

공리적 설계 기반의 AHP/DEA 혼합모형을 이용한 LCD TV평가방법에 관한 연구

최민수* · †김우제** · 조현기*** · 박세정***

A Study on an Evaluation Method for LCD TV Products Using Axiomatic Design based Hybrid AHP/DEA Model

Min-Soo Choi* · †Woo-Je Kim** · Hyunki Cho*** · Se-Jung Park***

■ Abstract ■

Domestic LCD TV market is composed of two groups of products produced by major firms and small and medium enterprises. The major companies make the price relatively high, but the other makes lower in the same sizes. The model of the low price products does not make consumers choice when they choose LCD TV. This makes the questions of capability between difference price products. The reason above mentioned, the firms that include group of comparatively lower price, are worried about not increasing sale because of prejudice. This study is to find any interrelationship and evaluate the efficiency between the products using performance, exterior and brand power of product. In order to do this, a hybrid AHP/DEA evaluation model for comparison/valuation of LCD TV products is developed. The proposed process is; first, to derive hierarchy structure of LCD TV evaluation criteria using axiomatic design, second, to calculate the score of each LCD TV product through AHP analysis including weight calculation of evaluation criteria, and last, to evaluate the efficiency of LCD TV product by applying DEA by defining product scores as output and prices as input. It concludes that the high price products shows good efficiency, but there are some products with good exterior and brand power, not performance, also presenting good efficiency.

Keywords : Analytic Hierarchy Process, Axiomatic Design, Data Envelopment Analysis, LCD TV

논문접수일 : 2011년 08월 30일 논문수정일 : 2011년 12월 10일 논문게재확정일 : 2012년 01월 06일

* 서울과학기술대학교 산업대학원

** 서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과

*** 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원

† 교신저자

1. 서 론

국내 HDTV 방송이 본격적으로 시작되고 고화질의 HD 영상기기들이 출시되면서 평판 TV에 대한 수요는 꾸준히 성장세를 유지해 오고 있다. 특히, 2010년을 기점으로 주요 선진국들의 Digital 방송 전환이 이루어지고, 우리나라도 2012년 Digital 방송 전환에 따라 기존 Analog TV를 Digital TV로 바꾸거나 보다 화질이 좋으면서 저전력의 평판 TV 수요가 지속적으로 있을 것으로 예상된다[5].

LCD TV를 포함한 평판 TV 시장은 2009년 전 세계 출하 TV 2억 1,100만대의 75%를 차지하였으며, 이중 LCD TV는 총 1억 4,600만대로 69.2%의 점유율을 기록하였다. 매출액을 기준으로 할 경우 LCD TV를 포함한 평판 TV는 전체의 90%를 차지하는 등 빠른 확산세를 보이고 있다[8].

이중 LCD TV는 2004년까지만 해도 출하량 기준 4.8%에 불과하던 것이 2007년 39.7%, 2009년 69%에 이어 2010년 3분기 기준 76.3%(매출액 기준 84.3%)의 성장세를 꾸준히 유지하여 왔다[8].

또한 Digital 방송으로의 전환은 LCD TV에 대한 소비자의 관심증가와 요구변화, 관련 기술의 향상, 시장 환경 등에 영향을 미치고, 이로 인한 제품의 다양화와 복잡화는 LCD TV를 구입하려는 소비자들에게 복잡한 의사결정 문제에 직면하도록 만들고 있다[7]. 예를 들어 소비자들에게는 저가의 가격은 매력적이긴 하지만 저가라는 소비자의 인식이 오히려 각 제품의 성능에 대한 의문을 발생시켜 제품의 구매에 영향을 미치게 된다[4].

본 논문에서는 LCD TV를 선택함에 있어서 제품에 대한 소비자의 요구사항을 계층적으로 분류하고, 요구사항을 구현할 수 있는 평가요소를 선정하여 이에 대한 가중치를 계층적 의사결정 방법인 AHP 기법을 이용하여 도출하고 제품을 평가하였다. 또한 AHP 기법을 통해 구해진 제품의 평가결과를 제품의 산출요소로 선택하고 각 제품의 가격을 투입요소로 선택하여 투입요소에 대한 산출요소의 효율성을 측정하는 방법인 DEA 기법을 이용하여 각 제

품의 서로 다른 가격 대비 효율을 평가하였다.

현재 LCD TV의 성장세는 둔화되고 있지만, 아직은 LCD TV가 상대적으로 많이 상용화되어 있고, 가격부담은 LED TV나 3D TV에 비해 적기 때문에 찾는 사람들이 꾸준히 있는 편이다. 또한 시장구성에서 LED TV나 3D TV가 성숙기에 해당된다고 볼 수 없기 때문에 본 연구에서는 대상을 LCD TV로 한정하였다. 또한 LCD TV 대상은 시장에서 각 업체들의 주력모델인 46~47인치급 full-HD LCD TV로 하였다.

본 연구를 통하여 다음의 두 가지 의의를 고려할 수 있겠다. 첫째, LCD TV에 대한 평가와 효율성 측정을 위해 소비자들의 요구사항에 기초한 제품별 특성을 체계적으로 잘 반영할 수 있고 계층구조로 설계가 가능한 공리적 설계(axiomatic design)를 적용하여 최초로 평가요소를 도출하였다는데 있다.

둘째, AHP는 비율척도 기반의 제품의 상대적 중요도만 제공하기 때문에 효율성에 대한 개선의 정도를 제시하는 데는 한계가 있다. 반면 DEA는 다양한 정량적·정성적 평가요소의 적용이 어렵고 다수의 전문가 의견을 반영할 수 없다. 따라서 AHP와 DEA가 결합된 Hybrid 기법을 제시함으로써 수많은 평가요소에 대한 가중치 산출은 물론 상이한 제품별 가격 대비 효율성을 측정하고 분석할 수 있는 모형을 제시함으로써, 향후 기업의 제품개발과 마케팅 전략을 수립하는데 있어서 기여할 수 있고, 또한 개발된 제품의 성공 가능성 여부를 사전 예측할 수 있다는데 있다.

2. 이론적 배경

2.1 공리적 설계(Axiomatic Design)

공리적 설계는 미국 MIT의 Suh(2001)에 의해 개발된 설계공학의 창의적이며 체계적인 설계이론이다[3]. 설계는 사람들이 원하는 대상과 그 대상을 얻기 위해 수행하는 방법 사이의 연속적인 상호작용

으로 정의된다. 공리적 설계는 원하는 대상을 기능적 영역(functional domain)에서 정의하고, 이것을 달성하기 위한 수단을 물리적 영역(physical domain)에서 정의하여, 기능적 요구사항(functional requirements, FRs)의 독립성을 유지하는 독립공리와 설계요소(design parameters, DPs)의 복잡성을 평가하는 정보공리를 충족해야 한다. 특히, 독립공리의 경우 FRs간에 중복성 여부를 평가하는 것으로, FRs와 DPs간의 관계를 나타내는 설계행렬 평가를 통하여 독립공리 충족여부를 확인할 수 있다[10, 14].

FR과 DP간의 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\{FR\} = [A]\{DP\}, \quad A = [A_{ij}]_{m \times n} \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m1} & A_{m2} & \cdots & A_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

식 (1) 및 (2)에서 {FR}은 기능적 요구사항 벡터, {DP}는 설계요소 벡터, [A]는 설계행렬이다. 만약 [A]가 대각행렬이나 삼각행렬이 되면 독립공리를 충족하기 때문에 바람직한 설계가 되며, 그렇지 않은 경우에는 연성관계가 되어 독립공리를 충족하지 못하는 바람직하지 않은 설계가 된다[10, 14].

2.2 계층분석기법(Analytic Hierarchy Process, AHP)

AHP 기법은 문제를 구성하고 있는 여러 속성들을 계층적으로 분류하여 각 속성의 중요도를 파악함으로써 최적 대안을 평가하는 계층 분석적 의사결정 방법으로 1970년대 초반 Thomas L. Saaty에 의하여 제시되었다. 의사결정 문제를 상호 관련된 의사결정사항들의 레벨로 분류하여 의사결정계층(decision hierarchy)을 설정하고 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 방법으로, 주로 상충되는 복수의 기준이 존재하는 상황에서의 의사결정에 사용되어 왔다[9].

이는 객관적인 평가요인은 물론이고 주관적인 평가요인도 수용하는 매우 유연한 의사결정기법으로 수학적 이론보다는 직관을 바탕으로 하기 때문에 그 논리가 매우 쉽다는 장점을 가지고 있다. AHP 기법은 평가자가 선택할 수 있는 여러 가지 대안들을 체계적으로 순화시키고 그 가중치를 비율적으로 도출하는 방법을 제시한다. 이러한 방법론적 특징을 가진 AHP는 개인적인 성향이 다양하고 복잡한 의사결정에서 다양한 다기준의 의사결정을 수행하는 방법으로 널리 활용된다. 특히 정량적인 정보뿐만 아니라 정성적인 정보도 평가가 가능한 장점과 개념을 쉽게 이용할 수 있으므로 복잡한 의사결정문제에 쉽게 접근할 수 있어 활용도가 증가하고 있다. AHP는 목표들 사이의 중요도를 계층적으로 나누어 파악함으로써 각 대안들의 중요도를 산정하는 기법으로도 사용되기도 한다.

2.3 DEA(Data Envelopment Analysis)

DEA 기법은 Charnes and Rhodes에 의해 제시되었으며, 상대적 효율성 분석 평가기법으로 선형 계획법에 근거한 효율성 측정방법의 하나이다[12]. 주로 복수의 투입요소와 산출요소가 있어 비교가 어려울 때, 조직단위의 상대적 성과를 측정하기 위한 방법이다.

만약 k 번째 의사결정단위(decision making unit, DMU)의 상대적 효율성(E_k)이 최대가 되도록 n 개의 투입요소와 s 개의 산출요소를 이용하여 투입요소 가중치(U)와 산출요소 가중치(V)를 찾도록 모형화할 수 있다[1].

$$MAX \quad E_k = \frac{\sum_{r=1}^s Y_{kr} U_{kr}}{\sum_{i=1}^n X_{ki} V_{ki}}, \quad \forall k \quad (3)$$

subject to

$$E_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^s Y_{jr} U_{kr}}{\sum_{i=1}^m X_{ji} V_{ki}} \leq 1, \quad \text{for } j=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$Y_{ki} \geq \varepsilon, U_{kr} \geq \varepsilon, \text{ for } i=1, 2, \dots, m$$

$E_k = DMU_k$ 의 효율성

$U_{kr} = DMU_k$ 의 산출요소 r 에 대한 가중치($r=1, 2, \dots, s$)

$Y_{kr} = DMU_k$ 의 산출요소 r 의 값($r=1, 2, \dots, s$)

$V_{ki} = DMU_k$ 의 투입요소 i 에 대한 가중치($i=1, 2, \dots, m$)

$X_{ki} = DMU_k$ 의 투입요소 i 의 값($i=1, 2, \dots, m$)

$\varepsilon =$ 매우작은수,

$$0 \leq E_k \leq 1, V_{ki} > 0, U_{kr} > 0,$$

$E_k = 1$ 이면 효율적, $E_k < 1$ 이면 비효율

3. LCD TV 평가를 위한 AHP/DEA 혼합모형

3.1 연구의 프레임워크

<그림 1>은 본 연구에서 적용한 프레임워크이다. 먼저 각종 자료 및 전문가 의견 등을 종합하여 LCD TV 평가지표 개발에 필요한 요구사항을 분석하여 명세서를 작성한다. 다음은 공리적 설계에 의한 평가지표 항목 도출과 계층구조를 설계하고, 세 번째 단계에서는 AHP 방법을 이용하여 평가지표의 각 항목별 부분 가중치를 도출한다. 네 번째 단계는 LCD TV 효율성 평가를 위한 산출요소와 투입요소를 선정하는 단계로, 본 연구에서는 복수의 산출요

소를 적용하는 반면 투입요소는 단일요소를 적용하였다. 다섯 번째 단계에서는 다양한 측정 단위로 구성된 LCD TV 평가지표 항목에 대해 동일한 기준으로 적용하기 위하여 Data를 표준화를 한다. 마지막 단계는 DEA 방법을 이용하여 LCD TV 제품별 효율성을 평가하였다.

3.2 요구분석 개념을 활용한 평가지표 요구

사항 도출

LCD TV에 대한 요구사항의 도출은 LCD TV 구입소비자 및 구입희망 소비자를 대상으로 요구사항을 도출하고 종합된 요구사항을 이용하여 LCD TV 전문가를 대상으로 델파이 과정을 거쳐 평가지표 설계와 직접적으로 관련이 없는 요구사항은 배제하고 중복되는 요구사항은 공통적인 내용으로 정리하여 전체적으로 3개의 주요 그룹으로 분류된 요구사항을 결정하였다.

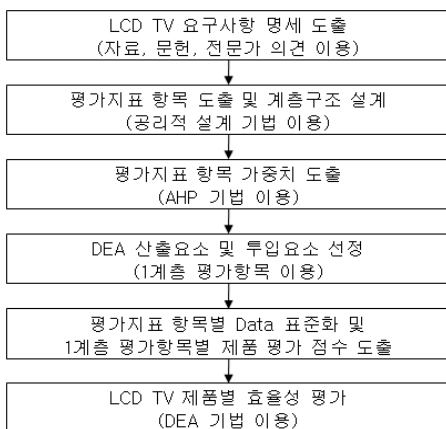
도출된 요구사항 명세는 다음 단계의 공리적 설계에서 활용되고, 더불어 요구사항 명세는 추적을 통하여 평가지표에 어떻게 반영되어 구현되었는지 파악할 수 있다. <표 1>은 LCD TV 평가지표 개발을 위하여 요구분석 과정을 통하여 도출된 요구사항 명세이다.

3.3 공리적 설계를 활용한 LCD TV 평가지표

항목 도출 및 계층구조 설계

3.3.1 설계 개요

본 연구에서는 LCD TV의 평가항목을 설계하기 위하여 공리적 설계의 FRs를 LCD TV 평가를 위한 요구목표로 정의하고, 이에 대응되는 DP는 평가지표로 설계하였다. 먼저, FRs은 <표 1>의 요구사항 명세 결과를 활용하였다. 두 번째 절차는 FRs 구현을 위해 가능성 있는 DP를 선정하여야 한다. 세 번째 절차는 FRs과 DP의 관계를 나타낼 수 있도록 공리적 설계의 설계방정식을 구축하고 설계행렬을 평가하고[10], FRs 상호간의 독립공리



<그림 1> 연구 프레임워크

<표 1> LCD TV 평가지표 개발을 위한 요구사항 명세

항목분류	요구사항	요구사항 세부명세		
기기 성능 항목	기기 자체의 성능이 기본에 충실해야한다.	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 영상 재현이 충실해야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ HD방송 수신이 잘되어야 한다. ◦ 확장 연결된 HD기기의 영상처리가 잘되어야 한다. ◦ 디스플레이의 결점이 없어야 한다. ◦ 빛샘(빛퍼짐)현상이 없어야 한다. ◦ 눈의 피로도가 적어야 한다. ◦ 잔상이 남지 않아야 한다. ◦ 채널 간(확장기기 간) 전환시간이 짧아야 한다. ◦ 화면이 선명해야 한다. ◦ 색 재현이 잘되어야 한다. ◦ 측면에서의 화면 일그러짐이 없어야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 음향 재현이 충실해야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기본 스피커의 음질이 좋아야 한다. ◦ 기본 스피커의 설정이 가능해야한다. ◦ 외부 확장 출력이 잘되어야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 확장이 가능해야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 확장 입력이 원활해야 한다. ◦ 확장 출력이 원활해야 한다. ◦ 확장 입력 포트가 충분해야 한다. ◦ 확장 출력 포트가 충분해야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전력소비가 적어야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 표준 전력 사용량이 적어야 한다. ◦ 대기 전력 사용량이 적어야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용이 편리해야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 기능의 사용이 쉬워야 한다. ◦ 리모컨의 조작이 편리해야 한다. ◦ 기능 S/W의 인터페이스가 편리해야한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 수명이 길어야 한다. 		
		기기 외관 항목	외관 만족도가 높아야 한다.	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 소비자의 취향을 고려한 외관 디자인
				<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인정받은 외관 디자인이어야 한다. ◦ 소비자의 디자인 선택이 가능해야 한다. ◦ 기기의 설치방법의 선택이 가능해야 한다.
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 소비자가 원하는 규격을 만족해야 한다. 				
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기기가 커보여야 한다. ◦ 기기가 가벼워야 한다. ◦ 기기가 얇아야 한다. 				
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고객에게 인정받는 브랜드여야 한다. ◦ 고객에게 인정받는 브랜드여야 한다. ◦ 고객에게 많이 선택 받는 브랜드여야 한다. 				
기기 외적 항목	브랜드의 위상이 확실해야 한다.	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고객에게 인정받는 브랜드여야 한다. ◦ 고객에게 많이 선택 받는 브랜드여야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 제품의 사후관리가 철저해야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ A/S 망이 충분해야 한다. 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 브랜드의 서비스가 믿을 수 있어야 한다. 		

가 충족되도록 최적의 DP를 선정하되 상호 배타적 독립성을 충족하도록 하였다[3]. 네 번째 절차는 FRs과 DP에 대해 하위수준으로 분해하는 과정이다. 분해는 하위수준이 없을 때까지 진행하여야 하나, 과도하게 세분화된 분해는 오히려 평가요소의 기하급수적인 증가를 초래하기 때문에 평가 목적에 부합되도록 설계하여야 한다.

3.3.2 최상위 단계의 FR 설계

<STEP 1 : FR1의 정의>

LCD TV 평가의 평가지표 설계 프레임워크를 설계하기 위한 첫 번째 단계는 설계될 평가지표 항목의 최상위 FR을 결정하는 것이다. LCD TV 평가에서 최상위 FRs는 요구분석 결과에 따라 다음과 같이 정의한다.

FR1 = LCD TV 평가에서 객관성을 가지는 적합한 평가지표 개발

<STEP 2 : DP1의 선정>

FR1을 만족하는 DP1을 선정하는 단계이다.

DP1 = 평가목적에 맞는 객관적인 LCD TV 평가지표

3.3.3 두 번째 단계의 분해수준

<STEP 1 : FR1의 분해>

최상위 수준의 FR1과 DP1의 정의 후 다음 단계로 FR1을 분해한다. FR1을 요구분석 결과를 참고하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 설계한다.

FR11 = 기기 자체의 성능이 기본에 충실해야 한다.

FR12 = 기기 외관의 만족도가 높아야 한다.

FR13 = 브랜드 위상이 확실해야 한다.

<STEP 2 : DP1s의 선정>

이 단계는 분해된 FR1을 만족하기 위한 DP의 후보를 선정하는 단계이다. DP는 요구사항 분석의 결과에 따라, DP11은 FR11을 만족시킬 수 있는 기기성능으로 선정하고, DP12는 FR12를 만족시키는 외관, DP13은 브랜드로 각각 선정하였다.

DP11 = 기기 성능

DP12 = 기기 외관

DP13 = 브랜드

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP1s 선정>

FR1s로부터 DP1s로 사상(mapping)을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{cases} FR_{11} \\ FR_{12} \\ FR_{13} \end{cases} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{cases} DP_{11} \\ DP_{12} \\ DP_{13} \end{cases} \quad (5)$$

각각의 FRs는 해당 DPs와의 관계만을 가지므로 독립성을 만족하고 있는 비연성설계이다.

3.3.4 세 번째 이하 단계의 설계결과

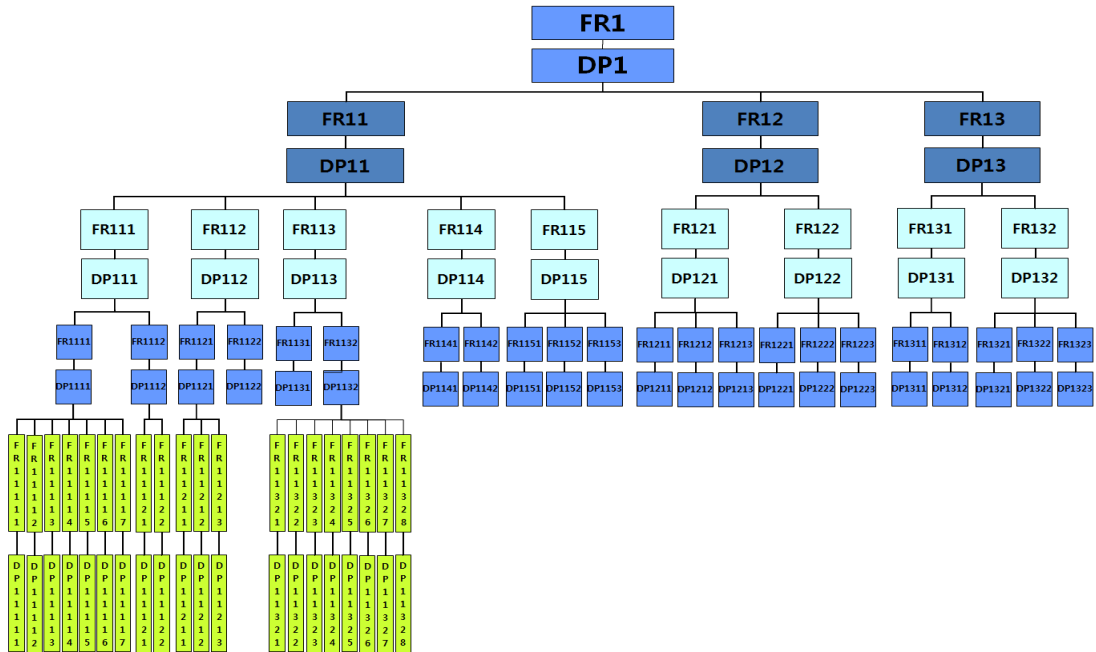
세 번째 이하 단계에 대한 설계 결과는 <부록 A>에 수록하였다.

3.3.5 최종 설계결과

<부록 A>에서 제시한 것과 같이 다섯 번째 단계를 초과한 분해는 독립된 평가지표 설계항목으로서의 의미가 없으며 불필요한 평가항목의 개수만 증가시키므로 다섯 번째 수준에서 분해를 종료하였다. 그리고 FRs의 공통적인 제약조건으로서 평가항목은 평가지표에 활용하기 위해 정성적 또는 정량적 판단기준을 제시할 수 있어야 할 것이다 [2]. <그림 2>는 LCD TV 평가를 위한 평가지표 항목의 공리적 설계 결과이다.

3.4 AHP 적용 LCD TV 평가지표 항목 가중치 산출

AHP 방법에 따라 평가를 위한 변수들 간 가중치를 도출하기 위해 LCD TV 전문가 15명을 대상으로 각 변수들을 쌍대비교(Pairwise Comparison)하는 설문을 실시하였다. 데이터 분석 결과 일관성 비율이 0.1이하인 설문지 11개를 대상으로 쌍대비교행렬의 역수관계를 유지해주는 기하평균법으로



<그림 2> 평가지표 항목의 공리적 설계 결과

통합하였으며, Expert Choice(Version 11)를 이용하여 결과 분석을 하였다[9]. 가중치 도출 결과는 <표 2>에 제시하였다.

3.5 AHP 가중치에 의한 LCD TV 제품 평가

LCD TV 제품 평가 점수를 구하기 위해서는 우선 AHP 계층 모형에 따른 최하위 계층의 각 제품에 대한 데이터의 속성 및 측정방법을 정의해야 한다. 데이터의 명확한 속성과 측정방법이 정의되면, 다음 단계로 각 제품별 측정값을 구한다. 측정된 값을 일정한 기준에 의하여 표준화 하고, 표준화된 값들을 AHP 평가지표의 가중치에 따라 제품을 평가한다[13].

3.5.1 LCD TV 제품 평가 데이터 정의

AHP를 이용하여 LCD TV 각 제품을 평가하기 위해서는 우선 항목별 측정요소 데이터에 대한 정의가 필요하다. 각 측정요소들이 공통의 데이터를

가지고 있지 않기 때문에 우선 데이터의 속성을 정의해야 하는데 데이터 속성은 이진형(B), 수치형(N), 판단형(R)으로 구분하여, 이진형은 평가 내용의 존재 유무에 따라 1 또는 0으로 나타내고, 수치형은 수치로 표현되는 정량적 형태이며, 판단형은 5점 척도를 사용하여 소비자로부터 평가를 통해 얻을 수 있다[6]. <표 2>는 LCD TV 평가의 각 요소에 대한 데이터 속성을 제시하였다.

3.5.2 LCD TV 제품 평가 데이터 측정 방법

다음은 각 요소별 측정 방법을 설명한다. 요소별로 다르게 측정된 이유는 각각의 특성을 공통으로 뽑아내기가 어렵기 때문에 특성을 살린 측정값들을 우선 뽑고, 그 측정값들을 비교하기 위해서이다.

- 무결점정책은 제품이 무결점정책을 채택하고 있는지 아닌지의 여부를 Yes는 1, No는 0의 이진형(B)으로 측정한다.
- 밝기의 균일성은 디스플레이의 10곳을 무작위로

〈표 2〉 AHP 분석에 의한 각 계층항목의 가중치와 측정 데이터의 단위 및 속성

1계층		2계층		3계층		4계층		데이터 단위	데이터 속성	
계층명	가중치	계층명	가중치	계층명	가중치	계층명	가중치			
기기성능	0.276	영상	0.531	디스플레이	0.250	무결점정책	0.100	Y/N	B	
						밝기균일성	0.056	%	N	
						최대밝기	0.056	cd/m ²	N	
						응답속도	0.111	mS	N	
						시야각	0.138	각도(°)	N	
						명암비	0.416	명부 : 암부	N	
				해상도	0.123	픽셀	N			
				영상 S/W	0.750	HD 수신		Y/N	B	
				화질조정		개수	B			
		오디오	0.042	스피커	0.461	스피커수	0.147	개수	N	
						출력	0.657	W	N	
						위치	0.196	상하/좌우	B	
				오디오 S/W	0.539			개수	B	
		확장	0.235	확장포트	0.333	HDMI	0.353	개수	N	
						DVI	0.220	개수	N	
						S-VIDEO	0.112	개수	N	
						옵티컬	0.066	개수	N	
						컴포넌트	0.038	개수	N	
						컴포지트	0.038	개수	N	
						PC	0.064	개수	N	
						USB	0.109	개수	N	
		확장신호처리	0.667				N			
전력	0.063			표준전력	0.883		W	N		
				대기전력	0.167		W	N		
사용자 편의	0.129			기기외부버튼	0.122			R		
				리모컨구성	0.230			R		
				S/W 인터페이스	0.648			STEP 수	N	
기기외관	0.595	디자인 및 기능	0.857	디자인관련 수상	0.124		횟수	N		
				디자인선택옵션	0.517		개수	N		
				설치옵션	0.359		개수	N		
		제품 규격	0.143			무게	0.163		kg	N
						두께	0.540		mm	N
						크기	0.297		mm ²	N
브랜드	0.129	인지도	0.750	브랜드관련 수상	0.167		횟수	N		
				시장점유율	0.833		%	N		
		A/S	0.250			A/S망	0.540			R
						서비스 인증	0.163		Y/N	B
						제품보증기간	0.297		기간(월)	N

- 측정한 밝기값(cd/m²)의 차이를 퍼센트(%)로 측정한다[11].
- 최대밝기는 제품의 최대 밝은 정도를 cd/m²으로 측정한다.
 - 응답속도는 흑백과 계조의 변화시간을 나타내며 mS의 단위로 측정된다.
 - 시야각은 명암비 10 : 1이 되는 각도에서의 좌/우 측의 최대 시청각도를 나타내며 각도(deg)로 측정된다.
 - 명암비는 명부와 암부의 비율 암부가 1일 때의 명부의 비율(명부 : 암부)로 측정된다.
 - 해상도는 화면의 픽셀 수로 가로×세로픽셀로 측정된다.
 - HD 수신은 최신 HD영상 수신칩을 사용하고 있으면 1, 그렇지 않으면 0의 이진형(B)으로 측정한다.
 - 화질조정은 사용자가 선택할 수 있는 화질 관련 기능의 개수를 측정한다.
 - 스피커 수는 기기본체 내장 스피커의 개수를 측정하여 사용한다.
 - 스피커의 출력은 내장 스피커의 출력(W)을 측정하여 사용한다.
 - 스피커의 위치는 내장 스피커가 좌우에 위치하고 있으면 1, 상하에 위치하고 있으면 0의 이진형(B)으로 측정한다.
 - 오디오 S/W는 사용자가 선택할 수 있는 오디오 관련 기능의 개수를 측정한다.
 - HDMI, DVI, S-VIDEO, 옵티컬, 컴포넌트, 컴포지트, PC(RGB), USB의 확장포트들은 모두 해당 포트의 개수로 측정한다.
 - 확장신호의 처리는 확장기기간의 변환속도로 측정한다.
 - 표준전력은 LCD TV 시청 시 표준 전력 소비량(W)을 측정하여 사용한다.
 - 대기전력은 LCD TV의 대기상태에서의 전력 소비량(W)을 측정하여 사용한다.
 - 동일 기능을 선택하기 위한 기기외부버튼의 STEP 수를 측정하여 사용한다.
 - 동일 기능을 선택하기 위한 리모컨의 STEP 수를 측정하여 사용한다.
 - 동일 기능을 선택하기 위한 S/W 메뉴의 STEP 수를 측정하여 사용한다. 각 제품이 동일하게 제공하고 있는 기능들의 접근과 사용 편의를 측정하는 것으로 각 기능에 대한 최종 STEP 수를 측정하여 기기별 평균치를 구하여 사용한다.
 - 디자인관련 수상부분은 수상횟수로 측정한다.
 - 디자인 선택옵션은 기기의 동일 모델 내의 디자인 변경가능 개수로 측정한다.
 - 설치옵션은 기기 설치 시 선택 가능한 옵션의 개수로 측정한다.
 - 무게는 제품의 무게(kg)로 측정한다.
 - 두께는 제품의 두께(mm)로 측정한다.
 - 크기는 제품의 가로 길이×세로 길이(mm²)로 측정한다.
 - 브랜드관련 수상은 수상횟수로 측정한다.
 - 시장점유율은 해당브랜드의 시장점유율(%)로 측정한다.
 - A/S망은 A/S망의 운영형태로 브랜드 자체 A/S망이 있으면 3점, 위탁 A/S망이 있으면 2점, 물류를 이용한 A/S망을 이용하고 있으면 1점으로 측정한다.
 - 서비스 인 증은 브랜드가 서비스 인증제를 채택하고 있으면 1, 그렇지 않으면 0의 이진형(B)으로 측정한다.
 - 제품보증기간은 브랜드가 제품에 대해 보증수리를 실시하는 제품 보증기간으로 측정한다.

3.5.3 LCD TV 제품 평가 측정데이터 표준화

위와 같이 측정되는 각 모델의 요소별 raw data 들은 요소들의 특성으로 인하여 값들이 서로 다른 기준으로 나타난다. 따라서 이들 raw data값을 표준화하여 동일 기준으로 평가해야 한다[12]. 본 연구에서는 식 (6)의 방법으로 표준화 하였다.

$$\frac{x - \mu}{\sigma} = \frac{x_i - MIN_i}{MAX_i - MIN_i} \quad (6)$$

$$x : \begin{cases} \text{최대치} \rightarrow 1 \\ \text{최소치} \rightarrow 0 \end{cases}$$

$MAX_i = i$ 요소의 최대값
 $MIN_i = i$ 요소의 최소값

<표 3>은 식 (6)을 이용하여 기기 성능 Point의 명암비 요소에 대한 각 모델의 raw data를 표준화한 결과를 제시하였다.

<표 3> Raw Data 표준화 결과(명암비 예시)

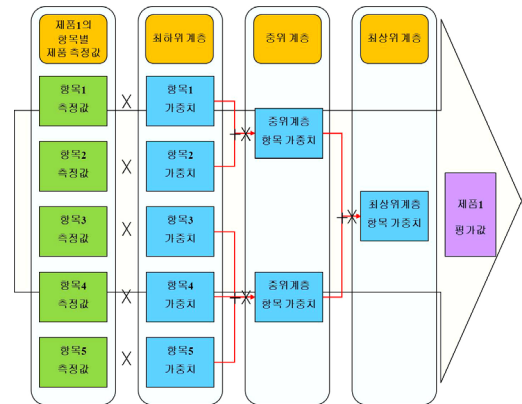
모델명	명암비	표준화
AA1	17000	1
AA2	15000	0.87012987
AB1	10000	0.54545455
AB2	10000	0.54545455
AA3	7000	0.35064935
AC1	7000	0.35064935
BD2	6000	0.28571429
BJ1	6000	0.28571429
AB3	6000	0.28571429
AB4	6000	0.28571429
BD1	5000	0.22077922
BD2	5000	0.22077922
BH1	5000	0.22077922
BE2	5000	0.22077922
BK1	5000	0.22077922
BF21	5000	0.22077922
BM1	4000	0.15584416
BG1	1600	0
BE1	1600	0
BI1	1600	0
BF1	1600	0
BL1	1600	0

3.5.4 LCD TV 제품 평가점수 도출

동일한 기준으로 표준화된 각 제품의 요소에 대한 평가 데이터들은 앞에서 도출된 AHP 각 항목별 계층 가중치에 따라 제품의 평가점수로 도출된다.

<그림 3>은 제품 평가점수 도출 순서를 도식화한 것이다. 각 항목별 표준화된 값들은 AHP 계층

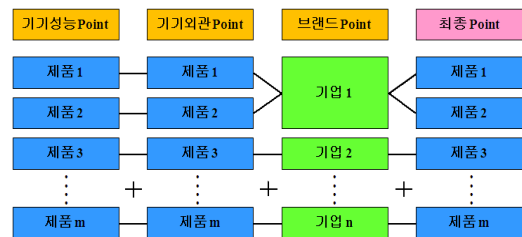
별 해당항목의 가중치를 곱한 다음 더해져서 차상위 계층의 가중치와 다시 곱해진다. 이러한 방식으로 최상위 계층까지 계산을 하여 최종적으로 해당 제품의 평가점수를 도출하게 된다.



<그림 3> LCD TV 제품 평가점수 도출방법

3.6 DEA 분석 요소 계산

DEA 분석에는 각 제품을 DMU로 정의하고 각 DMU를 제 3.4절에서 도출한 최상위 계층의 AHP 가중치로 평가하여 이를 각각 기기 성능 point, 기기 외관 point, 브랜드 point의 3가지 산출요소로 정의하고 각 DMU의 가격을 투입요소로 사용한다.

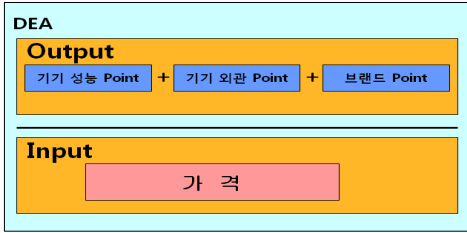


<그림 4> DEA에 입력할 산출요소

<그림 4>와 같이 AHP 방법에 의해 도출된 가중치 적용을 통해 얻은 각 DMU의 기기 성능 및 기기 외관 point는 각 제품에 대한 점수이고, 브랜드 point는 기업에 대한 점수이므로 제품에 대한 점수와 해당 기업의 점수를 DEA에 산출요소로 입

력한다.

단, DEA 분석 시, 투입요소는 가격요소 하나이므로 산출요소를 결정할 때 가격 요인이 중복적으로 들어가지 않도록 AHP 계층구조설계 시 고려하였다. <그림 5>는 투입요소와 산출요소를 도식화한 DEA 모델이다.



<그림 5> LCD TV 평가 DEA 모델

따라서 식 (3)과 식 (4)를 이용한 LCD TV 평가의 DEA 분석에 대한 목적함수와 제약식은 다음과 같다.

$$MAX \quad E_k = \frac{\sum_{r=1}^s Y_{kr} U_{kr}}{\sum_{i=1}^m X_{ki} V_{ki}} \quad (7)$$

subject to

$$E_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^s Y_{jr} U_{kr}}{\sum_{i=1}^m X_{ji} V_{ki}} \leq 1, \text{ for } j=1, 2, \dots, n$$

$$Y_{ki} \geq \varepsilon, \quad i=1$$

$$U_{kr} \geq \varepsilon, \quad r=1, 2, 3$$

E_k = LCD TV 제품의 효율성

U_{kr} = 제품 k의 산출물 r에 대한 가중치 ($r=1, 2, 3$)

Y_{kr} = 제품 k의 산출물 r의 값 ($r=1, 2, 3$)

V_{ki} = 제품 k의 투입요소 i에 대한 가중치 ($i=1$)

X_{ki} = 제품 k의 투입요소 i의 값 ($i=1$)

ε = 매우작은수,

$$0 \leq E_k \leq 1, \quad V_{ki} > 0, \quad U_{kr} > 0,$$

$E_k = 1$ 이면 효율적, $E_k < 1$ 이면 비효율

4. AHP/DEA 혼합모형을 이용한 LCD TV 평가분석

본 장에서는 제 3장에서 공리적 설계를 활용하여 설계한 LCD TV 제품 요소의 점수를 산출요소로 하고 각 LCD TV의 가격을 투입요소로 하여 LCD TV를 평가 하였다.

4.1 평가대상 정의

AHP/DEA 혼합모형에 있어서 평가 대상은 현재 출시되고 있는 기업의 Full-HD급 모델 중 기업 주력 모델인 46~47인치의 모든 제품을 대상으로 한다. 현재 출시 중인 대상 모델의 개수는 총 22개 이고 출시 기업은 13개 업체이다. 이중 대기업은 3개사 8개 제품이고 중소기업은 10개사의 14개 제품이다. <표 4>는 제품평가를 위한 업체와 모델의 인덱스이다.

<표 4> LCD TV 평가대상 모델 인덱스

기업군	업체	모델명
A (대기업)	A	1
		2
		3
	B	1
		2
		3
		4
	C	1
	B (중소기업)	D
2		
3		
E		1
		2
F		1
		2
G		1
H		1
I		1
J		1
K		1
L		1
M	1	

4.2 LCD TV 제품의 평가점수 도출 및 분석

각 평가지표 항목에 대한 제품 별 데이터를 측정하고, 이들을 동일 기준으로 표준화를 실시한다. <표 5>는 AHP 방법에 의한 각 계층항목의 가중치와 각 항목별 측정치의 계산을 통해 도출된 각 제품의 부분별 point이다.

<표 5> 각 제품의 부분별 Point

제품	기기 성능 Point	기기 외관 Point	브랜드 Point
AA1	0.7165	0.403574663	1
AA2	0.5146	0.50312788	1
AA3	0.4238	0.286542043	1
AB1	0.4237	0.373202417	0.948167
AB2	0.4282	0.344948368	0.948167
AB3	0.4285	0.292494376	0.948167
AB4	0.4405	0.246969855	0.948167
AC1	0.6417	0.730464812	0.799959
BD1	0.4029	0.026945271	0.277361
BD2	0.3978	0.026945271	0.277361
BD3	0.394	0.146215207	0.277361
BE1	0.3443	0.102554332	0.00912
BE2	0.377	0.122792215	0.00912
BF1	0.4383	0.11893363	0.338924
BF2	0.3888	0.11893363	0.338924
BG1	0.1717	0.183239184	0.167652
BH1	0.1422	0.119012376	0.114005
BII	0.3903	0.149572598	0.104885
BJ1	0.3734	0.016379297	0.045602
BK1	0.3086	0.197732259	0.080741
BL1	0.1919	0.033381174	0
BM1	0.3633	0.134596814	0.027361

각 평가지표 항목에 대한 제품별 AHP point 분석결과 기기성능, 기기외관, 브랜드 부분에서 모두 대기업 제품군이 중소기업 제품군보다 상대적으로 높은 점수를 받은 것으로 조사되었다. 기기성능은 대기업 제품군의 평균점수가 0.502이고 중소기업 제품군의 평균점수가 0.334로 0.167의 차이를 보였고,

기기외관은 대기업 제품군의 평균 점수가 0.397, 중소기업 제품군의 평균 점수가 0.106으로 0.29정도의 차이를 보였다. 브랜드 부분에서는 대기업 제품군의 편차가 무려 0.801로 조사되었다.

4.3 DEA 분석

제 4.2절에서 도출된 각 부분의 point와 제품의 가격을 통하여 DEA 분석을 실시한다. 각 부분의 제품별 point를 DEA 분석의 산출요소로 입력하고 제품별 가격을 투입요소로 입력하여 DEA 분석을 실시한다. 제품의 출력 데이터는 해당 제품의 기기 성능 point와 기기외관 point, 그리고 제품의 해당 기업의 브랜드 point의 합으로 구성된다.

<표 6> 각 제품의 가격 기준

제품	가격(원)
AA1	2,500,000
AA2	2,900,000
AA3	2,390,000
AB1	2,390,000
AB2	2,850,000
AB3	3,150,000
AB4	2,891,000
AC1	3,680,000
BA1	1,754,200
BA2	2,832,200
BA3	1,690,000
BB1	1,949,220
BB2	1,960,800
BC1	1,590,000
BC2	1,542,300
BD1	2,415,300
BE1	1,588,000
BF1	1,560,000
BG1	1,632,390
BH1	2,380,000
BII	3,290,000
BJ1	1,590,000

제품의 입력 데이터인 제품의 가격은 2007년 8월 말 기준 On/Off-line 판매가의 통합 최저가를 조사하여 제품의 가격으로 입력한다. DEA 분석의 입력 데이터인 각 제품의 가격은 <표 6>에 제시하였다.

4.4 AHP/DEA 분석결과

다음 <표 7>은 각 제품의 AHP point와 DEA 분석 결과를 나타낸 것이다.

첫째, 산출요소로 AHP의 세 가지 point를 모두 투입하여 AHP/DEA 분석을 실시한 결과, 100의 효율을 보인 제품은 대기업 제품군인 AA1, AA2, AA3,

AC1의 대기업 제품군으로만 조사되었고, 중소기업 제품군에서는 효율이 100인 제품이 없는 것으로 나타났다. 효율 100을 보인 제품 4가지에 대한 가격을 확인해보면 <표 8>과 같다.

가장 비싼 제품인 AC1의 가격은 3,680,000원이고 가장 싼 제품인 AA3의 가격은 2,390,000원으로 1,290,000원의 차이를 보이고 있다. 위 제품 간의 분야별 Point는 <표 9>와 같다. AA1 제품과 이 제품보다 가격이 1,000,000가량이 비싼 AC1 제품의 기기 성능 Point는 오히려 AA1의 제품이 AC1 제품보다 좋은 점수를 받았으며, AC1 제품은 기기 외관 Point에서 다른 제품보다 좋은 점수를 받은

<표 7> 각 제품의 AHP Point와 DEA 분석결과

구 분	AHP Point			DEA						
	성능	외관	브랜드	성능/외관/ 브랜드	성능/외관	성능/브랜드	외관/브랜드	성능	외관	브랜드
AA1	0.7165	0.4036	1	100	100	100	100	100	81.33	95.6
AA2	0.5146	0.5031	1	100	90.63	83.59	100	61.92	87.4	82.41
AA3	0.4238	0.2865	1	100	69.69	100	100	61.88	60.4	100
AB1	0.4237	0.3732	0.9482	98.81	83.84	95.16	98.81	61.86	78.67	94.82
AB2	0.4282	0.3449	0.9482	81.93	66.64	79.86	81.93	52.42	60.98	79.51
AB3	0.4285	0.2925	0.9482	72.56	53.8	72.26	72.56	47.46	46.78	71.94
AB4	0.4405	0.2470	0.9482	78.89	53.16	78.89	78.39	53.16	43.04	78.39
AC1	0.6417	0.7305	0.7800	100	100	60.85	100	60.85	100	51.95
BD1	0.4029	0.0269	0.2774	80.13	80.13	80.13	37.79	80.13	7.74	37.79
BD2	0.3978	0.0269	0.2775	49.01	49.01	49.01	23.41	49.01	4.79	23.41
BD3	0.3940	0.1462	0.2775	81.36	81.36	81.36	49.23	81.36	43.59	39.22
BE1	0.3443	0.1026	0.0091	61.63	61.63	61.63	26.51	61.63	26.51	1.12
BE2	0.3770	0.1228	0.0091	67.08	67.08	67.08	31.55	67.08	31.55	1.11
BF1	0.4383	0.1189	0.3389	96.19	96.19	96.19	52.23	96.19	37.68	50.95
BF2	0.3888	0.1189	0.3389	87.97	87.97	87.97	53.85	87.97	38.85	52.52
BG1	0.1717	0.1832	0.1677	38.79	38.79	24.8	38.22	24.8	38.22	16.59
BH1	0.1422	0.1190	0.1140	40.82	40.82	31.25	37.76	31.25	37.76	17.16
BH2	0.3903	0.1496	0.1049	87.31	87.31	87.31	48.3	87.31	48.3	16.07
BJ1	0.3734	0.0164	0.0456	79.82	79.82	79.82	6.87	79.82	5.05	6.68
BK1	0.3086	0.1977	0.0807	49.16	49.16	45.24	41.86	45.24	41.86	8.11
BL1	0.1919	0.0334	0	20.36	20.36	20.36	5.11	20.36	5.11	X
BM1	0.3633	0.1346	0.0274	79.73	79.73	79.73	42.65	79.73	42.65	4.11

것으로 나타났다.

〈표 8〉 효율 100으로 조사된 제품과 가격

제품	가격(원)
AA1	2,500,000
AA2	2,900,000
AA3	2,390,000
AC1	3,680,000

〈표 9〉 효율 100인 제품의 각 부분 Point

제품	기기 성능 Point	기기 외관 Point	브랜드 Point
AA1	0.716482562	0.403574663	1
AA2	0.514633174	0.50312788	1
AA3	0.423838339	0.286542043	1
AC1	0.641747899	0.730464812	0.799959398

둘째, AHP/DEA 분석에서 산출요소로 기기 성능 Point와 기기 외관 Point를 투입하여 분석을 실시하였을 경우, 효율 100을 보인 제품은 AA1, AC1 제품으로 조사되었다. 이는 첫째 분석결과와 마찬가지로 대기업 제품군만이 효율 100을 보인 것으로 나타났지만, 중소기업 제품군들이 첫째 분석결과보다 상위에 랭크되어 있는 것을 볼 수 있다. 대기업제품군인 AA3, AB2, AB3, AB4의 제품은 효율이 낮은 것으로 조사되었다. 중소기업 제품군의 가장 높은 효율을 보인 BF1 제품과 대기업 제품군의 가장 낮은 효율을 보인 AB4 제품의 가격은 각각 1,560,000원과 2,891,000원으로 1,331,000원의 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다.

셋째, 기기 성능 Point와 브랜드 Point를 산출요소로 투입하여 분석한 경우 효율 100을 보인 제품은 AA1과 AA3로 나타났으며 첫째와 둘째 분석에서와 같이 대기업 제품군만이 효율 100을 보인 것으로 조사되었다. 하지만 셋째 분석에서 역시 중소기업 제품들이 대기업 제품들보다 상대적으로 높은 효율을 나타낸 제품들이 있었고, 중소기업 제품 중 가장 높은 효율을 보인 BF1과 대기업 제품 중 가장 낮은 효율을 보인 AC1과의 효율차이는 96.19와

60.85로 35.34의 차이가 났지만, 두 제품의 가격은 각각 1,560,000원과 3,680,000원으로 무려 2,120,000원의 차이를 보이는 것으로 조사되었다.

넷째, 기기 외관 Point와 브랜드 Point를 산출요소로 투입하여 분석한 경우에 효율 100을 보인 제품은 AA1, AA2, AA3, AC1으로 나타났으며 이번 분석 역시 첫 번째 분석결과와 동일하게 조사되었다.

다섯째, 기기 성능 Point만을 산출요소로 투입했을 경우의 분석결과로는 AA1만이 효율 100을 보이는 것으로 조사되었고 다수의 중소기업제품군이 상위권에 랭크되는 것으로 나타났다.

여섯째, 기기 외관 Point만을 산출요소로 투입하였을 경우 AC1 제품만이 효율 100을 보이는 것으로 조사되었다.

마지막으로 브랜드 Point만을 산출요소로 투입하여 분석을 실시했을 경우 AA3 제품만이 효율 100을 보이는 것으로 조사되었다.

4.5 AHP 분석 결과와 AHP/DEA 분석 결과 비교

〈표 10〉은 AHP 분석에서 세 가지 Point를 나누지 않고 기기성능, 기기외관, 브랜드의 가중치를 도출하여 각 제품을 평가한 순위와 AHP/DEA 분석을 통한 효율에 대한 순위를 나타낸 것이다. AHP 분석에서는 대기업 제품군이 중소기업 제품군보다 모두 상위에 랭크되었지만 AHP/DEA 분석에서는 AB2와 AB3 제품처럼 효율이 중소기업 제품군보다 떨어지는 대기업 제품군들이 있는 것으로 분석되었다.

5. 결 론

본 논문은 LCD TV 제품의 평가를 위해 공리적 설계방법을 활용하여 LCD TV 평가지표 항목을 계층화된 형태로 도출하고 이를 AHP 분석기법을 통해 가중치를 도출하여 제품별 평가 점수를 측정하였고, AHP 분석을 통해 구해진 기기 성능, 기기

〈표 10〉 AHP 분석 순위와 AHP/DEA 분석 순위

AHP			AHP/DEA		
순위	제품	점수	순위	제품	효율
1	AC1	0.8171718	1	AC1	100
2	AA2	0.6547314	1	AA2	100
3	AA1	0.640655	1	AA1	100
4	AB1	0.5302662	1	AA3	100
5	AB2	0.5116888	5	AB1	98.81
6	AA3	0.4778454	6	BF1	96.19
7	AB3	0.4750098	7	BF2	87.97
8	AB4	0.4463989	8	BI1	87.31
9	BF1	0.2585746	9	AB2	81.93
10	BD3	0.25563	10	BD3	81.36
11	BF2	0.2449205	11	BD1	80.13
12	BK1	0.2366939	12	BJ1	79.82
13	BI1	0.2293677	13	BM1	79.73
14	BG1	0.2026633	14	AB4	78.89
15	BM1	0.1990076	15	AB3	72.56
16	BE2	0.1915829	16	BE2	67.08
17	BD1	0.1744574	17	BE1	61.63
18	BD2	0.1730573	18	BK1	49.16
19	BE1	0.1683669	19	BD2	49.01
20	BH1	0.140922	20	BH1	40.82
21	BJ1	0.1218418	21	BG1	38.79
22	BL1	0.0763764	22	BL1	20.36

외관, 브랜드의 세 가지 요소 점수에 대한 DEA 분석을 이용한 가격대비 효율을 평가하였다.

분석 결과에 의하면 중소기업 제품군에서 효율성이 100을 보였던 제품은 하나도 없었으며, 대기업 제품군들이 상대적으로 좋은 효율을 보이고 있는 것으로 조사되었다. 이는 기기외관 Point와 브랜드 Point에서 높은 평가 점수를 받은 대기업 제품군들이 세 가지 Point를 모두 고려한 DEA 분석 결과에서도 좋은 평가를 받은 것으로 나타났다.

하지만 기기외관이나 브랜드의 평가점수를 제외한 DEA 분석 결과에서는 일부 중소기업 제품들이 대기업 제품보다 더 높은 효율을 보이는 경우도 있는 것으로 조사되었는데, 이는 기기성능에 대한 평

가 점수에서도 나타났듯이 성능 상으로는 대기업 제품보다 높게 평가되었지만, 제품의 외관이나 낮은 브랜드 점수로 인하여 저평가 된 것으로 분석되었다. 즉, 고가의 대기업 제품이 저가의 중소기업 제품보다 항상 높은 효율을 보이는 것은 아니라는 것을 알 수 있다. 몇몇 대기업 제품의 경우 기기성능 부분의 점수가 좋지 않았음에도 기기외관과 브랜드 부분의 점수가 중소기업 제품들에 비해 상대적으로 높아 비싼 가격임에도 불구하고 가격대비 효율이 100으로 나타나는 것을 알 수 있었다.

따라서 중소기업은 향후 제품을 개발할 때 대기업 제품을 벤치마킹하고 시장의 소비자 선호도를 분석하여 기기외관 디자인에 보다 중점을 두어 개발하여야 하며, 제품 홍보시 브랜드 이미지가 소비자에게 긍정적으로 받아들여지도록 노력할 필요가 있다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 LCD TV 시장의 특성상 제품군의 가격대 편차가 심한 현재의 상황과 소비자의 입장에서 높은 가격대를 형성하고 있는 대기업 제품들이 상대적으로 낮은 가격의 중소기업 제품들과 어느 정도의 효율차이가 있는지를 가격이라는 투입요소를 선택하고 이들을 DEA 분석을 통하여 제품들의 효율을 측정해 보았는데 의의가 있으며, 이러한 효율성 측정 모델을 설계하기 위해 LCD TV에 대한 평가요소를 공리적 설계에 입각해서 체계적으로 계층구조를 설계하고 효율성 측정을 위해 AHP와 DEA의 혼합 접근법을 적용하였다. 이를 통하여 소비자는 LCD TV선택 시 제품들을 여러 가지 평가 요소를 통하여 효율적인 모델을 선택할 수 있는 기회를 얻을 수 있고, 기업의 입장에서는 추후 제품에 있어서 기기성능, 기기외관, 브랜드 요소 중 어느 분야를 강화하여 제품을 시장에 출시하는 것이 시장에서 성공을 거둘지 예측해 볼 수 있는 자료를 획득하는데 기여할 수 있을 것이다.

또한 본 연구에서 제안하는 모형은 평가 척도와 형태가 다른 다양한 평가요소와 수 많은 평가 대상이 존재할 경우 이를 객관적이고 효과적으로 평가

할 수 있는 일반화된 방법을 제시함으로써, 향후 보다 다양한 분야에 활용될 수 있을 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] 김준범, 김우제, 조남욱, “DEA와 AHP 모형을 이용한 제조공정들 간 효율성 평가”, 『IE Interface』, 제21권, 제3호(2008), pp.302-311.
- [2] 김찬수, “국방핵심기술 연구개발의 제안서 평가지표 개발에 관한 연구”, 박사학위논문, 부산대학교 대학원, 2008.
- [3] 김찬수, 조규갑, “국방핵심기술 연구개발의 제안서 평가를 위한 평가지표 개발에 관한 연구”, 『IE Interface』, 제21권, 제1호(2008), pp.96-108.
- [4] 김창욱, “격화되는 평판 TV 시장의 가격경쟁”, 『SERI 경제포커스』, 제45권(2005).
- [5] 디스플레이서치(www.displaysearch.kr) 2011년 9월 27일자 보도자료-최근 LCD 산업 현황 및 향후 전망, 2011.
- [6] 변대호, “AHP를 이용한 가상쇼핑몰 평가”, 『한국경영과학회지』, 제18권, 제1호(2001), pp.55-68.
- [7] 변대호, “AHP를 이용한 자동차 구입모델 선정에 관한 연구”, 『한국경영과학회지』, 제13권, 제3호(1996), pp.75-90.
- [8] 정보통신산업진흥원, “중국 LCD TV 시장 동향과 전망”, 『IT SPOT』, Issue 2010-S16, 2010.
- [9] 조근태, 조용근, 강현수, 『앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정』, 동현출판사, 2003.
- [10] 차성운, 박경진 역, 『공리적설계[1]』, 서남표저, 동명사, 2009.
- [11] LCD 모니터 시험결과 보고서, 소비자보호원, 2007.
- [12] Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision making units,” *European Journal of Operational Research*, Vol.2, No.6(1978), pp.429-444.
- [13] Lin, C.M., H.S. Hsu, S.T. Wang, and H.K. Lee, “A Performance Evaluation Model Based On AHP and DEA,” *Journal of Chinese Institute of Industrial Engineers*, Vol.22, No.3 (2005), pp.243-251.
- [14] Suh, N.P., “Axiomatic Design Theory for Systems,” *Research in Engineering Design*, Vol.10(1998), pp.189-209.

〈부록 A〉 세 번째 이하 수준의 공리적 설계 결과

〈부록 A〉에서는 제 2장에서 포함하지 않은 세 번째 이하 수준에 대한 공리적 설계 결과를 제시하였다.

A.1 세 번째 단계의 분해수준

세 번째 분해 수준의 설계는 FR11, FR12, FR13의 분해 및 비연성 또는 비연성화된 DP의 선정과정으로 구성된다.

A.1.1 FR11의 분해

〈STEP 1 : FR11의 분해〉

상위 수준의 FR11과 DP11의 정의 후 다음 단계로 FR11의 분해이다. FR11을 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

- FR111 = 영상 재현이 충실해야 한다.
- FR112 = 오디오 재현이 충실해야 한다.
- FR113 = 확장이 가능해야 한다.
- FR114 = 전력소비가 적어야 한다.
- FR115 = 기기 사용이 편리해야 한다.

〈STEP 2 : DP11s의 선정〉

이 단계는 분해된 FR11을 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR111, FR112, FR113, FR114, FR115를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

- DP111 = 영상
- DP112 = 오디오
- DP113 = 확장
- DP114 = 전력
- DP115 = 사용자 편의

〈STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP11s 선정〉

FR11s로부터 DP11s로 사상을 나타내는 설계방

정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{111} \\ FR_{112} \\ FR_{113} \\ FR_{114} \\ FR_{115} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{111} \\ DP_{112} \\ DP_{113} \\ DP_{114} \\ DP_{115} \end{Bmatrix} \quad (A1)$$

각각의 FRs는 해당 DPs와의 관계만을 가지므로 독립성을 만족하고 있는 비연성설계이다.

A.1.2 FR12의 분해

〈STEP 1 : FR12의 분해〉

상위 수준의 FR12와 DP12의 정의 후 다음 단계로 FR12의 추가 분해이다. FR12를 참고하고 요구 분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

- FR121 = 소비자의 취향을 고려한 외관 디자인이어야 한다.
- FR122 = 소비자가 원하는 규격을 만족해야 한다.

〈STEP 2 : DP12s의 선정〉

이 단계는 분해된 FR12를 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR121, FR122를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

- DP121 = 디자인 및 설치기능
- DP122 = 제품 규격

〈STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP12s 선정〉

FR12s로부터 DP12s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{121} \\ FR_{122} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{121} \\ DP_{122} \end{Bmatrix} \quad (A2)$$

FR121은 DP121과 DP122에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs과 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야

한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

A.1.3 FR13의 분해

<STEP 1 : FR13의 분해>

상위 수준의 FR13과 DP13의 정의 후 다음단계로 FR13의 추가 분해이다. FR13을 참고하고 요구 분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR131 = 가치있는 브랜드여야 한다.

FR132 = 브랜드의 제품 사후관리가 철저해야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR13을 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR131, FR132를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP131 = 브랜드 인지도

DP132 = 브랜드의 A/S 정책

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP13s 선정>

FR13s으로부터 DP13s으로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{131} \\ FR_{132} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{131} \\ DP_{132} \end{Bmatrix} \quad (A3)$$

FR131은 DP131과 DP132에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs와 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

A.2 네 번째 단계의 분해수준

네 번째 분해 수준의 설계는 FR111~FR115, FR121~FR122, FR131~FR132의 분해 및 비연성 또

는 비연성화된 DP의 선정 과정으로 구성된다.

A.2.1 FR111의 분해

<STEP 1 : FR111의 분해>

상위 수준의 FR111과 DP111의 정의 후 다음단계로 FR111의 추가 분해이다. FR111을 참고하고 요구 분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1111 = 영상표현이 충실해야 한다.

FR1112 = 영상처리가 잘되어야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR111을 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR1111, FR1112를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP1111 = DISPLAY

DP1112 = S/W 영상부분

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP111s 선정>

FR111s으로부터 DP111s으로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{1111} \\ FR_{1112} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1111} \\ DP_{1112} \end{Bmatrix} \quad (A4)$$

FR1111은 DP1111과 DP1112에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs와 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

A.2.2 FR112의 분해

<STEP 1 : FR112의 분해>

상위 수준의 FR112과 DP112의 정의 후 다음단계로 FR112의 추가 분해이다. FR112를 참고하고 요구 분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1121 = 오디오 표현이 충실해야 한다.

FR1122 = 오디오 처리가 충실해야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR112를 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR1121, FR1122를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP1121 = SPEAKER

DP1122 = S/W 오디오부분

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP112s 선정>

FR112s로부터 DP112s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{1121} \\ FR_{1122} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1121} \\ DP_{1122} \end{Bmatrix} \quad (A5)$$

FR1121은 DP1121과 DP1122에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs과 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

DP1122는 FR1122를 만족하는 최소정보만을 가지고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.2.3 FR113의 분해

<STEP 1 : FR113의 분해>

상위 수준의 FR113과 DP113의 정의 후 다음단계로 FR112의 추가 분해이다. FR113을 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1131 = 확장 기기와의 입·출력이 원활해야 한다.

FR1132 = 여러 기기와의 확장이 가능해야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR113을 만족하기 위한 DP

를 선정하는 단계이다. FR1131, FR1132를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP1131 = 확장 신호처리

DP1132 = 확장 포트

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP113s 선정>

FR113s으로부터 DP113s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{1131} \\ FR_{1132} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1131} \\ DP_{1132} \end{Bmatrix} \quad (A6)$$

FR1131은 DP1131과 DP1132에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs과 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

DP1131은 FR1131을 만족하는 최소정보만을 가지고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.2.4 FR114의 분해

<STEP 1 : FR114의 분해>

상위 수준의 FR114와 DP114의 정의 후 다음단계로 FR114의 추가 분해이다. FR114를 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1141 = 표준전력 사용량이 적어야 한다.

FR1142 = 대기전력 사용량이 적어야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR114를 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR1141, FR1142를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP1141 = 표준전력 사용량

DP1142 = 대기전력 사용량

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP114s 선정>

FR114s로부터 DP114s로 사상을 나타내는 설계 방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{cases} FR_{1141} \\ FR_{1142} \end{cases} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{cases} DP_{1141} \\ DP_{1142} \end{cases} \quad (A7)$$

각각의 FRs는 해당 DPs와의 관계만을 가지므로 독립성을 만족하고 있는 비연성설계이다. DP1141과 FR1142는 FR114를 만족하는 최소정보만을 가지고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.2.5 FR115의 분해

<STEP 1 : FR115의 분해>

상위 수준의 FR115와 DP115의 정의 후 다음단계로 FR115의 추가 분해이다. FR115를 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1151 = 각 기능의 사용(기기 컨트롤)이 쉬워야 한다.

FR1152 = 리모컨의 조작이 편리해야 한다.

FR1153 = 기능 S/W의 인터페이스가 편리해야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR115를 만족하기 위한 DPs를 선정하는 단계이다. FR1151, FR1152, FR1153을 만족하기 위한 DPs는 다음과 같이 설계하였다.

DP1151 = 기기 외부 버튼 구성

DP1152 = 리모컨 구성

DP1153 = S/W 인터페이스 구성

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP115s 선정>

FR115s로부터 DP115s로 사상을 나타내는 설계 방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{cases} FR_{1151} \\ FR_{1152} \\ FR_{1153} \end{cases} = \begin{bmatrix} X & X & X \\ 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{cases} DP_{1151} \\ DP_{1152} \\ DP_{1153} \end{cases} \quad (A8)$$

FR1151은 DP1151과 DP1152, DP1153에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs와 DPs의 독립성을 만족하기 위해서는 DPs의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

DP1151~DP1153은 FR115를 만족하는 최소정보만을 가지고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.2.6 FR121의 분해

<STEP 1 : FR121의 분해>

상위 수준의 FR121과 DP121의 정의 후 다음단계로 FR121의 추가 분해이다. FR121을 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1211 = 공인받은 외관 디자인이어야 한다.

FR1212 = 디자인 선택이 가능해야 한다.

FR1213 = 기기의 설치방법 선택이 가능해야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR121을 만족하기 위한 DPs를 선정하는 단계이다. FR1211, FR1212, FR1213을 만족하기 위한 DPs는 다음과 같이 설계하였다.

DP1211 = 국내/외 컨퍼런스 및 평가기관의 디자인 관련 수상 경력

DP1212 = 동일 제품(동일 스펙)내의 디자인 선택

DP1213 = 기기 설치 기능 옵션

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP121s 선정>

FR121s로부터 DP121s로 사상을 나타내는 설계 방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{cases} FR_{1211} \\ FR_{1212} \\ FR_{1213} \end{cases} = \begin{bmatrix} X & 0 & X \\ 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{cases} DP_{1211} \\ DP_{1212} \\ DP_{1213} \end{cases} \quad (A9)$$

FR1211은 DP1211과 DP1213에 상관관계를 가지

고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs과 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

DP1211~DP1213은 FR121을 만족하는 최소정보만을 가지고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.2.7 FR122의 분해

<STEP 1 : FR122의 분해>

상위 수준의 FR122와 DP122의 정의 후 다음단계로 FR122의 추가 분해이다. FR122를 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1221 = 기기가 커보여야 한다.

FR1222 = 기기가 가벼워야 한다.

FR1223 = 기기가 얇아야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR122를 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR1221, FR1222, FR1223을 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP1221 = 규격 크기

DP1222 = 규격 무게

DP1223 = 규격 둘레

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP122s 선정>

FR122s로부터 DP122s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{1221} \\ FR_{1222} \\ FR_{1223} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1221} \\ DP_{1222} \\ DP_{1223} \end{Bmatrix} \quad (A10)$$

각각의 FRs은 해당 DP와의 관계만을 가지므로 독립성을 만족하고 있는 비연성설계이다. DP1221~DP1223은 FR122를 만족하는 최소정보만을 가지

고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.2.8 FR131의 분해

<STEP 1 : FR131의 분해>

상위 수준의 FR131과 DP131의 정의 후 다음단계로 FR131의 추가 분해이다. FR131을 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1311 = 고객에게 인정받는 브랜드여야 한다.

FR1312 = 고객에게 많이 선택받는 브랜드여야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR131을 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR1311, FR1312를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP1311 = 국내/외 평가기관의 브랜드 관련 수상 경력

DP1312 = 브랜드의 시장점유율

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP131s 선정>

FR131s로부터 DP131s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{1311} \\ FR_{1312} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1311} \\ DP_{1312} \end{Bmatrix} \quad (A11)$$

각각의 FRs은 해당 DP와의 관계만을 가지므로 독립성을 만족하고 있는 비연성설계이다. DP1311과 DP1312는 FR131을 만족하는 최소정보만을 가지고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.2.9 FR132의 분해

<STEP 1 : FR132의 분해>

상위 수준의 FR132와 DP132의 정의 후 다음단계로 FR132의 추가 분해이다. FR132를 참고하고

요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR1321 = A/S 망이 충분해야 한다.

FR1322 = 브랜드의 서비스가 믿을 수 있어야 한다.

FR1323 = 브랜드의 제품 보증기간이 길어야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR132를 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR1321, FR1322, FR1323을 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP1321 = 브랜드의 A/S망

DP1322 = 브랜드의 서비스인증 채택

DP1323 = 제품 보증기간

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP132s 선정>

FR132s로부터 DP132s로 사상을 나타내는 설계 방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{1321} \\ FR_{1322} \\ FR_{1323} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} XX & 0 \\ 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{1321} \\ DP_{1322} \\ DP_{1323} \end{Bmatrix} \quad (A12)$$

FR1321은 DP1321과 DP1322에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs과 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

DP1321~DP1323은 FR132를 만족하는 최소정보만을 가지고 있기 때문에 더 이상의 분해를 실시하지 않고 종료한다.

A.3 다섯 번째 단계의 분해수준

다섯 번째 분해 수준의 설계는 앞의 네 번째 분해 단계에서 최소정보량을 만족하여 분해가 종료된 FR1122, FR1141, FR1142, FR1151, FR1152, FR1153, FR1211, FR1212, FR1213, FR1221, FR1222, FR1223, FR1311, FR1312, FR1321, FR1322, FR1323을 제외하고 나머지 FR1111, FR1112, FR1121, FR1131,

FR1132의 분해 및 비연성 또는 비연성화된 DP의 선정과정으로 구성된다.

A.3.1 FR1111의 분해

<STEP 1 : FR1111의 분해>

상위 수준의 FR1111과 DP1111의 정의 후 다음 단계로 FR1111의 추가 분해이다. FR1111을 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR11111 = 디스플레이의 결점이 없어야 한다.

FR11112 = 눈의 피로도가 적어야 한다.

FR11113 = 빛샘(빛피침) 현상이 없어야 한다.

FR11114 = 잔상이 남지 않아야 한다.

FR11115 = 색 재현이 잘되어야 한다.

FR11116 = 화면이 선명해야 한다.

FR11117 = 측면에서의 화면 일그러짐이 없어야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR1111을 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR11111~FR11117을 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP11111 = 무결점 정책

DP11112 = 최대밝기

DP11113 = 밝기의 균일성

DP11114 = 응답속도

DP11115 = 명암비

DP11116 = 해상도

DP11117 = 시야각

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP1111s 선정>

FR1111s로부터 DP1111s로 사상을 나타내는 설계 방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{11111} \\ FR_{11112} \\ FR_{11113} \\ FR_{11114} \\ FR_{11115} \\ FR_{11116} \\ FR_{11117} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{11111} \\ DP_{11112} \\ DP_{11113} \\ DP_{11114} \\ DP_{11115} \\ DP_{11116} \\ DP_{11117} \end{Bmatrix} \quad (A13)$$

FR11112은 DP11112과 DP11113에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs과 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

A.3.2 FR1112의 분해

<STEP 1 : FR1112의 분해>

상위 수준의 FR1112와 DP1112의 정의 후 다음 단계로 FR1112의 추가 분해이다. FR1112를 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR11121 = HD 방송 수신이 잘되어야 한다.

FR11122 = 화질선택과 조절이 가능해야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR1112를 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR11121과 FR11122를 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP11121 = HD 방송 수신칩

DP11122 = 화질조정

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP1112s 선정>

FR1112s로부터 DP1112s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{11121} \\ FR_{11122} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{11121} \\ DP_{11122} \end{Bmatrix} \quad (A14)$$

각각의 FRs은 해당 DPs와의 관계만을 가지므로 독립성을 만족하고 있는 비연성설계이다.

A.3.3 FR1121의 분해

<STEP 1 : FR1121의 분해>

상위 수준의 FR1121과 DP1121의 정의 후 다음 단계로 FR1121의 추가 분해이다. FR1121을 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는

하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR11211 = 기본스피커의 음질이 좋아야 한다.

FR11212 = 기본스피커의 위치가 좋아야 한다.

FR11213 = 기본스피커의 수가 많아야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR1121을 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR11211, FR11212, FR11213을 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP11211 = 기본스피커 출력

DP11212 = 기본스피커 위치

DP11213 = 기본스피커 개수

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP1121s 선정>

FR1121s로부터 DP1121s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{11211} \\ FR_{11212} \\ FR_{11213} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X & X \\ 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{11211} \\ DP_{11212} \\ DP_{11213} \end{Bmatrix} \quad (A15)$$

FR11211은 DP11211과 DP11212, DP11213에 상관관계를 가지고 있으므로 이 설계는 비연성화 설계로서 FRs과 DP의 독립성을 만족하기 위해서는 DP의 순차적 수행으로 FRs의 달성 요구수준과 제약을 만족하여야 한다. 본 설계의 효과성은 각 FR의 달성 요구수준과 제약의 만족에 달려있다.

A.3.4 FR1132의 분해

<STEP 1 : FR1132의 분해>

상위 수준의 FR1132와 DP1132의 정의 후 다음 단계로 FR1132의 추가 분해이다. FR1132를 참고하고 요구분석 결과를 고려하여 독립성을 가지는 하위의 FRs를 다음과 같이 설계하였다.

FR11321 = HDMI를 통한 입·출력이 가능해야 한다.

FR11322 = DVI를 통한 입·출력이 가능해야 한다.

FR11323 = S-VIDEO를 통한 입·출력이 가능

해야 한다.

FR11324 = 옵티컬 포트를 통한 입·출력이 가능해야 한다.

FR11325 = 컴포넌트를 통한 입·출력이 가능해야 한다.

FR11326 = 콤포지트를 통한 입·출력이 가능해야 한다.

FR11327 = RGB를 통한 PC와의 입·출력이 가능해야 한다.

FR11328 = USB를 통한 입·출력이 가능해야 한다.

<STEP 2 : DP의 선정>

이 단계는 분해된 FR1132를 만족하기 위한 DP를 선정하는 단계이다. FR11321을 만족하기 위한 DP는 다음과 같이 설계하였다.

DP11321 = HDMI

DP11322 = DVI

DP11323 = S-VIDEO

DP11324 = 옵티컬

DP11325 = 컴포넌트

DP11326 = 콤포지트

DP11327 = PC(RGB)

DP11328 = USB

<STEP 3 : 설계행렬 평가 및 최적 DP1132s 선정>

FR1132s로부터 DP1132s로 사상을 나타내는 설계방정식은 다음과 같이 결정되었다.

$$\begin{Bmatrix} FR_{11321} \\ FR_{11322} \\ FR_{11323} \\ FR_{11324} \\ FR_{11325} \\ FR_{11326} \\ FR_{11327} \\ FR_{11328} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{11321} \\ DP_{11322} \\ DP_{11323} \\ DP_{11324} \\ DP_{11325} \\ DP_{11326} \\ DP_{11327} \\ DP_{11328} \end{Bmatrix} \quad (A16)$$

각각의 FRs은 해당 DP와의 관계만을 가지므로 독립성을 만족하고 있는 비연성설계이다.