



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2024년 2월

석사학위 논문

자전거용 원터치 탈부착
전기구동장치의 디자인 개발

조선대학교 디자인대학원

디자인학과

정관선

자전거용 원터치 탈부착 전기구동장치의 디자인 개발

Design Development of One-touch Detachable Electric
Driving Device for Bicycles

2024년 2월 23일

조선대학교 디자인대학원

디자인학과

정관선

자전거용 원터치 탈부착 전기구동장치의 디자인 개발

지도교수 문 정 민

이 논문을 디자인학 석사학위신청 논문으로 제출함

2023년 10월

조선대학교 디자인대학원

디 자 인 학 과

정 관 선

정관선의 석사학위논문을 인준함

위원장 박 순 천 (인)

위 원 문 정 민 (인)

위 원 류 명 숙 (인)

2023년 12월

조선대학교 디자인대학원

목차

ABSTRACT

제1장 서론	2
제1절 연구 배경 및 목적	2
제2절 연구 범위 및 방법	4
제3절 선행연구 검토	6

제2장 이론적 고찰 10

제1절 자전거 및 전기자전거의 이해	10
1. 자전거 및 전기자전거의 개념 및 특성	10
2. 자전거의 구조	11
3. 자전거의 구동을 위한 주요 요소	12
(1) 프레임	12
(2) 체인스테이	13
(3) 구동계	14
(4) 체인	14
4. 전기자전거의 구동방법에 따른 종류	15
(1) 전륜 구동 방식	15
(2) 후륜 구동 방식	16
(3) 미들(middle) 구동 방식	16
(4) 복합 구동 방식	16
5. 전기자전거의 시장현황	16
제2절 자전거용 탈부착 전기구동장치의 이해	17
1. 탈부착 전기구동장치의 개념 및 종류	17
2. 탈부착 전기구동장치의 분석	19

1) 핸들축 결합방식	19
2) 안장축 결합방식	19
3) 다운튜브 결합방식	19
4) 싯튜브와 다운튜브 결합방식	20

제3장 연구 내용 및 전개 22

제1절 가설 설정	22
제2절 조사 대상 및 범위	22
제3절 설문조사 결과분석	23

제4장 디자인 제안 38

제1절 디자인 전개	38
1. 디자인 방향 설정	38
2. 디자인 레이아웃	38
3. 체인 직접 구동방식의 전기구동장치 설치를 위한 분석	39
(1) 체인 형태	39
(2) 체인 간격	40
(3) 체인 길이	41
(4) 체인과 체인스테이와의 간격	41
(5) 체인과 체인스테이 사이의 비틀림각	42
제2절 디자인의 외형적 요소	43
(1) 본체	43
(2) 홀더	44
(3) 구동기어	45
(4) 유니버설조인트	46
(5) 래칫	47
(6) 시인성 확보 구조	48
(7) 본 연구에 의한 탈부착 전기구동장치의 치수	52

제3절 디자인의 기능적 요소	53
1. 체인 결합구조	53
2. 체인스태이 결합구조	54
3. 근력 보조	55
제4절 디자인 도출	56
1. 최종 설계도 제안	56
2. 최종 디자인 제안	57
(1) 최종 디자인 3D 모델링	57
(2) 최종 디자인의 6면도	58
(3) 최종 디자인의 자전거 적용 시뮬레이션	58
(4) 최종 디자인의 야간 적용시 시뮬레이션	59
제5장 결론	61
참고문헌	63
부록	64

그림목차

<그림 1-1> 연구 흐름도	5
<그림 2-1> 전기 모터를 최초로 장착한 전기자전거 양산모델	11
<그림 2-2> 자전거의 구조	12
<그림 2-3> 다양한 자전거 프레임의 종류	12
<그림 2-4> 자전거 프레임 구조	13
<그림 2-5> 자전거 체인 구조	14
<그림 2-6> 전기자전거의 구동방식에 따른 분류	15
<그림 2-7> 전세계 전기자전거 시장규모	17
<그림 3-1> 자전거 취급 브랜드 조사	23
<그림 3-2> 자전거 수리 경험 조사	23
<그림 3-3> 전기자전거 필요성 조사	24
<그림 3-4> 전기자전거 단점 조사	24
<그림 3-5> 탈부착 전기구동장치의 필요성 조사	25
<그림 3-6> 탈부착 전기구동장치의 브래킷 문제점 조사	25
<그림 3-7> 문제가 개선된 탈부착 전기구동장치의 브래킷 선호도 조사	26
<그림 3-8> 본 연구와 기존 브래킷의 비교 조사	26
<그림 3-9> 본 연구에 의한 전기구동장치의 선호도 조사	27
<그림 3-10> 본 연구에 의한 전기구동장치의 예상 가격대 조사	27
<그림 3-11> 설문응답자 성별	28
<그림 3-12> 설문응답자 연령대	29
<그림 3-13> 자전거 이용 목적	29
<그림 3-14> 자전거 구매시 중요도	30
<그림 3-15> 전기자전거의 필요성	30
<그림 3-16> 전기자전거 구매시 중요도	31
<그림 3-17> 전기자전거 이용 경험	31
<그림 3-18> 전기자전거의 단점	32
<그림 3-19> 탈부착식 전기구동장치 구매시 중요도	32
<그림 3-20> 탈부착식 전기구동장치의 필요성 여부	33
<그림 3-21> 프레임에 손상에 따른 탈부착 전기구동장치 구매 여부	33
<그림 3-22> 본 연구의 디자인적인 요소 판단	34

<그림 3-23> 본 연구의 구매 여부	34
<그림 3-24> 본 연구에 의한 전기구동장치의 희망 가격대 조사	35
<그림 4-1> 체인의 비대칭 형태	39
<그림 4-2> 체인 간격	40
<그림 4-3> 전기구동장치의 설치 위치	41
<그림 4-4> 체인과 체인스테이 간격 평면도	42
<그림 4-5> 체인과 체인스테이 비틀림각 평면도	43
<그림 4-6> 본체 사시도	43
<그림 4-7> 본체 평면도	44
<그림 4-8> 홀더 구조	45
<그림 4-9> 구동기어 작동	46
<그림 4-10> 유니버설조인트 구조	47
<그림 4-11> 래칫 구조	47
<그림 4-12> 시인성 확보 구조	48
<그림 4-13> 색채의 정보 전달	49
<그림 4-14> LED기관의 색상과 기호	50
<그림 4-15> 정지시 발광 상태	50
<그림 4-16> 주행시 발광 상태	51
<그림 4-17> 좌회전시 발광 상태	51
<그림 4-18> 자전거 우회전시 발광 상태	51
<그림 4-19> 전기구동장치의 평면 치수 기입	52
<그림 4-20> 체인 텐션 부여	53
<그림 4-21> 각도 조절 매커니즘	53
<그림 4-22> 집게부 작동	54
<그림 4-23> 본 연구 전기구동장치 설계도	56
<그림 4-24> 최종 디자인 3D 모델링	57
<그림 4-25> 최종 디자인 후방 3D 모델링	57
<그림 4-26> 최종 디자인 6면도	58
<그림 4-27> 최종 디자인 설치 상태	58
<그림 4-28> 최종 디자인 야간 사용 상태	59

표 목차

<표 1-1> 전기자전거용 구동장치에 관한 선행연구	6
<표 2-1> 탈부착 전기구동장치의 종류	18
<표 4-1> 스프라켓 치수	39
<표 4-2> 일반 컬러의 교통 신호등색 컬러 파장 범위 분할	49

ABSTRACT

Design Development of One-touch Detachable Electric Driving Device for Bicycles

Jeong, Gwan-Seon

Advisor : Prof. Moon, Jeong-min

Department of Design Management

Graduate School of Chosun University

Recently, as the sense of crisis due to the depletion of fossil fuels and global warming has become greater, the need for eco-friendly transportation has emerged as a very important social issue. Among them, bicycles do not use any fuel or emit any pollutants, so they are used as a useful means of movement, transportation, and exercise. Recently, as the function of bicycles as a means of transportation due to frequent traffic congestion has been highlighted, interest in electric bicycles is also increasing. . In particular, it is true that electric bicycles are heavy and expensive, which puts a huge burden on purchasing them. Therefore, although detachable electric drive devices have been developed, they are not preferred due to many problems with detachment.

In this study, a detachable electric drive device that can convert a regular bicycle into an electric bicycle according to the driver's needs was selected as the research object, but the existing detachable electric drive device that must use a connecting means called a bracket because the front and rear wheels and chain sprocket must be driven directly. By proposing a detachable electric drive device that directly drives the chain, taking a completely different perspective from the electric drive device, we would like to propose an electric drive device design that allows the electric drive device to be attached and detached to a bicycle without using a bracket.

First, through theoretical consideration, the concept and characteristics of a bicycle, the structure of a bicycle, the main elements for driving a bicycle, the concept and characteristics of an electric bicycle, types of electric bicycles

by driving method, analysis of the driving method of an electric bicycle, and the We conduct research on the market status, concepts and types of detachable electric drive devices, and analysis of detachable electric drive devices, find design improvement elements through surveys, and then directly drive the chain through design direction setting and design layout. By analyzing the external and functional elements of the electric drive system, the optimal design of the detachable electric drive system was derived, and through the final blueprint proposal, final design proposal, and final design 3D modeling process, it can be universally used on many bicycle frames without using brackets. A mass-produced design result was created for a chain-driven electric drive device that can be combined and detached with one touch, and can ensure user convenience and visibility for safety.

■ Key words: Chain, Bicycle, Electric Bicycle, Detachable, Electric Drive, Electric Drive Device

제1장 서론

제1절 연구 배경 및 목적

제2절 연구 범위 및 방법

제3절 선행연구 검토

제1장 서론

제1절 연구 배경 및 목적

자전거는 어떠한 연료도 사용하지 않고 단지 오로지 인간이 가지고 있는 신체 능력만으로 구동하는 것이어서 수 세기를 지나도록 여전히 유용한 이동 및 운반, 운동, 레포츠 수단으로 활용되고 있다.

자전거는 어떠한 구동수단 없이 이용자 자신의 신체를 이용하여 페달을 밟아 스프라켓을 회전시키고 체인을 통해 바퀴를 구동시킴으로써 이동을 가능하게 구조이므로 이용자의 근력과 체력이 뒷받침되지 않으면 장시간의 이용 및 오르막길 등의 이동에 있어서는 제약이 따르게 된다.

따라서 산악지형으로 이루어진 우리나라지형 특성상 전기자전거는 자전거에 비해 이동거리를 넓혀주고 전기자동차에 비해서는 경제적·사회적 비용이 적어 중·장기적으로는 자동차를 대체할수 있는 차세대 및 중간다리 이동수단으로 활용될 수 있다.

또한 주로 혼자서 운전하는 우리나라 특성상 이러한 상황은 경제적으로도 사회적·환경적으로도 국가적 손실이 아닐 수 없고 전기자전거에 대한 필요성에 대해서는 온실가스 감축 효과는 물론 아래 전기자전거 판매량 증가율만 보아도 알 수 있다.¹⁾

즉 한국스마트이모빌리티협회(KEMA)에 따르면 2018년 국내 전기자전거 판매량은 2만4000대였지만, 2022년 판매량은 10만7000대로, 4년 만에 약 4.5배가 증가했다. 또한 글로벌 시장조사기관 스태티스타는 지난 2019년 약 27조원 규모였던 전 세계 전기자전거 시장이 2030년 76조원까지 커질 것으로 내다봤다. 특히 친환경 트렌드와 저렴한 유지비, 공유 퍼스널 모빌리티 (PM)사업 등의 확산으로 인해 시장 규모가 폭발적으로 성장할 것으로 전망된다.²⁾

1) 한상미, 자전거 이용 활성화에 따른 환경·에너지 편익에 관한 연구, 중앙대학교, 석사학위논문, 2021, p.2

2) 유영주, 전기자전거 활성화 정책에 따른 탄소배출 저감 효과분석- 서울시 자전거 보급정책을 중심으로, 광운대학교, 석사학위논문, 2021, pp.1-2

그러나 자전거의 대표적인 단점은 경사에 취약하다는 것으로, 보통 7%이상인 경사에서는 자전거의 이용이 불가능 하다고 판단되며, 3%의 경사에서도 일반인들의 경우에는 자전거 이용에 어려움을 느낀다고 한다. 게다가 전체 교통사고는 감소추세에 있지만 전체 교통사고 대비 자전거 교통사고는 증가하고 있는 실정이다. 3)

일본 경제산업성 의뢰로 “자전거주차장정비센터 자전거종합연구소”에서 수행한 「전기자전거의 활용 가능성 및 효과」 결과를 보면 전기자전거의 구매 가능성에 관한 질문에서는 자동차의 경제적 부담이 가중될 경우 응답자의 32.8%가 전기자전거를 구매를 고려하겠다고 하였으며, 또 자동차 운전 전에 자신감이 없어질 경우 43.8%가 답변하여 고령자사회에서 이동 수단에 대한 대안으로 전기자전거 구매에 대한 요구가 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 자전거 이용증대를 위한 조건으로서는 오르막을 쉽게 오를 수 있는 전기자전거에 대한 요구가 31.2%를 차지한 것으로 나타났다.4)

또한 전기자전거는 고가이고 무거운 중량을 갖는다는 단점으로 인해 비교적 가격이 저렴하고 평상시에는 자전거로 이용하다가 필요시에만 자신의 자전거에 전기구동장치를 탈부착함으로써 전기자전거처럼 사용할 수 있는 탈부착 전기구동장치들이 개발되어 있긴 하다.

그러나 지금까지 개발된 모든 자전거용 탈부착 전기구동장치들은 모두 앞바퀴 또는 뒷바퀴, 체인스프라켓을 직접 구동해야 하는 방식이어서 이들은 필수적으로 자전거의 프레임에 탈부착 전기구동장치를 결합하기 위한 ‘브래킷(Bracket)’이라는 수단을 구비하여야만 한다.

그런데 위 브래킷은 자전거의 프레임을 움켜진 상태에서 볼트로 강하게 조이는 방식이어서 심한 경우 자전거 프레임에 손상이 가기도 하고, 또한 수없이 다양한 자전거 프레임의 직경과 각도 등에 범용적으로 사용하기 곤란하다는 단점을 갖는다.

따라서 본 연구의 목적은 브래킷을 사용하지 않음으로 인해 전기구동장

3) “일본, 자전거보험 동향”, KIRI 리포트 글로벌 이슈, 2023년 10월 20일 접속, <https://www.kiri.or.kr/report/downloadFile.do?docId=421189>

4) 유영주, 전기자전거 활성화 정책에 따른탄소배출 저감 효과분석- 서울시 자전거 보급정책을 중심으로, 광운대학교, 석사 논문, 2021, pp.12-13.

치 탈부착시 자전거 프레임에 손상이 가는 것을 방지하도록 하되, 결국 브레이크를 사용하지 않기 위해서는 앞바퀴 또는 뒷바퀴, 체인스프라켓을 구동하는 방식의 기존의 탈부착 전기구동장치들과는 전혀 관점을 달리하는 탈부착 전기구동장치를 제안하는데 그 목적이 있다.

제2절 연구 범위 및 방법

본 연구는 자전거의 개념과 특성, 자전거의 구조, 자전거의 구동을 위한 주요 요소, 전기자전거의 개념과 특성, 전기자전거의 구동방법에 따른 종류, 전기자전거의 구동방식의 분석, 전기자전거의 시장현황, 탈부착 전기구동장치의 개념 및 종류, 탈부착 전기구동장치의 분석과 같은 이론적 고찰을 통해 연구를 진행하고, 브레이크를 사용하지 않는 방식의 전기구동장치의 아이디어 개념을 확립하며, 자전거 전문가와 일반인들에게 설문조사를 통해 디자인 개발 필요성과 선호도 등을 확인한 다음, 이후 디자인 방향설정과 디자인 레이아웃을 통해 탈부착 전기구동장치의 외형적 요소와 기능적 요소를 분석하여 최적의 탈부착 전기구동장치 디자인을 도출하였으며 최종 설계도 제안과 최종 디자인 제안을 제안한다.

동시에 신속하고 편리한 전기구동장치의 탈부착방법과 주변 차량운전자들의 시선을 끌수 있고, 또 자전거의 주행정보를 제공할 수 있도록 함으로써 교통사고를 줄일 수 있는 시인성 확보방법, 휴대 및 보관을 편리하게 하기 위해서는 배터리의 크기를 줄여야 하므로 이를 위해 소정 경사 이상의 오르막길에서만 모터가 자동적으로 구동하게 하여 자전거 이용자, 특히 노약자들의 근력 보조가 가능한 전기구동장치의 양산형 디자인 결과물을 도출하고자 한다.

제1장 서론	제1절 연구 배경 및 목적	문헌연구 선행연구
	제2절 연구 방법 및 범위	
	제3절 선행연구 검토	
제2장 이론적 고찰	제1절 자전거 및 전기자전거의 이해 자전거와 전기자전거의 특성, 구조, 구동방법 및 시장 현황 고찰을 통한 개념 정립	문헌연구 선행연구
	제2절 탈부착 전기구동장치의 이해 탈부착 전기구동장치의 개념, 종류, 분석 고찰을 통해 문제점 도출	
	제3절 가설 설정 탈부착 전기구동장치의 문제점 개선을 위한 해결방안	
제3장 연구 내용 및 전개	제2절 조사 대상 및 범위 자전거 전문가와 일반인들을 대상으로 하는 설문조사	문헌연구 선행연구 설문조사
	제3절 설문조사 결과 분석 본 연구에 의한 탈부착 전기구동장치는 전기자전거와 기존 탈부착 전기구동장치의 문제점을 해결하였고 경 사길 주행에 있어 근력 보조 가능성을 인정함	
	제1절 디자인 전개 디자인의 방향을 설정하고 레이아웃을 통해 개념을 실 제로 구현함에 있어 필요한 사항 검토 및 분석	
제4장 디자인 제안	제2절 디자인의 외형적 요소 본체의 형태와 각 부품들의 구조적 형태, 시인성 확보 수단, 치수 확정	문헌연구 선행연구
	제3절 디자인의 기능적 요소 체인 및 체인스테이의 결합구조, 근력 보조에 필요한 수단 확정	
	제4절 디자인 도출 최종 설계안과 3D 모델링 확정	
	결론	
제5장 결론	브래킷을 사용하지 않고 체인을 직접 구동하는 방식의 탈부착 전기구동장치에 의해 전기자전거와 기존 탈부 착 전기구동장치의 문제점 해결	문헌연구

<그림 1-1> 연구 흐름도

제3절 선행연구 검토

1. 선행연구 동향

자전거용 원터치 탈부착 전기구동장치의 디자인 개발을 위해 전기자전거 또는 구동부, 구동장치와 관련된 연구 키워드를 중심으로 선행연구의 연구 내용, 대상, 방법 등을 분석하였으며, 각 선행연구에 대한 세부 내용은 다음과 같다.

<표 1-1> 전기자전거용 구동장치에 관한 선행연구

연구자 및 연구제목	주요 연구 및 시사점	연구대상	연구방법
지대영·이강수(2020) 전기자전거 구동부에 대한 연구	· 본 연구는 전기 자전거의 모터를 크랭크 구동 방식과 같이 자전거의 중심으로 위치시켜 무게 중심을 좋게 하고, 바퀴의 후륜 허브 내부에 내장 기어를 접목 시켜 힘의 효율을 증가시키고자 함	전기자전거, 구동부	선행 연구 분석
사복강(2011) PAS 기능을 갖는 E-bike 용 BLDC 모터 구동시스템 관한 연구	· 본 논문에서 제안하는 PAS방법을 적용하여 저속에서는 BLDC 운전모드로 기동을 하고 고속에서 PMSM운전모드로 전환하여 운전함으로써 BLDC 운전모드로 고속 운전시 발생하는 토크 리플을 감소시켜 편안한 승차감을 갖는 저가의 전기자전거 개발을 실현함	전기자전거, 구동시스템	선행 연구 분석
이민우(2020) 전기자전거 휠 직구동용 BLDC 전동기시스템 설계	· 본 논문에서는 저전압, 밧데리 전압(24V, 48V)으로 구동되는 저속, 고토크 직구동 BLDC 전동기를 직접 설계하되, 네오디움 희토류 자석을 회전자 자석으로 선정하여 회전자 토크 특성을 강화하였으며, 슬롯 당 고정자 권선의 개수를 조절하여 고출력을 구현함.	전기자전거, 구동시스템, 전동기	선행 연구 분석

	<ul style="list-style-type: none"> · 설계된 직구동 모터에 대한 맥스웰 해석 소프트웨어를 통해 출력 특성을 분석하였고, 실험 분석용 지그를 직접 설계하여 다이내모 모터 분석시스템과 연결하여 설계 모터의 속도 토크 특성을 분석한 후 응용 적절성을 판단함. · 연구 논문을 통해 기획득된 직구동 모터 설계 기술에 새로운 제어기술을 적용하면 효율적이고, 정숙한 전기 자전거 구동시스템 설계 가능 		
<p>윤태수(2018) 탑승자-로봇바이크 시스템의 총 에너지 효율 향상을 위한 가상 행정 모터 구동 알고리즘의 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 본 논문에서는 로봇 기술이 적용된 로봇바이크와 탑승자로 구성된 전체 시스템의 에너지 효율을 향상 시킬 수 있는 가상 행정 모터 구동 알고리즘을 제시하고 실험을 통해 그 효용성을 판단하고자함 · 탑승자와 자전거로 이루어진 시스템의 동적특성을 측정하기 위하여 스마트 로봇바이크 테스트 플랫폼을 설계하여 탑승자와 자전거의 동적 특성을 고려한 전기자전거의 모터 구동 알고리즘의 연구 결과를 서술 	<p>전기자전거, 모터, 구동 알고리즘</p>	<p>선행 연구 분석</p>
<p>안청(2022) 3kW E-bike 구동용 영구자석 매입 동기형 릴럭턴스 전동기의 최적 설계</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 본 논문에서는 E-bike 구동용 영구자석 매입 동기형 릴럭턴스 전동기의 형상 최적 설계 및 그 특성해석을 수행함 · 최적 설계한 E-bike용 영구자석 매입형 동기 릴럭턴스 모터를 기존 영구자석 모터와 비교하여 제안된 전동기의 효용성을 확인 	<p>E-bike, 모터, 전동기</p>	<p>선행 연구 분석</p>

2. 선행연구와의 차별성

전기자전거용 구동장치에 대한 선행연구는 전기 자전거의 무게 중심과 힘의 효율을 증가시키는 방향으로의 구동 효율 개선과 전기자전거 제어 시스템의 효율의 개선 및 전기자전거의 활용 가능성, 편안한 승차감을 갖는 저가의 전기자전거 개발 및 전기 자전거 구동시스템의 최적 설계로 에너지 효율 확인, 기존 영구자석 모터와 비교하여 제안된 전동기의 효율성 등을 제시하였다.

그러나 이들은 전기자전거의 특성상 가장착된 상태의 구동장치의 효율과 활용, 효율성에 대한 연구여서 전기구동장치를 자전거에 탈부착시켜 일반자전거를 하이브리드방식의 전기자전거로 사용할 수 있는 기능적 · 구조적 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 자전거에 전기구동장치를 설치함에 있어 기존의 전기자전거와 탈부착식 전기구동장치가 가지고 있는 문제점들을 좀 더 세부적인 분석을 통해 원터치로 탈부착이 가능하고, 자전거 프레임에 손상이 가는 것을 방지하며, 시인성을 확보하여 자전거 이용자의 안전을 도모할 수 있는 전기구동장치를 제시함으로써 기존의 전기자전거 구동장치들과의 차별성을 추구하고자 한다.

제2장

이론적 고찰

- 제1절 자전거 및 전기자전거의 이해
- 제2절 자전거용 탈부착 전기구동장치의 이해

제2장 이론적 고찰

제1절 자전거 및 전기자전거의 이해

1. 자전거 및 전기자전거의 개념 및 특성

자전거는 일반적으로 프레임에 의해 지탱되는 두 개의 바퀴 위에 안장을 얹고 그 안장 위에 사람이 앉거나 엮드린 상태에서 다리의 힘으로 발판을 회전시켜 바퀴를 구동시킴으로써 사람을 운반하기 위한 이동수단의 일종이다.

법적인 표현으로 “자전거”란 사람의 힘으로 페달이나 손페달을 사용하여 움직이는 구동장치와 조향장치 및 제동장치가 있는 바퀴가 둘 이상인 차로써 행정안전부령으로 정하는 크기와 구조를 갖춘 것을 말한다.(자전거 이용 활성화에 관한 법률 제 2조)⁵⁾

전기자전거는 충전지와 모터를 구비하여 모터의 회전에 의해 바퀴를 구동시키는 자전거를 통칭한다.

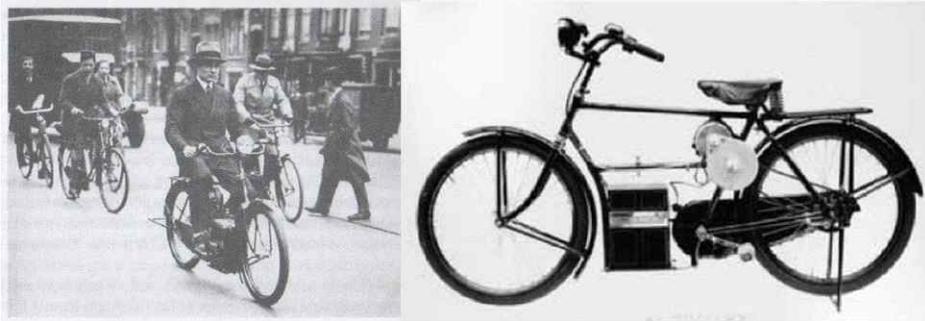
법률적으로 ‘전기자전거’란 자전거로서 사람의 힘을 보충하기 위하여 전동기를 장착하고 페달과 전동기의 동시 동력으로 움직이며, 전동기만으로는 움직이지 아니하고, 시속 25km 이상으로 움직일 경우 전동기가 작동하지 아니하며, 설치된 장치의 무게를 포함한 자전거의 전체 중량이 30kg 미만인 것을 의미한다.(자전거 이용 활성화에 관한 법률 제 2조 1의 2)⁶⁾

1885년에 최초의 전기자전거가 등장하고, 1890년대에는 미국에서 발명된 전기자전거들이 특허 출원되었으며, 1932년에는 네덜란드 필립스의 자회사인 에미(Emi)사로 부터 전기 모터를 장착한 최초로 전기자전거 양산모델이 출시되었다. 그러나 모터의 제어에 있어 안정적이지 못하고, 또 전기 모터에 전달될 전력을 정밀하게 제어할 수 있는 기술의 부족으로 인해 보편화

5) “자전거 이용 활성화에 관한 법률”, 법제처 국가법령정보센터, 2023년 10월 30일 접속, <https://www.law.go.kr/법령/자전거이용활성화에관한법률>.

6) “자전거 이용 활성화에 관한 법률”, 위의 사이트, 2023년 10월 30일 접속.

되지 못했다. 최근에는 기술의 발달로 인해 모터와 전력을 정밀하게 제어할 수 있게 되고 고유가 및 친환경에 대한 인식의 변화로 다양한 구조의 전기 자전거가 개발되어 사용되고 있다.⁷⁾



출처: <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=15811955&memberNo=4943073>

<그림 2-1> 전기 모터를 최초로 장착한 전기자전거 양산모델

2. 자전거의 구조

자전거는 사람을 태우고 이동이 가능하도록 하는 구조를 필요로 하는데, 기본적인 구조로는 사람이 앉을 수 있는 안장과 이동이 가능하도록 하는 바퀴, 방향을 조절할 수 있는 핸들, 이들을 지탱하기 위한 프레임으로 이루어진다. 이후 자전거의 발전과 함께 구동계와 제동계 등이 구비되면서 사용의 편리성을 추구할 수 있는 구조로 변화되었고, 특히 구동계의 경우는 변속기를 달아 속도와 체력의 안배를 도모하도록 하고, 전기모터를 달아 다리의 근력을 보조할 수 있도록 하는 등의 점진적이면서도 혁신적인 발전을 이루고 있다.

7) “전기 자전거의 간략한 역사 1/3부, 1860~1952”, 네이버 포스트, 2023년 10월 30일 접속, <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=15811955&memberNo=4943073>.



출처: <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%90%EC%A0%84%EA%B1%B0>

<그림 2-2> 자전거의 구조

3. 자전거의 구동을 위한 주요 요소

(1) 프레임

자전거의 프레임은 자전거의 전체적인 골격을 이루는 것으로 방향을 조절할 수 있는 조향계와 바퀴, 안장은 물론 자전거의 진행을 위한 구동계 등을 지탱하기 위한 수단이다.



출처: <https://www.google.com/search?q=구글 자전거 프레임 이미지>

<그림 2-3> 다양한 자전거 프레임의 종류

프레임 구조상 자전거에서 가장 많은 힘을 받는 부분은 시트튜브(Seat Tube)로 안장과 페달을 지탱한다. 이때 시트튜브 하단에는 크랭크축을 결합하기 위한 비비셸(BB Shell)이 연결되는데 자전거의 프레임 사이즈는 시트튜브 상단에서 비비셸 중심까지의 거리를 의미한다.

전방에는 탑튜브(Top Tube)와 다운튜브(Down Tube)가 연결되고, 후방에는 시트스테이(Seat Stays)와 체인스테이(Chain Stays)가 연결되는 구조이다. 이때 탑튜브와 다운튜브는 헤드튜브(Head Tube) 일측에 연결되어 핸들과 포크를 지탱하기 위한 것이다. 헤드튜브는 핸들축을 지지하여 앞바퀴를 조향할 수 있도록 한다.



출처: <https://rockice.tistory.com/16566903>

<그림 2-4> 자전거 프레임 구조

(2) 체인스테이

체인스테이는 자전거의 프레임 중의 하나로 큰 스프라켓이 설치되는 크랭크축과 작은 스프라켓이 설치되는 허브축을 지탱하고 한 쌍으로 이루어지는 프레임으로, 체인을 지지하는 핵심 프레임이다.

체인스테이는 페달 축과 뒷바퀴의 축 사이에 형성되는데 체인스테이의 길이가 휠베이스를 결정짓는 가장 큰 역할을 한다. 이는 휠베이스가 자전거의 승차감과 순발력에 작용하기 때문인데 휠베이스의 길이가 길면 승차감은 좋아지고 동력 손실은 커지며, 길이가 짧아지면 강성은 강해지나 뒷바퀴

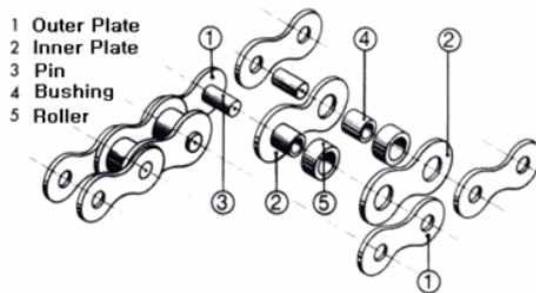
의 추진력이 보다 앞부분에 위치하게 되어 페달링에 대한 반응이 좋아지게 되고 코너링도 좋아진다.⁸⁾

(3) 구동계

자전거에 있어서 구동계라 함은 바퀴를 회전시켜 프레임의 전진을 가능하게 하는 구조로, 페달과 체인, 스프라켓으로 이루어진다. 이용자가 페달, 즉 발판에 가하는 힘을 크랭크암에 의해 회전력으로 바꾸고 크랭크암은 큰 스프라켓을 회전시키게 되고 큰 스프라켓은 다시 뒷바퀴의 허브축에 결합된 작은 스프라켓을 체인에 의해 구동력을 전달하여 회전시키게 된다. 이처럼 크랭크암의 회전력이 바퀴에 전달함으로써 바퀴와 지면에 발생하는 마찰력에 의해 자전거는 전진하게 된다.

(4) 체인

체인은 크랭크축에 형성된 큰 스프라켓과 뒷바퀴 축에 형성된 작은 스프라켓을 연결하기 위한 것으로, 이용자가 발판에 가한 압력을 크랭크축이 회전력으로 변환시키고, 이때 발생한 큰 스프라켓의 회전력을 작은 스프라켓에 전달함으로써 뒷바퀴를 회전시키게 된다. 이때 체인은 큰 스프라켓과 작은 스프라켓의 상단과 하단에 걸쳐져 타원형상으로 배치된다.



출처: <https://bikloud.tistory.com/155>

<그림 2-5> 자전거 체인 구조

8) “헤드튜브 각도와 휠베이스가 주행특성을 바꾼다”, 다음카페 섬진강아리랑MTB, 2023년 10월 30일 접속, <https://m.cafe.daum.net/semjingangarirang/NDLt/6?svc=cafeapi>.

4. 전기자전거의 구동방법에 따른 종류

전기자전거는 구동방식, 즉 모터의 위치에 따라 종류가 달라지는데 앞바퀴를 구동하는 전륜구동방식, 뒷바퀴를 구동하는 후륜구동방식, 큰 스프라켓을 구동하는 미들(Middle) 구동방식, 전륜 및 후륜, 미들을 복합적으로 사용하여 구동하는 복합구동방식으로 나뉜다. 아래 <그림 2-6>은 시판되는 다양한 전기자전거를 구동방식에 의해 분류한 것이다.

전륜 구동방식	후륜 구동방식
	
미들 구동방식	복합 구동방식
	

출처: <https://www.google.com/search?q=전기자전거 이미지>

<그림 2-6> 전기자전거의 구동방식에 따른 분류

(1) 전륜 구동 방식

전륜 구동 방식은 전기자전거의 구동 방식 중 앞바퀴에 허브에 직접 모터를 연결하거나 바퀴를 회전시키는 방식으로 가장 구조가 단순하고 제작이 용이하며 제작비용이 가장 낮아 저렴한 전기가전거를 제작할 수 있는 방식이긴 하나 주행 중 가장 파손의 우려가 높은 앞바퀴에 자전거에 회전력을 전달하기 위한 전기구동장치가 설치되므로써 고장의 우려가 높고 사고시 파손의 우려가 높다.

(2) 후륜 구동 방식

후륜 구동 방식은 뒷바퀴의 허브축에 직접 모터를 연결하거나 바퀴를 마찰시켜 직접 회전시키는 방식이다. 후륜은 후륜방식의 자동차와 마찬가지로 미끌림이 적고, 고출력이 가능하며, 안전성이 높은 반면 전륜에 비해 설치가 어렵고 정비가 곤란한 단점을 가지며, 미들(middle) 구동 방식은 발판이 결합되는 크랭크축 또는 큰 스프라켓에 직접 모터를 연결하여 크랭크축 또는 큰 스프라켓을 회전구동하여 체인에 연결된 뒷바퀴를 회전시키는 방식이다.

(3) 미들(middle) 구동 방식

미들 구동 방식은 대개 큰 스프라켓을 모터로 회전시키는 방식으로 큰 스프라켓을 직접 회전시키는 방식과 모터와 큰 스프라켓을 체인으로 연결하여 간접 회전시키는 방식들이 사용된다.

(4) 복합 구동 방식

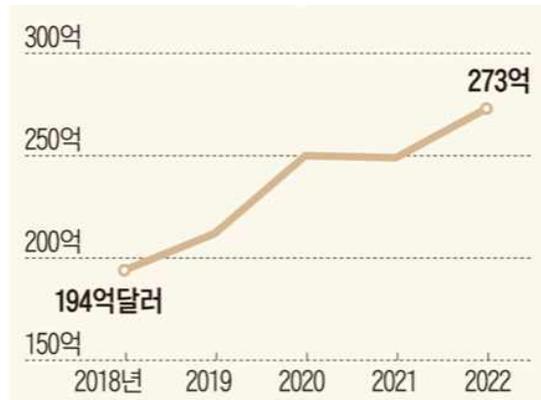
복합 구동 방식은 전륜구동과 후륜구동, 전륜구동과 미들구동, 후륜구동 및 미들구동과 같이 두 개 이상의 구동방식을 포함하는 방식을 의미한다.

5. 전기자전거의 시장현황

전기자전거는 자전거 이용자의 체력 감소를 최소화하고 근력을 보강할 수 있으므로 우리나라와 같이 오르막이 심한 지형과 노약자에게는 일반 자전거에 비해 이동거리를 늘여주고 자동차보다는 운영비용과 주차공간 확보 등에 대한 부담이 적다.

또한 기후변화에 대한 대응으로 친환경 교통수단의 중요성, 심각한 교통 체증, 코로나 팬데믹 사태 이후 대중교통을 이용하기를 꺼려하는 사람들의 증가, 공유경제산업의 확장, 고령으로 인한 자동차 운전에 대한 자신감 상실, 경제 악화로 인한 자동차 구매에 대한 부담 등으로 인한 여러 가지 이유로 전기자전거의 수요가 증가하고 있고, 이로 인해 전기자전거의 시장도 폭발적으로 늘어나고 있다.

시장조사기관 스태티스타 자료를 따르면, 2019년 212억달러(약 27조6900억원) 수준이었던 세계 전기자전거 시장 규모는 2022년 273억달러(약 35조6600억원) 정도로 성장하고 있는 중이다.⁹⁾



출처: <https://www.chosun.com/economy/weeklybiz/2022/08/25/U772SXCMIVBA3IFJF76QNG5TE4/>

<그림 2-7> 전세계 전기자전거 시장규모

제2절 자전거용 탈부착 전기구동장치의 이해

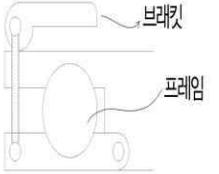
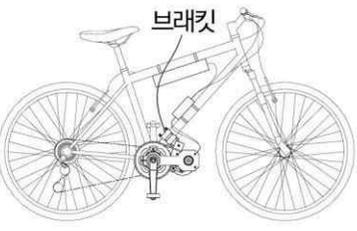
1. 탈부착 전기구동장치의 개념 및 종류

자전거용 탈부착 전기구동장치는 이용자의 필요에 따라 전기구동장치를 자전거에 탈부착함으로써 일반자전거로, 또는 전기자전거로도 활용할 수 있도록 하기 위한 수단을 의미한다. 아래 <표 1>에 나타난 바와 같이 기존의 자전거용 탈부착 전기구동장치는 단지 위치의 차이만 있을 뿐 모두 브래킷(Bracket)을 활용하여 자전거에 결합되는 구조로 이루어진다.

따라서 브래킷의 장착 위치에 따라 탈부착 전기구동장치의 종류를 구분할 수 있는데 아래 <표 1>과 같이 핸들축 결합방식, 안장축 결합방식, 다운튜브 결합방식, 싯튜브와 다운튜브 결합방식으로 구분할 수 있다.

9) “완성차업체 새먹거리? 전기자전거 가속페달”, 국민일보, 2023년 11월 20일 접속, https://m.kmib.co.kr/view_amp.asp?arcid=0924329833.

<표 2-1> 탈부착 전기구동장치의 종류

구분	브래킷 구조	자전거에 장착된 상태
<p>핸들축 결합방식</p>		
<p>특허공개 제10-2011-0105960호 명칭: 보조동력장치를 갖는 자전거</p>		
<p>안장축 결합방식</p>		
<p>특허공개 제 10-2017-0002078호 명칭: 자전거의 전기 구동 장치</p>		
<p>다운튜브 결합방식</p>		
<p>특허공개 제10-2015-0100445호 명칭: 자전거의 전기자전거 변환용 키트</p>		
<p>숏튜브와 다운튜브 결합방식</p>		
<p>특허공개 제10-2010-0066901호 명칭: 자전거용 보조구동장치</p>		

2. 탈부착 전기구동장치의 분석

(1) 핸들축 결합방식

핸들축 결합방식은 전기구동장치를 자전거에 결합하기 위한 브래킷은 한 쌍의 피스(piece)와 이들 피스를 볼트로 결합하는 구조로 이루어지는데, 이때 각각의 피스에는 프레임의 직경에 대응하는 오목홈이 형성되고, 이들 오목홈을 자전거의 프레임에 맞춘 다음 볼트로 조여 브래킷이 고정된다. 이처럼 기존의 모든 탈부착 전기구동장치는 볼트를 조이기 위한 공구로 스패너를 구비하여야 하고, 또 이를 항상 보관하여야 하는 불편을 수반하게 된다.

(2) 안장축 결합방식

안장축 결합방식은 많은 자전거들의 튜브 직경이 표준화되어 있지 않고 자전거 튜브 자체도 종류에 따라 직경이 각각 달라 많은 자전거와 모든 튜브에 범용적으로 적용할 수 있는 브래킷을 제작하기란 쉽지 않다. 또한 자전거의 튜브는 무게를 줄이기 위해 가벼운 질량의 금속으로 제작하기 때문에 견고한 결합을 위해 브래킷을 너무 강력한 힘으로 조이게 되면 튜브의 변형이 발생하기도 한다. 따라서 브래킷을 강한 압착력을 갖도록 제작할 수 없으므로 인해 자전거 주행 시 필연적으로 발생하는 진동 등에 의해 브래킷이 헐거워지는 단점과 하나의 튜브에만 브래킷이 결합된 경우에는 튜브의 형상이 원형이어서 주행 중 전기구동장치가 돌아버려 구동장치로써 효율성이 떨어지거나 심지어 고장이나 사고의 우려가 커지는 문제점을 갖는다.

(3) 다운튜브 결합방식

다운튜브 결합방식은 안장축 결합방식과 마찬가지로 하나의 브래킷으로 원형의 다운튜브에 전기구동장치를 고정하는 방식이어서 조금만 헐거워져도 쉽게 돌아가버리는 단점과 견고한 결합을 위해 단단하게 조이게 되면 튜브의 변형이 발생하거나 튜브가 손상되는 등의 문제점이 발생한다.

(4) 싯튜브와 다운튜브 결합방식

싯튜브와 다운튜브 결합방식은 두 개 이상의 튜브에 브래킷을 결합하는 방식이어서 전기구동장치가 튜브를 중심으로 돌거나 헐거워질 우려는 없지만 두 개 이상의 브래킷을 사용하여 전기구동장치를 결합하여야 하므로 전기구동장치를 탈부착함에 있어 많은 시간이 소요된다는 문제점을 갖는다.

제3장

연구내용 및 전개

제1절 가설 설정

제2절 조사 대상 및 범위

제3절 설문조사 결과 분석

제 3장 연구내용 및 전개

제 1절 가설 설정

본 연구 제2장 이론적 고찰을 통해 근력이 약한 자전거 이용자의 경우 자전거 보다 전기자전거를 선호함에도 불구하고 전기자전거의 무거운 중량과 비싼 가격 등 다양한 이유로 인해 선뜻 구매를 하지 못하는 실정이다.

탈부착 전기구동장치는 전기자전거를 대체할 수 있는 수단이긴 하나 전기구동장치를 매번 탈부착해야 한다는 불편함과 자전거의 손상 우려 때문에 이 역시 선뜻 구매하기 힘든 실정이다.

따라서 본 연구자는 기존의 탈부착 전기구동장치가 갖는 여러 문제점과 전기자전거가 갖는 단점들을 해결한 탈부착 전기구동장치가 개발되게 되면 기존의 탈부착 전기구동장치와 전기자전거를 구매하기 곤란해 했던 자전거 이용자들, 특히 근력이 약한 자전거 이용자들이 이를 선호할 것으로 판단하였다.

또한 기존의 탈부착 전기구동장치의 문제점들을 파악하고, 이의 해결방안을 형태적, 기능적 요소로 분리하여 경사도가 심한 지형에서 근력 부족으로 인한 자전거 이용자의 불편을 해결해줄 수 있는 개선요소를 찾아낸다면 자전거 활용에 있어 자전거 이용자의 근력을 보조하고 질적 향상이 가능할 수 있을 것이라는 가설을 설정하고 연구를 전개하였다.

제2절 조사 대상 및 범위

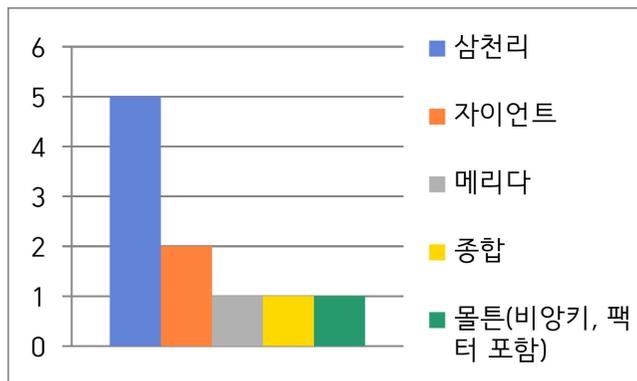
설문조사는 정량적인 자료수집이 가능하고 일반적인 사항을 분석할 수 있어 소비자의 구매 선택에 중요한 영향을 미치는 디자인의 방향수립을 위한 기초 자료를 수집하고 측정하기에 적합한 수단으로, 본 연구의 설문조사는 자전거 전문가와 일반인을 대상으로 나누어서 설문 조사를 했고, 자전거 전문가는 광주광역시에 소재하고 있고 2년 이상의 자전거 수리 경험을 가지고 있으면서 자전거 및 전기자전거 메이커 대리점을 운영하고 있는 사람

10명을 대상으로 실시하였고, 일반인은 거주지역 구분 없이 자전거에 관심이 많은 사람 133명을 대상으로 실시하였다.(그래프 속의 단위는 ‘응답자 수’)

제3절 설문조사 결과 분석

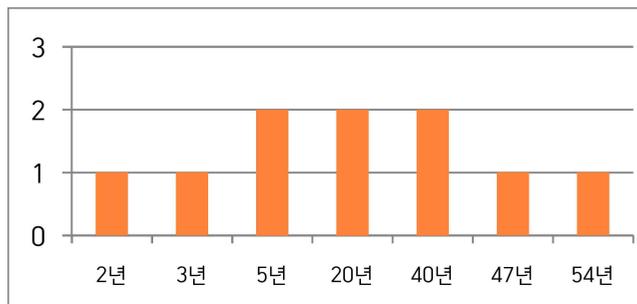
1. 자전거 전문가를 대상으로 한 설문조사

1. 귀하의 자전거 판매점에서 취급하는 브랜드는?



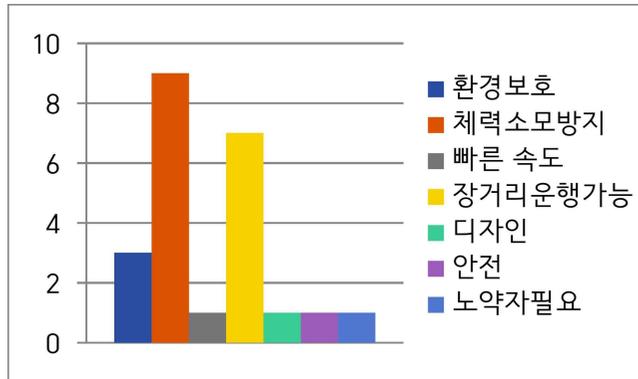
<그림 3-1> 자전거 취급 브랜드 조사

2. 귀하의 자전거 수리 경험은?



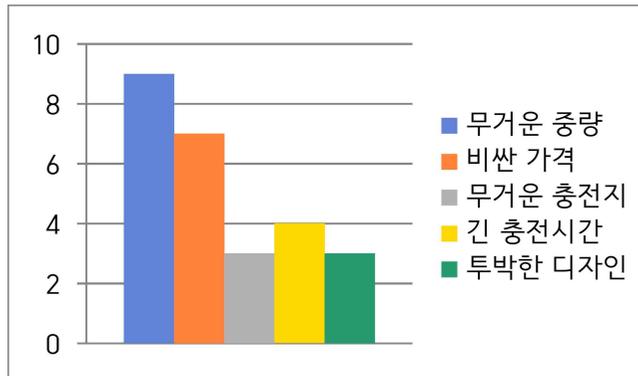
<그림 3-2> 자전거 수리 경험 조사

3. 전기자전거의 필요성은 무엇이라고 생각합니까?
(복수 선택 및 직접 기재 가능)



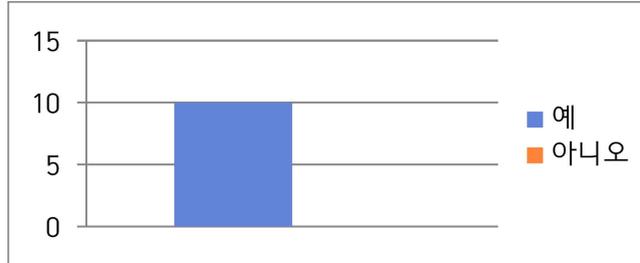
<그림 3-3> 전기자전거 필요성 조사

4. 전기자전거의 단점은 무엇이라고 생각합니까?
(복수 선택 및 직접 기재 가능)



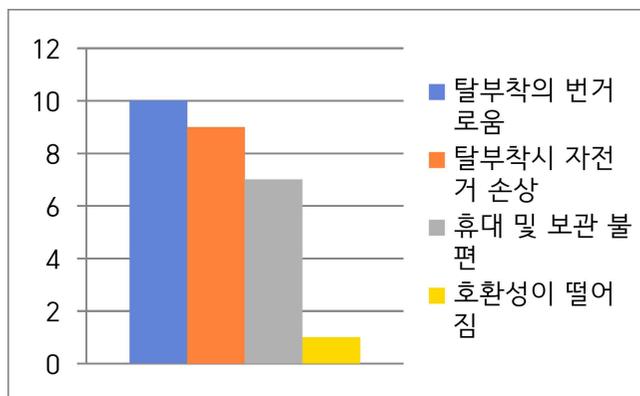
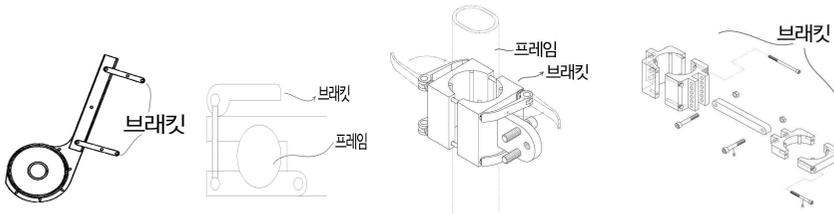
<그림 3-4> 전기자전거 단점 조사

5. 탈부착 전기구동장치의 필요성은 있다고 생각하십니까?



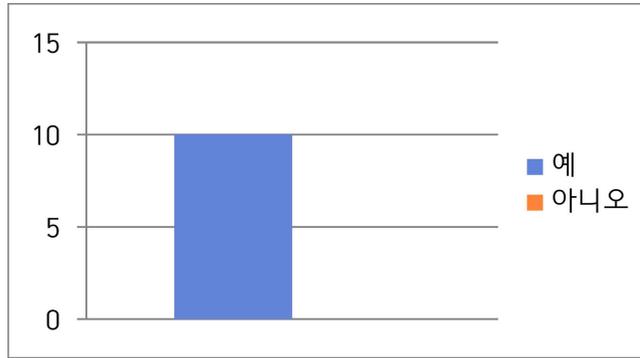
<그림 3-5> 탈부착 전기구동장치의 필요성 조사

6. 아래 그림과 같은 구조의 브래킷(전기구동장치 탈부착용)의 문제점은 무엇이라고 생각하십니까?(복수 선택 및 직접 기재 가능)



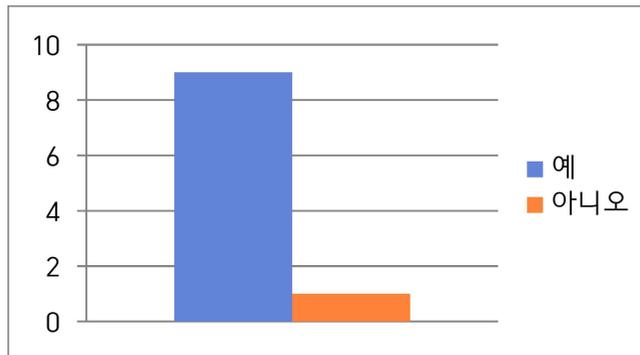
<그림 3-6> 탈부착 전기구동장치의 브래킷 문제점 조사

7. 만일 위와 같은 브래킷의 문제점이 모두 해결된다면 전기구동장치를 고객들이 선호하실거라고 생각하십니까?



<그림 3-7> 문제가 개선된 탈부착 전기구동장치의 브래킷 선호도 조사

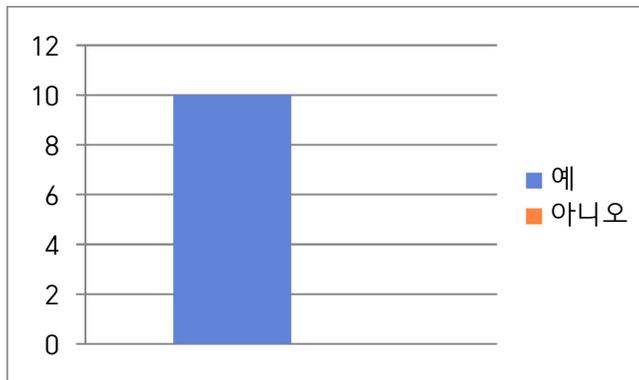
8. 아래 구조와 같은 탈부착 전기구동장치는 기존 브래킷 결합식 전기구동장치의 문제점을 모두 해결했다고 생각하십니까?



<그림 3-8> 본 연구와 기존 브래킷의 비교 조사

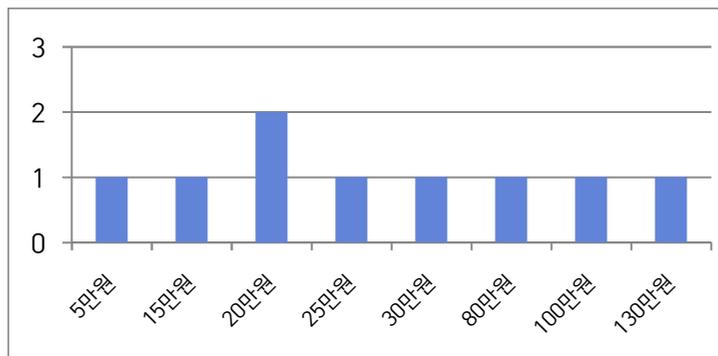
‘네’를 선택한 9개 업체 중에서 1개 업체는 별도 의견으로 프레임 디자인 및 기어 종류에 대응해야 한다는 제안을 해주었으며, ‘아니오’를 선택한 1개 업체는 일부 문제가 있다는 이유를 두었다.

9. 위(질문 8)와 같은 전기구동장치가 실제 제품으로 출시되고 적당한 가격으로 판매된다면 잘 팔릴 수 있을 것이라고 생각하십니까?



<그림 3-9> 본 연구에 의한 전기구동장치의 선호도 조사

10. 위(질문 8)와 같은 전기구동장치의 적당한 제품가격은 얼마 정도라고 생각하십니까?



<그림 3-10> 본 연구에 의한 전기구동장치의 예상 가격대 조사

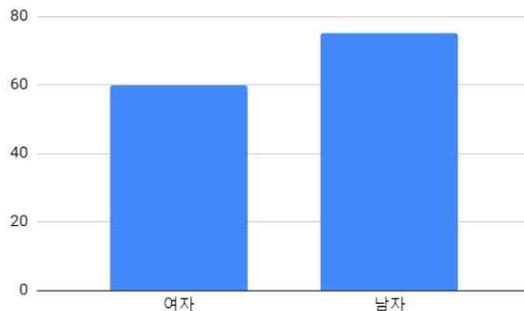
이처럼 광주광역시에 소재하고 있고 2년 이상의 자전거 수리 경험을 가지고 있으면서 자전거 및 전기자전거 메이커 대리점을 운영하고 있는 자전거 전문가 10명을 대상으로 실시한 설문조사에서 설문조사에 응해준 자전거 전문가들은 국내 및 국외 자전거, 해외 메이커 등 다양한 자전거 및 전기자전거를 판매하고 또 수리를 병행하는 경우가 대부분이었으며, 본 연구에 대한 방향성에 대해 다양한 제안과 문제를 제기하면서 진지하게 응해주었고, 그 결과를 종합하면 전기자전거는 체력의 소모를 방지하고, 장거리 운행이 가능하다는 점에 가장 많은 필요성을 인정하였다.

다만 무거운 중량과 비싼 가격이 진입장벽이지만 이를 탈부착 전기구동장치 등과 같은 새로운 해결책만 있다면 더 많은 자전거 이용자들이 선호할 것이라고 판단하였다.

또한 탈부착의 번거로움과 탈부착시 자전거 손상, 휴대 및 보관 불편 등의 이유가 기존의 탈부착 전기구동장치의 브래킷의 문제점이라고 많은 전문가들이 선택하였고, 본 연구에서 해결하고자 하는 디자인이 이의 해결책이 될 수 있다고 인정하였으며, 또한 기존 탈부착 전기구동장치의 문제점을 해결한 본 연구가 제품화된다면 고객들이 선호할 거라고 100%의 전문가가 인정하였습니다.

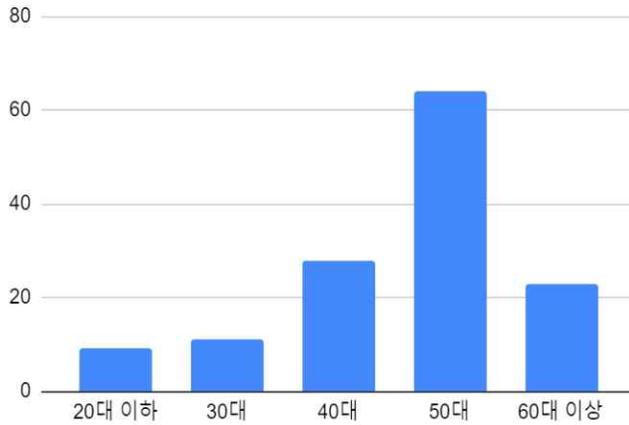
2. 일반인을 대상으로 한 설문 조사

1. 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?



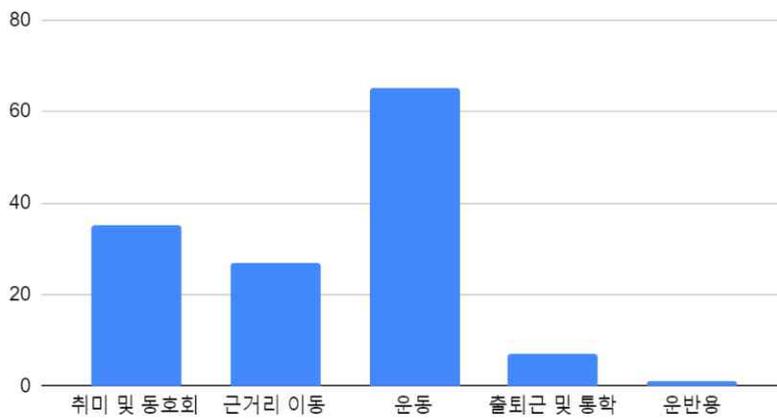
<그림 3-11> 설문응답자 성별

2. 귀하의 연령대는 어떻게 되십니까?



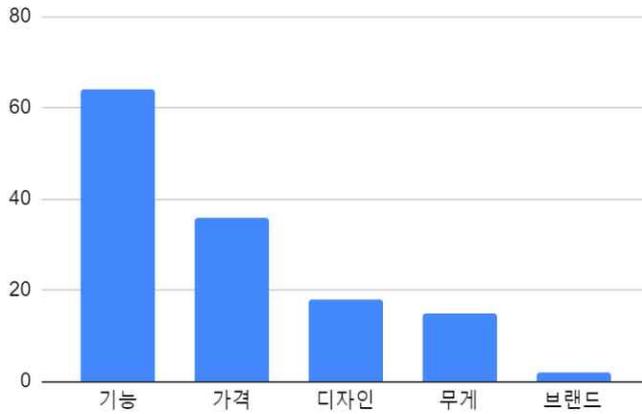
<그림 3-12> 설문응답자 연령대

3. 귀하는 자전거를 주로 어떻게 이용하십니까?



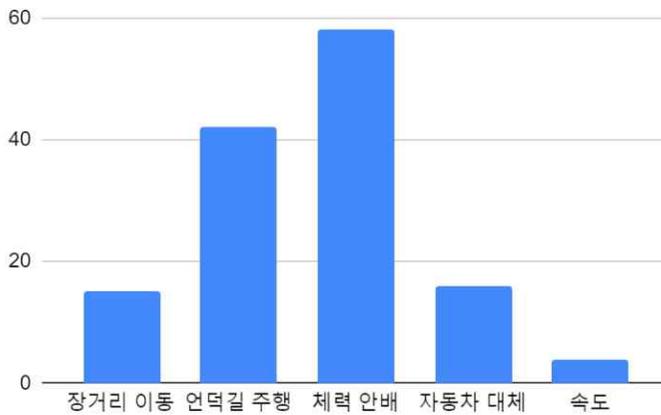
<그림 3-13> 자전거 이용 목적

4. 자전거 구매에서 가장 중요시되는 점은 무엇입니까?



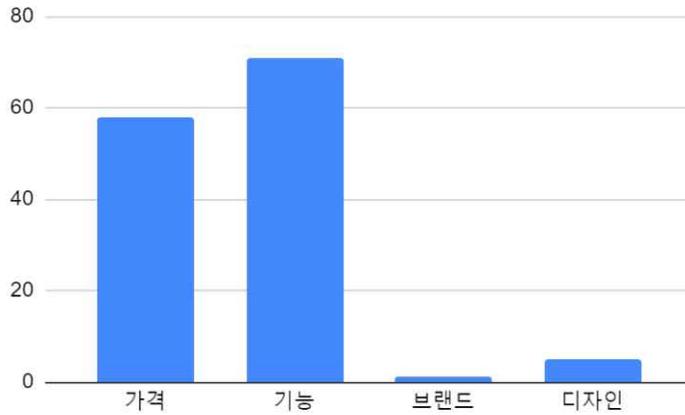
<그림 3-14> 자전거 구매시 중요도

5. 전기자전거의 필요성은 무엇이라고 생각하십니까?



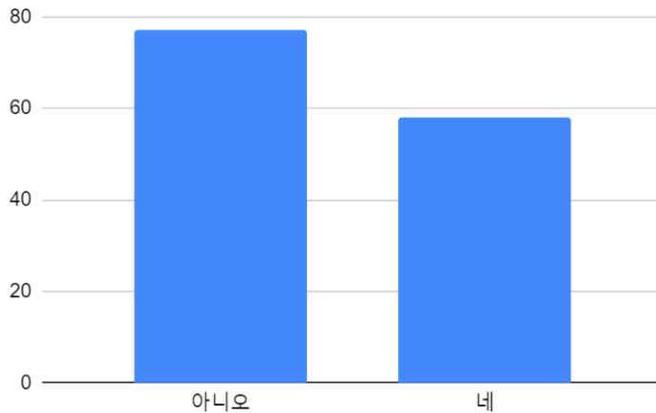
<그림 3-15> 전기자전거의 필요성

6. 전기자전거 구매에서 가장 중요시되는 점은 무엇입니까?



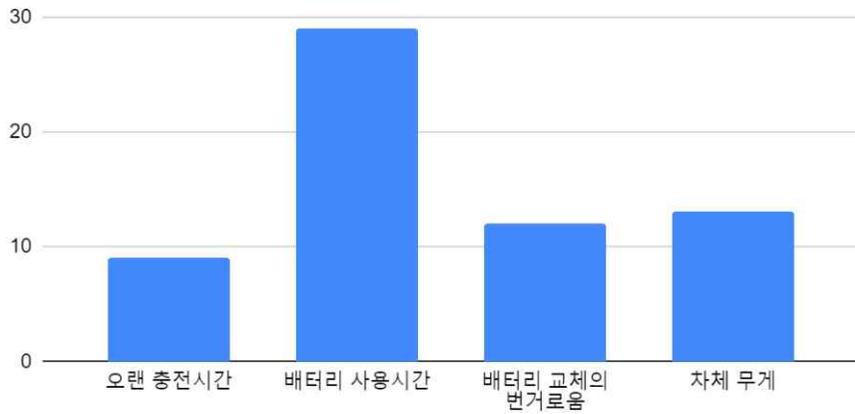
<그림 3-16> 전기자전거 구매시 중요도

7. 전기자전거를 타본 경험이 있으신가요?



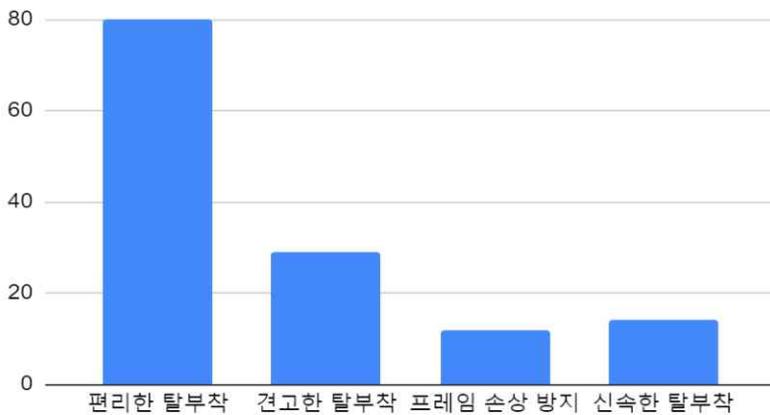
<그림 3-17> 전기자전거 이용 경험

8. 7번 질문에서 '네'를 선택하신 분에 한하여 전기자전거의 가장 큰 단점은 무엇이라고 생각하십니까?



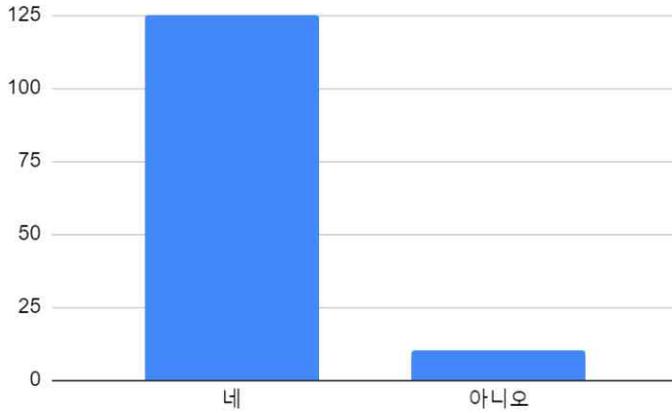
<그림 3-18> 전기자전거의 단점

9. 자전거용 탈부착식 전기구동장치 구매에서 가장 중요시 되는 점은 무엇입니까?



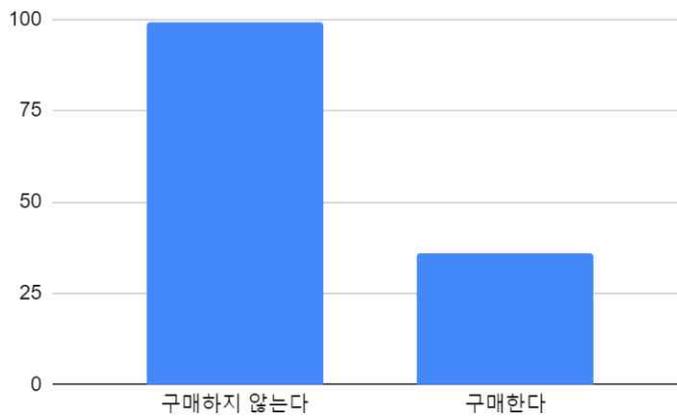
<그림 3-19> 탈부착식 전기구동장치 구매시 중요도

10. 자전거에 장착하여 근력을 보조할 수 있는 탈부착식 전기구동장치의 필요성은 있다고 생각하십니까?



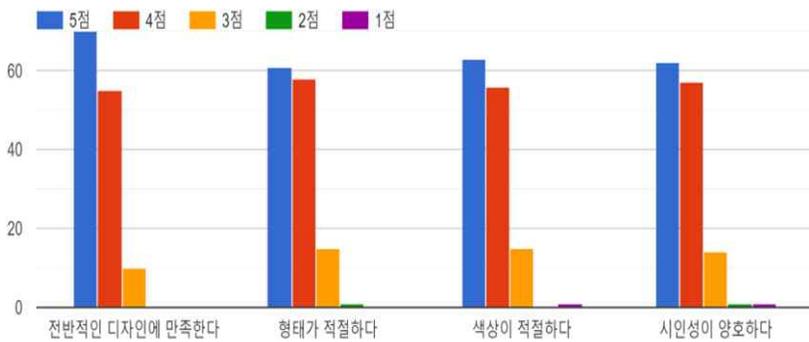
<그림 3-20> 탈부착식 전기구동장치의 필요성 여부

11. 전기구동장치가 자전거에 탈부착됨에 있어 자전거의 프레임에 손상을 줄 수 있다고 하면 어떻게 하시겠습니까?



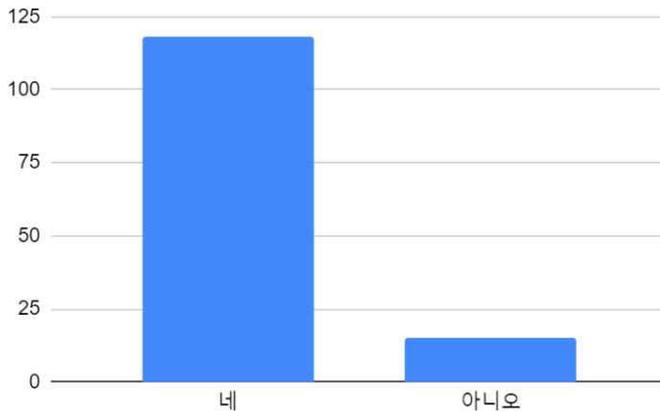
<그림 3-21> 프레임에 손상에 따른 탈부착 전기구동장치 구매 여부

12. 아래와 같은 탈부착식 전기구동장치를 보고 디자인적인 요소에 대해 점수를 매긴다면?



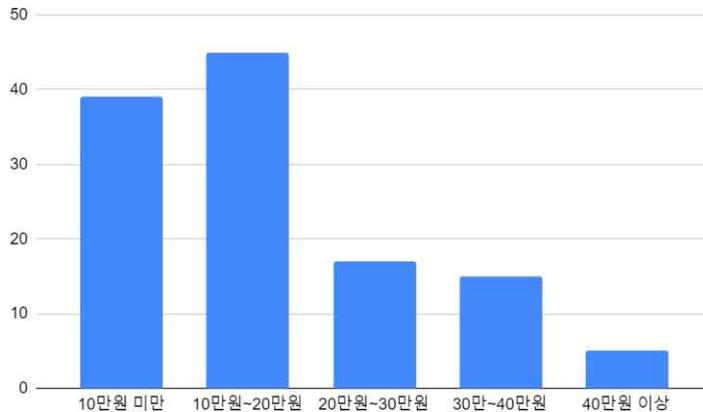
<그림 3-22> 본 연구의 디자인적인 요소 판단

13. 12번 질문에 도시된 탈부착식 전기구동장치가 제품으로 개발되어 경사길에서 자동으로 근력을 보조해주고 적당한 가격에 팔린다면 귀하는 구매하시겠습니까?



<그림 3-23> 본 연구의 구매 여부

14. 13번 질문에서 '네'를 선택하신 분에 한하여 위 제품의 가격이 얼마라면 구매하실 의향이 있으신가요?



<그림 3-24> 본 연구에 의한 전기구동장치의 희망 가격대 조사

이처럼 전국에 거주하고 있는 일반인 남녀 133명을 대상으로 실시한 설문조사 결과를 종합하면 여성은 60명, 남성은 73명이 응답했고, 연령대는 20대가 10명, 30대는 12명, 40대는 27명, 50대는 62명, 60대는 22명이 응답하였다.

자전거는 주로 운동용으로 가장 많이 사용하였고, 자전거 구매시 가장 중요한 요소로는 기능을 가장 많이 선택하였으며, 전기자전거의 필요성은 체력 안배를 가장 많이 선택하였고, 전기자전거 구매시 가장 중요한 요소로는 역시 기능을 가장 많이 선택하였다.

또 전기자전거를 이용해본 경험자들 중에서 전기자전거의 단점을 물었을 때 배터리 사용시간이 가장 많은 선택을 받았고, 탈부착식 전기구동장치의 구매시 가장 중요한 요소로는 편리한 탈부착을 가장 많이 선택하였으며, 근력을 보조할 수 있는 탈부착식 전기구동장치의 필요성에 대해서는 전체 응답자중 대부분인 125명이 네를 선택하였다.

특히 전기구동장치가 탈부착됨에 있어 자전거에 손상을 입힐 수 있다면 구매하지 않겠다는 답변은 응답자의 약 75%에 해당하여 볼트로 강하게 조

여서 결합하는 브래킷방식의 결합수단은 사용하지 않는 것이 바람직하다는 결론을 얻을 수 있었다.

또한 본 연구에 의해 개발된 탈부착식 전기구동장치의 디자인적 요소에 대한 응답에서 전반적인 디자인에 만족도를 묻는 질문에 대한 답변 중 매우 좋다는 선택한 응답자가 69명, 좋다는 54명, 보통이 10명으로 100%의 응답자로 부터 긍정정인 답변을 얻을 수 있었고, 형태의 적절성을 묻는 질문에 대한 답변 중 매우 좋다는 선택한 응답자가 60명, 좋다는 57명, 보통이 15명, 나쁨 1명으로 99.25%의 응답자로 부터 긍정정인 답변을 얻을 수 있었으며, 색상의 적절성에 대한 질문에 대한 답변 중 매우 좋다는 선택한 응답자가 62명, 좋다는 56명, 보통이 14명, 매우 나쁨 1명으로 99.25%의 긍정정인 답변을 얻을 수 있었고, 시인성에 대한 질문에 대한 답변 중 매우 좋다는 선택한 응답자가 61명, 좋다는 58명, 보통이 13명, 나쁨 1명. 매우 나쁨 1명으로 98.5%의 긍정정인 답변을 얻을 수 있었다.

본 연구가 제품화된다면 구매할 의사가 있다고 87.2%가 응답하였으며, 가장 적당한 판매가격으로는 33.8%의 응답자가 10~20만원을 선택하였고, 다음으로 29.3%의 응답자가 10만원 미만, 다음은 12.7%의 응답자가 20~30만원, 11.2%의 응답자가 30~40만원, 3.7%의 응답자가 40만원 이상을 선택하여 평균 20만원 정도가 가장 바람직한 제품가격으로 판단되었다.

제4장 디자인 제안

제1절 디자인 전개

제2절. 디자인의 외형적 요소

제3절. 디자인의 기능적 요소

제4절. 디자인 도출

제4장 디자인 제안

제1절 디자인 전개

1. 디자인 방향 설정

기존의 모든 탈부착 전기구동장치들이 모두 공유하는 문제점을 해결하기 위해 체인을 직접 구동하는 방식의 전기구동장치 개발에 초점을 맞추으로써 브래킷을 사용하지 않고, 원터치로 탈부착이 가능하며, 확실한 구동력의 전달로 인한 이용자의 근력을 보조하며, 편리하고 신속한 탈부착과 안전을 위한 시인성도 확보할 수 있는 전기구동장치를 디자인한다.

2. 디자인 레이아웃 (Design Layout)

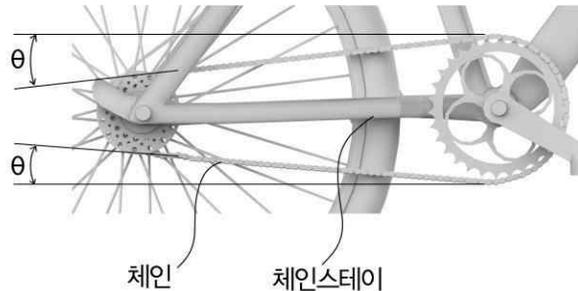
이 장에서는 본 연구에서 제안 하고자 하는 자전거용 탈부착 전기구동장치의 개념을 실제로 구현하는데 필요한 사항에 대해 검토해 보고자 한다. 본 연구에서 제안될 전기구동장치는 브래킷을 사용하지 않으면서 체인을 직접 구동하는 방식이므로 체인에 전기구동장치의 구동기어를 결합시킬 수 있어야만 한다.

그러나 문제는 자전거용 탈부착 전기구동장치의 동력 주 전달매개가 되는 체인이 비대칭의 타원형 구조이고, 상부체인과 하부체인의 간격, 상부체인과 하부체인의 경사각, 체인스테이의 길이, 체인과 체인스테이와의 간격, 체인과 체인스테이와의 비틀림각 등이 많은 자전거마다 동일하지 않아 시판되고 있는 자전거에 최대한 범용할 수 있는 구조의 자전거용 탈부착 전기구동장치가 개발되어야 한다.

3. 체인 직접 구동방식의 전기구동장치 설치를 위한 분석

(1) 체인 형태

체인은 큰 스프라켓과 작은 스프라켓을 감싸고 있으므로 큰 스프라켓을 감싸고 있는 쪽의 직경은 크고, 작은 스프라켓을 감싸고 있는 쪽의 직경은 작아 결국 체인의 형상은 직경은 비대칭의 타원형상을 갖는다. 이로 인해 상부체인과 하부체인은 경사각(θ)이 생기게 된다.



<그림 4-1> 체인의 비대칭 형태

따라서 체인의 큰 스프라켓을 감싸고 있는 쪽의 직경과 작은 스프라켓을 감싸고 있는 쪽의 직경의 크기는 결국 큰 스프라켓과 작은 스프라켓의 크기에 비례한다. 이때 가장 작은 스프라켓의 외경 부터 가장 큰 스프라켓의 외경 크기를 순차적으로 나타내면 <표 4-2>와 같다.

<표 4-2> 스프라켓 치수(단위 mm)

(단위:mm)

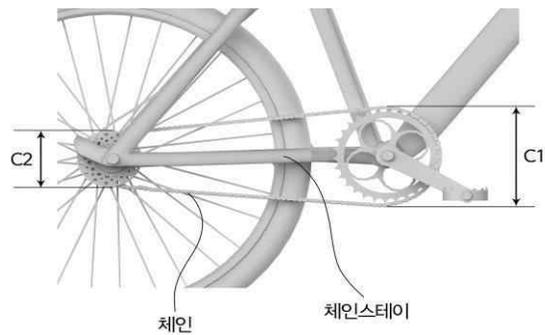
잇 수 NT	외 경 O.D	피치원 지름 P.C.D	이부리원 지름 D.D	최대보스		드림경 D	잇 수 NT	외 경 O.D	피치원 지름 P.C.D	이부리원 지름 D.D	최대보스		드림경 D
				지름 B.D	길이 B.L						지름 B.D	길이 B.L	
10	46	41.10	33.16	28	25	9.5	50	209	202.26	194.32	98	40	12.5
11	51	45.08	37.14	30	25	9.5	51	214	206.30	198.36	108	45	12.5
12	55	49.07	41.13	34	25	9.5	52	218	210.34	202.40	108	45	12.5
13	59	53.07	45.13	38	25	9.5	53	222	214.38	206.44	108	45	12.5
14	63	57.07	49.13	43	30	9.5	54	226	218.42	210.48	108	45	12.5
15	67	61.08	53.14	46	30	9.5	55	230	222.46	214.52	108	45	12.5
16	71	65.10	57.16	51	30	9.5	56	234	226.50	218.56	108	45	12.5
17	76	69.12	61.18	54	30	9.5	57	238	230.54	222.60	108	45	12.5
18	80	73.14	65.20	57	30	9.5	58	242	234.58	226.64	108	45	12.5
19	84	77.16	69.22	60	30	9.5	59	246	238.62	230.68	108	45	12.5
20	88	81.18	73.24	60	30	9.5	60	250	242.66	234.72	108	45	12.5

21	92	85.21	77.27	60	32	12.5	61	254	246.70	238.76	108	45	12.5
22	96	89.24	81.30	70	32	12.5	62	258	250.74	242.80	108	45	12.5
23	100	93.27	85.33	70	32	12.5	63	262	254.78	246.84	108	45	12.5
24	104	97.30	89.36	70	32	12.5	64	266	258.83	250.89	108	45	12.5
25	108	101.33	93.39	70	32	12.5	65	270	262.87	254.93	108	45	12.5
26	112	105.36	97.42	70	35	12.5	66	274	266.91	258.97	108	45	12.5
27	116	109.40	101.46	70	35	12.5	67	278	270.95	263.01	108	45	12.5
28	120	113.43	105.49	85	35	12.5	68	282	274.99	267.05	108	45	12.5
29	124	117.46	109.52	85	35	12.5	69	286	279.03	271.09	108	45	12.5
30	128	121.50	113.56	85	35	12.5	70	290	283.07	275.13	108	45	12.5
31	133	125.53	117.59	88	40	12.5	71	294	287.11	279.17	108	45	12.5
32	137	129.57	121.63	88	40	12.5	72	299	291.16	283.22	108	45	12.5
33	141	133.61	125.67	88	40	12.5	73	303	295.20	287.26	108	45	12.5
34	145	137.64	129.70	88	40	12.5	74	307	299.24	291.30	108	45	12.5
35	149	141.68	133.74	88	40	12.5	75	311	303.28	295.34	108	45	12.5
36	153	145.72	137.78	88	40	12.5	76	315	307.32	299.38	108	45	12.5
37	157	149.75	141.81	88	40	12.5	77	319	311.36	303.42	108	45	12.5
38	161	153.79	145.85	88	40	12.5	78	323	315.40	307.46	108	45	12.5
39	165	157.83	149.89	88	40	12.5	79	327	319.44	311.50	108	45	12.5
40	169	161.87	153.93	88	40	12.5	80	331	323.49	315.55	108	45	12.5
41	173	165.91	157.97	98	40	12.5	81	335	327.53	319.59	108	45	12.5
42	177	169.95	162.01	98	40	12.5	82	339	331.57	323.63	108	45	12.5
43	181	173.98	166.04	98	40	12.5	83	343	335.61	327.67	108	45	12.5
44	185	178.02	170.08	98	40	12.5	84	347	339.65	331.71	108	45	12.5
45	189	182.06	174.12	98	40	12.5	85	351	343.69	335.75	108	45	12.5
46	193	186.10	178.16	98	40	12.5	86	355	347.73	339.79	108	45	12.5
47	197	190.14	182.20	98	40	12.5	87	359	351.78	343.84	108	45	12.5
48	201	194.18	186.24	98	40	12.5	88	363	355.82	347.88	108	45	12.5
49	205	198.22	190.28	98	40	12.5	90	371	363.90	355.96	108	45	12.5

출처 : <https://blog.naver.com/gmtmotor/220971588359>

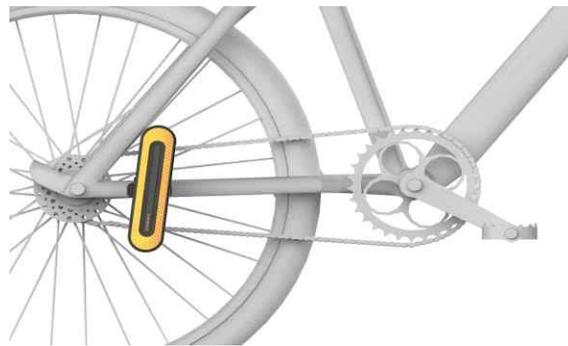
(2) 체인 간격

체인은 큰 스프라켓과 작은 스프라켓을 감싸고 있는 구조이고, 스프라켓들의 위쪽에 위치한 체인을 상부체인이라고 하고 스프라켓들의 아래쪽에 위치한 체인을 하부체인이라고 하면 가장 넓은 간격(C1)은 큰 스프라켓의 직경과 같고, 가장 좁은 간격(C2)은 작은 스프라켓의 직경과 같다.



<그림 4-2> 체인 간격

이처럼 가장 넓은 체인 간격(C1)과 가장 좁은 체인 간격(C2)과는 <표 1>을 참조하면 최대 156mm의 차이가 발생하므로 간격의 차이로 인해 상부체인과 하부체인은 C1에서 C2 쪽으로 같은 경사도의 경사각(θ)이 생기게 된다. 따라서 전기구동장치는 구동기어 간의 간격이 좁을수록 크기를 줄일 수 있어 체인 간격이 좁은 쪽, 즉 C2 쪽에 인접하도록 설치함이 최적의 위치이다.



<그림 4-3> 전기구동장치의 설치 위치

(3) 체인 길이

본 연구에서 체인의 길이는 큰 스프라켓 끝에서 작은 스프라켓 끝까지의 길이를 의미하는데, 이는 페달축에서 뒷바퀴축까지의 거리와 큰 스프라켓과 작은 스프라켓의 반지름을 더한 길이이다.

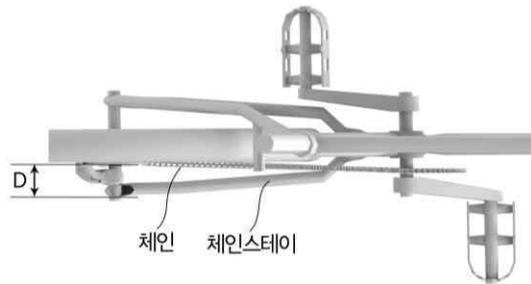
이때 페달축에서 뒷바퀴축까지의 거리는 체인스테이의 길이와 거의 동일한데 체인스테이는 너무 짧을 경우 조향 및 안정성에 문제가 있고, 너무 길 경우 회전 및 속도에 영향을 미치게 되므로 일반적으로 체인스테이의 길이는 400~470mm 범위에서 결정된다.

(4) 체인과 체인스테이와의 간격

본 연구에 있어 홀더는 체인스테이에 결합되고, 구동기어들은 체인에 결합되므로 홀더와 구동기어들은 체인과 체인스테이와의 간격을 감안하여 디자인되어야 한다. 이를 위해서는 체인과 체인스테이와의 간격(D)을 알아야 하는데, 1980년대부터 자전거는 표준 차축 간격을 채택하고 있으며, 자전거

의 종류와 특성에 따라 다소 차이는 있긴 하나 앞바퀴의 허브는 일반적으로 100mm 너비의 포크 간격으로 이루어지고, 뒷바퀴의 허브는 130mm 너비의 체인스테이 간격으로 이루어진다.

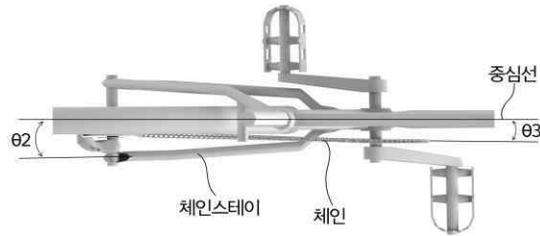
현재 많은 자전거 바퀴 제조업체는 ISO 규격으로 표시하고 있고, 표준도로 자전거 휠 크기는 622mm이며, 이 경우 일반적으로 23-622 또는 25-622의 타이어가 필요하다.(10) 이때 23-622 또는 25-622에 있어서 23과 25는 타이어 두께가 23mm와 25mm임을 의미한다. 따라서 뒷바퀴의 두께를 감안할 때 체인과 체인스테이의 간격(D)은 체인스테이 간격에서 뒷바퀴 두께를 뺀 105~107mm의 절반과 작은 스프라켓의 위치를 감안한 길이, 즉 50mm 내외일 것으로 판단된다.



<그림 4-4> 체인과 체인스테이 간격 평면도

(5) 체인과 체인스테이 사이의 비틀림각

체인스테이는 대개 비비셀에는 하나의 튜브로 연결되었다가 뒷바퀴 부분부터 양쪽으로 포크형태로 벌어지는 구조를 갖는다. 따라서 자전거의 길이 방향으로 일직선의 가상의 중심선을 그었을 때 체인과 체인스테이는 중심선으로부터 각각 반대방향을 향해 바깥쪽으로 벌어지는 경사각을 가지게 된다. 결국 체인스테이 경사각(θ_2)과 체인경사각(θ_3)은 서로 비틀리는 각을 형성하게 된다. 따라서 홀더는 체인스테이에 결합되고, 구동기어들은 체인에 결합되므로 홀더와 구동기어 사이에는 체인스테이 경사각(θ_2)과 체인경사각(θ_3)을 보완할 수 있는 수단이 구비되어야 한다.

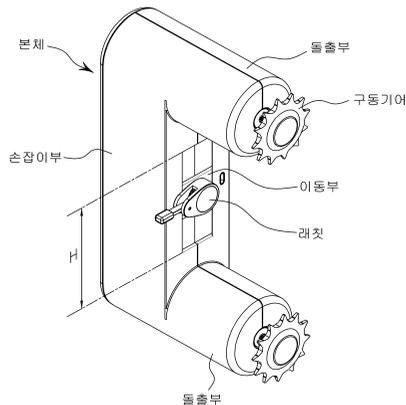


<그림 4-5> 체인과 체인스테이 비틀림각 평면도

제2절 디자인의 외형적 요소

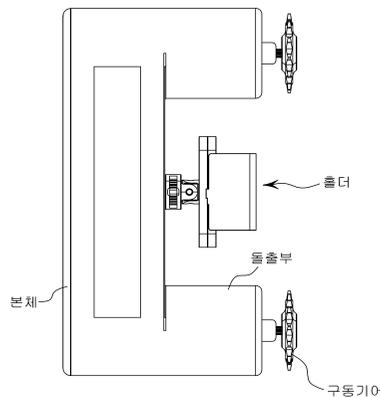
(1) 본체

대칭형상을 갖는 상부케이스와 하부케이스로 이루어지는 본체는 손잡이부와 돌출부로 이루어지며, 돌출부는 손잡이부의 전방 양쪽에 손잡이부의 길이방향에 대해 수직으로 돌출되어 진다. 이때 손잡이부에는 전원을 공급하기 위한 충전지가 내장되기 위한 공간이 형성되고, 각 돌출부에는 모터를 내장하기 위한 공간이 형성된다. 위 돌출부의 사이, 즉 본체의 전방에는 홀더가 형성되는데 위 홀더는 이동부에 의해 소정 간격(H) 상하로 이동 가능토록 형성된다. 이때 이동부는 체인스테이가 많은 자전거에 있어 항상 상부체인과 하부체인 사이의 중간에 정확하게 위치해 있지 않기 때문에 이를 보정하기 위해 필요한 구성이다.



<그림 4-6> 본체 사시도

홀더의 위치를 결정하고 체인과 체인스테이와의 간격을 분석한 결과 체인스테이 후방의 체인 위치는 체인스테이의 위치보다 훨씬 안쪽에 치우쳐 있음을 확인할 수 있고, 결국 전면 중앙부에 홀더가 형성되는 본체보다 구동기어의 위치는 상당 부분 돌출되어야 함을 확인할 수 있었다. 따라서 본체의 양측에 돌출부가 형성되도록 디자인하였고 돌출부 내부공간엔 모터를 내장하여 불필요한 공간을 최소화하였다. 이때 본체의 내부에는 충전지가 내장되고 탈부착시에는 본체가 손잡이 기능을 할 수 있도록 한다.



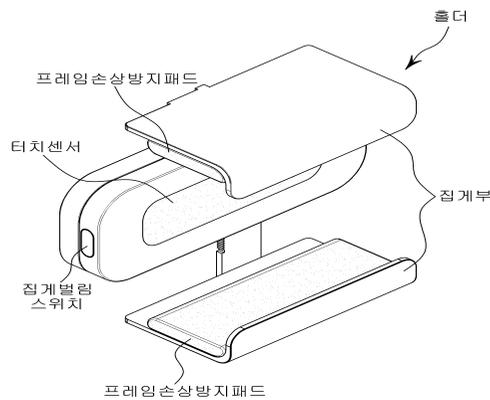
<그림 4-7> 본체 평면도

(2) 홀더

자전거용 탈부착 전기구동장치를 자전거의 어딘가에 결합하기 위해서는 홀더가 필요할 수 밖에 없다. 따라서 본 연구에 있어 홀더의 구조를 특정하기 위해서는 먼저 홀더의 결합 위치와 구동기어의 개수가 결정되어야 한다.

먼저 하나의 구동기어만으로 체인을 구동하고자 할 때는 체인이 느슨해지는 문제를 해결할 수 없는 단점을 갖는다. 체인이 느슨하게 되면 전기구동장치의 구동력이 확실하게 체인에 전달될 수도 없고, 심지어 체인이 이탈되는 문제를 야기하기도 한다. 또한 하나의 구동기어만으로 체인을 구동할 경우 일방향에서만 견인력이 작용하게 되므로 전기구동장치의 홀더에 엄청난 부하가 가해질 수 있어 결국 홀더를 매우 견고하게 제작해야 하는데 이 경우 홀더의 구조가 복잡해지고 부피가 커지게 되며 중량이 커지는 단점을 수반하게 된다.

따라서 본 연구에서는 체인에 텐션을 부여하여 구동력의 전달을 확실하게 하면서 체인의 이탈은 쉽지 않게 하고, 홀더에 부하를 줄이기 위해서는 2개의 구동기어를 구비함이 바람직하다. 즉, 하나의 구동기어는 상부체인의 위에 걸리도록 하고, 다른 하나의 구동기어는 하부체인의 아래에 걸리도록 함으로써 동시에 체인이 같은 방향으로 회전하도록 힘이 작용함으로써 작용과 반작용 원리에 의해 견인력이 분산되어 오히려 홀더에는 큰 부하가 걸리지 않게 되어 홀더의 구조의 단순화와 경량화가 가능하기 때문이다.



<그림 4-8> 홀더 구조

홀더의 집계부는 홀더의 상부와 하부에 한쌍을 이루도록 형성되어지는데 홀더의 전면, 즉 체인스테이 접촉면에는 터치센서를 형성된 상태에서 터치센서가 체인스테이에 접촉되면 이를 감지하여 제어부에 의해 모터를 구동하도록 하고, 모터는 서로 반대로 승하강되는 한쌍의 집계부를 구동하여 체인스테이를 꼭 물게 함으로써 전기구동장치의 결합을 완성하게 된다.

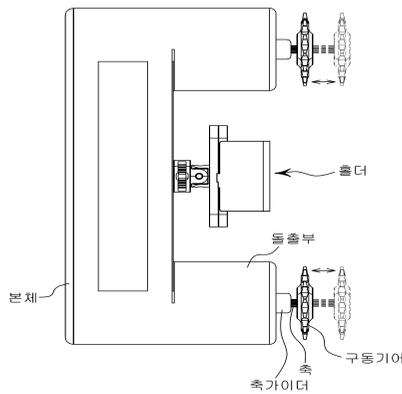
반대로 집계부의 별림은 홀더의 일측에 설치된 집계 별림 스위치에 의해 가능하고, 집계부의 안쪽에는 프레임손상방지패드를 덧댄으로써 집계부에 의해 프레임의 피복 등이 벗겨지는 것을 방지할 수 있도록 한다.

(3) 구동기어

본체의 양측에 형성되는 2개의 구동기어가 형성되는데 2개의 구동기어의 간격은 상부체인과 하부체인의 간격에 의해 결정된다. 본체의 돌출부에

내장된 모터에는 구동기어가 가이드부에 의해 결합되는데 구동기어의 축은 가이드부에 전후진 가능토록 결합된다. 이는 체인과 체인스테이의 간격(D)이 자전거 종류마다 차이가 있기 때문에 이를 보정하기 위해서이다.

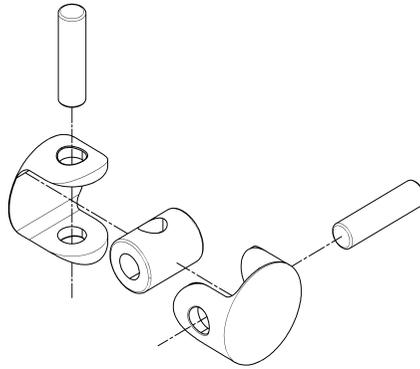
결국 홀더의 터치센서로부터 구동기어까지의 길이는 50~60mm 범위 내의 이므로 이를 통해 돌출부의 돌출 정도와 구동기어 축의 길이 및 이동거리가 결정될 수 있을 것이다. 축가이드는 모터에 의해 회전가능하고, 구동기어의 축은 축가이드에 끼워져 왕복 가능하나 이탈되지 않도록 결합되는데, 이때 구동기어의 축 단면은 다각형상으로 이루어져 헛도는 것을 방지한다.



<그림 4-9> 구동기어 작동

(4) 유니버설조인트

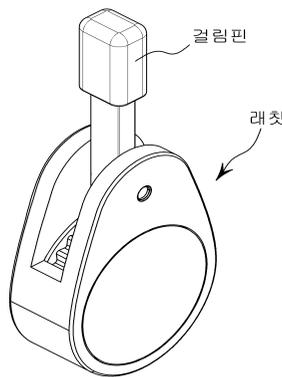
유니버설조인트(universal joint)는 구동부와 피구동부가 떨어져 있거나 각이 틀어져 있는 경우 이를 연결하기 위한 장치인데 축이 틀어져 있거나 피구동부가 유동적인 경우라 해도 동력전달이 가능하게 하는 구조를 갖는다. 체인스테이는 발판을 지탱하기 위한 크랭크축과 뒷바퀴를 지탱하기 위한 허브축 사이에 형성되는 반면, 작은 스프라켓은 체인스테이의 바깥쪽에 형성되므로 결국 체인과 체인스테이 간에는 비틀림각이 형성될 수 밖에 없다. 따라서 체인과 체인스테이 간에는 비틀림각을 보정할 수 있도록 하고, 또 변속기어를 구비하는 자전거의 경우 변속기어 작동 시마다 매번 달라지는 체인의 경사각은 보정할 수 있도록 홀더에는 유니버설조인트가 구비되어야 한다.



<그림 4-10> 유니버설조인트 구조

(5) 래칫

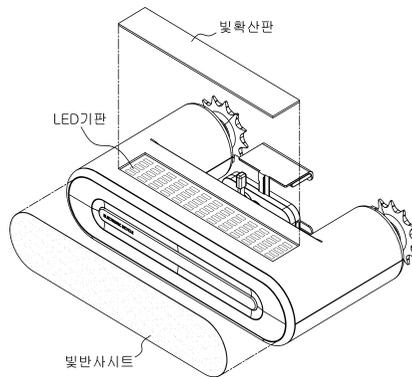
래칫(ratchet)은 기계요소의 움직임을 한쪽 방향으로만 제한하는 장치로 일방향으로 회전은 가능하나 반대 방향으로의 회전이 불가능하여 걸림핀을 쫓히기 전에는 체인에 텐션을 부여한 상태를 그대로 유지하게 된다. 반대로 전기구동장치를 자전거로부터 분리하고자 할 경우에는 걸림핀 반대 방향으로 쫓혀 래칫기어를 해제함으로써 체인의 텐션이 완화되고 구동기어를 체인으로부터 분리시킬 수 있게 된다.



<그림 4-11> 래칫 구조

(6) 시인성 확보 구조

본 연구에서 이용자의 안전을 위해 전기구동장치에 시인성을 높일 수 있는 수단들을 필요로 하는데, 특히 야간운행시 시인성을 높여줄 수 있도록 자전거 본체 전면과 후면에 LED기판과 빛확산판으로 이루어진 조명장치를 설치하도록 한다. 이때 LED의 빛은 직진성향을 가지므로 빛을 산란할 수 있는 빛확산판을 LED기판 위에 덧대 시인성을 좀 더 높일 수 있도록 한다.



<그림 4-12> 시인성 확보 구조

LED기판에 표시되는 색상은 다른 차량운전자들에게 안전에 대한 인식을 심어 줄 수 있도록 암시가 가능한 색상이어야 하므로 본 연구에서는 신호등에 사용하는 적, 녹, 황색을 사용하되, 특히 황색의 경우는 화살표의 이미지를 표현할 수 있도록 하였다. 따라서 자전거의 전방과 후방에 위치하는 차량운전자들에게 빛에 의한 시각적 자극으로 인해 주의력을 높일 수 있도록 하고, 또 자전거의 주행정보를 제공할 수 있도록 함으로써 교통사고를 줄일 수 있도록 한다.

인간공학 연구자인 Gerald Murch는 색채에 대해 언급하기를 “색채가 적절하게 사용된다면 광범위한 영역에서 정보표현의 효율을 생성하는데 쓰일 수 있는 가장 강력한 도구이다”라고 말했다.¹⁰⁾ 이는 반대로 말하면 색채를 잘못 사용한다면 오히려 혼란을 초래할 수도 있음을 의미할 것이다.

10) 서예, 피부 보양 및 스트레스 해소를 위한 가정용 장치 디자인에 관한 연구, 동서대학교, 석사학위논문, 2010, 36p.



출처 : 서예, 피부 보양 및 스트레스 해소를 위한 가정용 장치 디자인에 관한 연구, 동서대학교, 석사 논문, 2010, 36p

<그림 4-13> 색채의 정보 전달

따라서 본 연구에서는 색채의 커뮤니케이션 기능을 활용하여 LED기관을 발광함에 있어 자전거가 정지하였을 때는 적색 계열의 빛을 발산하도록 하고, 주행시에는 LED기관에 녹색 계열의 빛을 발산하게 하며, 자전거가 방향전환을 하고자 하는 경우에는 자전거의 진행방향으로 황색 계열의 빛을 발산하도록 한다. 이때 일반 컬러의 교통 신호등색 컬러 파장범위는 다음 표와 같다.¹¹⁾

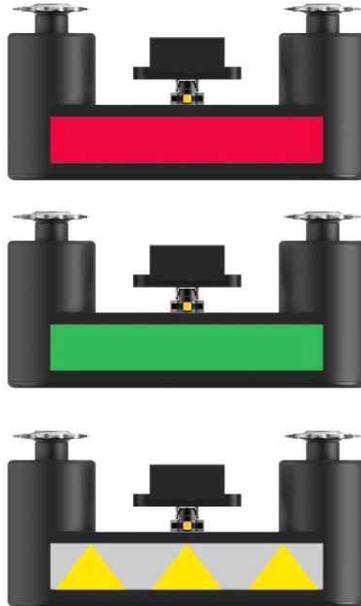
<표 4-2> 일반 컬러의 교통 신호등색 컬러 파장 범위 분할

Color	Color 파장범위(nm)	Color	교통 신호등색 파장범위(nm)
Red	760~720	Red	760~720
Orange	620~590		
Yellow	590~545	Orange	620~545
Green	525~490	Green	520~450
Blue	490~450		

이처럼 전기구동장치에 적색이 발광할 때는 자전거가 멈춰있음을 전방과 후방의 차량운전자들이 인식할 수 있고, 녹색이 발광할 때는 자전거가 주행중임을 알 수 있으며, 삼각형상의 화살표 기호가 황색으로 점멸할 때는 다른 차량운전자들에게 자전거 운전자의 방향 전환에 대한 의사를 전달하게 되어 정보의 전달과 주의, 경각심을 갖도록 할 수 있게 된다. 이로 인해 시인성의 확

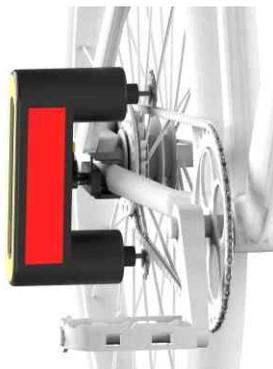
11) 김선동, 색상 성분 분석과 WHD를 이용한 교통 신호등 판별 시스템 연구, 원광대학교, 석사학위논문, 31p.

보가 가능하게 되어 교통사고의 발생 가능성을 현저히 낮출 수 있다.



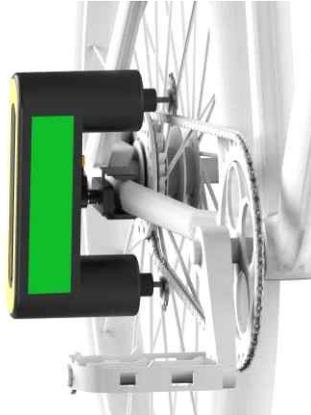
<그림 4-14> LED기판의 색상과 기호

이들을 자전거에 장착한 상태는 다음과 같다. 자전거가 정지시에는 LED 기판에 적색이 발광하게 되어 주변의 운전자들에게 정지상태임을 색상으로 알려주게 된다.



<그림 4-15> 정지시 발광 상태

다음 자전거가 주행시에는 LED기판에 녹색이 발광하게 되어 주변의 운전자들에게 주행상태임을 색상으로 알려주게 된다. 이는 색상의 암시성에 의해 가능하다.



<그림 4-16> 주행시 발광 상태

자전거가 정지 및 주행시에 자이로스코프센서에 의해 자전거의 기울어짐을 감지함으로써 기울어진 방향으로 LED기판에는 황색의 삼각기호가 점멸되도록 함으로써 화살표 방향에 의해 자전거의 주행방향을 주변의 운전자들이 자전거의 진행방향을 인식하게 된다. 이는 기호의 상징성에 의해 가능하다.

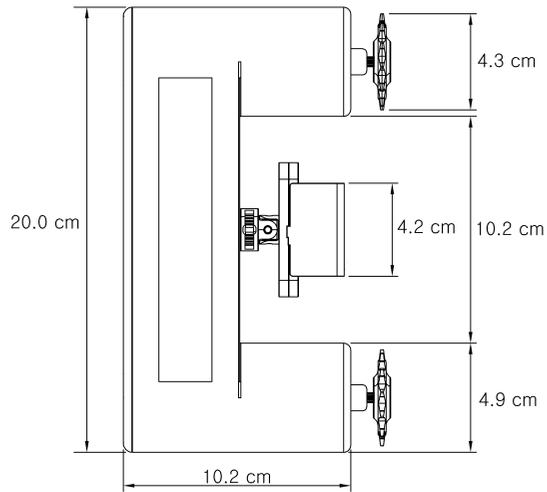


<그림 4-17> 좌회전시 발광 상태



<그림 4-18> 자전거 우회전시 발광 상태

(7) 본 연구에 의한 탈부착 전기구동장치의 치수

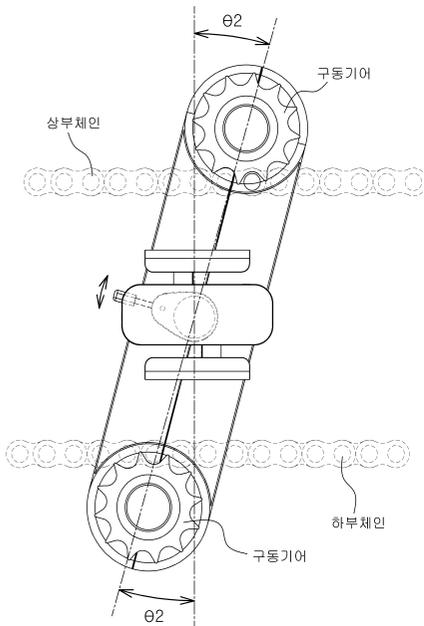


<그림 4-19> 전기구동장치의 평면 치수 기입

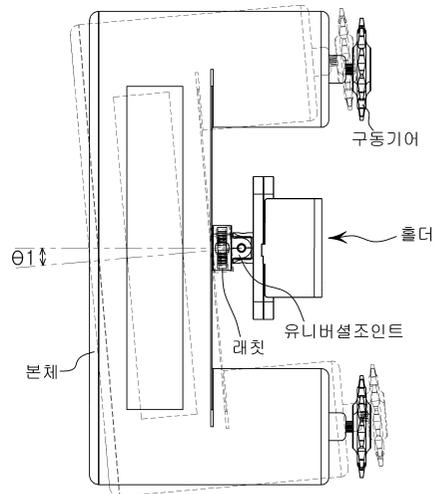
제3절. 디자인의 기능적 요소

1. 체인 결합구조

자전거 이용자가 본체를 잡고 전기구동장치의 2개의 구동기어 중 하나는 상부체인에 결합하고, 다른 하나는 하부체인에 결합한 다음 일방향으로 본체를 회전시키면 상부체인과 하부체인의 간격이 서로 좁아지면서 텐션이 작용하게 되고, 텐션이 작용한 체인은 구동기어로부터 쉽게 이탈될 수 없다.



<그림 4-20> 체인 텐션 부여

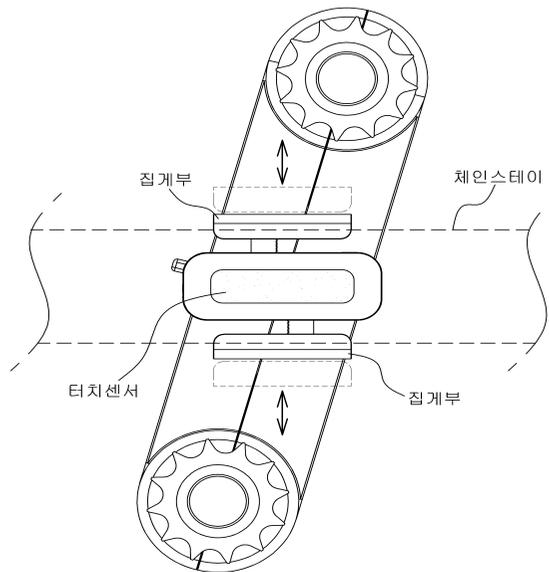


<그림 4-21> 각도 조절 매커니즘

이때 전기구동장치의 구동기어에 의해 상부체인과 하부체인에 텐션을 준 상태에서 지속적인 외력을 가하지 않으면 체인의 텐션에 의해 다시 원상태로 돌아갈 수 있으므로 이를 억지할 수 있는 수단이 필요하게 되고 그 수단으로는 래칫을 사용함으로써 가능하게 된다.

2. 체인스테이 결합구조

본 연구에 있어서 전기구동장치를 자전거에 결합함에 있어 제일 먼저 두 개의 구동기어가 상부체인과 하부체인에 결합되도록 하고, 본체를 회전시켜 래치가 작용하도록 함으로써 체인에 텐션을 부여한 다음 홀더를 체인스테이에 결합시키게 된다. 체인과 체인스테이의 결합은 이용자가 본체를 회전시켜 체인에 텐션을 가한 상태로 홀더를 체인스테이에 미는 행위로 이루어지는데, 홀더의 전면에는 터치센서가 형성되어 있어 터치센서가 체인스테이에 접촉되는 순간 상부의 집게부는 아래로 하강하고, 하부의 집게부는 위로 상승하면서 체인스테이를 꽉 물게 된다. 이때 제어부는 집게부의 악력을 감지하고 조절하여 적당한 힘으로 홀딩하고 홀딩이 완료되면 모터의 구동을 정지하도록 한다.



<그림 4-22> 집게부 작동

3. 근력 보조

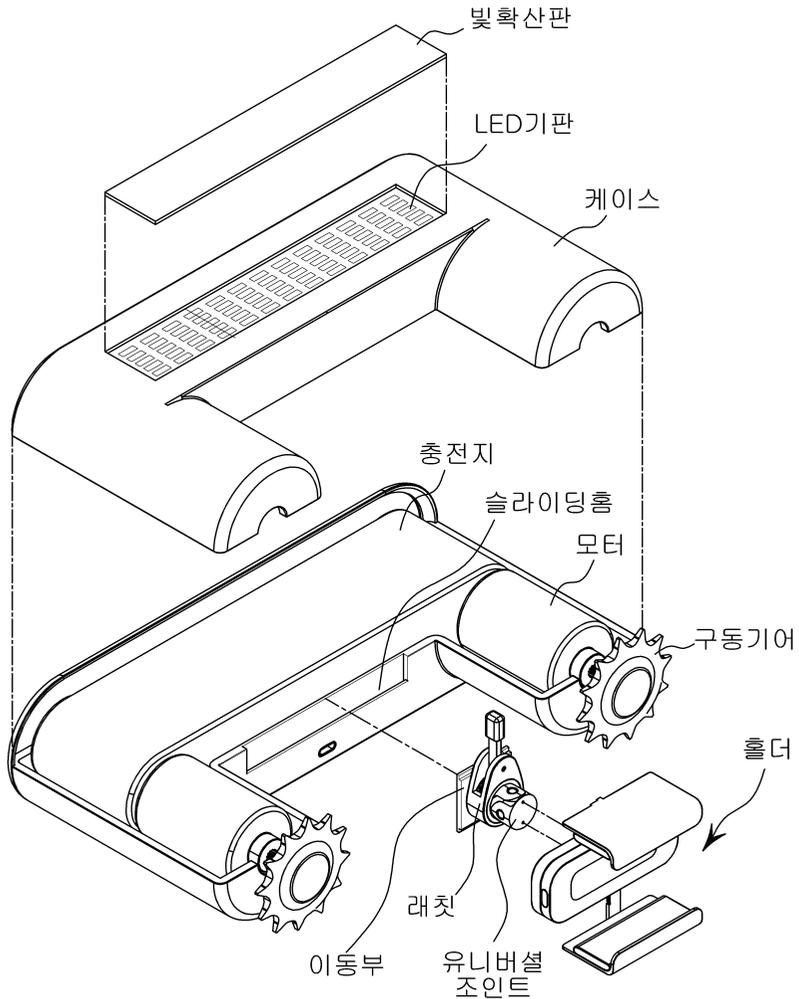
본 연구에 있어서 전기구동장치의 본체 내부에는 충전지와 모터가 내장된 상태이고, 경사도와 기울기 등을 감지하기 위한 자이로스코프센서와 체인속도를 측정하기 위한 토크감지센서, 이들을 제어하기 위한 제어부가 구비된다. 자이로스코프센서는 자전거의 경사도를 감지하여 자전거가 설정 이상의 경사를 갖는 지점을 지날 때는 체인을 구동시켜주고, 토크감지센서는 이용자가 페달을 밟으면 이용자의 페달 밟는 속도에 맞춰 모터의 구동속도를 조절하게 된다. 이는 이용자의 근력을 보조하여 체력을 아낄 수 있도록 하여 고갯길이나 장거리 이동을 가능하게 하기 위한 것이다.

또한 자이로스코프센서는 자전거의 기울기 또는 앞바퀴의 경사각을 감지하여 LED기판에 황색 화살표 기호가 자전거의 기울기 또는 앞바퀴의 경사각이 향하는 방향을 향하도록 점멸하게 함으로써 주변의 다른 운전자들에게 자전거의 진행방향을 알려줄 수 있도록 한다.

토크감지센서는 이용자가 페달을 밟으면 이용자의 페달 밟는 속도에 맞춰 모터의 구동속도를 조절하게 됩니다. 이때 제어부는 모터의 구동속도가 이용자의 페달 밟는 속도보다 빠르거나 느려도 방해가 될 수 있기 때문에 크랭크축의 회전 속도, 또는 체인의 이동속도를 감지하여 이용자가 인식하지 못할 정도로 구동기어를 회전시켜줌이 바람직하다. 충전지의 전력은 모터 구동 및 LED기판, 센서 및 제어부 작동을 위해 사용된다.

제4절. 디자인 도출

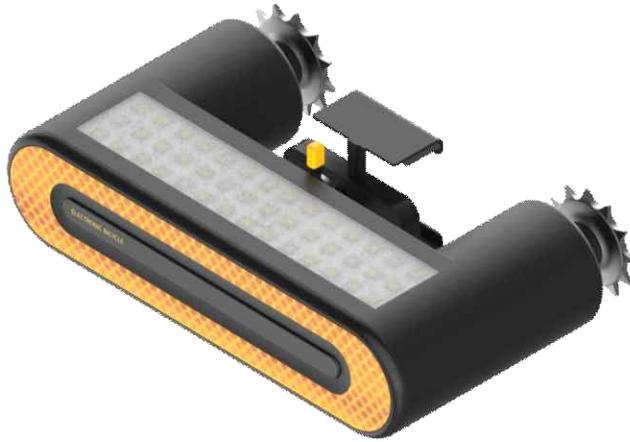
1. 최종 설계도 제안



<그림 4-23> 본 연구 전기구동장치 설계도

2. 최종 디자인 제안

(1) 최종 디자인 3D 모델링



<그림 4-24> 최종 디자인 3D 모델링



<그림 4-25> 최종 디자인 후방 3D 모델링

(2) 최종 디자인의 6면도



<그림 4-26> 최종 디자인 6면도

(3) 최종 디자인의 자전거 적용 시뮬레이션



출처 : <https://v.daum.net/v/20231001190016438>

<그림 4-27> 최종 디자인 설치 상태

(4) 최종 디자인의 야간 사용시 시플레이션



출처 : <https://kr.freepik.com/photos/야간 자전거 라이딩>

<그림 4-28> 최종 디자인 야간 사용 상태

제5장 결론

제5장 결론

최근 자전거가 운동 목적으로도 사용되나 결국은 이동수단으로써의 가치가 자전거 존재의 최대 이유이다. 특히 교통혼잡으로 인한 연료의 낭비와 악화만 되는 환경을 고려할 때 친환경 이동수단으로서의 자전거와 사용상의 편리를 도모하기 위한 전기자전거의 필요성이 크게 요구된다. 그러므로 큰 비용을 들이지 않고 또 자전거 자체의 디자인 원형을 훼손하지 않는 상태로 자신의 자전거를 전기자전거처럼 사용할 수 있다면 자전거 소유자들에게 많은 경제적 이득을 제공할 수 있을 것이다. 특히 심한 경사길만이라도 모터가 구동하여 근력을 보조해준다면 노약자들에게 큰 도움이 될 것임은 분명하다.

따라서 본 연구는 노약자들의 근력 보조가 가능하도록 하고 교통사고를 줄이기 위한 시인성이 양호한 전기구동장치를 개발하기 위하여 자전거 및 전기자전거, 기존 개발된 탈부착 전기구동장치들이 갖는 문제점들을 고찰하였고, 이들 기존 탈부착 전기구동장치들이 앞바퀴 및 뒷바퀴, 스프라켓을 직접 구동하는 방식이어서 브래킷을 사용할 수밖에 없음을 파악하게 되었으며, 이와 같은 브래킷이 자전거 프레임에 결합될 때 프레임을 손상시키고 직경과 각도가 동일하지 않는 많은 자전거의 프레임에 이를 범용적으로 적용하기란 곤란하다는 것을 알 수 있게 되었으며, 이에 본 연구자는 브래킷을 사용하지 않고 또 대부분의 자전거에 범용적으로 사용할 수 있는 탈부착 전기구동장치를 개발하기 위해 기존 전기구동장치들과는 전혀 다른 관점에서 접근함으로써 체인을 직접 구동하는 방식을 통해 이를 해결할 수 있었다.

또 본체에 내장된 자이로스코프센서와 토크감지센서에 의해 자전거의 경사도를 감지하여 자전거가 설정 이상의 경사를 갖는 지점, 즉 경사가 심한 언덕 등을 지날 때 자전거 이용자가 컨트롤 장치를 조작하지 않아도 제어부가 스스로 체인을 구동하여 자연스럽게 이용자의 근력을 보조함으로써 노약자들에게 큰 도움이 될 수 있도록 하였다.

또한 탈부착용 전기구동장치에 야간에 시인성을 높일 수 있도록 하기 위해 색상과 빛이 갖는 암시성과 시각적 자극을 이용하되, 특히 신호등에 사

용하는 적, 녹, 황색 조명을 사용함으로써 주변 운전자들의 주의력을 높일 수 있도록 하였고, 특히 자전거의 방향전환을 위해 삼각형상의 화살이미지를 표현하고 이를 점멸하게 함으로써 자전거의 주행정보를 제공할 수 있도록 하여 야간 주행시의 교통사고의 확률을 현저히 낮출 수 있도록 하였다.

특히 탈부착 전기구동장치를 자전거에 범용적으로 사용할 수 있도록 하기 위해서 자전거 프레임 중 체인스테이에 전기구동장치를 탈부착할 수 있도록 하되, 이를 위해 비대칭 타원형상의 체인과 상부체인과 하부체인의 서로 다른 간격, 상부체인과 하부체인의 경사각, 체인스테이의 길이, 체인과 체인스테이와의 간격, 체인과 체인스테이와의 비틀림각들을 모두 감안하고 수용할 수 있는 최적 구조의 홀더와 본체의 구조가 필요함을 인식하고 이를 디자인할 수 있었다.

참고문헌

학술지 및 논문

- 1) 김민혁, 원터치 탈부착 휠체어 주행보조 자전거 개발 및 평가, 연세대학교, 석사학위논문, 2019.
- 2) 김선동, 색상 성분 분석과 WHD를 이용한 교통 신호등 판별 시스템 연구, 원광대학교, 석사학위논문, 2009.
- 3) 박태한, 경량형 전동킥보드의 진동 저감을 위한 발판부 구조설계에 관한 연구, 서울과학기술대학교, 석사학위논문, 2020.
- 4) 서예, 피부 보양 및 스트레스 해소를 위한 가정용 장치 디자인에 관한 연구, 동서대학교, 석사학위논문, 2010.
- 5) 석호영, 이동약자를 위한 근거리 이동수단 디자인 연구, 서울시립대학교, 석사학위논문, 2006.
- 6) 신승미, 구급대원을 위한 안전보조장치 디자인 연구, 홍익대학교, 석사학위논문, 2014.
- 7) 왕뢰, 120앰블런스에 탑재된 전기차 디자인 연구, 상명대학교, 석사학위논문, 2019.
- 8) 유수정, 직장여성을 위한 근거리용 접이식 자전거 디자인연구, 홍익대학교, 석사학위논문, 2009.
- 9) 유영주, 전기자전거 활성화 정책에 따른탄소배출 저감 효과분석- 서울시 자전거 보급정책을 중심으로, 광운대학교, 석사학위논문, 2021.
- 10) 윤지훈, 노약자를 위한 자전거 디자인 연구, 서울산업대학교, 석사학위논문, 2010.
- 11) 이걸, 자기 구동 시스템을 이용한 마이크로 로봇의 3차원 이동 및 가공 특성 연구, 전남대학교, 석사학위논문, 2011.
- 12) 이준혁, 유니버설디자인 개념을 적용한 실버세대용 전기스쿠터 디자인 개발에 관한 연구, 서울산업대학교, 석사학위논문, 2006.
- 13) 임우빈, 전기 자전거 디자인개발에 관한 연구, 동아대학교, 석사학위논문, 1999.
- 14) 조영환, 폐자전거를 이용한 업사이클링 제품 개발에 관한 연구, 국민대학교, 석사학위논문, 2018.
- 15) 하민영, 국내 자전거의 용도별 색채 및 선호도에 관한 연구, 홍익대학교, 석사학위논문, 2011.
- 16) 한상미, 자전거 이용 활성화에 따른 환경·에너지 편익에 관한 연구, 중앙대학교, 석사학위논문, 2021.

설문지(전문가)

No.

자전거 탈부착 전기구동장치 디자인 연구

안녕하십니까?

저는 조선대학교 디자인대학원 퍼블릭스페이스학과에 재학중인 정관선입니다. 본 설문지는 한국의 전기자전거 필요성 및 단점, 탈부착 전기구동장치의 필요성 및 문제점, 본 연구에 의한 자전거 탈부착 전기구동장치의 선호도 및 탈부착 전기구동장치의 대체 가능성, 고객들의 구매 가능성, 본 연구에 의한 자전거 탈부착 전기구동장치의 적절한 가격에 관련하여 현재 자전거 수리 경험을 가지고 있으며, 자전거를 판매하고 있는 자전거 판매점주들에게 전문적인 지식을 바탕으로 한 설문조사 내용에 대한 답변을 조사하여 연구논문의 실증적 자료 사용하기 위함입니다.

본 설문지의 응답 자료는 오로지 연구의 목적으로만 사용될 것이며, 바쁘신 중에 본 설문지에 도움을 주신 점에 대해 깊이 감사 드립니다.

2023. 11.

지도교수 : 문정민 (조선대학교 디자인대학, 대학원 퍼블릭스페이스학과)

연구자 : 정관선 (조선대학교 디자인대학원)

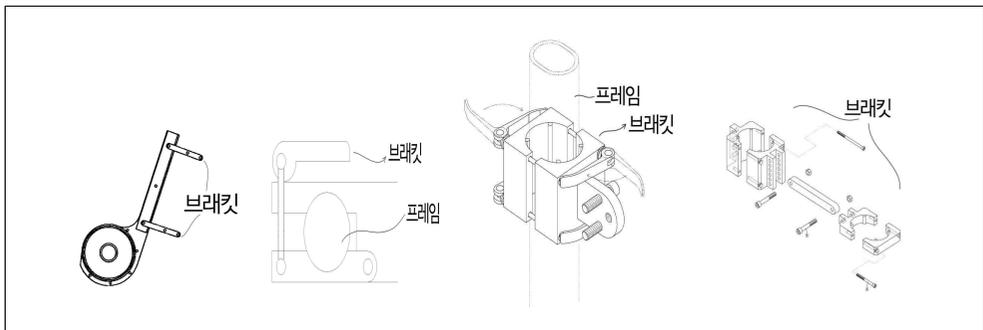
※ 궁금한 사항이 있으시면 아래의 연락처로 문의 주시기 바랍니다

e-mail : j01052019190@nate.com / 010-0000-0000

질문 5. 탈부착 전기구동장치의 필요성은 있다고 생각하십니까?

항목	선택(√)
① 예	
② 아니오	

질문 6. 아래 그림과 같은 구조의 브래킷(전기구동장치 탈부착용)의 문제점은 무엇이라고 생각하십니까?



항목	선별적 선택 가능(√)
① 탈부착의 번거로움	
② 탈부착시 자전거 손상	
③ 휴대 및 보관 불편	
④ 직접기재:	

질문 7. 만일 위와 같은 브래킷의 문제점이 모두 해결된다면 전기구동장치를 고객들이 선호하실거라고 생각하십니까?

항목	선택(√)
예	
아니오	

질문 8. 아래 구조와 같은 탈부착 전기구동장치는 기존 브래킷 결합식 전기구동장치의 문제점을 모두 해결했다고 생각하십니까?



항목	선택(√)
① 예	
② 아니오	

질문 9. 위와 같은 전기구동장치가 실제 제품으로 출시되고 적당한 가격으로 판매된다면 잘 팔릴 수 있을 것이라고 생각하십니까?

항목	선택(√)
① 예	
② 아니오	

질문 10. 위와 같은 전기구동장치의 적당한 제품가격은 얼마정도라고 생각하십니까?
(원)

설문지(일반인)

No.

자전거 탈부착 전기구동장치 디자인 연구

안녕하십니까?

저는 조선대학교 디자인대학원 퍼블릭스페이스학과에 재학중인 정관선입니다. 본 설문지는 일반인들에게 자전거의 평소 이용 실태, 자전거 구매시 판단 기준, 전기자전거 필요성, 전기자전거 구매시 판단 기준, 전기자전거 사용 경험, 전기자전거 단점, 탈부착 전기구동장치 구매시 판단 기준, 탈부착 전기구동장치의 필요성, 탈부착 전기구동장치의 프레임 손상 가능성, 본 연구에 의한 자전거 탈부착 전기구동장치의 디자인적인 요소 선호도, 본 연구에 의한 자전거 탈부착 전기구동장치 구매 의사, 본 연구에 의한 자전거 탈부착 전기구동장치의 적절한 가격에 관련한 설문조사 질문에 대한 답변을 조사하여 연구논문의 실증적 자료 사용하기 위함입니다.

본 설문지의 응답 자료는 오로지 연구의 목적으로만 사용될 것이며, 바쁘신 중에 본 설문에 도움을 주신 점에 대해 깊이 감사 드립니다.

2023. 12.

지도교수 : 문정민 (조선대학교 디자인대학, 대학원 퍼블릭스페이스학과)

연구자 : 정관선 (조선대학교 디자인대학원)

※ 궁금한 사항이 있으시면 아래의 연락처로 문의 주시기 바랍니다

e-mail : j01052019190@nate.com / 010-0000-0000

설문조사 질문 내용

1. 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?

- ① 남자 ② 여자

2. 귀하의 연령대는 어떻게 되십니까?

- ① 20대 이하 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상

3. 귀하는 자전거를 주로 어떻게 이용하십니까?

- ① 운동 ② 출퇴근 및 통학 ③ 근거리 이동 ④ 취미 및 동호회 ⑤ 운반용

4. 자전거 구매에서 가장 중요시되는 점은 무엇입니까?

- ① 가격 ② 기능 ③ 무게 ④ 디자인 ⑤ 브랜드

5. 전기자전거의 필요성은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 장거리 이동 ② 언덕길 주행 ③ 속도 ④ 자동차 대체 ⑤ 체력 안배

6. 전기자전거 구매에서 가장 중요시되는 점은 무엇입니까?

- ① 가격 ② 기능 ③ 디자인 ④ 브랜드

7. 전기자전거를 타본 경험이 있으신가요?

- ① 네 ② 아니오

8. 7번 질문에서 '네'를 선택하신 분에 한하여 전기자전거의 가장 큰 단점은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 배터리 교체의 번거로움 ② 오랜 충전시간 ③ 배터리 사용시간 ④ 차체 무게

9. 자전거용 탈부착식 전기구동장치 구매에서 가장 중요시 되는 점은 무엇입니까?

- ① 탈부착시 프레임 손상 방지 ② 편리한 탈부착 ③ 견고한 탈부착
- ④ 신속한 탈부착

10. 자전거에 장착하여 근력을 보조할 수 있는 탈부착식 전기구동장치의 필요성은 있다고 생각하십니까?

- ① 네 ② 아니오

11. 전기구동장치가 자전거에 탈부착됨에 있어 자전거의 프레임에 손상을 줄 수 있다고 하면 어떻게 하시겠습니까?

- ① 구매한다 ② 구매하지 않는다

12. 아래와 같은 탈부착식 전기구동장치를 보고 디자인적인 요소에 대해 점수를 매긴다면?



항목	매우 좋다 (5점)	좋다 (4점)	보통 (3점)	나쁘다 (2점)	매우 나쁘다 (1점)
전반적인 디자인에 만족한다	①	②	③	④	⑤
형태가 적절하다	①	②	③	④	⑤
색상이 적절하다	①	②	③	④	⑤
시인성이 양호하다	①	②	③	④	⑤

13. 12번 질문에 도시된 탈부착식 전기구동장치가 제품으로 개발되어 경사길에서 자동으로 근력을 보조해주고 적당한 가격에 팔린다면 귀하는 구매하시겠습니까?

① 네 ② 아니오

14. 13번 질문에서 ‘네’를 선택하신 분에 한하여 위 제품의 가격이 얼마라면 구매하실 의향이 있으신가요? (원)