위한 AHP의 척도

중요도	정의	설명
1	동등하게 중요	비교되는 두 가지의 요소가 상위단계의 목표에 동등하게 중요한 역할을 한다.
3	약간 중요	경험이나 판단으로 볼 때 한 가지의 요소가 다른 요소에 비해 약간 더 중요하게 상위의 목표에 영향을 미친다.
5	필수적이며 매우 중요	경험이나 판단으로 볼 때 한 가지의 요소가 다른 요소에 비해 매우 필수적이거나 상대적으로 훨씬 중요하다.
7	실증된 중요	경험이나 판단에 의해서가 아니라 실증적으로 다른 요소에 대한 상대적 중요성이 입증된 경우
9	극히 중요	실증적으로 하나의 요소가 다른 요소에 비해 가장 강한 결정적 요소임을 확인할 수 있음이 증명된 경우
2, 4, 6, 8	위의 척도들의 중간 값	위 척도들의 중간 정도에 해당하는 중요도
위 숫자들의 역수	1, 1/2, 1/3, ..., 1/8, 1/9	요소 α 가 요소 β 에 대해 위의 척도 중 하나인 n 값을 가질 때 요소 β 는 요소 α 에 대해 $1/n$ 의 중요도를 갖는다.

〈그림 2〉 AHP 분석과정



는 A보다 B가 좋고, B보다는 C가 좋다고 비교했는데, 어느 단계에 가서 C보다 A가 좋다고 판단하면 일관성을 잃게 되는 것이다. AHP에서는 일관성 지수를 산출해서 전체 쌍대비교과정 중 의사결정자가 일관성을 유지한 합리적 판단을 했는지 점검하여 결과의 신뢰성을 확보하고 있다. 이러한 핵심원리를 토대로 하여 복잡다단한 문제를 접근하는 AHP기법은 〈그림 2〉와 같이 브레인스토밍→계층구조설정→가중치산정→일관성검증→평점측정→민감도분석의 과정으로 이루어진다.

AHP 따라하기:

합리적 사고를 계산식으로 전환

앞서 대안들의 쌍대비교 과정 중 판단에 일관성을 유지하였는지를 검토하는 것이다. 어떤 단계에서

AHP는 한 번에 두 가지 평가기준만을 고려할 수

있기 때문에 평가기준이 n 개인 경우 $n(n-1)/2$ 만큼 비교해야 하므로 계산시간이 많이 소요된다. 좀 규모가 큰 사업이나 프로젝트에서 AHP를 활용 할 때는 EXPERT CHOICE와 같은 전문화된 프로그램을 사용하거나 직접 행렬계산과정을 프로그래밍하여 사용하기도 한다. 여기서 AHP의 원리를 수식으로 표현하거나 복잡한 행렬을 풀기에는 다소 지루할 수 있을 것이다. 다음에서 최대한 간단한 문제를 사례로 AHP의 분석과정을 한번 따라가보자.

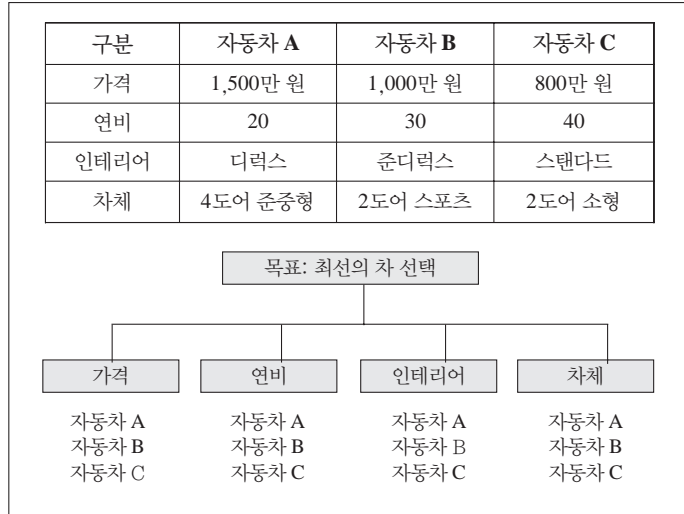
1. 목표설정하기

홍길동은 새로운 회사에 취업을 하게 되었다. 지난번 다니던 회사보다 대중교통 여건이 좋지 않아 자가용을 이용해 출퇴근하기 위해 새 차를 구매하려고 결심하였다. 홍길동은 여러 개의 차를 비교해 보고 가장 적합한 차를 구입하고자 한다.

2. 계층구조도 작성하기

홍길동이 차를 구매하기 위해서

〈그림 3〉 의사결정대안과 계층구조도



〈표 2〉 평가기준에 대한 대안별 쌍대비교

가격	자동차 A	자동차 B	자동차 C
자동차 A	1	2	8
자동차 B	1/2	1	6
자동차 C	1/8	1/6	1

연비	자동차 A	자동차 B	자동차 C
자동차 A	1	4	1/6
자동차 B	4	1	1/3
자동차 C	6	3	1

인테리어	자동차 A	자동차 B	자동차 C
자동차 A	1	1/3	1/4
자동차 B	3	1	1/3
자동차 C	4	2	1

차체	자동차 A	자동차 B	자동차 C
자동차 A	1	1/3	4
자동차 B	3	1	7
자동차 C	1/4	1/7	1

〈표 3〉 자동차 선택기준에 대한 선호도 평가

구분	가격	연비	인테리어	차체
가격	1	3	2	2
연비	1/3	1	1/4	1/4
인테리어	1/2	4	1	1/2
차체	1/2	4	2	1

몇 가지 대안을 찾아보았다. 대리점을 방문하고 주변 사람들의 경험담을 참고하여 A, B, C 세 종류의 차를 대안으로 생각하고 있다. 우선 차를 평가하는 기준을 선정하고, 목표-평가기준-대안의 관계를 <그림 3>과 같이 계층구조도로 그린다.

3. 각 평가기준에 대한 대안별 쌍대비교하기

다음은 <표 2>와 같이 평가기준에 대해 A, B, C 모델을 쌍대비교한다. 가격, 인테리어, 연비, 차체에 대해 각각 쌍대비교 행렬을 작성한다. 행렬의 각 셀은 1에서 9점 척도를 이용한다. <표 2>의 쌍대비교 행렬을 자세히 보면 8점의 쌍대비교가 이루어진 셀이 있다.

이 경우는 홍길동이 판단하기에 자동차 A에 비해 자동차 C가 저렴하여 가격면에서는 C차의 선호 정도를 매우 좋게 평가한 경우다. 이런 방식으로 쌍대비교 행렬을 작성한다.

4. 평가기준에 대한 선호도 평가하기

다음은 각 평가기준이 구매결정에 영향을 주는 중요도를 파악하기 위

<표 4> 대안별 중요도 계산하기

[평점계산] 1단계: 얻어진 자료를 이용하여 열의 합 계산

가격	자동차 A	자동차 B	자동차 C
자동차 A	1	2	8
자동차 B	1/2	1	6
자동차 C	1/8	1/6	1
열의 합	13/8	19/6	15

↓

[평점계산] 2단계: 각 열의 합으로 각 열의 셀을 나누어 표준화

가격	자동차 A	자동차 B	자동차 C
자동차 A	8/13	12/19	8/15
자동차 B	4/13	6/19	6/15
자동차 C	1/13	1/19	1/15
열의 합	1,0	1,0	1,0

↓

[평점계산] 3단계: 행의 평균(대안별 우선순위) 계산

가격	자동차 A	자동차 B	자동차 C	행평균
자동차 A	$(8/13 + 12/19 + 8/15) / 3$			0,593
자동차 B	$(4/13 + 6/19 + 6/15) / 3$			0,341
자동차 C	$(1/13 + 1/19 + 1/15) / 3$			0,066
열의 합				1,000

↓

[평점계산] 4단계: 모든 자동차 선택기준에 대하여 반복

구분	가격	연비	인테리어	차체
자동차 A	0,593	0,087	0,123	0,265
자동차 B	0,341	0,274	0,320	0,655
자동차 C	0,066	0,639	0,557	0,030
열의 합	1,000	1,000	1,000	1,000

↓

[평점계산] 5단계: 선택기준에 대해서도 행의 평균(상대적 우선순위) 계산

선택기준	선호도
가격	0,398
연비	0,085
인테리어	0,218
차체	0,299

↓

[평점계산] 6단계: 최종 평가점수 계산

구분	가격	연비	인테리어	차체	합계
자동차 A	$.593 \times .398$	$.087 \times 0.085$	$.123 \times 0.218$	$.265 \times .299$	0,349
자동차 B	$.341 \times .398$	$.274 \times 0.085$	$.320 \times 0.218$	$.655 \times .299$	0,425
자동차 C	$.066 \times .398$	$.639 \times 0.085$	$.557 \times 0.218$	$.030 \times .299$	0,211

해서 평가기준 간의 상대적 선호도를 평가한다. <표 3>은 평가기준들에 대한 선호도를 평가하여 나타낸 것이다.

5. 대안별 평가하기

앞서 3과 4의 단계에서 계산된 행렬을 이용하여 각 대안별 평가점수를 계산한다. <표 4>의 1단계에서는 평가기준별 대안의 쌍대비교 행렬에서 열의 합을 계산, 2단계에서는 각 열의 합으로 각 열의 셀을 나누어서 셀의 수치를 표준화, 3단계에서는 해당 평가기준에 대해 행의 평균을 계산하여 대안의 상대적 우위를 계산, 4단계에서는 모든 평가기준에 대해 행평균 계산을 반복하여 차량별 평가기준에 대한 점수를 계산, 5단계에서는 앞의 3, 4단계의 계산과정을 평가기준에 대해서도 적용하여 선택기준에 대해 점수를 계산, 6단계에서는 대안별 평가점수에 선택기준에 대한 선호도를 곱하여 최종 평가점수를 계산한다.

6. 일관성 검증 및 최종 의사결정

대안별 최종 중요도 산출결과는 일관성을 검증한 후, 최종 평가에서 도출된 우선순위를 참고하여 의사결정을 하게 된다. 홍길동의 분석결과는 일관성비율(CR)이 0.017로 산출되어 계산과정을 신뢰할 수 있는 것으로 검증되었다. AHP 따라하기에서는 구체적인 일관성 계산부분은 생략하기로 한다.

최종 평가결과에 따르면 자동차 B가 0.425로 가장 좋은 평점을 받았다. 홍길동은 자동차 B를 구매하기로 최종 결정을 한다.

효과적인 의사결정, 분석적 사고방식 길들이기

의사결정불변의 법칙(The Art of Effective Decision Making)의 저자 데이빗 웨치(David A. Wetch)는 다음과 같이 언급하였다. 효과적으로 의사결정을 내리는 사람들은 단순히 운이 좋았던 것이 아니라, 선택의 기로에서 결정하는 방법을 아는 사람들이다. 그들은 오랫동안 적정한 선택을 할 수 있는 습관을 들이고 연습한 결과, 적은 노력을 들이고도 쉽게 그리고 올바른 결정을 내릴 수 있게 된 것이다.

AHP기법은 계량화가 곤란한 문제나 애매한 상황이 포함되어 있는 경우 최종의사결정을 위해 활용할 수 있는 방법이다. 복잡하게 엉켜 있는 문제를 잘 구분하여 계층구조를 만들고 각 요소 간의 쌍대비교를 통해 판단함으로써 의사결정자에게 자신이 선택한 과정과 결과에 신뢰를 가질 수 있도록 하는 방

법이다.

AHP기법을 잘 이해하고 활용한다면, 여러 연구자나 의사결정자들은 선택의 기로에서 합리적으로 의사결정하는 습관을 가질 수 있을 것이다.

마지막으로 AHP기법의 한계점을 살펴보자. 모든 의사결정문제에 AHP를 적용할 수 있는 것은 아니다. AHP기법의 4대 핵심원리가 적용가능한 문제에는 유용하게 활용될 수 있겠지만, 몇가지 AHP의 한계점을 주지하여 적용가능성을 판단해야 한다.

AHP기법은 평가기준의 상대적인 중요성을 적용할 때, 각 기준들의 측정단위를 고려하지 않는다는 점에서 비판을 받는다. 또한 평가척도에 포함된 모호성 때문에 평가기준들에 대한 해석이 달라질 수 있으며, 의사결정자들의 주관적 판단에 많이 의존하기 때문에 평가에 오류가 발생할 가능성도 있다. 때문에 여러 분야에서 AHP기법을 적용하고자 할 때 설문조사나 델파이조사를 병행하여 평가의 객관성을 유지하려고 노력한다. 또한 고려해야 할 기준이나 대안이 많은 경우 쌍대비교에 의한 시간이 많이 소요된다는 점도 기억해야 할 것이다.

AHP기법은 최근 행정분야를 비롯하여 각종 사회과학분야에서 널리 활용되고 있다. 특히 정부는 지난 1999년부터 500억 원 이상의 대규모 개발사업에 대하여 예비타당성조사를 수행하도록 의무화한 바 있고, 이러한 예비타당성조사의 종합 평가에 다기준분석방법으로 AHP기법의 활용을 제안하고 있어서 이에 대한 실증적 연구 및 활용 사례가 점차 늘어가고 있는 실정이다.

이 글을 통해 비교적 간략히 소개한 AHP기법의 핵심원리와 계산방법을 잘 활용하여 효과적인 의사결정을 하는 데 도움이 되었으면 한다. ㉞

참고문헌

- 신용광 외 2인. 2005. "계층분석과정(AHP)을 이용한 친환경농업정책 프로그램의 우선순위 결정", 『농촌경제』, 제23권 2호, pp39-56
- 조근태 외 2인. 2000. 「리더를 위한 의사결정」, 동현출판사
- 한국개발연구원. 2001. 「예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구(II)」
- Saaty, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, New York: McGraw-Hill
- Vegas, H. 1990. "An overview of the analytic hierarchy process and its applications", European Journal of Operational Research, 48, pp2-8