

가치공학적 접근을 통한 인간중심적 제품 개발 방안

박성준¹ · 박재일²

¹아주대학교 산업공학과 / ²아주대학교 산업정보시스템공학부
naughtyboy84@ajou.ac.kr, jipark@ajou.ac.kr

A Value Engineering Approach to the Human-Centered Product Development

Seong Jun Park¹, Jae Il Park²

¹Department of Industrial Engineering, Ajou University, Suwon, 443-749

²Department of Industrial & Information System Engineering, Ajou University, Suwon, 443-749

ABSTRACT

As the human-centered product design has been emphasized as one of differentiated marketing factors, the products developed with the factors related to human characteristics are on an upward trend. Current development for the human-centered products is based on PPP(Product Performance Program) and UD(Universal Design) cases, but the products often results in being highly expensive so that a few of customers benefit from them. To achieve less expensive UD products, the initial stage of the product development needs to include value engineering (VE) that provides analysis tools for UD functions and their costs. This study presents UD development process integrated with VE.

Key word : Human-Centered Product Design, Value Engineering, Universal Design

1. 서 론

21세기에 들어 인간중심적인 디자인이 큰 패러다임을 형성하기 시작하였다. 이전까지의 제품 개발은 생산 및 제조의 편의성만을 고려하여 진행되어 왔고 이는 결국 제품 개발과정에서 많은 개선과 디자인 변경을 초래하였다. 이러한 문제점들은 결국 제품 개발의 불가피한 기간 연장을 초래하였다. 이러한 문제점들을 없애기 위해 기업들은 점차 제품개발과정에서 사용자의 요구를 충족시키기 위한 인간중심적인 제품 개발을 시도하였다. 산업사회에서 나타나던 획일화, 표준화된 제품 개발이 최근 들어 사용자인 인간을 고려하여 가변성을 갖게 되었다[1, 2].

이러한 인간중심적인 제품 개발을 위해 유니버설 디자인(Universal Design)이 등장하게 되었다. 유니버설 디

자인은 제품 사용자의 관점을 중요시하여 제품을 최대한 누구나 사용할 수 있도록 디자인 하는 것을 목표로 하는 디자인 과정과 그로 인해 만들어진 제품을 말한다. 유니버설 디자인은 인간의 다양성을 존중하며 모든 사람들이 제품을 쓰는데 제약이 없도록 하는 포용함을 전제로 하고 있다. 유니버설 디자인에서는 보다 인간중심적 설계를 하기 위해서 유니버설 디자인의 달성도를 수치화 하여 평가할 수 있는 지표로 PPP(Product Performance Program)를 사용하고 있다. PPP는 유니버설 디자인의 7원칙과 3부칙의 가이드라인을 기초로 55항목을 도출하여 각각의 가이드라인 별로 달성도를 측정한다. PPP는 유연성을 가진 평가방법으로 55가지 항목의 가이드라인을 자신들의 제품에 맞추어 효과적으로 변화시켜 평가할 수도 있다[3, 4].

이러한 유니버설 디자인은 제품의 기능 향상에 초점이 맞

추여져 있기 때문에 경제적인 면에서 소홀히 다루어지고 있다. 그로 인하여 유니버설 디자인을 위한 제품들이 고가에 설계되고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 제품의 기능을 명확히 하여 그 기능의 가치를 산출하여 가치가 낮은 부분을 높이는 개선 활동인 가치공학(VE, Value Engineering)의 방법론을 유니버설 디자인 설계 과정에 적용시켜 보았다[5]. 가치 공학은 궁극적으로 제품의 가치 향상을 추구하며, 이를 위해 5가지 원칙을 기본으로 시행된다. 5가지 원칙은 가치 공학은 사용자의 만족을 염두에 두고 활동해야 한다는 사용자 우선의 원칙, 기능의 달성을 최우선으로 해야 한다는 기능 본위의 원칙, 어려운 창조도 해쳐 나가야 함을 의미하는 창조에 의한 변경 원칙, 다양한 전문가들에 의해서 가치 이루어져야 한다는 팀 디자인의 원칙, 그리고 앞의 4가지 원칙을 통합한 가치 향상의 원칙으로 구성되어 있다. 그림 1은 가치를 산출하는 식을 나타내고 있다[6].

$$V(\text{Value} - \text{가치}) = \frac{F(\text{Function} - \text{기능})}{C(\text{Cost} - \text{비용})}$$

그림 1. 식을 통한 가치 산출

본 연구에서는 가치 공학의 방법론을 통해, 유니버설 디자인을 적용시키기 위한 제품의 기능을 명확히 하고, 각 기능마다 적용시킬 아이디어에 대한 코스트를 산정하였다. 유니버설 디자인의 달성도를 평가할 때 쓰이는 지표인 PPP를 통해 개선시킬 제품에 대한 목표 가격을 정하고 이를 전체 아이디어에 대한 코스트와 비교 하였다. 2장에서는 유니버설 디자인과 가치공학에 대한 문헌조사를 하였고, 3장에서는 실제 제품에 대한 개선을 통해 가치공학이 어떻게 적용되는지를 보여주었고, 4장에서는 결론을 내렸다.

2. 문헌 조사

2.1 유니버설 디자인

최근 5년 사이에 유니버설 디자인에 대한 인식이 비약적으로 높아지고 있다. 유니버설 디자인은 점점 고객이 제품을 구입할 때 구입결정을 좌우하는 중요한 요소가 되어가고 있다. 그로 인해 기업은 유니버설 디자인을 사용함으로써 자신들의 브랜드 가치를 높이고 이익을 증가시킬 수 있다.

실제로 일본과 같은 경우는 많은 회사에서 유니버설 디자인을 도입하고 있다. 대표적인 예로 고쿠요 스테이셔너리

컴퍼니를 들 수 있는데 이 회사는 매년 ‘고쿠요 디자인어워드’라는 대회를 개최해 고객의 의견이 반영된 유니버설 디자인 제품에 대한 아이디어를 모은다. 이 대회를 통해 출시된 유니버설 디자인 제품인 ‘타마호치’는 손바닥 등의 넓은 부위로 누를 수 있는 스테플러이다[7].

2.2 가치공학

가치공학(VE, Value Engineering)은 최저의 라이프 사이클 코스트로 제품의 필요한 기능을 달성하기 위해 제품의 기능을 연구하는 조직적인 노력이다. 가치공학은 기능과 코스트의 관계를 통해 제품의 가치를 추구한다[8].

가치 공학은 먼저 개선을 위한 대상을 선정하고 그 대상에 대한 정보를 수집하면서 시작한다. 여기서의 대상은 제품이나 서비스뿐만 아니라 토지, 건물, 설비 등 기능을 가진 모든 것에 해당한다. 다음으로 기능의 정의, 정리, 코스트 분석, 평가가 이루어지는 기능 분석 단계를 거친다. 기능 분석 결과를 바탕으로 개선 사항을 발상, 구체화 하고 실시함으로써 활동을 끝마친다[9].

이러한 가치 공학 프로세스는 실제로 많은 제품에 적용되고 있다. 대표적인 예로 영국의 테크놀로지 그룹(Technology Group)의 에트모 에어로졸 시스템을 들 수 있다. 이 시스템은 용기 상부부분이 버튼을 역할을 할 수 있도록 합치면서 전통적인 에어로졸의 조정장치인 버튼을 제거할 수 있도록 하였다. 또한 많은 핸드폰 회사에서 핸드폰 버튼을 기존의 날개형에서 일체형으로 변화시켰다[10].

3. 연구 방법

연구의 방법은 표 1과 같다.

표 1. 연구 순서

1. 개선시키고자 하는 일반 제품을 선정한다.
2. 피실험자들의 PPP 평가를 통해 제품의 기능도를 작성하고 지불의사 판매가격을 산출한다.
3. 아이디어 Checklist를 통해 아이디어를 발상하고 이를 평가하여 선정한다.
4. 아이디어가 적용된 다양한 제품 사례를 조사하여 적용된 아이디어에 따라 제품을 구분한 파이 다이어그램을 작성한다.
5. 아이디어에 따라 구분된 제품들의 기능을 정의하고 각 기능별 코스트를 산출한다.
6. 여러 아이디어를 조합해 제품에 적용한다.

본 연구의 프로세스를 도식화 하면 그림 2와 같다.

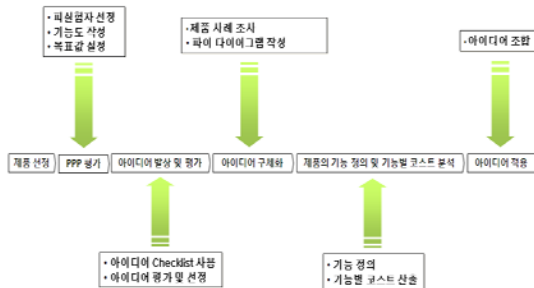


그림 2. 연구 프로세스

3.1 제품 선정

유니버설 디자인 아이디어에 대한 가치공학적 접근을 위해서는 우선 개선시키고자 하는 일반 제품에 대한 선정이 필요하다. 본 연구에서는 일반 제품으로 의자를 선정하고, 개선 목표는 키가 작은 사람도 편하게 사용할 수 있는 의자로 한다.

3.2 PPP평가

본 연구의 최종 아이디어 제시는 PPP 평가의 결과를 근거로 한다. PPP 평가는 160cm 이하 여성 피실험자 10명에 의해 시행되었다. 이를 통해 피실험자들은 개선 필요성이 있는 항목들을 체크하였다. 표 2는 본 실험에서 피실험자들이 선택한 4가지 항목들이다.

표 2. 피실험자들이 선택한 항목

원칙	체크포인트	
원칙 6 육체적 부담의 최소화	쾌적한 사용자세	다양한 체격이나 신체능력을 가진 사람이 각각 자신에게 자연스런 자세로 사용할 수 있도록 배려하고 있습니까?
원칙 7 적당한 크기와 공간의 확보	다양한 체격에 대응	형태나 크기, 기능 등이 다양한 체격이나 신체적 특징을 가진 사용자가 사용할 수 있도록 되어 있습니까?
	적당한 형태나 크기	사용 · 휴대 · 보관하기 위해서 적당한 크기와 형상이 되어 있습니까? 수납의 편리함도 반영되어 있습니까?
부칙 2 품질과 심미성의 추구	소재를 살린 가공 · 제조	소재의 질감이나 매력이 제품에 충분히 살려져 있습니까? 소재의 특징을 살린 가공이나 제조가 되어 있습니까?

선택한 항목에 따라 피실험자들을 나누고, 그 항목을 선택한 이유에 대해 설문 인터뷰한다. 이를 통해 나열된 문제점들을 재분석하여 새로운 기능도를 그린다. 그림 3은 일반 의자의 기능도와 인터뷰를 통해 만들어진 1차 기능도이다.

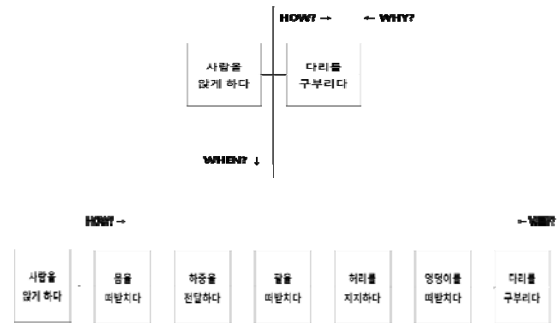


그림 3. 일반 의자의 기능도(위)와 수정된 1차 기능도

1차 기능도 이후 구체적인 문제점 파악을 위한 설문 인터뷰를 한다. 이를 통해 2차 기능도가 만들어진다. 2차 기능도에서는 1차 기능도의 기능들을 보조하기 위한 보조 기능들이 추가된다. 그림 4는 이러한 보조 기능들이 추가된 수정된 2차 기능도이다.



그림 4. 수정된 2차 기능도

기능도가 완성되면 피실험자들에게 지불의사 가격에 대한 인터뷰를 한다. 인터뷰를 통해 문제점이 개선되었을 경우 지불할 의사가 있는 가격에 대한 정보를 얻는다. 피실험자들의 지불 의사 가격을 각자가 생각하는 불편함을 느끼는 의자 파트 수로 나눠줌으로써 파트 별 지불 의사 가격이 구해진다. 이는 피실험자가 각자가 선택한 하나의 의자 파트 개선 시 지불 의사 가격을 의미한다. 피실험자들의 각 파트 별 지불 의사 가격을 모두 합한 뒤, 이를 각 파트에 대한 총 피실험자들의 선택수로 나눈다. 이를 통해 파트 별로 피실험자들의 평균 지불 의사 가격을 구한다. 각 파트 별 평균값의 합을 통해 개선 제품에 대한 지불 의사 가격이 구해진다. 마지막으로 기

존의 판매가격에 지불 의사 가격을 합하여 최종 지불 의사 판매 가격을 정한다. 본 연구의 일반 의자의 경우 최종 지불 의사 판매 가격으로 67,111원이 산출되었다.

최종 지불 의사 판매 가격은 원가 상승의 범위 산출을 위한 근거가 된다. 판매 가격의 상승된 정도를 통해 기능의 상승 정도를 예측할 수 있다. 67,111원은 원래 판매가격인 15,000원 대비 280%가 상승한 가격이다. 280%의 상승률은 곧 기능이 원래보다 280%상승해야지 소비자들이 구매를 한다는 것을 의미한다. 증가되는 기능의 범위를 구하고 나면, 제품 원가의 증가 범위를 구할 수 있다. 가치공학에서 가치는 공식 $V=F/C$ 에 의해서 정의된다. 이 식에 의해 기능이 280% 증가하면 최소한 기존의 가치를 유지하기 위하여 코스트의 증가율이 280%를 넘어서는 안 된다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서 다루어지는 일반 의자는 코스트 상승률 280% 안에서 개선이 되어야 한다.

3.3 아이디어 발상 및 평가

가치공학에서의 여러 가지 기법을 사용해 아이디어 발상을 한다. 대표적인 발상 기법으로는 브레인 스토밍법, 시넵틱스법, 체크리스트법, 특성열거법, TRIZ 등이 있다 [6]. 본 연구에서는 아이디어 발상을 위해서 유니버설 디자인 아이디어 Checklist를 사용하였다. 아이디어 Checklist를 통해 기본 기능과 보조 기능을 위한 아이디어를 모두 도출한다. 아이디어 Checklist는 시중에 출시되어 있는 유니버설 디자인 제품 사례들을 모아 분석한 뒤 일반화된 패턴에 의해서 분류한 list를 의미한다. 200여 개 이상의 유니버설 디자인 제품 분석을 통해 이러한 패턴 list를 만들 수 있었다. 그림 5는 유니버설 디자인 아이디어 Checklist의 일부를 보여주고 있다. Checklist를 통해서 일반 의자를 개선시키기 위한 아이디어를 도출할 수 있다. 표 3을 통해 도출된 아이디어와 참고한 대표 제품 사례들을 볼 수 있다.





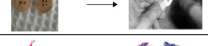
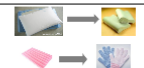

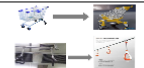
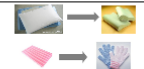

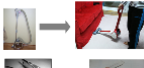


UD 해법	UD 원칙	신체 움직임	대표적인 제품 사례
1. 전체 면적의 증가	UD2:사용법 자유도 UD6:적당한 힘으로 제어	손동작: 누르다	
		손동작: 집다	
2. 부분 면적의 증가	UD6:적당한 힘으로 제어	손동작: 돌리다	
		손동작: 집다	
3. 손가락모양의 변화	UD2:사용법 자유도	손동작: 집다	

그림 5. 유니버설 디자인 아이디어 Checklist

표 3. Checklist를 통해 도출된 아이디어

의자 파트	기본 기능	부가 기능	아이디어	제품 사례
좌석	엉덩이를 떠받치다	높낮이를 조절하다	신체 형상화	
			부드러운 재질 사용	
			조절하여 사용	
허리 받침대	허리를 지지하다	각도를 조절하다	신체 형상화	
			부드러운 재질 사용	
			각도의 변환	
팔걸이	팔을 떠받치다	높낮이를 조절하다	부드러운 재질 사용	
			조절하여 사용	

위와 같은 과정을 통해 도출된 아이디어는 경제성, 기술성, 적용성 세 가지 인덱스를 통해 평가된다. 이 단계를 가치공학에서는 개략평가라 하는데 다양한 아이디어 속에서 가치 향상이 기대되는 아이디어를 선정하는데 그 목적을 두고 있다 [6]. 아이디어를 평가하는 순서는 우선 아이디어를 한 건씩 선정하여 기술적 실행 가능성을 결정하고 같은 방식으로 경제적 실행 가능성을 결정한다. 마지막으로 실행가능성을 검토한 다음에 아이디어 채택 여부를 결정한다. 표 4에서 보는 바와 같이 일반 의자에 대한 아이디어를 평가하고 선정하였다. 본 연구에서는 앞서 도출한 다섯 가지 아이디어를 평가하였고 그 중 네 가지 아이디어를 선정하였다.

표 4. 아이디어 평가 및 선정

NO	현재	개선 아이디어	평가				유형
			기술성	경제성	적용성	채택 여부	
1	평평한 좌석	좌석과 허리 받침대 부분 신체 형상화	○	○	○	○	형상변경
2	사이즈의 조절이 불가능	좌석의 높낮이 조절이 가능하게 변환	○	△	○	●	방식변경
3	수직형태의 허리 받침대	앉는 자세를 편하게 할 수 있도록 허리 받침대와 좌석간의 각도 조절	○	△	○	○	구조변경
4	플라스틱 소재 사용	허리받침대와 좌석에 부드러운 쿠션 적용	○	○	○	○	재질변경

○(채택), △(검토), ◎(확기적), ▲(검토 후 불가), ●(검토 후 채택), ×(불가)
 유형 : 방식변경, 구조변경, 배치변경, 재질변경, 형상변경, 구입선 변경, 간이 자동화, 공정개선, 품질개선

3.4 아이디어 구체화

가치공학에서는 아이디어를 평가 및 선정 한 후 가치 향상이 기대되는 아이디어를 구체화한다. 본 연구에서는 아이디어를 구체화하기 위해 선정된 아이디어가 이미 적용된 제품들을 조사하여 제품군을 분류한다. 여기서 분류 제품들을 다음 단계에서 분해 및 분석하여 기능과 코스트에 대한 정보를 수집한다. 그림 6은 조사한 제품들 중 일부를 분류해 놓은 파이 다이어그램이다. 파이 다이어그램은 가격대에 따라 아이디어가 적용된 제품들의 사례를 보여준다. 이는 일반 제품 개선에 필요한 아이디어의 응용과 구체화를 용이하게 해준다.

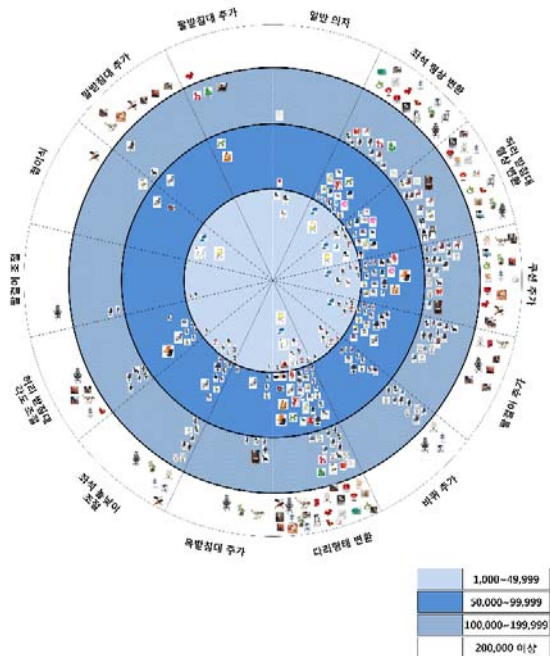


그림 6. 파이 다이어그램

3.5 제품의 기능 정의 및 기능별 코스트 분석

파이 다이어그램의 제품들의 기능을 정리하고 각 기능별 코스트를 분석한다. 가치공학의 기능 정의 방식에 따라 기능을 정의 내린 후 기능별 코스트를 분석한다. 본 연구에서 각 기능별 코스트 분석은 그 기능을 수행하는 의자 파트의 재료를 근거로 산출하였다. 이러한 과정을 통해서 제품의 각 기능들과 그에 대한 코스트를 구한다. 표 5는 실제 의자를 대상으로 기능 정의와 기능별 코스트를 구한 예이다.

표 5. 기능 정의 및 기능별 코스트

NO	파트	개수	판매가격 (원)	현재코스트 (원)	기능	
					명사	동사
1	허리받침대	1	12,000	7,200	허리를	지지하다
2	좌석	1	6,500	3,900	엉덩이를	떠받치다
3	팔걸이	2	1,500	900	팔을	떠받치다
4	봉	1	7,000	4,200	하중을	전달하다
5	다리	1	2,000	1,200	몸을	떠받치다
6	락킹	1	7,000	4,200	각도/높낮이를	조절하다
7	목받침대	1	4,000	2,400	목을	떠받치다

3.6 아이디어 적용

아이디어가 적용된 제품 대상군의 제품들에 대한 기능 정의 및 기능별 코스트를 모두 산출 한 다음 나열한다. 표 6은 일반 의자를 개선하기 위한 아이디어와 그 아이디어가 응용된 제품 사례들의 코스트들을 보여주고 있다.

표 6. 아이디어 별 코스트

NO	개선 아이디어	제품 코드	제품별 코스트 (원)	NO	개선 아이디어	제품 코드	제품별 코스트 (원)
1	좌석 부분 신재 형상화	1-A	29,016	2	좌석에 높낮이 조절이 가능하게 변환	2-A	4,200
		1-B	3,900			2-B	12,232
		1-C	37,050			2-C	5,775
		1-D	12,665			2-D	8,925
		1-E	9,555	3	있는 자세를 편하게 할 수 있도록 허리 받침대와 좌석간의 각도 조절	3-A	62,740
		1-F	8,580			3-B	9,240
	허리 받침대 부분 신재 형상화	1-A'	13,500			3-C	2,197
		1-B'	17,820			3-D	273,111
		1-C'	15,840			3-E	128,066
		1-D'	11,142			3-F	6,610
		1-E'	32,400			3-G	5,399
		1-F'	13,500	4	허리받침대와 좌석에 부드러운 쿠션 적용	4-A	4,600
						4-B	4,440
						4-C	4,360

이러한 표를 통해 개발자는 사용자들의 지불의사

가격 범위 내에서 다양한 조합을 통해 제품을 개선할 수 있다. 예를 들어, 가장 낮은 코스트로 사용자의 요구를 모두 충족시킬 수 있는 조합을 표를 통해 찾으면 1-B → 1-D' → 2-A → 3-C → 4-C가 된다. 이 조합의 총 코스트는 25,700원으로 코스트가 9,000원인 일반 의자 대비 185%증가하였다. 이는 기능의 증가율인 280%보다 작기 때문에 모든 기능을 만족하면서도 코스트를 줄여 전체 제품의 가치를 증가시켰다고 할 수 있다. 아이디어 적용 후 구해진 제품 코스트 증가율을 통해 아이디어의 조정이 가능하다.

4. 결론 및 기대효과

본 연구에서는 인간중심적 제품 개발인 유니버설 디자인을 수행하는데 있어 가치공학적인 접근을 하였다. 일반적으로 유니버설 디자인은 기능에 중점을 두고 설계가 되기 때문에 코스트에 대한 고려가 적은 편이다. 그로 인해 누구나 다 사용할 수 있는 유니버설 디자인이 사용자들에게 가격적인 부담을 안겨 주고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 제품의 가치를 기능과 코스트를 통해 평가하는 가치공학을 이용해 유니버설 디자인을 일반 제품에 적용하는데 있어 경제적인 면에 초점을 맞추었다. PPP 평가와 기능도를 통해 사용자들이 원하는 달성도를 높이기 위한 지불 의사 가격을 산출 할 수 있었다. 그리고 아이디어 Checklist와 사례 조사를 통해 개선 아이디어를 발상하고 구체화 시킬 수 있었다. 마지막으로 가치공학적 접근인 기능 정의를 통해 제품기능들 간의 연관관계와 각 기능별 코스트를 산출 할 수 있었다. 이는 최저 코스트로 유니버설 디자인을 실현하는 것을 용이하게 하였다. 최종적으로 나온 유니버설 디자인 제품이 사용자들이 선정한 지불 의사 가격보다 높을 경우에는 가치공학적인 접근의 반복을 통해 지속적으로 코스트를 낮추도록 시도하면 된다.

이러한 가치공학적인 접근을 통해 앞으로 유니버설 디자인을 일반 제품에 적용하는데 있어 제품 개발자가 제품에 대한 사용자의 개선 요구 사항을 정확히 판단할 수 있고, 소비자가 원하는 가격의 범위 내에서 유니버설 디자인의 적용을 용이하게 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이는 유니버설 디자인의 확산을 용이하게 할 것이다.

마지막으로 이번 연구에서 쓰인 유니버설 디자인 아이디어 Checklist를 좀 더 많은 사례 연구를 통해 개선해

나간다면 아이디어를 도출하는데 있어 사용되는 코스트의 절감 또한 실현 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 이정민 외 1명, 현대 시간성 디자인의 인간중심 디자인적 측면 : 어포던스에 의거한 행태지원 측면 분석을 중심으로, *한국콘텐츠학회논문지 '07 Vol.7 No.4*, 91~93, 2007
- [2] 서중환, Ergonomic Human CAD Model을 이용한 인간공학적 제품 디자인 개발에 관한 연구, *2000 한국디자인학회*, 32~33, 2000
- [3] 오찬옥, 공간환경에서 유니버설 디자인 개념의 적용현황, *Journal of Digital Interaction Design Vol. 5*, 81~82, 2006
- [4] 박정아, *유니버설디자인 환경 및 제품의 디자인 특성 분석 연구*, 연세대학교 박사학위 논문, 1~4, 2000
- [5] 백재욱 외 2명, 가치공학에 기초한 레도도상구조의 비교분석, *한국철도학회*, 2007
- [6] 김광수, *가치공학실무 제3판*, 민영사, 2001
- [7] 닷케이 디자인, *유니버설 디자인 사례집 100*, 미진사, 2007
- [8] Robert B. Steward 외 3명, *가치공학의 원리*, 구미서관, 2006
- [9] 이시하라 가즈요시 저. 한국 공업 표준 협회 역, *현장의 VE 텍스트*, 한국 공업 표준 협회, 70, 1987
- [10] 박정현, *환경친화적 그린제품디자인의 부품 감소화를 통한 진행 방향에 관한 연구*, 동의대학교 석사학위 논문, 91, 2001
- [11] 이준혁, *유니버설디자인 개념을 적용한 실버세대용 전기스쿠터 디자인 개발에 관한 연구*, 서울산업대학교 석사학위 논문, 32~37, 2006