

VR 자전거의 사용자 경험 설계 모델 예측에 관한 연구

조재형¹, 구교찬², 한승조³, 김선욱^{1*}
¹단국대학교 산업공학과 교수, ²단국대학교 산업공학과 박사과정
³국방과학연구소 선임연구원

A Study of Forecasting User Experience Design Model of Virtual Reality Bike

Jae-Hyung Cho¹, Kyo-Chan Koo², Han-Seung Jo³, Sun-Uk Kim^{1*}

¹Dankook University Professor, ²Dankook University Ph.D. Student

³Agency for Defense Development Senior Researcher

요 약 본 논문에서는 VR 자전거의 성능과 UX 변수의 항목과의 상호 관련성을 다중 회귀분석의 방법을 통하여 제품의 개념 설계 시에 중요시 되는 성능의 인자를 분석한다. 회귀식의 결과로 사용자 편의성과 감정적 요소에 영향을 주는 주요한 독립적 요소를 분석하고 VR 장치의 기구물 설계에서 중요 기능적 요소를 파악하여 품질기능전개를 수행하였다. 이들과의 연관관계는 주관적인 관계점수 대신에 회귀계수를 이용하여 체계적 기능 전개를 수립하였다. 본 논문의 결과로 기술적 만족도 중에서 사용자 편의성과 감정적 요소에 가장 많은 영향을 주는 주요 핵심 품질 기능의 요소로는 VR 자전거의 핸들링에 대한 만족도와 속도 조절에 대한 만족도가 가장 중요한 요소로 분석되었다. 또한, 제품 개발 전에 사용자 편의성과 사용자가 느끼는 감정을 기술적 요소로부터 예측할 수 있는 모델을 설정하여 제품 개발의 성공 가능성을 높일 수 있게 하였다.

주제어 : 사용자경험 설계, 다중회귀분석, 품질기능전개, 가상현실, VR자전거

Abstract By conducting multiple regression analysis, we analyzed the major independent factors affecting user convenience and emotional factors, and identified the important functional elements in the design of the VR device, so that the functional elements to be developed can be grasped in advance. As a result of the study, satisfaction of handling of VR bicycle and satisfaction of speed control by paddling were considered as the most important technical factors as independent factors which have the greatest influence on user convenience and emotional factor among technical satisfaction. Also, it is possible to increase the probabilities of successful design by setting a model that predicts user convenience and the emotional part from the technical factors.

Key Words : User Experience Design, Multiple Regression Analysis, Usability, Virtual Reality, VR Bike.

1. 서론

사용자 경험(User Experience, UX) 설계는 사용자나 제품 또는 서비스를 이용하면서 느끼는 감정이나 생각 등 총체적인 경험을 말한다. 사용자 경험은 제품을 개발하는 데 있어서 제품 개념을 설립하는 주요 항목으로서

제품의 성공 가능성에 대한 평가 도구로서 활용되기도 한다. UX는 제품의 사용성(Usability), 감정(Emotion), 사용자 가치(Valuation) 등의 항목으로 분류하여, 사용자 경험의 조사에 의해서 고객 요구사항(Customer Needs)의 충족과 제품개발의 성공 가능성의 척도나 브랜드 만족도 등의 측정 등에 활용되고 있다. 특히 스마트폰과 태

블릿PC 같은 정보통신기술 제품이나 마이크로제어와 같이 새로운 개념의 장치에서 경쟁력을 갖게 할 설계 수행 방법으로 활용되고 있다. 이러한 사용자 경험 설계 방법은 정보통신기술 제품의 설계나 개선뿐만 아니라 제품과 사람 간 감정과 신체적 상호작용을 고려하여 설계에 반영하는 것이 목표가 되며, 음성을 비롯한 시각 센서 등을 이용한 동작을 인식하거나 신호를 인지하여 기기 작동에 반영하는 체계의 개발이 활발하다. 가상현실이나 증강현실을 활용한 기계 장치가 그에 속하며 이러한 장치에서 사용자경험(UX)을 고려하여 설계와 개발에서 활용될 필요성이 크다고 할 수 있다.

가상현실(VR)은 최근 각광 받고 있는 기술 분야로서 미래를 이끌어갈 미국의 전략 기술이며[1], 국내에서는 미래 핵심기술로 포함되어있다[2]. 영국의 한 마켓조사 기관에서는 세계 VR 시장이 2020년에 1,500억 달러로 2016년에 비해서 30배 이상 증대될 것이라고 분석하였다[3,4]. VR의 가장 큰 단점으로 영상피로를 들 수 있지만[5] 몰입감이나 현실감이 있어서 뛰어난 기능을 보여주고 있어 그 활용가치가 현저히 증가하고 있는 추세이다. 또한 삶의 가치 향상에 의해 운동에 대한 관심이 깊어지고 있는 현대 사회에서 가상현실과 접목한 쉽고 재미있으며, 현실감 있는 새로운 운동 기구의 개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 건강 관련하여 무릎에 무리를 주지 않으면서 누구든지 대중적으로 이용되고 있는 실내 자전거와 운동의 현실감과 몰입감을 높일 수 있는 3D 가상현실을 접목한 기구의 개발이 요구되는 시점이다.

VR 자전거 개발에서 UX나 고객 요구사항을 고려한 개발 방법이 제품 개발의 성공 가능성을 높게 하는 방법이다. 한승조, 김선욱 등은 VR 자전거 개발과 평가를 위하여 몇 가지 사용자 경험 항목에 대하여 사용자 설문을 수행하였다[6,7]. 이 논문에서 VR 자전거에 대하여 사용자 사용성, 감정, 그리고 사용자가 느끼는 가치 즉 기술적인 기능의 요구사항에 대하여 연구하였다. UX 분야에서 관련 변수들 간의 관계를 설명하거나 예측 및 분석은 체계적 제품의 개념 도출 방법에서 효율적인 시도라고 할 수 있다.

VR 자전거의 개발과정으로 성능에 따른 UX 변수인 사용성(Userbility), 감정(Emotion), 사용자 가치(Valuation) 등의 항목으로부터 고객의 요구사항 (Voice of Customer)을 수집하여 품질 기능 전개(Quality Function Deployment)를 통하여 제품의 기술적 요구사항을 도출하고, 핵심 품

질특성요소 (CTQ, Critical to Quality)를 선정하여 개발 프로젝트에 반영하는 것이 고객요구사항을 고려한 고품질 개념을 산출하는 중요한 개발과정이다. 따라서 UX 또는 고객의 요구사항 등에 관한 정보와 기술적 요구사항 또는 제품의 성능과의 상호 연관성에 대한 분석을 수행하여 제품개발에 반영하는 것은 제품개발을 수행하는 데 있어서 반드시 고려해야 할 중요한 과제이다. VR 기계의 기능과 성능에 대한 관계를 분석하여 제품의 성능이 사용자의 선호도에 어떠한 부문에 유의미한 영향을 미칠 수 있는지를 파악하여 고객의 선호도를 예측하는 일은 제품개발의 성공 가능성을 높인다. 그러나 많은 연구자들은 UX의 항목을 설문에 의해서 도출하거나, 고객의 요구사항을 반영한 제품의 성능을 도출하는데 그치고 있다. 또한 고객요구사항과 기술적 품질 요구사항 사이의 연관성으로 품질기능전개에 과정에서 대부분 연구에서 주관적인 연관성을 판단하는 경우가 대부분이다. 제품 개발의 체계적인 전개와 성공적인 결과를 달성하기 위하여 보다 객관적인 상호 연관성 분석 및 연관계수에 관한 연구가 요구된다.

이 논문에서는 VR 자전거의 성능 또는 기술적 요구사항과 고객의 요구사항이 반영된 UX 변수의 항목과의 상호 관련성을 다중 회귀분석의 방법을 통하여 제품의 개념 설계 시에 중요시 되는 품질기능 인자를 분석한다. 회귀식에서 기술적 만족도 항목들에 의해서 사용자의 편의성과 감정적 요소 등을 예측하며, 품질기능을 전개할 때, 고객요구사항에 따른 기술적 요구사항을 주관적인 연관도를 취하는 대신에 회귀 변수에 의해서 정량적인 값을 사용하여 핵심 품질 특성요소(CTQ)를 구하여 제품의 개념을 설계한다.

2. 선행 연구

여러 연구에서 제품이나 서비스로부터 느끼는 고객의 사용 편의성에 항목에 대하여 연구 하였다. 박재현 등은 스마트폰에 대한 사용자 사용성에 대하여 연구하였으며[8], 김웅철 등은 스마트 폰 카메라의 애플리케이션에 대한 사용자 경험 연구를 시도하였다[9]. 한승조 등은 VR 자전거 제품으로부터 느끼는 감정 등으로 평가척도를 구분하고 이를 기준으로 제품 개념에 활용할 수 있도록 연구하였다[6]. Sutcliffe 등은 VR 관련 제품에 대한 고객 사용 편의성에 대하여 평가 척도를 연구하였으며, 자동

차 가상현실 도로주행에 적용되어 기기와 사용자간 인터페이스 항목 위주로 평가척도를 연구하였다[10,11]. 고객 요구사항을 이용하여 제품 품질 전개에 대한 연구로는 송영웅은 품질 기능 전개를 위하여 고객 요구사항을 선정하는 방법론에 대하여 연구하였으며[12], 이형규 등은 기술특성에 대하여 우선순위를 정하고 품질의 집(House of Quality)을 단순화 하는 방법에 대하여 연구하였다[13]. 또한 박희석 등은 품질기능전개를 이용하여 인간공학 설계를 수행하는 방법에 대하여 연구하였다[14]. 그러나 이러한 연구들은 품질기능전개에 과정에서 고객의 요구사항을 기술적 요구사항으로 전개하는 과정에서 이들의 연관성을 주관적으로 판단하여 연구를 수행하였다. 제품 개발의 성공적인 결과를 달성하기 위하여 객관적이고 정량적인 연관관계를 설정하는 것이 보다 체계적인 제품개발 단계를 밟게 되어 고객의 사용성과 요구사항을 충실히 탐색하여 중요한 품질 요소를 간과하는 실수를 줄이게 할 수 있다.

한승조 등은 실내 자전거를 인간공학적 평가를 위하여 전문가와 사용자의 감정과 사용성을 선정하여 평가하였다[6]. 이 논문에서 의견 수렴자가 크게 3개의 카테고리(사용성, 감정적 분야, 현존감과 현실감)만을 전문가들에게 제시하고 이에 부합된 세부평가 척도를 산출하도록 하였다. 선행연구된 결과를 토대로 사용성과 감정적 분야와 현존감 즉 VR의 기술적 성능에 관하여 사용성 평가 항목을 다음과 같이 Table 1에 정리하였다.

Table 1은 19개 사용자의 편의성 분야의 평가지표를 보여준다. 평가항목으로는 복잡하지 않고 간편하게 사용하는 정도(Simplicity)와, 쉽게 장치를 다룰 수 있는 정도(Accessibility), HMD를 통하여 직관적으로 서비스를 사용할 수 있는 직접성(Directness), 시간 낭비 없이 정확히

제어할 수 있는 효율성(Efficiency) 등 19가지 종류의 평가 지표와 제품이나 서비스에 대한 직관적인 감정에 대한 평가지표가 있다. 감정적 요소는 제품이 얼마나 정교하고 섬세하게 만들어졌는지(Delicacy)와 품질과 가격 면에서 고품격 감정(Luxuary), 매력적인 감정(Attractivness), 몰입감(Immersion), 어지럼움증(Motion sickness) 등의 감정이 있다.

또 다른 평가 방법은 VR 자전거 기능적 성능에 대한 만족도 평가지표이다. 이 논문에서는 19가지의 고객이 느끼는 사용성과 6가지 감정이 19가지 기능적 성능에 전개 되는 상관관계를 분석하였다. 그 결과에 의해서 기술적 평가지표가 갖는 중요성을 평가하여 어떠한 기능이 사용자가 느끼는 사용성과 감정에 영향이 큰 지표가 되는지를 평가하여 향후 유사한 제품이나 서비스의 개발에서 중점적인 기술과 노력의 투자가 필요한지를 결정하는 지표가 될 수 있다.

다양하고 복잡한 변수들 간의 상호 관련성을 찾으려는 연구가 많이 진행되고 있으며, 회귀분석 방법이 다양한 독립변수에 의한 종속변수의 연관성을 잘 설명해 줄 수 있는 방법으로 활용된다[15-17].

두 개 이상의 변수가 포함된 회귀모형을 다중회귀 모형이라 한다. n 개의 독립변수를 갖는 다중회귀모형에서 각 독립변수의 i 번째 수준 $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$ 에서 측정되는 종속변수 y_i 에 대하여 다음 다중회귀 모형을 나타낸다 [18].

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

여기서 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ 를 회귀계수라고 하며, $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$

Table 1. Evaluation Elements of VR Bike

Usabilities					
1	Simplicity	2	Accessibility	3	Directness
4	Efficiency	5	Effortlessness	6	Effortlessness
7	Visibility	8	Comprehensiveness	9	Legibility/readability
10	Flexibility	11	Interoperability	12	Memorability
13	Adaptability	14	Intuitiveness	15	Familiarity
16	Easy installation	17	Error prevention	18	Feedback
19	Helpfulness				
Emotions					
1	Delicacy	2	Luxuriousness	3	Attractiveness
4	Immersion	5	Motion sickness		
Performance					
1	Handling	2	Paddling (Velocity)	3	Paddling (Undulation)
4	Dimensional movements	5	Reflecting the effect	6	Menu selection
7	Field of view	8	Field of range	9	Total distance
10	Road width	11	Road condition	12	Curved road
13	Resolution	14	Renewal	15	Sound
16	Map	17	Network	18	Effect
19	Environment				

는 독립변수이다. 종속변수 y_i 는 독립적으로 기댓값과 분산을 갖는 정규분포를 따른다.

모형의 적합성을 분석하기 위하여 분산분석을 수행하며, 분산분석 결과 p-값이 0.05보다 작으면 회귀식이 유의하다고 할 수 있다. 첫 단계에서는 완전모형으로 가정하고 분산분석을 실시하지만 F-검정의 유의수준이 α 보다 크면 변수 x_k 를 제거하고 다음 단계 분산분석을 실시한다. 다음 단계에서 회귀모형에서 F 값이 가장 작은 변수에서 p-값이 유의수준보다 크면 추가적으로 제거한다. 이와 같은 과정을 제거될 변수 x_k 가 없을 때 까지 계속 수행하는 후진제거법을 수행한다. 또한 독립변수들 간에 강한 상관관계가 있는 경우 다중공선성이 있다고 한다. 다중공선성이 있는 경우에는 추정된 회귀계수의 분산이 너무 커서 정확한 모수추정 및 검정에 어려움이 있고, 추정된 회귀모형의 신뢰성이 떨어진다. 다중공선성이 발생하면 상관관계가 높은 독립변수의 일부를 제거한다. Fig. 1은 회귀분석을 수행하는 절차이다.

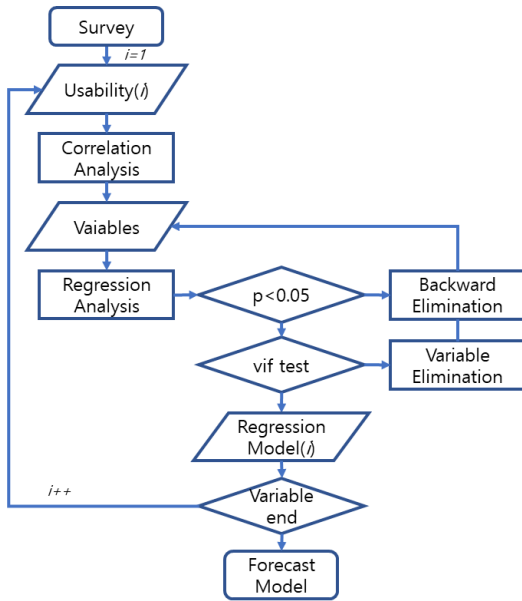


Fig. 1. Multiple Regression Analysis Procedure.

3. 품질기능전개를 위한 기능적 요소의 다중회귀분석 결과

Fig. 2와 같이 회귀분석식의 종속변수는 사용자 경험

에서 19가지의 사용자 편의성에 관한 만족도와 5가지의 사용자가 VR자전거에서 느끼는 직관적 감정에 관한 만족도 결과이다. 독립변수는 VR자전거가 갖는 19가지의 기능적 품질 만족도이다. 각각 24가지의 종속변수에 대하여 기구의 기술적인 만족도의 독립적인 변수가 미치는 영향을 알아보기 위하여 다중 회귀분석을 실시하였다. 따라서 회귀식은 독립적인 24개의 회귀식을 구하였다.

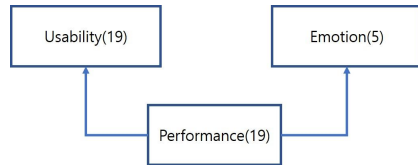


Fig. 2. The Effect of 'Performance' on 'Usability' and 'Emotion'.

첫 번째 사용 편의성에 대한 종속변수 y_1 에 대하여 회귀분석을 수행하였다. 종속변수는 단순성(Simplicity)이며 유의미한 종속변수로는 x_1 (자전거 핸들에 의해서 좌우 방향을 조정하는 기능에 대한 핸들링과 디스플레이에 관한 만족감)으로 나타났다.

두 번째 종속변수 y_2 는 접근성(Accessibility)이다. 즉 서비스에 접근하고, 운영하기 쉬우며 어디서나 쉽게 사용 가능한 정도이다. 분산분석 결과 유의미한 독립변수가 x_1 과 x_6 (시선이나 헤드 움직임에 따른 메뉴선택 기능 기술에 대한 만족도)으로 분석되었다.

세 번째 종속변수 y_3 는 직접성(Directness)이다. 사용자가 장치 등의 변화를 통하여 직접적으로 자전거를 제어할 수 있는 정도에 대한 선호도이며, 분산분석 결과 연관성이 적은 독립변수를 제거한 후 남은 유의미한 독립변수로는 x_1 과 x_5 (자전거의 움직임에 의해서 장치에 반영되는 정도에 대한 기술)로 분석되었다.

네 번째 종속변수는 효율성(Efficiency)이다. 조작의 정확성과 오류 없이 수행되는 완전성으로 사용자가 시간 낭비 없이 운전의 정밀도를 나타내는 만족도이다. 유의미한 독립변수는 세 번째 독립변수와 마찬가지로 x_1 과 x_5 으로 나타났다.

다섯 번째 종속변수는 경험이 없는 사용자가 노력 없이 사용(Effortlessness)할 수 있는 정도이다. 분산분석 결과를 수행하며 유의미하지 않은 독립변수를 제거한 후 남은 유의미한 독립변수로는 x_1 과 x_2 (페달에 의해서 속도를 조절 할 수 있는 사용자에 대한 선호도)이다.

여섯 번째 종속변수는 정보성(Informativeness)이다. 사용자가 느끼는 정보에 대한 만족도이다. 분산분석 결과를 수행하며 p-값이 0.05보다 작은 독립변수들을 제거하고 가장 큰 값부터 차례로 후진제거 절차를 거쳐서 남은 유의미한 독립변수로는 x_1 과 x_7 (사용자가 머리를 수평으로 회전할 때 얻을 수 있는 화면의 정보에 대한 만족도)이다.

일곱 번째 종속변수는 가시성(Visibility)이다. 사용자가 느끼는 시각정보에 대한 만족도이다. 분산분석 결과를 수행하며 p-값이 0.05보다 작은 독립변수들을 제거하고 가장 큰 값부터 차례로 후진제거 절차를 거쳐서 남은 유의미한 독립변수로는 x_1 과 x_{13} (VR 자전거의 사용에 대한 화면의 해상도)로 분석되었다.

여덟 번째 종속변수는 광범위한 정보 제공에 대한 만족도이다. 이 경우에 분산분석을 실시한 결과 유의미한 독립변수를 찾아내지 못하였다. VR 자전거의 기술적 성능에 대한 독립적 요소가 이 부분에 특별한 영향을 주지 못한 결과일 가능성이 있다고 판단된다.

아홉 번째 종속변수는 가독성(Readability)이며, 지시 사항 등에 대하여 가독성에 대한 만족도 평가이다. 유의미한 독립변수는 x_1 이다.

열 번째 종속변수는 유연성(Flexibility)로 사용방법을 쉽게 변경하거나 다양한 메뉴를 사용할 수 있는 가에 대한 만족도 평가이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_1, x_4, x_6, x_{13} 으로 나타났다. 여기서 x_4 는 VR자전거 운행맵에서 언덕의 오르내림과 좌우 방향전환에 대한 만족도에 관한 만족도를 나타낸다.

열 한번째 종속변수 호환성(Interoperability)로 두 개의 장치나 설비에서 상호 호환성에 관한 만족도 평가이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_2, x_6, x_{13}, x_{15} 로 나타났다. 여기서 x_{15} 는 VR자전거의 음향효과에 대한 만족도를 나타낸다.

열두 번째 종속변수는 암기성(Memorability)로 사용방법을 쉽게 암기할 수 있는 정도에 대한 만족도 평가이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_1, x_2, x_7 이다. 특히 x_2 의 유의성이 커서 패달에 의한 속도조절에 대한 만족감과 다음 사용에 대한 사용성과 관계가 있음을 알 수 있다.

열세 번째 종속변수는 적응성(Adaptability)이다. 사용자가 제품/서비스로 습득한 지식과 경험으로 유사한 제품(산학자전거 등)을 적용하는데 도움을 줄 수 있는 정도

이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_1, x_{16} (VR자전거 지도에 대한 실제와 같은 정밀도), x_{19} (온도와 습도와 같은 환경적인 효과에 관한 내용)이다. 여기서 β_{19} 가 음수로 나타났으며 이는 환경적 효과의 선호도가 사용자가 제품으로부터 습득한 지식과 경험으로 산학자전거와 같은 유사한 제품에 적용하는데 도움을 주는 것에는 부정적 요소로 작용될 수 있다는 점을 나타내는 것으로 해석할 수 있다.

열네 번째 종속변수 직관성(Intuitiveness)로 사용자가 제품의 사용법을 직관적으로 이해할 수 있는가에 관한 만족도 평가이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_1, x_2, x_7 로 나타났다.

열다섯 번째 종속변수 친근함(Familiarity)이다. 비슷한 상황이나 작업으로부터 제품의 외관과 작동 및 입·출력 동작의 유사성이 있는가에 대한 만족도 평가이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_1 과 x_7 이다.

열여섯 번째 종속변수 설치(Easy Installation)이다. 사용자가 제품/서비스를 쉽게 설치 또는 시작할 수 있는 정도이다. 이 경우에 독립변수는 모두 제거되어 유의미한 독립변수가 남지 않았다. 이 경우 VR자전거에 새로운 어플을 설치하거나 응용 프로그램을 설치한 일이 없는 사용자는 선호도 조사에서 유의미한 응답을 할 수 없었던 것으로 판단된다.

열일곱 번째 종속변수는 오류수정능력(Error Prevention)이다. 사용자의 오류(실수)가 인식되면 사용자가 오류(실수)를 예방하고 수정(취소)할 수 있다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_5 와 x_{15} 이다.

열여덟 번째 종속변수는 피드백(Feedback)이다. 사용자 입력에 대한 피드백 정보를 제공해 줄 수 있는 정도이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_6, x_{15} 이다. HMD에서 시선에 의한 메뉴선택이나 음향효과에 대한 만족도가 피드백에 대한 선호도에 영향을 미친다고 판단하였다.

열아홉 번째 종속변수는 도움(Helpfulness)로 제품이 도움말과 같은 유용한 방식으로 사용자와 의사소통을 하는 정도에 대한 만족도이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_1 과 x_9 (VR자전거의 충분한 주행거리에 대한 만족도)로 나타났다. 사용성에 대한 회귀식은 Table 2와 같으며, p값과 설명력을 나타내는 R^2 , 다중공선성분석 분산팽창지수 (variance inflation factor, VIF)는 Table 3에 정리하였다.

Table 2. Resulting Multiple Regression Equation of Usability

y_i	Regression Equation
1	$y = 1.7767 + 0.5943x_1$
2	$y = 1.1945 + 0.2954x_1 + 0.4415x_6$
3	$y = 1.97903 + 0.08226x_1 + 0.48065x_5$
4	$y = 0.7824 + 0.3914x_1 + 0.4208x_5$
5	$y = 0.08348 + 0.40166x_1 + 0.31964x_2 + 0.33851x_9$
6	$y = 0.7150 + 0.4654x_1 + 0.3645x_7$
7	$y = 0.2598 + 0.2743x_1 + 0.6330x_{13}$
8	-
9	$y = 2.2516 + 0.3585x_1$
10	$y = 0.07975 + 0.22470x_1 + 0.02649x_4 + 0.31597x_6 + 0.38904x_{13}$
11	$y = 0.42451 + 0.01274x_2 + 0.36795x_6 + 0.24920x_{13} + 0.35485x_{15}$
12	$y = 0.4146 + 0.0823x_1 + 0.4604x_2 + 0.4217x_7$
13	$y = 1.2772 + 0.5208x_1 + 0.6611x_{16} - 0.4795x_{19}$
14	$y = 0.56713 + 0.36930x_1 + 0.01237x_2 + 0.51710x_7$
15	$y = 1.1833 + 0.1941x_1 + 0.4506x_7$
16	-
17	$y = 1.1726 + 0.3087x_5 + 0.3987x_{15}$
18	$y = 0.3437 + 0.5616x_6 + 0.2912x_{15}$
19	$y = 1.1642 + 1.1437x_1 + 0.4801x_9$

회귀식에서 모든 계수의 p-값은 0.05보다 작은 값이며, 설명력을 나타내는 R^2 는 가독성(Readability)에서 0.191로 가장 작은 값으로 나타나서 이 부분에 대해서는 연관성이 약한 회귀식으로 분석되었다. 대부분 0.35에서 0.65 사이의 값으로 계산되었으며, 평균값은 0.482이었다. 다중공선성 분석 결과 및 vif 값은 10보다 작은 값으로 독립변수들 간에 상관관계가 비교적 적어서 해석에 문제가 없음을 보여준다. 고객이 느끼는 사용성에 대한 다중회귀식은 Table 2에 정리하였다.

다음은 5가지 감정(Emotion)에 관한 만족도 평가이다. 감정적 요소에서 첫 번째 요소는 정교함(Delicacy)이다. 제품이 정교하고 세밀하며 세련되게 만들어진 정도에 대한 만족도 평가이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_2 한 가지에 대해서만 유의미한 결과로 나타났다.

두 번째 감정적 요소는 고귀함(Luxuriousness)이다. 제품이 고급스럽고 품질과 비용 면에서 우수한 정도이며, 이 경우에 유의미한 독립변수를 발견하지 못하였다.

세 번째 감정적 요소는 매력(Attractiveness)이며, 제품이 즐겁고 자극적이고 흥미롭고 매력적인 정도에 대한

선호도이다. 상관분석에 의해서 유의미한 독립변수는 x_1 과 x_2 로 나타났으며

네 번째 종속변수 는 몰입감(Immersion)으로 몰입할 수 있는 정도에 대한 감정이다. 이 경우에 유의미한 독립변수는 x_1 이 가장 연관이 있는 것으로 나타났으며,

마지막으로 다섯 번째 감정적 종속변수는 어지러움(Motion Sickness)에 관한 선호도 평가이다. 상관분석에 의해서 유의미한 독립변수는 x_2, x_3, x_9 로 나타났다. 페달에 의한 가속속 조절과 오르막 또는 내리막에서 페달의 밭 구름의 변화, 그리고 주행거리에 관한 만족도에 관한 독립변수에 따라 두통과 같은 불편함에 대한 만족도가 높다고 분석된다.

회귀식에서 모든 계수의 p-값은 0.05보다 작은 값이며, 설명력을 나타내는 R^2 는 몰입감(Immersion)에서 0.2093으로 가장 작은 값으로 나타나서 이 부분에 대해서는 연관성이 약한 회귀식으로 분석되었다. 평균 R^2 값은 0.3638로 다소 낮은 값을 얻을 수 있었다. vif 값은 독립변수들 간에 상관관계가 적어서 해석에 문제가 없었다. 고객이 느끼는 감정에 대한 다중회귀식은 Table 3과 같다.

Table 3. Resulting Emotional Values form Multiple Regression Analysis

y_i	
1	$y = 1.2981 + 0.6731x_2$
3	$y = 1.36582 + 0.01646x_1 + 0.73671x_2$
4	$y = 2.4497 + 0.5283x_1$
5	$y = -1.008543 + 0.001345x_2 + 0.502772x_3 + 0.420256x_9$

4. 고찰 및 결론

VR 자전거의 기술적 만족도에 대해서 사용자 편의성과 제품에 대한 감정적 요소가 어떠한 영향을 주는지에 대해서 분석하기 위하여 열아홉 가지의 사용자 편의성 항목과 다섯 가지 감정적 요소에 대하여 5점 만족도 조사를 실시하였고, 열아홉 가지 기술적 만족도에 대하여 남녀 각각 12명에 대하여 실시하였다. 각 사용자 편의성에 대하여 기술적 만족도의 항목으로 상관관계를 분석하여 영향을 준 독립변수들을 선정하여 다중회귀분석을 수행하였다. 회귀분석에서 문제가 있는 독립변수는 후진제거

Table 4. Resulting Usability Values form Multiple Regression Analysis

y_i	priority	β_1	β_2	β_4	β_5	β_6	β_7	β_9	β_{13}	β_{15}	β_{16}	β_{19}	weight	rate(%)
1	3.58	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.11	4.24
2	3.67	0.29	-	-	-	0.44	-	-	-	-	-	-	2.68	5.38
3	3.63	0.08	-	-	0.48	-	-	-	-	-	-	-	2.03	4.08
4	3.29	0.39	-	-	0.42	-	-	-	-	-	-	-	2.66	5.35
5	3.54	0.40	0.32	-	-	-	-	0.34	-	-	-	-	3.75	7.53
6	3.63	0.47	-	-	-	-	0.36	-	-	-	-	-	3.01	6.05
7	3.54	0.27	-	-	-	-	-	-	0.63	-	-	-	3.19	6.40
9	3.42	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.33	2.68
10	3.21	0.22	-	0.03	-	0.32	-	-	0.39	-	-	-	3.08	6.19
11	3.25	-	0.01	-	-	0.37	-	-	0.25	0.35	-	-	3.19	6.39
12	4.00	0.08	0.46	-	-	-	0.42	-	-	-	-	-	3.84	7.71
13	3.75	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-0.4	5.93	11.89
14	4.00	0.37	0.01	-	-	-	0.52	-	-	-	-	-	3.60	7.23
15	3.71	0.19	-	-	-	-	0.45	-	-	-	-	-	2.37	4.77
17	3.13	-	-	-	0.31	-	-	-	-	0.40	-	-	2.22	4.46
18	3.17	-	-	-	-	0.56	-	-	-	0.29	-	-	2.69	5.41
19	3.42	0.14	-	-	-	-	-	0.48	-	-	-	-	2.12	4.26
Weight		13.63	3.04	0.13	2.78	4.85	5.64	2.29	4.01	2.79	3.91	2.37		
rate(%)		30.0	6.7	0.3	6.1	10.7	12.4	5.0	8.8	6.1	8.6	5.2		

Table 5. Resulting Emotional Values form Multiple Regression Analysis

y_i	priority	β_1	β_2	β_3	β_9	wei-g ht	rate (%)
1	3.75	-	0.67	-	-	2.51	24.5
3	3.58	0.02	0.74	-	-	2.72	26.6
4	4.04	0.53	-	-	-	1.13	11.0
5	4.21	-	0.00	0.50	0.42	3.88	37.9
weight	-	0.65	4.00	1.94	1.63		
rate(%)		7.9	48.7	23.6	19.8		

에 의해서 제거하고 다중공선성 분석을 수행하여 독립변수들 간에 중복관계가 있는지 분석하였다.

19가지 사용자 편의성 분석에서 상관관계가 있는 독립변수를 찾지 못한 항목은 광범위한 정보의 제공(Comprehensiveness)과 쉬운 프로그램 설치(Easy Installation) 두 가지이다. 이는 현실감을 나타내기 위한 VR 자전거의 성능이 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

회귀분석에 의해서 얻은 회귀계수를 이용하여 제품개념 개발 단계에서 활용하는 품질기능전개를 수행하였다. 일반적인 품질기능전개 과정에서 고객의 요구사항과 제품의 기능적 요구사항과의 연관관계를 개발자 주관적인 연관척도를 이용하여 핵심품질특성을 찾아내었지만, 본 연구에서는 회귀계수를 이용하여 보다 객관적이고 체계적인 핵심품질요소를 선정하였다. Table 4는 품질기능전개 결과를 보여준다.

감정적 분야에서는 제품이 고급스럽고 품질과 비용

면에서 우수한 정도를 나타내는 분야에서 유의미한 상관관계가 있는 VR 자전거의 요소를 갖지 못하였다. 사용자 경험을 이용한 설계에서 이 세 가지 요소는 VR 자전거의 성능에 의해서 그 결과를 예측하기 어렵다고 판단할 수 있다.

사용자 편의성에 영향을 주지 않는 기술적 요소들은 언덕에서의 패달링의 현실성, 머리의 움직임에 따른 위와 아래의 영상변화, 맵에서 로드 컨디션 관련된 요소들과 화면재생 속도등은 영향을 사용성에 영향을 주지 않았다. 또한, 네트워크 상태와 맵새와 같은 특수 장치 등은 영향을 주지 않았다.

사용자 분석 항목에서 제일 많은 연관성이 있는 기술적 요소는 핸들링에 대한 만족도가 30.3%으로 가장 많았고 그 다음은 12.4%의 유의미한 상관관계가 있는 항목은 고객이 시야 회전에 의해 바꿀 때 얻을 수 있는 화면의 정보에 대한 만족도이다. 그 다음으로는 시선이나 헤드 움직임에 따른 메뉴선택 기능 기술에 대한 만족도(10.7%)이다.

감정적 요소에 유의미한 변수로 한 번 이상 사용된 항목으로는 패달링에 의한 속도 조절이 46.7%로 가장 중요하게 분석되었고, 언덕과 내리막에서의 패달링 느낌(24.5%), 맵의 길이에 관한 요소(19.8%) 순이다. 감정적 요인과 품질기능에 대한 전개 결과는 Table 5에 정리하였다.

회귀식의 결과로 기술적 만족도 항목에 의해서 사용

자가 느끼는 열일곱 가지의 편의성과 네 가지의 감정적 요소 등을 예측할 수 있게 되었다. 기술적 만족도 중에서 사용자 편의성 요소에 가장 많은 영향을 주는 독립적인 기술 요소로는 VR 자전거의 핸들링과 시선의 변화와 같이 움직임에 관련된 요소가 가장 많은 작용을 한 것으로 분석되었다. 감정적 만족도 부분에서는 속도조절과 높낮이의 변화와 사용 탭의 길이 등 흥미 위주의 요소가 가장 많은 영향을 준 것으로 분석되었다. 이 결과를 토대로 VR 장치에 의한 기구물 설계에서 고객 요구사항 관련하여 중요시하여 개발될 부분을 파악할 수 있었다.

분석에 사용된 사용자 선호도 조사는 선행연구에 의해서 얻은 설문조사의 결과로, 보다 정밀하고 많은 량의 조사 데이터가 본 논문의 다중회귀분석 결과의 설명력을 높일 수 있다고 본다. 또한, 품질기능전개 과정에서 비교 대상 제품과의 개발 가중치와 세일즈 포인트 변수 등과 품질 기능의 목표 사양 등을 고려한 품질기능전개 과정을 완수하여 개념 개발에 활용하는 방안을 연구가 수행된다면 제품개발 과정의 완성도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구를 통하여 제품 개념 개발 시에 제품의 품질 성과와의 연관관계 분석을 이용하여 사용자 편의성과 사용자가 느끼는 감정적인 부분을 예측할 수 있는 모델을 설정하여 제품 개발의 성공 가능성을 높일 수 있었다.

REFERENCES

- [1] M. Kim, J. Kang & M. S. Jun. (2016). Market and Technical Trends of VR Technologies. *Korea Journal of Contents*, 14(4), 14-16.
- [2] Korea Institute of Science and Technology Information. (2013). White paper on future technologies. 502.
- [3] <http://www.digi-capital.com/reports/#augmented-virtual-reality>, Accessed on 20 January 2017.
- [4] Y. Kim & H. Y. Ryoo. (2006). Assessing the usability of a virtual reality system's user interface. *Korea Digital Design Council*, 12, 341-350.
- [5] S. Han. (2016). Quantitative analysis of display fatigue induced by 2D, 3D videos. *The journal of digital convergence*, 14(3), 329-335.
- [6] S. J. Han, S. Kim, J. H. Cho & K. C. Koo. (2017). Ergonomic Evaluation of Indoor Bike Coordinated with Virtual Images. *The Journal of Digital Policy & Management*, 15(5), 443-451.
- [7] S. U. Kim, K. Lee, J. H. Cho, K. C. Koo & S. B. Kim. (2017). Toward an Evaluation Model of User Experiences on Virtual Reality Indoor Bikes. *European Scientific Journal, S.E*, 1857-7881.
- [8] J. Park, & S. H. Han. (2013). Defining user value: A case study of a smartphone. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43, 274-282.
- [9] E. Kim & S. Kim. (2017). A Study on the User Experience of Smartphone Camera Application. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(12), 221-226.
- [10] J. Park, S. H. Han, H. K. Kim, H. Moon & J. Park. (2015). Developing and verifying a questionnaire for evaluating user value of a mobile device. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 25(16), 724-739.
- [11] A. G. Sutcliffe & K. Deol Kaur. (2000). Evaluating the usability of virtual reality user interfaces. *Behaviour & Information Technology*, 19(6), 415-426.
- [12] Y. W. Song. (2009). Selection Methods of Customer Attributes for QFD Application, *Journal of Science Research*, 7(1), 1-8.
- [13] H. G. Lee & S. B. Lee. (2003). A Study of HOQ Complexity Reduction by Quantification Method of Type3, *Journal of the Korean society for Quality Management*, 31(2), 131-142.
- [14] H. S. Park & M. R. Lee. (2007). Application of Quality Function Deployment to Ergonomic Design of a Plier, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(4), 85-90.
- [15] J. H. Park & S. G. Kim. (2012). Development of Accident Forecasting Models in Freeway Tunnels using Multiple Linear Regression Analysis. *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 11(6), 145-154.
- [16] K. S. Kim, S. H. Baek & S. S. Chung. (2012). ALC hardness Prediction by Multiple Regression Analysis. *Asia Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 7(2), 103-111.
- [17] S. Yang. (2016). Convergence Analysis of Factors Influencing the End-of-life Care Attitude in Undergraduate Nursing Students. *Journal of the Korea Convergence Society*, 7(4), 141-154
- [18] Robert J. Friedrich. (1982). In Defense of Multiplicative Terms in Multiple Regression Equations. *University of Texas Press*, 26(4), 797-833.

조 재 형(Cho, Jae Hyung) [정회원]



- 1991년 7월 : University of Illinois at Chicago 기계공학과(공학석사)
- 1995년 7월 : University of Illinois at Chicago 기계공학과(공학박사)
- 1999년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 산업공학과 교수

- 관심분야 : CAD/CAM/CAE, Computer Vision Inspection
- E-Mail : jaecho@dankook.ac.kr

구 교 찬(Koo, Kyo Chan) [정회원]



- 2010년 2월 : 단국대학교 산업공학과(공학석사)
- 2012년 9월 ~ 현재 : 단국대학교 산업공학과 박사과정 및 강사
- 관심분야 : 인간공학, 인공지능 및 전문가 시스템, Bioinformatics

- E-Mail : kookyochan@daum.net

한 승 조(Han, Seung Jo) [정회원]



- 2003년 2월 : KAIST 산업공학과 (공학석사)
- 2011년 9월 : 미)뉴욕주립대(버팔로) 산업공학과 박사과정 수료
- 2013년 2월 : 단국대학교 산업공학과(공학박사)

- 2014년 10월 ~ 현재 : 국방과학연구소 선임연구원
- 관심분야 : 인간공학, 무기체계, M&S
- E-Mail : seungjo165@add.re.kr

김 선 옥(Kim, Sun Uk) [정회원]



- 1981년 2월 : 고려대학교 산업공학과(공학석사)
- 1990년 7월 : Oregon StateUniversity 산업 및 제조공학과(공학박사)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 산업공학과 교수

- 관심분야 : 인간공학, 인공지능/전문가시스템, 정보시스템
- E-Mail : kimsunuk@dankook.ac.kr