

## 계층분석과정을 활용한 고객생애가치 가중치 결정에 관한 연구

- A Study on Determining Weight of Lifetime Value(LTV) using Analytic hierarchy Process(AHP) -

양 광 모 \*

Yang Kwang Mo

강 경 식\*\*

Kang Kyung Sik

### Abstract

Today's environment of enterprise is changing. They have to face customer's demands with the right product, the right service and supply them at the right time. And also cut down logistics and inventory cost and bring up the profit as much as they can. This means the change of putting enterprise first in importance to putting customer first importance. therefore to correspond to customer's demand, shorting lead time is becoming a essential condition. The answer to this changes of environment is supply chain management. In this paper, It consolidates the necessity on a LTV(Life Time Value) and analyzes data which is concerned of Customer Value. Under the these environments, defines the LTV(Life Time Value) rule that can improve the customer value. We solved this problems using AHP(Analytic Hierarchy Process) for consistency at relationship matrix, AHP (Analytic Hierarchy Process) is based on Saaty's consistency rate. If consistency rate is under 0.1 point, preference rate's weights are acceptable. This study develop a program for AHP weights and support Satty's consistency rate.

---

\* 명지대학교 산업시스템 공학부 박사과정

\*\* 명지대학교 산업시스템 공학부 교수

## 1. 서론

고객 가치를 적용한 일정계획의 수립으로 우량 고객의 가치를 인정해주기 위하여 기존에 있었던 단순한 LTV 공식을 여러 가지 변수를 사용할 수 있도록 일반화하였고, AHP를 통한 가중치 결정방법으로 기존의 연구에서 보여주었던 LTV 공식에 객관성을 부여하였다. 한가지 예로서 생산금액변수와 생산횟수변수로 나누어 기업에 맞게 제시하였다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 변수의 가중치 적용에 대해 AHP(Analytic hierarchy Process)를 활용하여 해결하도록 하였다. 각 변수들의 값은 주관적인 선호도에 대하여 일관성을 부가한 AHP 방법을 채택하였으며, AHP 수행에 있어 데이터 값의 일관성은 Saaty가 제시한 일관성 지수가 0.1이하일 때를 가정하여 그 가중치 값을 결정하였다. 또한 이를 어떠한 방식으로 이용해야 하는지를 제시하는 것이 본 논문의 목적이다.

## 2. LTV의 이론적 배경

### 2.1 LTV의 개념

고객의 평생가치는 한 고객이 한 기업의 고객으로 존재하는 전체기간 동안 기업에게 제공할 것으로 추정되는 재무적인 공헌도의 합계라고 할 수 있다. LTV산정은 크게 단순 LTV산정과 이의 단점을 보완한 개선된 LTV모델이 있다. 단순 LTV모델의 경우 평균 구매력을 기준으로 거래기간에 대한 구매액을 산정하는 방식으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{LTV(Lifetime Value)} = \text{평균구매액} \times \text{거래기간}$$

그러나 이러한 단순 LTV계산은 미래의 불확실성을 고려하지 않는 경우로서 고객행동의 변동, 현재가치, 이익 관점 등을 고려하지 않은 방법이라고 할 수 있다. 이의 단점을 보완한 것이 발생할 수 있는 여러 가지 불확실성을 염두에 둔 LTV 산정방식이다. 즉 변동가능성이 높은 고객행동의 변동, 현재가치, 이익관점 등을 고려하여 LTV를 산정하는 방식으로 고객의 평생가치를 산정하는 방식이다. 불확실성을 고려한 즉, 여러 가지 환경을 고려한 LTV산정방식으로 통하여 좀 더 정확한 고객수익성을 계산할 수 있게 되고, LTV값을 통하여 더욱 세밀한 고객세분화를 이루게 된다[2].

### 2.2 LTV의 가중치 적용

2.1에서 제시된 LTV 계산은 제조업체 및 생산형태를 고려하지 않는 경우로 단순 유통상의 거래액과 거래횟수에 대한 계산치이다. 제조업체 및 생산현장에서 적용할 수 있는 고객가치 결정방법을 제시하고자 LTV 가중치를 부여하여 고객가치를 결정한 계

산식은 다음과 같다[3].

LTV의 가중치를 결정하기 위하여 다음과 같은 절차로 수행한다.

1단계 : 가중치 부여를 위한 변수를 결정하고 이를 구분하여 등급을 중요도에 따라 1~10사이에서 결정

2단계 : 변수 안의 서브변수들의 가중치를 0.1~0.9 사이에서 결정

3단계 : LTV공식을 응용한 다음과 같은 식(3.1)을 활용하여 고객등급을 결정

$$LTV = Max [( \sum_{i=1}^m \sum_{k=0.1}^{0.9} A_i \cdot W_k ) \times ( \sum_{j=1}^n \sum_{k=0.1}^{0.9} B_j \cdot W_k ) \times \dots \times ( \sum_{l=1}^y \sum_{k=0.1}^{0.9} Z_l \cdot W_k )] (3.1)$$

A : 변수 1 ( i = 1~n )

B : 변수 2 ( i = 1~m )

Z : 변수 z ( i = 1~y )

W : Sub 변수의 가중치 ( j = 0.1~0.9 )

하지만 위의 계산식에서 변수들의 가중치를 두는 방법이 LTV를 활용한 고객등급을 결정하기 위하여 모 기업의 그룹간 여론을 통하여 변수와 변수의 등급을 결정한 것이기 때문에 주관적 관점이 매우 많이 내포되어있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 변수의 가중치 적용에 대해 AHP(Analytic hierarchy Process)를 활용하여 해결하도록 하였다. 각 변수들의 값은 주관적인 선호도에 대하여 일관성을 부가한 AHP 방법을 채택하였으며, AHP 수행에 있어 데이터 값의 일관성은 Saaty가 제시한 일관성 지수가 0.1이하일 때를 가정하여 그 가중치 값을 결정하였다.

### 3. AHP를 활용한 가중치 결정

#### 3.1 계층분석과정 (Analytic hierarchy Process : AHP)

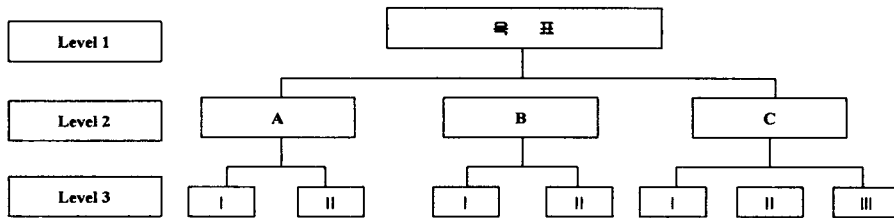
##### 3.1.1 AHP의 이념적 배경

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 Thomas L. Saaty가 1971년에 제안한 의사결정 방법으로 인간의 본성 및 분석적 사고, 측정 등에 대한 기본적인 관찰을 통해 문제를 정량적으로 해결하는 모델이다. 정성적인 자료와 정량적인 자료를 동시에 비율 척도로 관찰할 수 있는 기법으로 다기준의 복잡한 문제를 세분하여 이원배치를 통한 쌍별비교를 통해 가중치를 결정하고 대안을 결정하는 방법이다. AHP는 많은 연구자에 의해 문제점들이 도출되었으나 주관적인 의사결정에 있어 간단한 방법으로 문제를 해결할 수 있다는 장점 때문에 1980년대 이후 경영과학 분야에서 주요 의사결정 방법으로 인정을 받아오고 있다.

### 3.1.2 AHP 적용방법

AHP적용 방법은 다음과 같다[10].

- 1) 1단계 : 문제를 정의하고 목적이나 목표를 결정한다.
- 2) 2단계 : 계층구조를 만든다. Identify Decomposition의 원리를 적용하여 [그림 2-1]과 같이 목표에 대한 세부 계층구조를 세운다.



[그림 3-1] 계층 구조도

- 3) 3단계 : 각 대안에 대한 비교 행렬을 만든다.  
level 1, 2의 모든 항목에 대해 비교행렬을 만든다.
- 4) 4단계 : 3단계에서 만들어진 행렬들에 주관적으로 n 개의 대안을 갖는다고 할 때 대각 행렬을 기준으로  $\frac{n(n-1)}{2}$  회의 비교를 하여 상대적 중요도를 평가한다. 아래의 <표 3-1>은 상대적 중요도는 임의 선호도를 기준으로 할 때 대각 행렬을 기준으로 역수의 상태를 보여주고 있다.

<표 3-1> 상대적 중요도

Factor	A	B	C
A	1	7	5
B	1/7	1	3
C	1/5	1/3	1

Factor	A	B	C
A	1	3	1/2
B	1/3	1	1/7
C	2	7	1

- ▶ 2 단계의 각각의 모든 대안의 매트릭스를 만든다.
- ▶ 쌍별 대안의 모든 항목에 대해서 비교를 한다.

5. 5단계 : 상대적 중요도를 합성하고 아이젠 값(Eigenvalues), 일관성 지수(C.I ; Consistency Index), 비일관성 지수(I.I ; Inconsistency Index), 그리고 일관성 비율(C.R ; Consistency Rate)을 구한다. 계산과정이 복잡하므로 대개의 경우 컴퓨터 프로그램이 이 과정을 대신해 준다.

다음 식 (3.1)은 쌍별 비교 매트릭스를 구하기 위한 것이다.

$$A * w = \lambda_{\max} * w \tag{3.1}$$

단, A는 쌍별 비교 매트릭스이고 w는 목적 우변의 아이젠벡터이다. 식 (3.1)로부터 각 선호도의 가중치를 구하기 위해 식 (3.2)을 사용하고 비 일관성 지수의 계산은 식 (3.3)을 사용하여 구한다.

$$w_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_{ij} / \lambda_{\max} \tag{3.2}$$

$$C.I = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \tag{3.3}$$

어떤 기준에 대한 요소나 활동의 우선순위를 설정하는데 있어 정확한 결과를 얻기 위하여 일관성의 정도는 확실해야 한다. AHP는 식 (3.4)로 일관성 비율의 판단에 대한 일관성을 측정한다. 일관성 비율의 값은 10% 이내여야 한다. 3×3 매트릭스에서는 5%, 4×4 매트릭스에서는 9%, 그 이상의 매트릭스에서는 10%로 규정하고 10%보다 크면 그 판단은 다소 무작위적인 것으로 간주되어 수정되도록 요구한다[4, 8].

6. 6단계 : 3, 4, 5 단계를 계층 구조의 최고 수준의 우선순위 벡터를 구할 때까지 반복한다.

7. 7단계 : 최종 수준의 행렬에서

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} \leq 0.1 \tag{3.4}$$

(단, R.I 는 n 값에 따라 주어지는 상수로 R.I 값은 아래의 <표 3-3>에 의해 구한다.)이면 이 분석을 인정하고 그렇지 않으면 3 단계에서부터 다시 반복한다.

<표 3-2> n 변화에 따른 RI 값

n의 수	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI 값	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

## 3.2 가중치 결정

본 논문에서는 LTV를 활용하기 위하여 기업의 중요도에 따라 생산금액변수와 생산횟수변수와 같이 변수를 구분하였고, AHP를 위한 모든 값은 연구의 결론을 내기 위하여 임의의 수를 대입시켰다.

### 3.2.1 AHP의 가중치 결정

변수의 가중치를 결정하기 위한 배당값을 할당하면 <표 3.3>과 같다. 이를 통하여 선택요인의 상대적 중요도(relative importance)를 판단할 수 있다. 선택요인의 상대적 중요도를 계산하는 과정은 다음과 같다. 만약  $a_{ij}$ 를 의사결정자가 요인  $i$ 를 요인  $j$ 에 대해 평가하여 배정한 값이라고 하면, AHP기법은 주어진 요인들에 대해 쌍의 단위로 비교하기 때문에 비교한 결과 값의 행렬은 정방행렬을 이룰 것이다.

<표 3.3> 생산금액변수 등급의 가중치 적용에 대한 입력 행렬

	연 총 거래액	단기 거래액	재고 현황
연 총 거래액	1	7.29	4.71
단기 거래액	0.14	1	1.12
재고 현황	0.21	0.90	1
합계	1.35	9.19	6.83

<표 3.3>의 정방행렬에서 각 요인값들을 열의 합으로 나눈다. 이와 같은 계산의 결과로 얻어지는 행렬을 정규화된 쌍비교행렬 혹은 정규화된 행렬(normalized matrix)라고 부르며, 각 요인들에 대한 가중치를 구하기 위하여 각 행별로 정규화된 비중값의 평균을 구한다. 이 때  $P_i$ 는 요인  $i$ 의 가중치 지수라고 정의한다.  $P_i$  값들은 모두 더하면 1이 되어야 한다. 그 결과는 <표 3.4>에 제시되어 있다.

<표 3.4> 생산금액변수 등급의 가중치 적용에 대한 정규화된 행렬

	연 총 거래액	단기 거래액	재고 현황	행의 합	가중치( $P_i$ )
연 총 거래액	0.74	0.79	0.69	2.22	0.74
단기 거래액	0.10	0.11	0.16	0.37	0.14
재고 현황	0.16	0.10	0.15	0.41	0.12

### 3.2.2 일관성 비율 측정

의사결정과정에 일관성이 있는가를 조사하기 위하여 일관성 비율(CR)을 계산하였다. 먼저 제시된 행렬의 각 열에 대해 그 열에 해당하는 중요도 값을 곱한 후, 모두 더하여 <표 3.5>와 같은 가중치 행렬을 구한다.

<표 3.5> 생산금액변수 등급의 가중치 적용에 대한 가중치 행렬

	연 총 거래액	단기 거래액	재고 현황	행의 합
연 총 거래액	0.520	0.546	0.481	1.547
단기 거래액	0.198	0.210	0.230	0.638
재고 현황	0.291	0.248	0.270	0.809

1) <표 3.5>에서 계산된 가중치 행렬의 값을 <표 3.4>의 가중치로 나눈다.

$$\begin{pmatrix} 2.274 \\ 0.381 \\ 0.403 \end{pmatrix} \div \begin{pmatrix} 0.74 \\ 0.14 \\ 0.12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.07 \\ 2.72 \\ 3.36 \end{pmatrix}$$

2) 위에서 계산된 값을 이용하여  $\lambda_{\max}$ 를 구한다.

$$\lambda_{\max} = \frac{3.07 + 2.72 + 3.36}{3} = 3.05$$

3) 일관성 지수  $C.I$ 를 구한다.

$$C.I. = \frac{3.05 - 3}{2} = 0.025$$

4) 일관성 비율  $C.R$ 를 구한다.

$$C.R. = \frac{0.025}{0.58} = 0.043$$

결과에 의하면 일관성 비율은 0.043인데, 이것은 일관성 비율 0.1보다 작기 때문에 의사결정과정에서 일관성을 유지하고 있다고 말할 수 있다.

생산 횟수 변수의 가중치도 생산 금액 변수의 가중치를 구하는 과정이 같으며, 그 결과는 <표 3.6>에 나타나 있다.

<표 3.6> 생산횟수변수 등급의 가중치 결정

	생산형태	거래횟수	거래기간	행의 합	가중치( $P_i$ )
생산형태	0.52	0.54	0.49	1.55	0.52
거래횟수	0.19	0.21	0.23	0.63	0.21
거래기간	0.29	0.25	0.28	0.82	0.27

$$\lambda_{\max} = 3.003 \quad C.I. = 0.0015 \quad C.R. = 0.003$$

## 4. 가중치를 적용한 LTV 모형

### 4.1 LTV 가중치 적용

LTV의 가중치를 결정하기 위하여 다음과 같은 절차로 수행한다.

1단계 : 가중치 부여를 위한 변수는 생산금액변수와 생산횟수의 변수로

구분하여 등급의 가중치를 계층과정 분석을 통한 가중치를 부여한다.

2단계 : 변수 안의 서브변수들의 가중치를 0.1~0.9 사이에서 결정한다.

3단계 : 식(3.1)을 활용하여 고객등급을 결정한다.

$$LTV = \left( \sum_{i=0}^1 \sum_{k=0.1}^{0.9} M_i \cdot W_k \right) \times \left( \sum_{j=0}^1 \sum_{k=0.1}^{0.9} C_j \cdot W_k \right) \quad (4.1)$$

M : 생산금액변수 (i = 0~1)

C : 생산횟수변수 (i = 0~1)

W : Sub 변수의 가중치 (j = 0.1~0.9)

## 4.2 LTV 가중치 적용의 예

먼저 기업의 중요도에 따라 <표 4-1>의 생산금액변수와 <표 4-2>의 생산횟수변수와 같이 LTV를 활용한 고객등급을 결정하기 위하여 기업의 전문가들의 계층분석과정을 통한 변수와 변수의 가중치를 결정하고, 변수들 안의 서브변수의 중요도에 따라 <표 4-3>과 같이 가중치는 Wasserman의 주관적 가중치를 이용하여 0.3, 0.5, 0.9로 부여한다.

<표 4-1> 생산금액변수 가중치

변수	가중치
연 총 거래액	0.74
단기 거래액	0.14
재고현황	0.12

<표 4-2> 생산횟수변수 가중치

변수	가중치
생산형태	0.52
거래횟수	0.21
거래기간	0.27

<표 4-3> LTV 결정을 위한 가중치 적용 테이블

변수	서브변수	가중치
연 총 거래액	5억 이상	0.9
	1억~5억	0.5
	1억 미만	0.3
단기 거래액	5,000만원 이상	0.9
	1,000만원~5,000만원	0.5
	1,000만원 미만	0.3
재고현황	가용재고 여유	0.9
	Just	0.5
	가용재고 부족	0.3
생산형태	Pilot	0.9
	양산	0.5
	시험	0.3
거래횟수	10회 이상	0.9
	10회 미만	0.5
	단기	0.3
거래기간	10년 이상	0.9
	3년~10년	0.5
	3년 미만	0.3



고객 가치를 결정하는 예는 다음 <표 4.4>와 같이 나타낼 수 있다.

<표 4.4> 고객 주문의 예

변수	서브변수	가중치
연 총 거래액 (0.74)	6억	0.9
단기 거래액 (0.13)	6,500만원	0.9
재고현황 (0.13)	Just	0.5
생산형태 (0.52)	Pilot	0.9
거래횟수 (0.21)	12회	0.9
거래기간 (0.27)	2년	0.3
		<b>0.6258</b>

※ LTV = (0.74×0.9+0.13×0.9+0.13×0.5)×(0.52×0.9+0.21×0.9+0.27×0.3) = 0.6258

## 5. 결론

LTV 알고리즘을 적용하기 위해서는 고객의 납기 요구일에 충분한 가용재고가 존재하지 않는 경우 고객 납기를 만족시켜 주기 위한 ATP Rule 전략에 따라 다단계 가용성 체크를 수행하여, 유연성 있는 다단계 ATP가용성 체크를 수행하기 위해서는 ATP 체크 Rule과 CTP를 이용하여 고객에게 납기일을 확약해 주어야 한다. 이에 대해 본 논문에서는 LTV 가중치를 결정함에 있어서 보다 객관적이고 일관성이 있는 방법을 제안하기 위하여 기존의 연구에서 보여주었던 LTV 공식에 계층과정분석(AHP : Analytic hierarchy Process)을 접목하였다. 또한 결과에 대해 수치로 확인하기 위하여 한가지 예로서 생산금액변수와 생산횟수변수로 나누어 임의의 수치를 대입하여 기업에 맞게 제시하였다. 또한 본 논문에서는 각 변수들의 값은 주관적인 선호도에 대하여 일관성을 부가한 AHP 방법을 채택하였으며, AHP 수행에 있어 데이터 값의 일관성은 Saaty가 제시한 일관성 지수가 0.1이하일 때를 가정하여 그 가중치 값을 결정하였다. 또한 이러한 LTV체계를 ATP 체계에 적용을 하게 되면 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다. 고객 등급이 Hyper Critical나 Critical로 결정이 되면 ATP 체크 Rule은 고객 주문에 대한 부족분에 대하여 ATP Rule에 대한 전략을 적용시켜 납기 지연에 따른 고객이 요구하는 납기일에 부족분을 수요계획에 할당해야 하며, 대체품 또는 대체위치에 제품이 존재하는 경우는 고객에게 납기를 확약한다. 또한 Hyper Critical의 경우에는 납기 지연을 허락하고 고객이 가장 빠른 납기를 요구하는 경우를 허락하거나 Critical의 경우에는 고객이 분할 납기를 허용하는 경우 고객의 분할 납기 요구일을 지정하는 것을 허락하여 단계별 우선순위를 둔다. 따라서, 고객 분류에 대한 이러한 LTV의 계층된 연구로 기업의 일정계획에 다 많은 효과를 얻어야 할 것이다.

## 6. 참고문헌

- [1] 김영우, 장지홍, 정봉주, “공급사슬 환경에서의 수요예측을 고려한 납기회신 시스템” 2001년 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계학술대회, p656-p659
- [2] 김원식, “고객가치 향상을 위한 SCM환경에서의 ATP 모델 연구”, 인천대학교 산업공학과 석사학위 논문, 2000
- [3] 양광모, 박재현, 강경식 “일정계획을 위한 고객가치 결정에 관한 연구” 안전경영과학회 2002년 춘계학술대회
- [4] 조근태, 홍순욱, 권철신 역, 토마스 사티 저, “리더를 위한 의사결정”, 동현출판사, 2000
- [5] Benita M. Beamon, “Supply Chain Design and Analysis : Models and Methods”, International Journal of Production Economics, 55, p281-294 (1998)
- [6] Leung Lawrence C., Cao Dong, “On the Efficacy of Modeling Multi-Attribute Decision Problems Using AHP and Sinarchy” European Journal of Operational Research (132)1 (2001) pp.39-49
- [7] Saaty Thomas L., “Highlight and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy process, Eur. J. Operational Research (74)3 (1994) pp.426-447
- [8] Thomas L. Saaty, “The Analytic Hierarchy Process(Planning, Priority Setting, Resource Allocation)”, McGraw-Hill, 1980
- [9] Thomas, D., and Griffin, P. M., “Coordinated Supply Chain Management”, European Journal of Operation Research, 94, p1-15 (1996)
- [10] <http://expertchoice.co.kr/ahp/main.htm>

## 저 자 소 개

양 광 모 : 명지대학교 산업공학과 대학원 석사, 명지대학교 대학원 박사과정.  
관심분야 생산관리, 통계.

강 경 식 : 현 명지대학교 산업시스템공학부 정교수.  
명지대학교 산업안전센터 소장 및 안전경영과학회 회장.  
관심분야 생산운영시스템, 시스템 안전