

Phương pháp phân tích thứ bậc AHP

1. Sơ lược về AHP

Phương pháp phân tích thứ bậc AHP (Analytic Hierarchy Process - AHP) là một trong những phương pháp ra quyết định đa điều kiện (Multiple Criteria decision Making) được đề xuất bởi Thomas L. Saaty (1980), một nhà toán học người gốc Ireland. AHP là một phương pháp định lượng, dùng để đánh giá các phương án và chọn một phương án thỏa mãn các tiêu chí cho trước. Thay vì yêu cầu một khối lượng dữ liệu lớn, AHP sử dụng ý kiến chuyên gia và không cần quá nhiều dữ liệu để phân tích. Phương pháp AHP với 3 bước chính, đó là phân tích, đánh giá và tổng hợp. AHP trả lời các câu hỏi “Nên chọn phương án nào?” hay “Phương án nào tốt nhất?”.

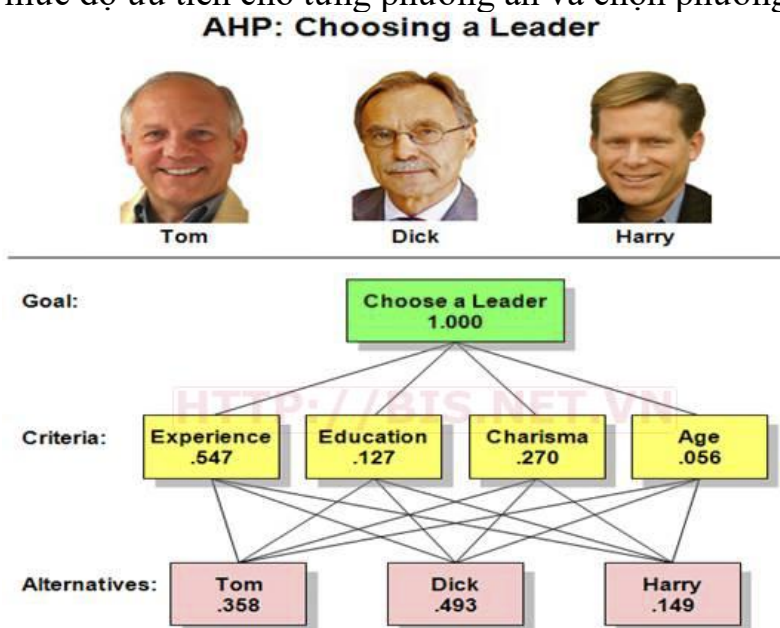
Các bước thực hiện phân tích AHP

Bước #1. Xây dựng cấu trúc thứ bậc của bài toán: Xác định mục tiêu (Goal), các tiêu chí đánh giá (Criteria) và các phương án lựa chọn (Alternative)

Bước #2. Tính toán trọng số của từng tiêu chí (criteria)

- Xây dựng ma trận so sánh cặp cho mỗi tiêu chí
- Tính trọng số cho từng tiêu chí
- Kiểm tra tỷ số nhất quán CR (Consistency Ratio: $CR < 10\%$)

Bước #3. Tính mức độ ưu tiên cho từng phương án và chọn phương án tốt nhất



2. Minh họa về AHP

Trong ví dụ này minh họa phân tích AHP để đánh giá trọng số các tiêu chí lựa chọn mua điện thoại.

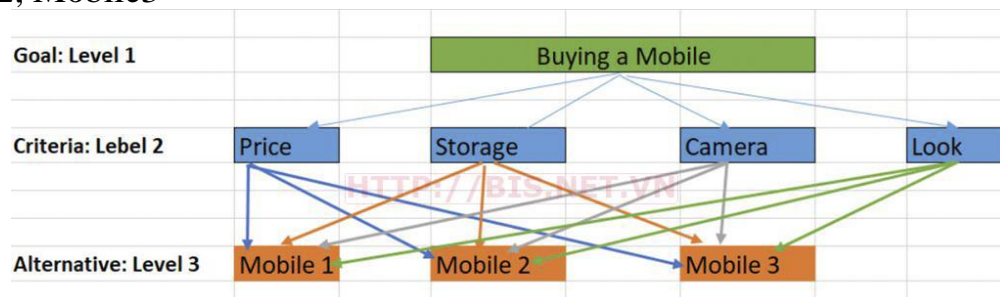
Analytic Hierarchy Process (AHP) (Multiple Criteria decision Making)					
Alternative	Attribute Or Criteria	Price	Storage	Camera	Look
	Mobile 1	\$250	16GB	12MP	5
	Mobile 2	\$200	16GB	8MP	3
	Mobile 3	\$300	32GB	16MP	4

Xây dựng cấu trúc thứ bậc của bài toán:

Xác định mục tiêu (Goal): Mua điện thoại phù hợp nhất

Các tiêu chí đánh giá (Criteria): Có 4 tiêu chí là Giá (Price), Bộ nhớ (Storage), Camera, và Cảm nhận (Look)

Các phương án lựa chọn (Alternative): Có 3 phương án lựa chọn Mobile1, Mobile2, Mobile3



Xây dựng ma trận so sánh cặp cho mỗi tiêu chí (Pair- wise Comparison Matrix)

Dựa vào ý kiến của chuyên gia so sánh, đánh giá mức độ quan trọng giữa các tiêu chí theo từng cặp theo thang điểm đánh giá của T.Saaty:

Mức độ	Định nghĩa	Giải thích
1	Quan trọng bằng nhau	2 yếu tố A và B đóng góp như nhau
3	Quan trọng có sự trội hơn một ít	Yếu tố A được chọn lựa, quan tâm hơn yếu tố B trong sự đóng góp
5	Quan trọng nhiều hơn	Yếu tố A đóng góp nhiều hơn B
7	Rất quan trọng, dễ nhận thấy sự khác biệt ảnh hưởng	Yếu tố A đóng góp hơn B rất nhiều, thể hiện rõ ràng cho trường hợp cụ thể
9	Cực kỳ quan trọng, lấn áp hoàn toàn	Sự quan trọng hơn hẳn ở trên mức có thể, gần như triệt tiêu
2, 4, 6, 8	Mức trung gian giữa các mức trên	Cần sự thỏa hiệp giữa hai mức độ/nhận định

Xác định mức độ ưu tiên cho các tiêu chí

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Vô cùng ít quan trọng	Rất ít quan trọng	ít quan trọng hơn	ít quan trọng hơn	quan trọng như nhau	quan trọng hơn	quan trọng nhiều hơn	Rất quan trọng hơn	Vô cùng quan trọng hơn

Tiến hành thực hiện việc so sánh các tiêu chí theo từng cặp, mức độ quan trọng của các cặp tiêu chí. Các mức độ ưu tiên (các giá trị a_{ij} , với i chạy theo hàng, j chạy theo cột) theo cặp của các tiêu chí có các giá trị nguyên dương từ 1 đến 9 hoặc nghịch đảo của các số này, ta được ma trận vuông $(n \times n)$.

Giả sử có kết quả ma trận so sánh cặp như sau: Chú ý ma trận này đường chéo có giá trị là 1 vì tiêu chí so sánh với chính nó (có mức độ quan trọng như nhau). Giá trị ở hàng 1 cột 2 là 5 có nghĩa là tiêu chí về giá có mức độ quan trọng gấp 5 lần tiêu chí về bộ nhớ, và như vậy thì giá trị ở hàng 2 cột 1 là 1/5 (bộ nhớ ít quan trọng hơn giá 5 lần).

Pair - wise Comparison matrix				
	Price	Storage	Camera	Look
Price	1	5	4	7
Storage	1/5	1	1/2	3
Camera	1/4	2	1	3
Look	1/7	1/3	1/3	1

Từ ma trận trên thêm hàng Sum để tính tổng theo cột như bên dưới:

	Price	Storage	Camera	Look
Price	1	5	4	7
Storage	0.20	1	0.50	3
Camera	0.25	2	1	3
Look	0.14	0.33	0.33	1
Sum	1.59	8.33	5.83	14

Chuẩn hóa ma trận so sánh cặp bằng cách lấy giá trị của mỗi ô chia cho tổng theo cột

Normalised Pair-wise matrix (cell/sum by column)

	Price	Storage	Camera	Look
Price	0.6278	0.6	0.6857	0.5
Storage	0.1256	0.12	0.0857	0.2143
Camera	0.157	0.24	0.1714	0.2143
Look	0.0897	0.04	0.0571	0.0714

Tính trọng số cho các tiêu chí (trung bình theo hàng)

	Price	Storage	Camera	Look	Criteria Weights
Price	0.6278	0.6	0.6857	0.5	0.6034
Storage	0.1256	0.12	0.0857	0.2143	0.1364
Camera	0.157	0.24	0.1714	0.2143	0.1957
Look	0.0897	0.04	0.0571	0.0714	0.0646

$(0.0897 + 0.04 + 0.0571 + 0.0714) / 4$

Các giá trị trọng số của các tiêu chí chưa phải là giá trị kết luận cuối cùng, nó cần phải kiểm tra tính nhất quán trong cách đánh giá của các chuyên gia trong suốt quá trình áp dụng phương pháp. T.Saaty chỉ ra rằng tỉ số nhất quán (CR) nhỏ hơn hay bằng 10% là ở mức có thể chấp nhận. Nói cách khác, có 10% cơ hội mà các chuyên gia trả lời các câu hỏi hoàn toàn ngẫu nhiên. Nếu CR lớn hơn 10% chứng tỏ có sự không nhất quán trong đánh giá và cần phải đánh giá và tính toán lại.

Sử dụng trọng số của các tiêu chí và ma trận so sánh cặp để tính tỷ số nhất quán CR (Consistency Rate) như sau:

Calculating the Consistency									
Criteria Weights	0.6034	0.1364	0.1957	0.0646	Criteria Weights	0.6034	0.1364	0.1957	0.0646
	Price	Storage	Camera	Look		Price	Storage	Camera	Look
Price	1	5	4	7	Price	0.6034	0.682	0.7827	0.4520
Storage	0.20	1	0.50	3	Storage	0.1207	0.1364	0.0978	0.1937
Camera	0.25	2	1	3	Camera	0.1508	0.2728	0.1957	0.1937
Look	0.14	0.33	0.33	1	Look	0.0862	0.0455	0.0652	0.0646

$(0.20 * 0.6034)$

Tính vector nhất quán (Consistency vector): Lấy tổng trọng số của các tiêu chí chia cho trọng số của từng tiêu chí

	Price	Storage	Camera	Look	Weighted Sum value	Criteria Weights	Consistency vector
Price	0.6034	0.6820	0.7827	0.4520	2.5199	0.6034	4.1764
Storage	0.1207	0.1364	0.0978	0.1937	0.5486	0.1364	4.0222
Camera	0.1508	0.2728	0.1957	0.1937	0.8130	0.1957	4.1550
Look	0.0862	0.0455	0.0652	0.0646	0.2614	0.0646	4.0494

$0.6034 + 0.6820 + 0.7827 + 0.4520$

$2.5199 / 0.6034$

Tính giá trị riêng lớn nhất của ma trận so sánh (Lambda_{max}). Nếu Lambda_{max} càng gần bằng số tiêu chí so sánh thì tính phù hợp càng cao). Lambda_{max} được tính là trung bình cộng của vector nhất quán

$$\text{Lambda}_{\max} = (4.1764 + 4.0222 + 4.1550 + 4.0494) / 4 = 4.1007$$

Tính chỉ số nhất quán CI (Consistency Index)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Trong đó n là số tiêu chí so sánh cùng cấp

$$CI = (4.1007 - 4) / (4 - 1) = 0.03357$$

Tính tỷ số nhất quán CR (Consistency Ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Trong đó: CI: Chỉ số nhất quán

RI (Random Index): Chỉ số ngẫu nhiên, được tra cứu theo số tiêu chí so sánh trong bảng sau: Bảng chỉ số ngẫu nhiên ứng với số tiêu chí lựa chọn được xem xét

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.57	1.59

Trong ví dụ này số tiêu chí là 4 nên RI = 0.90

CR = 0.03357 / 0.90 = 0.037296 (<10%). Tỷ số nhất quán CR nhỏ hơn 10% thì phù hợp

Từ đó ta có thể sử dụng trọng số các tiêu chí để đánh giá phương án lựa chọn.

		Criteria Weights	Rank
	Price	0.6034	1
	Storage	0.1364	3
	Camera	0.1957	2
	Look	0.0646	4

Bước 3: Tính độ ưu tiên của các phương án theo từng tiêu chí.

Ở bước này sẽ tính toán cho từng tiêu chí, cách tính toán giống như trong Bước 2, nhưng số liệu đưa vào đánh giá là kết quả so sánh mức độ ưu tiên của các phương án xem xét theo từng tiêu chí (theo ý kiến các chuyên gia). Như thế, đánh giá phải thực hiện 4 ma trận cho 4 tiêu chí khác nhau. Kết quả là ta có 4 ma trận 1 cột 3 hàng (3 phương án). Cũng cần tiến hành kiểm tra tỷ số nhất quán để đảm bảo kết quả thu được có độ tin cậy phù hợp. Sau đó tính điểm cho các phương án và lựa chọn. Đây là bước cuối cùng trong quá trình đánh giá và đưa ra phương án. Từ kết quả của bước 3, tổng hợp được ma trận trọng số các phương án theo các tiêu chí. Nhân ma trận này với ma trận trọng số các tiêu chí là kết quả của Bước 2, được kết quả là một ma trận 3 hàng (3 phương án) 1 cột (giá trị trọng số). Ma trận kết quả sẽ cho biết phương án tốt nhất nên chọn, là phương án có giá trị trọng số cao nhất.

Ma trận so sánh cặp các phương án theo từng tiêu chí								
Price	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3		Storage	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3
Mobile 1	1	3/2	4/3		Mobile 1	1	5/4	4/3
Mobile 2	2/3	1	3/2		Mobile 2	4/5	1	3/2
Mobile 3	3/4	2/3	1		Mobile 3	3/4	2/3	1
Camera	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3		Look	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3
Mobile 1	1	5/4	3/2		Mobile 1	1	9/7	7/5
Mobile 2	4/5	1	5/3		Mobile 2	7/9	1	5/3
Mobile 3	2/3	3/5	1		Mobile 3	5/7	3/5	1

Tính trọng số các phương án theo tiêu chí Giá. Kiểm tra CR <10%

Price	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3		Price	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3				
Mobile 1	1	3/2	4/3		Mobile 1	1	1.50	1.33				
Mobile 2	2/3	1	3/2		Mobile 2	0.67	1	1.50				
Mobile 3	3/4	2/3	1		Mobile 3	0.75	0.67	1				
					Sum	2.4167	3.1667	3.8333				
Trọng số PA	0.412	0.328	0.261		Price	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3	Trọng số PA			
Price	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3		Mobile 1	0.4138	0.4737	0.3478	0.412			
Mobile 1	1	1.50	1.33		Mobile 2	0.2759	0.3158	0.3913	0.328			
Mobile 2	0.67	1	1.50		Mobile 3	0.3103	0.2105	0.2609	0.261			
Mobile 3	0.75	0.67	1									
Price	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3		Price	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3	Sum Weight	Trọng số PA	Consistency vector	
Mobile 1	0.4118	0.4915	0.3474		Mobile 1	0.4118	0.4915	0.3474	1.2507	0.412	3.0374	
Mobile 2	0.2745	0.3277	0.3909		Mobile 2	0.2745	0.3277	0.3909	0.9930	0.328	3.0308	
Mobile 3	0.3088	0.2184	0.2606		Mobile 3	0.3088	0.2184	0.2606	0.7878	0.261	3.0234	
										Lamda _max	3.0305	
										CI (Consistency Index)	0.0187	
										CR	0.0322	

Tương tự tính trọng số các phương án 3 tiêu chí còn lại. Kết quả như sau

Storage	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3	Trọng số PA	Camera	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3	Trọng số PA
Mobile 1	0.3922	0.4286	0.3478	0.3895	Mobile 1	0.4054	0.4386	0.3600	0.4013
Mobile 2	0.3137	0.3429	0.3913	0.3493	Mobile 2	0.3243	0.3509	0.4000	0.3584
Mobile 3	0.2941	0.2286	0.2609	0.2612	Mobile 3	0.2703	0.2105	0.2400	0.2403
Look	Mobile 1	Mobile 2	Mobile 3	Trọng số PA					
Mobile 1	0.401	0.446	0.344	0.397					
Mobile 2	0.312	0.347	0.410	0.356					
Mobile 3	0.287	0.208	0.246	0.247					

Tính điểm các phương án. Chọn phương án có trọng số cao nhất là Mobile 1

Điểm số các PA = Trọng số các PA theo các tiêu chí * Trọng số của tiêu chí									
					Tiêu chí	Trọng số		Phương án	Trọng số
	Price	Storage	Camera	Look	Price	0.603379244		Mobile 1	0.4057
Mobile 1	0.41177	0.38952	0.40133	0.39703	Storage	0.136390135		Mobile 2	0.3385
Mobile 2	0.32765	0.3493	0.3584	0.35616	Camera	0.19566624		Mobile 3	0.2558
Mobile 3	0.26058	0.26119	0.24027	0.24682	Look	0.064564382		Điểm số các PA	
	Trọng số các PA theo các tiêu chí				Trọng số của tiêu chí				