

# 기계 설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 턴테이블을 이용한 수직 승하강식 자동주차타워

(2012년 3월 8일 ~ 11월 15일)

팀명: Errorist

자동차/기계공학 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이  
제출합니다.

2012. 11. 15

대구대학교 기계자동차공학부(기계전공)

# 제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제 '턴 테이블을 이용한 수직 승하강식 자동주차타워'의 결과보고서로 제출합니다.(과제기간 : 12. 03. 08 ~ 12. 11. 15)

2012 11 15.

지도교수 : 박 철 재 (인)

대표학생 : 박 정 진 (인)

참여학생 : 김 대 현 (인)

김 민 규 (인)

김 민 수 (인)

김 용 현 (인)

# 목 차

최종보고 요약문 .....	1
<b>제1장 과제내용 및 목표 .....</b>	<b>2</b>
제1절 목적 및 필요성 .....	2
제2절 개발 방안 .....	2
제3절 기대효과 및 활용방안 .....	5
<b>제2장 개념설계 및 상세설계 .....</b>	<b>6</b>
제1절 개념설계 .....	6
제2절 상세설계 .....	8
<b>제3장 제작 .....</b>	<b>11</b>
제1절 공정도 .....	11
제2절 제작 .....	12
<b>제4장 운용 및 시험 .....</b>	<b>14</b>
제1절 운용 및 시험 요구조건 .....	14
제2절 운용 및 시험결과 .....	15
<b>제5장 결론 .....</b>	<b>16</b>
제1절 문제점 분석 및 처리결과 .....	16
제2절 총평 .....	20

# 최종보고 요약문

과제명	턴테이블을 이용한 수직 승하강식 자동주차타워
팀명	Errorist
팀원	박정진, 김대현, 김민규, 김민수, 김용현
과제기간	2012 년 3 월 8 일 ~ 2012 년 11 월 15 일

## 1. 개발내용 및 목표

지금 우리나라는 한 가구당 평균 보유하는 차량의 수가 1대 이상인 사회에 접어들었고 이로 인해 각종 공공장소 및 관광명소 등의 차량이 집중되는 공간에서 주차에 의한 교통난이 끊임없이 일어나고 있다. 주차공간을 보다 효율적으로 확보하는 문제가 대두되고 있어 기존의 주차타워를 보다 효율적이고 안정적인 시스템으로 보완 및 개선하는 것이 요구되어지고 있다. 따라서 자동으로 제어가 가능하여 사용자의 편리를 도모하는 한편 안정적으로 운송 가능한 시스템을 설계한다.

## 2. 개념설계 및 상세설계

승강 리프트 및 수평 이송 장치, 자동차 턴테이블이라는 기존의 장치를 적정위치에 배치하여 차량 출입 - 조작 - 이송 - 주차 - 복귀 하도록 시스템을 구현하도록 설계하고 구체적인 구현방법을 검토하기 위해 실제 차량 모델과 축소 모델을 해석하여 목표를 만족하기위한 사양을 결정하고 실현 가능성에 대하여 논의하였다. 이 해석결과를 통해 설계 목표를 만족하는 사양의 모터를 선정하였다.

## 3. 제작

실제 모델과 비교가능하면서 실현 가능한 크기의 1:16으로 축소하여 각 부품을 설계하였다. 재료는 가공이 편리함과 시스템의 작동과 테스트에 유리한 투명아크릴을 사용하였다. 각 부품의 움직임을 고려해 기계적 충돌이 없게 하고 운용시험 및 추가보완이 쉽도록 조립식으로 부품을 설계하였다. 외주 업체를 통해 가공된 부품을 직접 조립하여 제작하는 과정에서 각종 발생하는 문제점을 추가 가공과 설계 수정을 통해 해결하여 완성품을 제작하였다.

## 4. 운용 및 시험

MCU를 이용하여 각 모터의 구동이 우리가 예상한 대로 작동하는지 확인한 뒤 우리가 목표로 하는 요구조건에 맞도록 정밀 제어하도록 반복 실험하였다. 이를 통해 우리가 목표로 하는 속도와 안정성은 모두 만족하는 결과를 확보할 수 있었으나 정밀 제어과정에서 명령의 처리과정과 기타 외부요인으로 일어나는 오차를 정확히 제거하는 것이 불가능하였다. 실제로 정확한 위치로 이동하는 제어를 위해서는 센서사용이 필요하였으나 센서 사용에 대한 지식이 부족하여 스텝 모터의 이론적 입력값과 기계적인 수정을 통하여 움직임을 제어하였다.

## 5. 세부 연구개발 내용 및 실적

MCU를 통한 스텝모터의 제어는 다수의 모터를 필요에 맞게 동작하여 차량의 주차시스템에 대한 제어가 가능하였으며 입력에 따라 움직일 위치를 제어하는 것을 통해 별도의 센서 없이도 우리가 원하는 움직임을 구현해낼 수 있는 것을 확인할 수 있었다. 수직수평 제어를 가능케 하고, 턴테이블의 적절한 각도에 따른 회전을 가능하게 할 수 있다. 단순화한 모델의 움직임을 통해 실제 주차시스템에서도 충분한 실현가능성을 보여주었다.

# 제 1장 과제내용 및 목표

## 제1절 목적 및 필요성

### 1. 과제개발의 목적

우리나라에 인구가 증가함에 따라 우리나라 토지의 주거지 비율이 많이 올라가고 한가구당 차량이 1개 이상 사용되는 사회에 접어들었다. 그로 인해 차량 사용자가 늘어 날 뿐만 아니라 각종 건물에 자동차 주차공간도 줄어들게 되었다. 한정된 주차공간으로 인한 주차문제는 나날이 심각해지는 실정이며, 특히 대도시와 같이 인구밀집지역의 경우 주차공간을 찾지 못한 차량들이 도로를 배회하며 많은 시간과 유류를 낭비하고 있는 실정이며, 주택가 골목이나 소방도로 상에 차량을 무분별하게 주차함으로써 긴급 차량의 운행에 지장을 주는 등 많은 문제점을 야기하고 있다. 이렇게 날로 증가하는 자동차 주차 공간 문제를 해결하기 위해 기존의 주차 공간 확보 방안중 하나인 주차 타워를 더욱 더 효과적으로 공간을 활용하는 것을 목적으로 한다.



그림1. 연도별 주차장 면적 현황

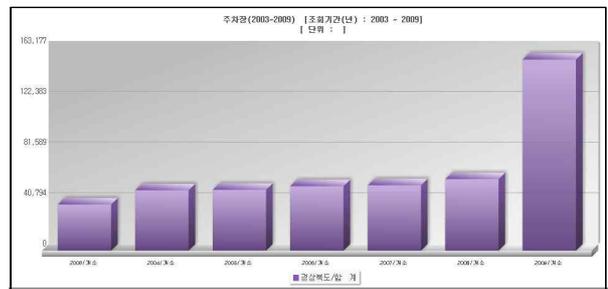


그림2. 연도별 주차장 개수 현황

## 제2절 개발 방안

### 1. 시장 현황

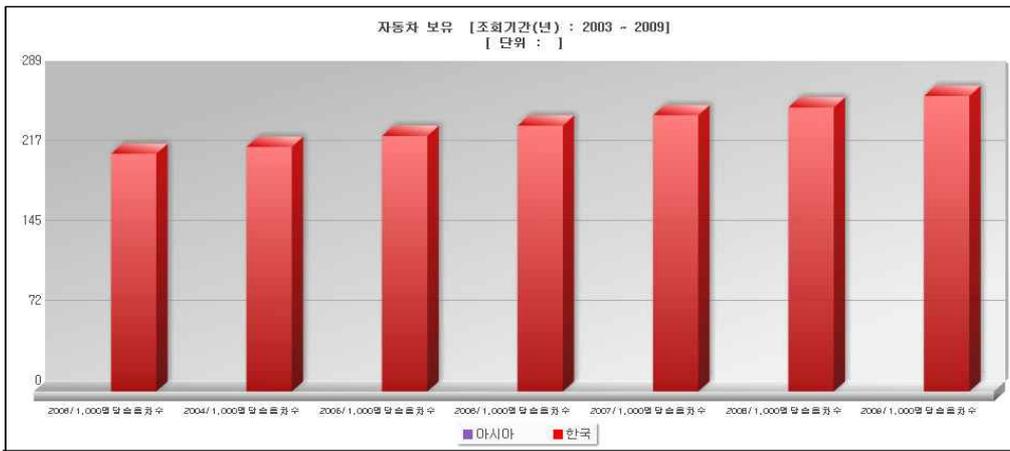


그림3. 연도별 1000명당 승용차 보유수

현재 해마다 국민 1000명당 자동차 보유수는 증가하고 있으며 관광부지의 건물의 경우 그 도시 인구 보다 더 많은 사람들이 집중적으로 몰리는 시기가 있기 때문에 특정 시즌에는 차량 혼잡이 심해지며 고양시 킨텍스의 경우 법정 기준을 초과한 규모의 주차 시설에도 불구하고 성수기 시즌의 주차량을 따라가지 못하고 있다. 이러한 문제는 주차를 못해서 돌아다니는 차들과 공터나 길가에 무분별한 주차로 인해 겪는 주차난을 야기했고 다양한 해결책을 제시하기위해 서울시는 초등학교 운동장을 이용하는 등의 해결책을 추진 중에 있는 실정이다.

시설물	법정기준	실제 규모
호수공원	163대	939대
킨텍스 1	1171	1943
" 2	1970	2319
웨스턴돔	862	1096
라페스타 6개동	450	528
라페스타 공영주차장 4곳		883
원마운트(건축중)	940	1989
아쿠아리움(건축중)	194	400

자치구	학교	위치	주차 규모(면)	완공 시점
종로	경기상고	종로구 청운동 89-3	124	2011년 6월
금천	신흥초교	금천구 시흥4동 704-56	120	2010년 6월
관악	당곡중	관악구 봉천동 686	150	2010년 12월
성북	경동고	성북구 삼선동3가 50	120	2011년 12월
동작	국사봉중	동작구 상도4동 산65-41	127	2010년 12월

자료: 서울시

표1. 법정기준 대비 실제 주차장 규모(오른쪽) 서울시 학교 운동장 지하주차장 건설 계획(왼쪽)

그런데 토지 사용 효율을 높이기 위해 사용되어지는 주차타워가 실제로는 차량의 진입로가 좁고 가팔라서 출입이 불편하여 일반 주차 타워의 이용률이 낮고 자동화 잦은 고장과 안전사고로 인한 이용률 저하가 일어나게 되었고 그로 인해 자동차 주차 타워의 효율성이 낮게 평가 되고 있는 실정이다.

주차장명	위 치	규 모	이용율
한양주차장	초지동 734-5	지상7층, 178면	약10%
한미주차장	초지동 734-6	지상7층, 178면	약10%
법조타운주차장	고잔동 707-3	지하1, 지상9층, 840면	약40% (4층 입주처 주차)
사도주차타워	고잔동 769	지상9층, 195면	약5%
덕산주차타워	고잔동 770	지상9층, 154면	약10%
미래주차타워	이동 718	지상7층, 180면	약5%



표2. 신도시 일반 주차타워 이용 현황

그림4. 수직 승강식 주차타워 추락사고 사진

따라서 자동화를 통해 차량의 출입의 불편함을 해결하되 안전사고를 예방할 수 있는 수준에서의 주차 시간과 출고 시간을 설정하여 토지효율성도 높으며 이용효율도 높일 수 있는 주차타워를 필요로 한다.

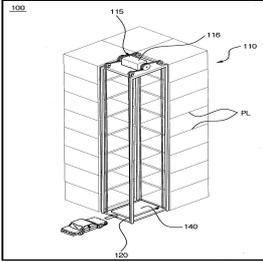
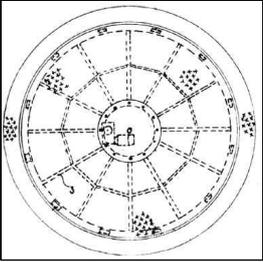
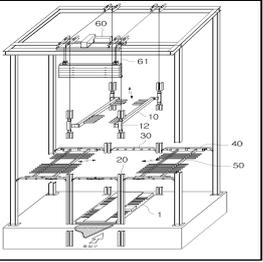
## 2. 개발 방안

기존 폭스바겐 주차타워를 벤치마킹하는 것을 전제로 한다. 폭스바겐 주차타워는 높이 60m/200피트 높이의 유리 사일로로 되어 있으며 두체로 된 이 타워는 700m 지하 터널에 의해, 폭스바겐 공장으로 연결되어 있다. 상하의 기구는 초당 1.5미터의 속도로 정해진 칸으로 이동하고 건물 지하 주차장부터 약 2m/s의 속도로 20층까지 운반이 가능하다. 이와 같은 원형 주차 타워를 응용하여 새로운 주차타워를 개발하도록 한다.



그림5. 폭스바겐 출고 주차타워

그리고 기존의 턴테이블과 수평이동 장치 기술을 이용하되 특허를 침해하지 않도록 하기 위해 아래의 특허 조사를 통해 특허가 등록된 것을 구분하여 주차시스템을 고안한다.

특허조사					
종류	특허 이름	출원번호	최종처분		
주차타워	주차타워 및 주차타워에서의 주차방법	1020030063167	소멸		
	다층형 주차타워	2020030027383	소멸		
	자주식 주차타워	1020090115847	등록		
	초대형무인자동주차설비	1019980077002	포기		
	자동차운반선의자동차격납장치	1019920012942	소멸		
구동시스템	주차타워의 주차시스템	1020080083427	등록		
	승강기식 주차시스템의 회전플레이트 승강장치	2003956730000	등록		
	노퍽트용 자동차턴테이블	2001756660000	소멸		
	기계식입체주차장의턴테이블선회장치	1004650170000	등록		
	회전식턴테이블이설치되어있는주타타워용리프트	2001549170000	소멸		
	엘리베이터식주차장치및이송장치	1019910016427	소멸		
	자동차자동입출고장치	2019890016075	소멸		
	다층순환식주차설비의턴테이블장치	1019930017304	등록		
	링크식리프트를가지는턴페이بل형자동차정비장치	1019890018921	거절		
	차량의 충격시험용 턴 테이블 장착 장치	2019970029919	취하		
리프트	수직형 권선 리프트 장치	1020110060523	등록		
	가변 밸브 리프트 장치	1020070132861	등록		
	수평 유지 리프트 장치	1020090126689	등록		
	건축용 리프트의 안전장치	1020010002080	거절		
	리프트 시스템	1020090025210	등록		
	리프트장치	1019980045230	등록		
	턴 테이블리프트	1020060025275	등록		
주차타워	턴테이블	리프트			
			<주차타워에서의 주차방법>	<노퍽트용 자동차턴테이블>	<리프트 시스템>

### 제3절 기대효과 및 활용방안

#### 1. 기대효과

- 평면주차장과 달리 타워 내에 주차하기 때문에 많은 차량을 주차하여 적은 토지로 많은 차량을 주차하여 인구 증가에 의한 주거지 감소 문제의 해결이 가능 할 것이며 원형 테이블로 인한 동선 최소화를 통해 주차시간에 일어나는 시간적 손해도 보완할 수 있을 것으로 기대되어진다.
- 자동화된 주차 시스템으로 인해 기존의 주차타워 주차 시 겪는 차량 출입의 불편함을 해소하고 이용자로 하여금 간단한 조작으로도 주차를 할 수 있게 하여 주차장에 편의를 높일 것이고 모터와 이송 장치의 해석을 통해 주차 차량의 이송시간을 최대한 확보하는 제어 프로그램을 통해 기존의 주차타워 보다 편리하고 실용적인 주차 시스템이 완성될 것으로 기대되어진다.
- 최근, 건물의 실용성뿐만 아니라 미적인 요소에 대한 관심이 커져감에 따라 기존의 획일화된 도시 건물들의 외형들 가운데 원형의 주차타워를 개발함으로써 기존의 단조로운 도시 미관을 개선할 수 있다.
- 각종 교통이 혼잡한 도시와 인구가 특정 시간대에만 밀집되는 관광지에 설치하여 주차장소를 찾아 배회하는 차와 지정되지 않은 장소에 주차하는 차량들로 인해 일어나는 교통난을 해소 할 수 있을 것이다.

#### 2. 과제 의 실용성 및 경제성

- 실제 주차타워의 사용량은 1일당 평균 30%이하로 사용되는 것으로 조사 되었다. 이것은 약 500대 정도의 주차를 위해서 투자비가 약 24억원이 투자된 시설이라고 하기에 효율이 매우 낮은 것으로 판명되었으며 유지비만으로도 적자를 보고 있는 실정이다. 새로운 주차타워를 고안함으로써 토지를 더욱더 효율적으로 활용할 수 있도록 주차타워의 불편함을 개선하여 국가적인 낭비를 막을 수 있을 것으로 기대되어 진다.
- 새로운 주차타워를 설치하여 운전자들이 겪는 시간적인 불편을 감소시키고 교통체증으로 인한 스트레스를 해소하며 교통 혼잡을 줄여 주차난에 의해서 발생하는 각종 문제를 해결할 것으로 기대되어 진다. 이 뿐만 아니라 주차난 해결을 통해 쾌적한 도심과 관광지로 바꾸어 운전자들과 시민으로 하여금 정서적 안정감을 갖게 하고 도시의 이미지 개선에도 기여할 것이다.
- 이미 상용화된 기술인 턴테이블, 리프트 시스템 등을 이용하므로 기술 개발 및 연구에 투자비용이 적게 필요할 것이며 실현가능성이 높고 투자대비 효율성이 높은 기술이 될 것이다.

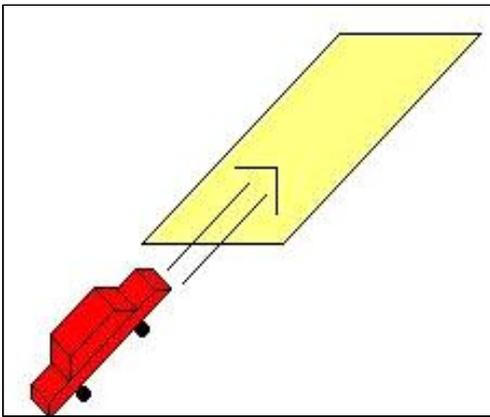
## 제2장 개념 설계 및 상세설계

### 제1절 개념설계

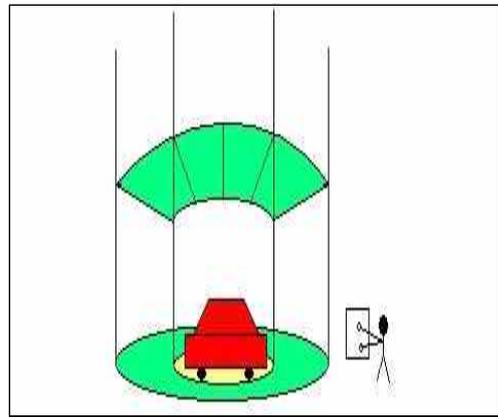
#### 1. 구현 시나리오

차량을 운전자가 주차타워 내부 턴테이블 구동 판 위에 주차하고 주차가 완료되면 하차하여 주차타워 조작 스위치로 원하는 위치로 이동하는 시스템을 프로그래밍하여 자동으로 차량을 주차하게 만든다. 먼저, 수직 이송장치는 운송할 자동차의 최대 하중과 재료 물성치의 허용범위 내에서 알맞은 모터의 동력을 선정해 모터를 선택하고 선택된 모터의 구동에 의해서 상하 수직으로 리프트되며 차량이 운전자가 입력한 위치로 기둥의 레일을 따라서 이동하게 된다. 층마다 차량 주차가 가능한 공간을 6~8칸 정도로 분할하여 턴테이블이 위치마다 위치 센서를 통한 입력한 위치와의 일치 여부를 확인하여 360°로 회전하고 그에 맞는 칸 도달하도록 제어한다.

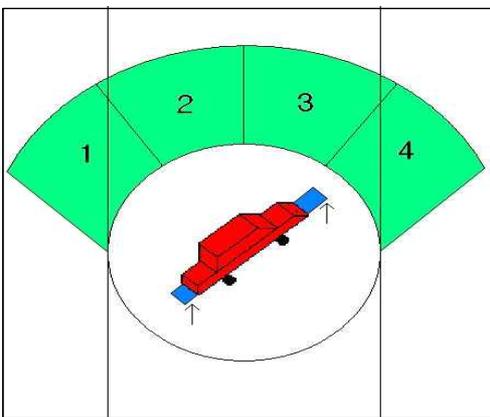
입력한 위치에 도달한 턴테이블은 자키형식으로 테이블 면에서 차량을 상승시키고 수평으로 이동하고 차량을 상승시키기 위한 모터의 동력을 해석하여 모터를 선정하고 모터 조작에 의해 입력된 층의 공간으로 이동한다. 바퀴와 테이블 면 사이에 적당한 공간이 확보되어지면 지정한 칸에 모터구동을 이용하여 수평이송 시키고 이송이 완료되면 차량의 바퀴를 주차 공간 바닥에 닿을 수 있도록 하강시킨다. 하강 후 수평 이송 판은 원래의 위치로 돌아가게 제어하여 다음 주차를 대기한다.



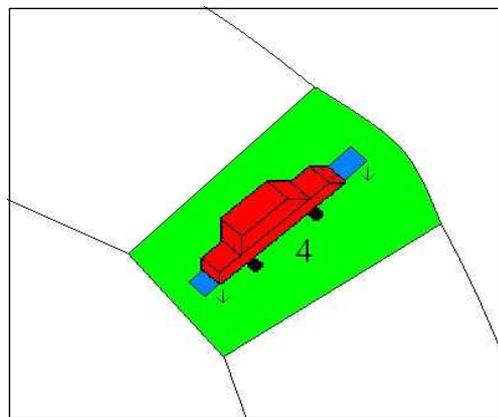
1. 차량 운전자 주차



2. 하차 후 스위치 조작



3. 차량 수직 이송



4. 차량 수평 이송 및 주차

## 2. 응용 기술

### ◎ 자동차 턴테이블

자동차 턴테이블은 차량의 진입을 쉽고 안전하게 하기 위해 고안되었는데 주로 차량이 많은 시내에 사용되어지고 있다. 우리는 자동차 턴테이블의 시스템을 폭스바겐 출고타워의 시스템에 적용하고 자동차 리프트의 이동공간을 줄인다. 이에 따라 주차타워의 크기도 줄어들어 주차공간은 똑같이 확보하면서 실제 주차 타워의 크기가 작아져서 우리나라에 적합한 건물이다.



방향전환장치로서 공간이 협소하여 전면공지 부족으로 회전공간이 용이하지 않은 곳에 설치하여 차량의 입출고를 편리하게 합니다.

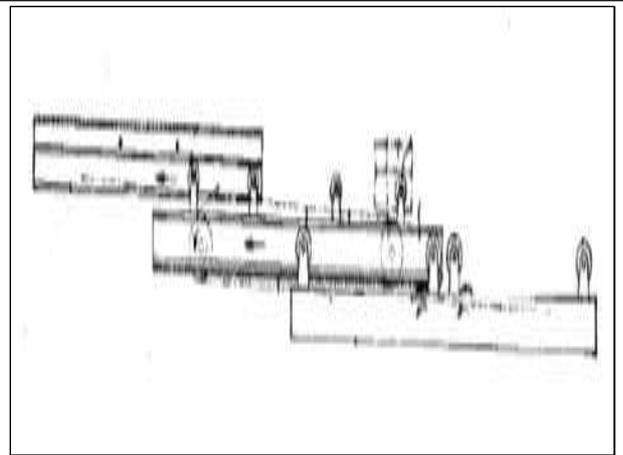
### ◎ 승강 리프트 및 수평 이송 장치

턴테이블의 중앙에 리프트 장치 설치 시 높은 층까지 올라 갈 수 없으므로 원형 테이블 끝단에 레일을 이용해 보다 안정적으로 높은 층까지 주차 할 수 있도록 한다.

주차할 층으로 이송된 테이블은 원하는 위치로 이동하고 자동으로 차량을 수직으로 이송하고 원하는 위치에 차량을 이송하여 주차한다.



<수직 승강 레일 리프트>



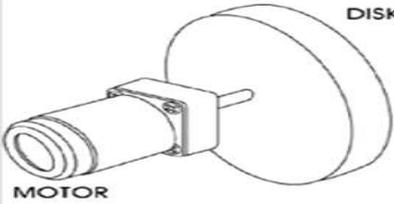
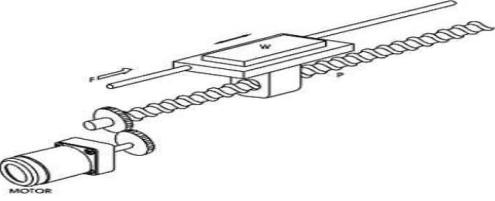
<수평 이송 장치>

## 제2절 시스템 설계

### 1. 시스템 개요

3개의 모터가 다른 위치에서 다른 운동을 해야 하기 때문에 각기 다른 토크를 사용한다. 관성체 운동을 하는 2개의 모터는 각기 다른 하중이 부과되기 때문에 전체 하중은 서로 다르다. 턴테이블의 전체하중(2kg)을 견디기 위해서 감속기(1/50)가 부착되어 있는 모터를 사용한다. 또한 차량 및 턴테이블의 하중이 부과되는 모터는 감속기를 제거한 모터를 사용한다. 두 개의 모터는 같은 식을 사용한다. 차량의 승하차를 위한 슬라이더 부분은 회전운동을 수직운동으로 바꾸어지기 때문에 다른 식을 사용한다.

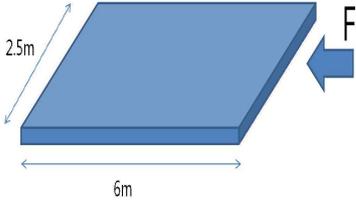
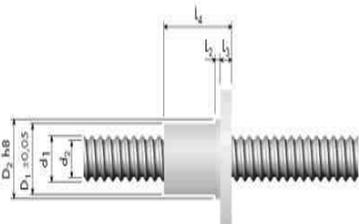
3개의 모든 모터는 모터의 회전을 제어하기 위해 스텝모터를 사용하며 실제 차량 무게의 1/1000로 축소화 하여 계산한다.

<p>02 관성체를 구동하는 경우</p>  $T = \frac{GD^2}{37500} \times \frac{N}{t} \text{ [kgf} \cdot \text{cm]}$ <p>N : 회전수 [rpm] GD<sup>2</sup> : 플라이 휠 효과 [kgf cm<sup>2</sup>] t : 시간 [sec]</p>	<p>①수직 이송장치</p> <p>리프트 하중 : 2kgf 모터 및 기타 부품 : 2kgf 전체하중 : 4kgf 최소 필요 rpm : 5rpm 필요 토크 : 6kgf*cm</p>
<p>접촉면면을 수평으로 이동하는 경우</p>  $T = \frac{1}{2\pi} P \cdot (F + \mu W) \text{ [kgf} \cdot \text{cm]}$ <p>F : 외력 [kgf] W : 부하의 중량 [kgf] <math>\mu</math> : 접촉면의 마찰계수 [0.05~0.2정도] P : BALL SCREW의 LEAD [cm]</p>	<p>②턴테이블</p> <p>턴테이블 하중 : 2kg 모터 및 기타 부품 : 1kg 전체하중 : 3kg 최소 필요 rpm : 30rpm 필요 토크 : 2.56kgf*cm</p> <p>③슬라이더</p> <p>슬라이더 하중 : 1kg 자동차 하중 : 2kg 전체하중 : 3kg 리드 길이 : 1mm/rev</p>

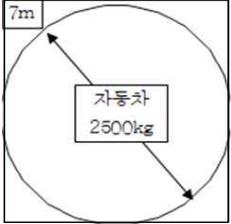
## 2. 모델링

해석에 의해 설계되어지는 원래 모델을 구현하는데 소요되는 비용과 공간 확보 등의 어려움으로 본 모델을 면적 비 1/1900, 무게 비 1/1250 의 크기로 축소하여 동작 구현 모델을 제작한다.

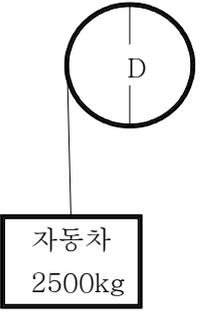
### 1) 수평이송장치

	<p>● 수평이송장치 동력 해석[본 모델]</p> <p>차를 미는 힘 <math>F = \mu \times N = 0.5 \times 2500 = 1250 \text{ kg}_f</math></p> <p>이송시간은 왕복 30초로 가정하면</p> $V = \frac{6\text{m} \times 2}{30\text{sec}} = 0.4 \text{ m/s}$ $\text{요구동력 } H' = \frac{F \times V}{102} = \frac{1250 \times 0.4}{102} = 4.9 \text{ kW}$
	<p>● 수평이송장치 동력 해석[축소 모델]</p> <p>나사를 절때 회전력 <math>P = Q \times \tan(\rho' + \alpha) = 2 \times \tan(29.98 + 0.51) = 1.18 \text{ kg}_f</math></p> <p>나사를 풀때 회전력 <math>P = Q \times \tan(\rho' - \alpha) = 2 \times \tan(29.98 - 0.51) = 1.13 \text{ kg}_f</math></p> <p>회전토크 <math>T = l \times P = 20 \times 1.2 = 24 \text{ kg}_f \cdot \text{mm} = 2.4 \text{ kg}_f \cdot \text{cm}</math></p> <p>목표 속도가 <math>2\pi d \approx 40 \text{ mm/s}</math> (선형속도 <math>2 \text{ mm/s}</math>)이므로</p> $\text{요구동력 } H' = \frac{P \times V}{102} = \frac{1.18 \times 0.04}{102} = 0.00462 \text{ kW} = 0.462 \text{ W}$

### 2) 턴테이블

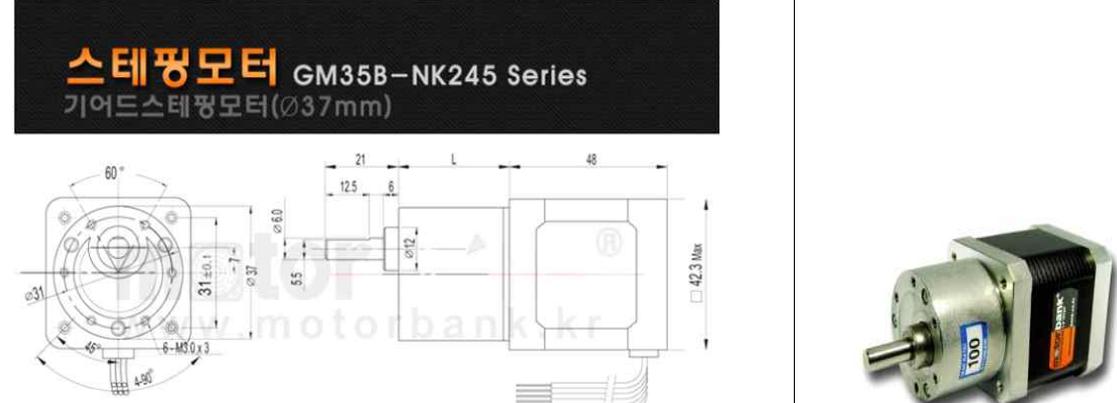
	<p>● 턴테이블 동력 해석[본 모델]</p> <p>관성모멘트 <math>J = \frac{W \times D^2}{8} = \frac{2500 \times 7^2}{8} = 15312.5 \text{ kg}_f \cdot \text{m}^2</math></p> $\text{요구토크 } T = \frac{J \times 2\pi \times f \times t}{g} = \frac{15312.5 \times 2\pi \times \frac{1}{10} \times 1}{9.8} = 981.7 \text{ kg}_f \cdot \text{m}$ $\text{요구동력 } H' = \frac{T [\text{kg}_f \cdot \text{mm}] \times \text{RPM}}{947000} = \frac{981.7 \times 3 \times 1000}{947000} = 3.1 \text{ kW}$
<p>● 턴테이블 동력 해석[축소 모델]</p> <p>관성모멘트 <math>J = \frac{W \times D^2}{2} = \frac{3 \times 0.2^2}{2} = 0.06 \text{ kg}_f \cdot \text{m}^2</math></p> <p>회전 각속도 <math>40 \text{ rpm}</math>을 고려한 토크 가속시간 <math>1 \text{ sec}</math>, <math>\alpha = 4.2 \text{ rad/s}^2</math></p> $\text{요구토크 } T = \frac{J \times \alpha}{g} = \frac{0.06 \times 4.2}{9.8} = 0.0257 \text{ kg}_f \cdot \text{m} = 2.57 \text{ kg}_f \cdot \text{cm}$ $\text{요구동력 } H' = \frac{T [\text{kg}_f \cdot \text{mm}] \times \text{RPM}}{974000} = \frac{0.0257 \times 40 \times 1000}{974000} = 0.001 \text{ kW} = 1 \text{ W}$	

3) 수직이송장치

	<p>한층의 높이가 2m일때 층당 이동시간을 5sec라 하고 케이블을 감는 원통 직경 D를 0.3m로 두면</p> <p>상승속도 <math>v = \frac{h}{t} = \frac{2}{5} = 0.4m/s</math></p> <p>원통의 각속도 <math>w = \frac{2v}{D} = \frac{2 \times 0.4}{0.3} = 2.33rad/sec</math></p> <p>요구토크 <math>T = F \times \frac{D}{2} = 2500 \times 0.15 = 375kg_f \cdot m</math></p> <p>요구동력 <math>H' = T \times \frac{RPM}{974000} = 375 \times 1000 \times \frac{40}{974000} = 15.4kW</math></p>
<p>한층의 높이가 80mm일때 층당 이동시간을 10sec라 하고 케이블을 감는 원통 직경 D를 0.03m로 두면</p> <p>상승속도 <math>v = \frac{h}{t} = \frac{0.08}{10} = 0.008m/s</math></p> <p>원통의 각속도 <math>w = \frac{2v}{D} = \frac{2 \times 0.008}{0.03} = 0.533rad/sec</math></p> <p>요구토크 <math>T = F \times \frac{D}{2} = 4 \times 0.015 = 0.06kg_f \cdot m = 6kg_f \cdot cm</math></p> <p>요구동력 <math>H' = T \times \frac{RPM}{974000} = 0.06 \times 1000 \times \frac{5}{974000} = 3.08 \times 10^{-4}kW = 0.308W</math></p>	

3. 선정 모터

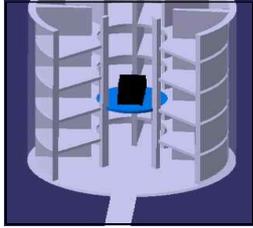
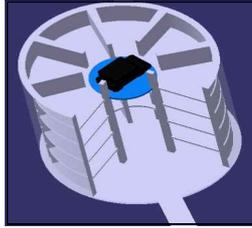
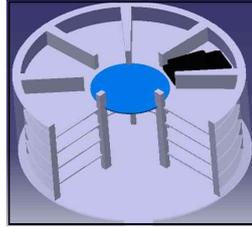
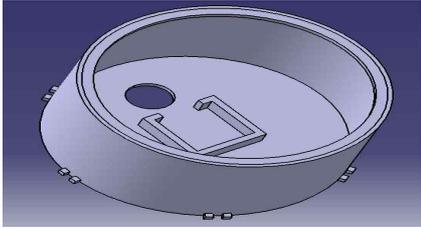
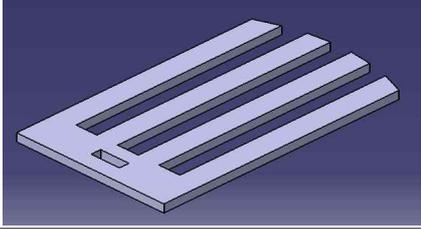
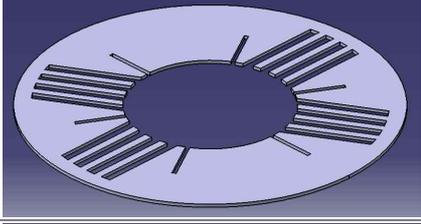
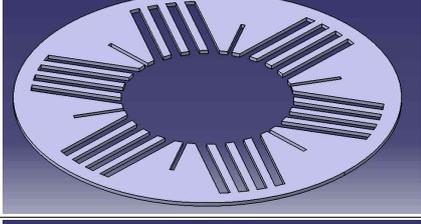
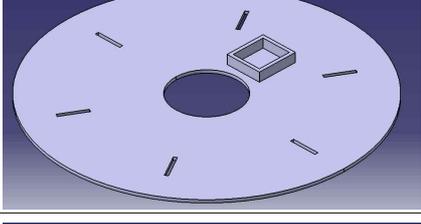
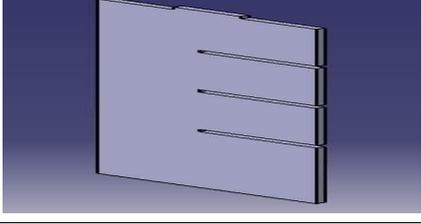
아래의 스텝 모터는 위 모델링에서 결정된 허용값을 모두 만족하며 필요시 정격 허용토크에 따른 감속기를 부착가능 하므로 다음의 스텝핑 모터로 선정한다.

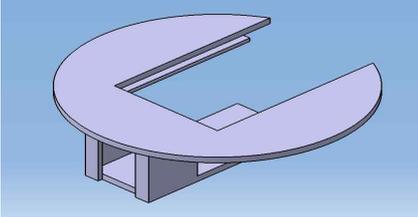
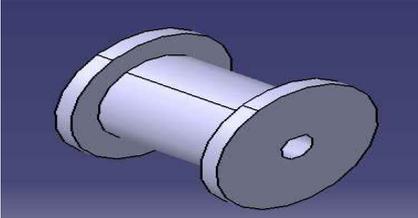
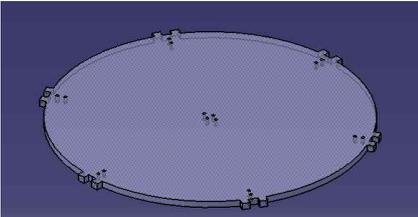
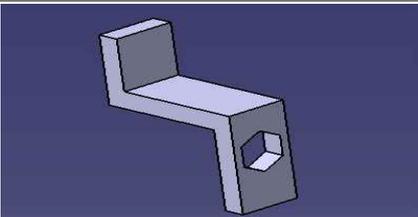
																																				
<p><b>스텝핑모터</b> GM35B-NK245 Series 기어드스텝핑모터(∅37mm)</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>감속비율 Reduction gear ratio</th> <th>정격허용토크 Rated tolerance torque</th> <th>최대순가허용토크 Max. momentary tolerance torque</th> <th>효율 Efficiency</th> <th>직각 축 유격 Radial play of shaft</th> <th>축 추력 유격 Thrust play of shaft</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/6, 1/10</td> <td>1Kgf.cm Max.</td> <td>3Kgf.cm Max.</td> <td>81%</td> <td>&lt;0.05mm</td> <td>&lt;0.35mm</td> <td>19.5mm</td> </tr> <tr> <td>1/18</td> <td>1Kgf.cm Max.</td> <td>3Kgf.cm Max.</td> <td>73%</td> <td>&lt;0.05mm</td> <td>&lt;0.35mm</td> <td>22.0mm</td> </tr> <tr> <td>1/30</td> <td>2Kgf.cm Max.</td> <td>6Kgf.cm Max.</td> <td>73%</td> <td>&lt;0.05mm</td> <td>&lt;0.35mm</td> <td>22.0mm</td> </tr> <tr> <td>1/50, 1/60, 1/70</td> <td>3Kgf.cm Max.</td> <td>9Kgf.cm Max.</td> <td>66%</td> <td>&lt;0.05mm</td> <td>&lt;0.35mm</td> <td>24.5mm</td> </tr> </tbody> </table>	감속비율 Reduction gear ratio	정격허용토크 Rated tolerance torque	최대순가허용토크 Max. momentary tolerance torque	효율 Efficiency	직각 축 유격 Radial play of shaft	축 추력 유격 Thrust play of shaft	L	1/6, 1/10	1Kgf.cm Max.	3Kgf.cm Max.	81%	<0.05mm	<0.35mm	19.5mm	1/18	1Kgf.cm Max.	3Kgf.cm Max.	73%	<0.05mm	<0.35mm	22.0mm	1/30	2Kgf.cm Max.	6Kgf.cm Max.	73%	<0.05mm	<0.35mm	22.0mm	1/50, 1/60, 1/70	3Kgf.cm Max.	9Kgf.cm Max.	66%	<0.05mm	<0.35mm	24.5mm
감속비율 Reduction gear ratio	정격허용토크 Rated tolerance torque	최대순가허용토크 Max. momentary tolerance torque	효율 Efficiency	직각 축 유격 Radial play of shaft	축 추력 유격 Thrust play of shaft	L																														
1/6, 1/10	1Kgf.cm Max.	3Kgf.cm Max.	81%	<0.05mm	<0.35mm	19.5mm																														
1/18	1Kgf.cm Max.	3Kgf.cm Max.	73%	<0.05mm	<0.35mm	22.0mm																														
1/30	2Kgf.cm Max.	6Kgf.cm Max.	73%	<0.05mm	<0.35mm	22.0mm																														
1/50, 1/60, 1/70	3Kgf.cm Max.	9Kgf.cm Max.	66%	<0.05mm	<0.35mm	24.5mm																														

# 제3장 제 작

## 제1절 공정도

### 1. 3D 모델링

			
	<p>◇ 턴테이블 하부</p> <p>턴테이블의 원활한 회전을 위해 받침대 역할과 동시에 칸막이벽에 고정되어 불필요한 회전을 제한한다. 턴테이블 회전에 필요한 모터 고정부와 제어 케이블의 출입구를 만들어 외부에서 제어 가능하도록 하였다.</p>		
	<p>◇ 슬라이더</p> <p>수평 이송에 활용되며 모터의 회전동력을 선형 운동으로 전환하여 슬라이더를 움직인다. 차량을 각 주차 칸에 출입을 쉽게 하기 위하여 포크 형태의 모양으로 설계하였다.</p>		
	<p>◇ 일층</p> <p>일층은 차량 주차 공간 4칸과 차량 입, 출구로 2개의 칸을 활용하는 형태이며, 각 주차 공간은 슬라이더와 교차하는 포크 형태의 모양으로 설계하였다.</p>		
	<p>◇ 중간층</p> <p>중간층은 일층과 달리 입, 출구가 필요 없기 때문에 전 공간을 주차 공간으로 활용할 수 있는 형태로 총 6칸의 주차 공간을 가질 수 있게 설계하였다.</p>		
	<p>◇ 목상</p> <p>목상은 턴테이블 시스템을 수직 이송하는 부분으로 수직 이송에 필요한 모터 고정부와 6개의 홈을 가공하여 각 벽과 조립이 가능하도록 설계하였다.</p>		
	<p>◇ 벽면</p> <p>총 6개의 판으로 구성되어 있으며 각 층의 주차 공간과 차량 입, 출구를 구분할 수 있는 칸막이 역할과 동시에 구조물 전체를 지지하는 지지 축 역할을 한다. 각 층과 목상이 조립될 수 있는 형태로 설계하였다.</p>		

	<p>◇ 턴테이블 턴테이블 하부와 결합되어지는 부분으로 회전운동의 핵심부품이다. 수평이동을 위한 모터가 들어가는 공간과 수평이동장치를 받쳐주는 받침이 설계되어져있다.</p>
	<p>◇ H풀리 스텝 모터와 결합되고 턴테이블의 전체하중을 견디며 주차건물의 층간의 이동이 가능하도록 설계하였다.</p>
	<p>◇ 턴테이블 상부 턴테이블의 가이드라인을 따라 올라감에 있어 균형 잡힌 이동을 위해 턴테이블의 하부와 같은 사이즈로 설계하였다.</p>
	<p>◇ 키홀더 스크류의 이동을 위해 너트를 장착 할 위치를 정하고, 스크류와 스텝모터사이의 커플링의 공간을 확보하며 설계하였다.</p>

## 제2절 제작

### 1. 제작과정

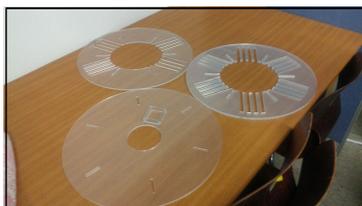


그림 6 각 부품 사진



그림 7 주차타워 외형



그림 8 추를 이용하여 균형 조절



그림 9 드릴을 이용한 기계 가공 보완



그림 10 추가 제작 부품 장착 모습

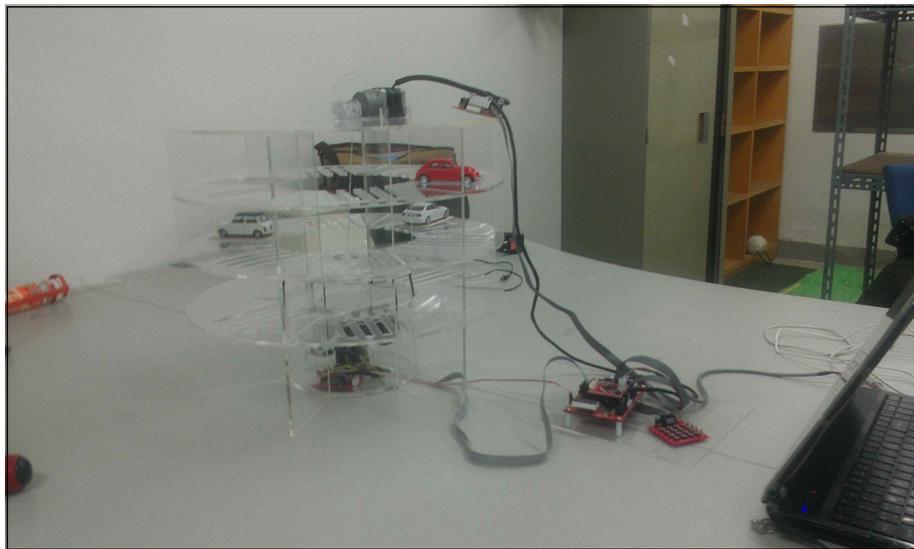
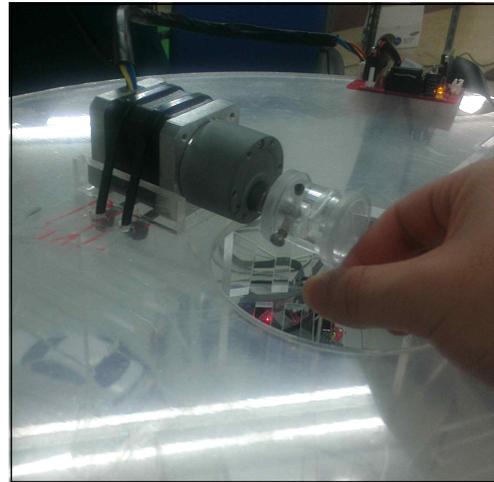


그림 11 완성된 시제품

## 제4장 운용 및 시험

### 제1절 운용 및 시험 요구조건

#### 1. 적정 부품 선정

우리가 설계한 시스템을 구현할 수 있고 설계목표를 만족하는 각 부품을 가격을 비교하여 선정한다.

 <p>ATmega 128의 가장 기본적인 연습이 가능한 개발보드로 LED, Switch, 7-segment, 부저, RS통신, 가변저항, 시계의 기본기능과 AVR MCU의 모든 포트를 10P박스 확장커넥터를 가진 기본 보드로 선정.</p>	<p>ATmega 128의 가장 기본적인 연습이 가능한 개발보드로 LED, Switch, 7-segment, 부저, RS통신, 가변저항, 시계의 기본기능과 AVR MCU의 모든 포트를 10P박스 확장커넥터를 가진 기본 보드로 선정.</p>
 <p>12V전압을 연결하는 전원 커넥터와 다른 모듈과 바로 연결할 수 있는 커넥터가 있어 연결이 쉬우며 출력을 물리적인 운동으로 만들 수 있어 모터의 출력변화를 살펴 출력량을 확인할 수 있다.</p>	<p>12V전압을 연결하는 전원 커넥터와 다른 모듈과 바로 연결할 수 있는 커넥터가 있어 연결이 쉬우며 출력을 물리적인 운동으로 만들 수 있어 모터의 출력변화를 살펴 출력량을 확인할 수 있다.</p>
 <p>하드웨어 제작에 소요되는 기간을 단축시켜 프로그래밍 연구개발 및 학습을 극대화 시킨 Key Matrix 보드로서 10핀 포트 하나만으로도 16개의 스위치를 조작할 수 있어 하나의 AVR로 많은 주변부품을 제어할 때 유리하다.</p>	<p>하드웨어 제작에 소요되는 기간을 단축시켜 프로그래밍 연구개발 및 학습을 극대화 시킨 Key Matrix 보드로서 10핀 포트 하나만으로도 16개의 스위치를 조작할 수 있어 하나의 AVR로 많은 주변부품을 제어할 때 유리하다.</p>

## 2. 세부 요구조건

각 모터별 이동속도는 주차과정에서 차량이 받는 진동을 최소화하여 안정성을 도모하되 사용자가 요구하는 대기시간을 만족하도록 한다. 차량하중의 경우 목표로하는 하중보다 80%낮은 하중을 적정하중으로 고려한다.

작품규격	제원	비고
최대 운송가능 차량 하중	2kg <sub>f</sub>	적정하중 1.6kg <sub>f</sub>
최대 운송가능 차량 크기	70x80x60(mm <sup>3</sup> )	
최소 수직 이동 속도	5mm/s	
최소 수평 이동 속도	2mm/s	
최소 턴테이블 허용 각속도	10rpm	
수직 이동 모터 사양(전압-토크-각속도)	12V - 9kg <sub>f</sub> ·cm - 500rpm	감속기 부착
수평 이동 모터 사양(전압-토크-각속도)	12V - 3kg <sub>f</sub> ·cm - 500rpm	
턴테이블 모터 사양(전압-토크-각속도)	12V - 3kg <sub>f</sub> ·cm - 500rpm	

## 제2절 운용 및 시험 결과

### 1. 구동용 프로그램 코딩

#### 가. 구동 및 제어 설계

<pre>#include &lt;avr/io.h&gt; #define F_CPU 1600000 #include &lt;util/delay.h&gt;</pre>	<p>전처리기 파트로 avr/io.h로 입출력에 필요한 명령어를 util/delay.h를 통해 명령어간의 딜레이를 주는데 필요한 명령어를 불러온다. 정확한 딜레이 측정을 쉽게 하도록 딜레이에 필요한 함수를 정의한다.</p>
<pre>DDRE=0xF0; DDRC=0xFF; DDRB=0xFF;</pre>	<p>우리가 사용할 포트의 입출력을 설정하는 명령으로 C와 B포트는 모터의 구동에 사용하도록 8비트 모두 입력으로 사용하고 E포트는 4X4 스위치의 비트를 조정하기 위해 4개는 입력 4개는 출력으로 사용하도록 설정하였다.</p>
<pre>char mr12[8] = {0x08, 0x0c, 0x04, 0x06, 0x02, 0x03, 0x01, 0x09}; char ml12[8] = {0x80, 0xc0, 0x40, 0x60, 0x20, 0x30, 0x10, 0x90};</pre>	<p>모터 구동에 필요한 1-2상 구동법을 간략화하기 위해 배열변수를 선언하였다. 두 개로 나뉜 것은 하나의 모터 모듈에 2가지를 동시에 사용하기 위해서이다.</p>
<pre>PORTE=~0b00011111;</pre>	<p>4x4스위치의 행을 바꿔주는 조작으로 맨 위의 첫 번째 라인의 스위치를 선택하였다.</p>

<pre>if((PINE&amp;0x01)==0x00) {     int i,j;</pre>	<p>E포트의 가장 오른쪽 비트가 1이 되었을 때, 즉 첫 번째 스위치가 작동되었을 때 구동하도록 설정한 조건문이다.</p>
<pre>for(j=0;j&lt;10;j++) {     for(i=0;i&lt;8;i++)     {PORTC=ml12[i]; _delay_ms(200);} }</pre>	<p>턴테이블을 원하는 위치로 이동하도록 하는 루프로 바깥루프의 순환횟수에 따라 턴테이블의 이동거리가 결정되어지고 안쪽 루프는 반복되는 이동을 가능케해주는 루프이다.</p>
<pre>for(j=0;j&lt;3800;j++) {     for(i=9;i&gt;0;i--)     {PORTC=mr12[i]; _delay_ms(10);} }</pre>	<p>수평이송장치인 슬라이더의 이동을 제어하는 루프로 볼트와 나사를 이용하여 회전하기 때문에 한회전당 이동거리가 상당히 적어서 상당량의 명령의 반복을 필요로 한다.</p>
<pre>for(j=0;j&lt;10;j++) {     for(i=0;i&lt;8;i++)     {PORTB=mr12[i]; _delay_ms(5);} }</pre>	<p>차량을 원하는 위치에 주차시키도록 턴테이블과 분리하도록 승하강 장치를 아래로 작동하도록 하는 루프 많은 이동을 필요로 하지 않는다.</p>
<pre>for(j=0;j&lt;3800;j++) {     for(i=0;i&lt;8;i++)     {PORTC=mr12[i]; _delay_ms(5);} }</pre>	<p>수평이송장치를 원위치로 복구 시키는 루프로 회전방향이 지금까지의 루프와 반대이다.</p>
<pre>for(j=0;j&lt;10;j++) {     for(i=8;i&gt;0;i--)     {PORTB=mr12[i]; _delay_ms(10);} }</pre>	<p>내려갔던 턴테이블 및 턴테이블 하부를 원위치로 복귀시키는 루프, 앞의 동작의 회전방향의 반대이다.</p>
<pre>for(j=0;j&lt;10;j++) {     for(i=8;i&gt;0;i--)     {PORTC=ml12[i]; _delay_ms(200);} } }</pre>	<p>턴테이블을 원래 위치로 복귀시키는 루프, 역시 이전의 회전방향의 반대이다.</p>

위의 루프를 기본으로 루프 반복수를 스위치에 따라 조절하여 버튼 하나로 원하는 위치로 이송하는 프로그램을 코딩하고 실험 중 오작동을 대비하여 4번 라인에 수동조작 스위치를 4개를 프로그래밍하였다.

```

PORTE=~0b10001111; //sw_fourth line
if((PINE&0x01)==0)
{
    for(j=0;j<1;j++) { for(i=0;i<8;i++) { PORTC=mr12[i]; _delay_ms(10); } }
}
if((PINE&0x02)==0)
{
    for(j=0;j<1;j++) { for(i=7;i>0;i--) { PORTC=mr12[i]; _delay_ms(10); } }
}
if((PINE&0x04)==0x00)
{
    for(j=0;j<9;j++) { for(i=0;i<8;i++) { PORTB=ml12[i]; _delay_ms(10); } }
}
if((PINE&0x08)==0x00)
{
    for(j=0;j<9;j++) { for(i=7;i>0;i--) { PORTB=ml12[i]; _delay_ms(10); } }
}

```

#### 나. 코드 단순화

프로그램을 간결하게하기 위하여 각 모터별로 제어 가능한 함수를 만들어 단순화한다.

```

void motion(int up, int down)
{
    for(j=0; j<up; j++) { for(i=0;i<8;i++) {PORTB=ml12[i]; _delay_ms(10);}}
    for(j=0; j<down; j++) { for(i=7;i>=0;i--) {PORTB=ml12[i]; _delay_ms(10);}}
}

```

상하운동을 제어하는 함수로 드럼의 지름과 스텝각도를 고려하여 상승 및 하강거리를 제어할 수 있다.

```

void sliding(int in, int out)
{
    for(j=0; j<in; j++) { for(i=0;i<8;i++) {PORTC=mr12[i]; _delay_ms(10);}}
    for(j=0; j<out; j++) { for(i=7;i>=0;i--) {PORTC=mr12[i]; _delay_ms(10);}}
}

```

모터의 회전운동을 수평운동으로 변경하여 입력에 따른 수평이송장치의 이동거리를 제어하는 함수이다.

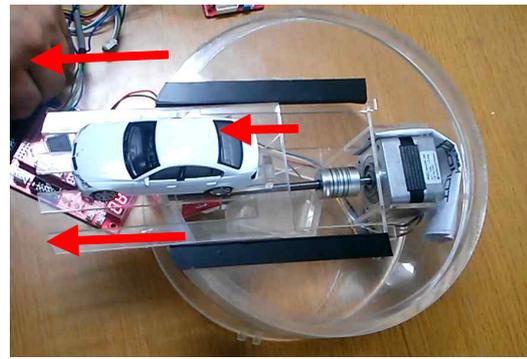
```

void rotate(int right, int left)
{
    for(j=0; j<right; j++) { for(i=0;i<8;i++) {PORTC=ml12[i]; _delay_ms(200);}}
    for(j=0; j<left; j++) { for(i=7;i>=0;i--) {PORTC=ml12[i]; _delay_ms(200);}}
}

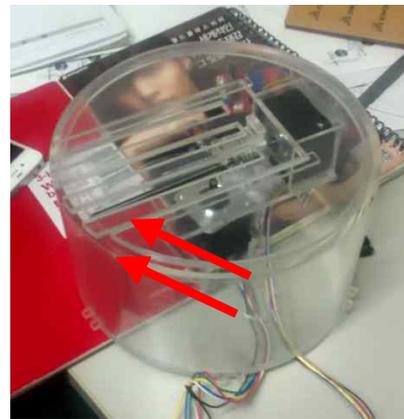
```

턴테이블의 회전반경을 제어하여 원하는 주차공간으로 이송할 수 있으며 시계방향, 반시계방향 모두 제어가능하다.

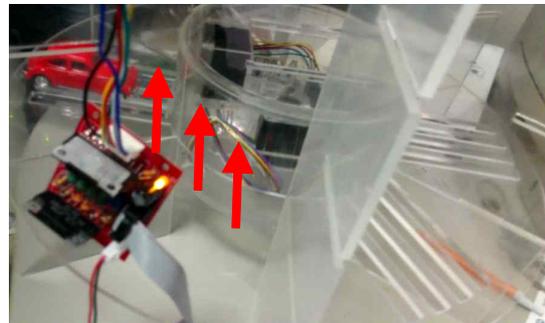
## 2. 각 모터별 구동 테스트



수평이동 테스트로 회전수가 10rpm까지 가능하여 목표 속도는 만족하였으나 슬라이더 양끝의 유격으로 인해 안정성이 부족하였다.



턴테이블 회전 테스트는 우리가 입력하는 값에 따라 원하는 위치를 제어하고 목표 속도도 만족하였으나 마찰이나 프로그램 실행 시 발생하는 딜레이에 의한 오차를 제어하는 것이 어려웠다.



수직 이동 테스트는 감속기를 사용한 모터를 사용함으로써 모터 두 개의 요구하중을 충분히 만족하면서도 제어를 통해 한계 허용 속도인 5mm/s 만족하였다.

### 3. 스위치 작동 테스트

<p><b>회로도</b></p>	<p>회로도를 보면 10핀의 전원과 그라운드를 제외한 8개의 비트로 16개의 스위치를 조절 할 수 있는 것을 알 수 있다. 핀0~3번까지는 행의 스위치를 조작하는 비트이고 4~7번은 사용할 스위치 열을 설정해주는 비트인 것을 알 수 있었다.</p>
	<p>옆의 그림과 같이 조건문을 이용하면 1열 스위치는 1층의 조작을 2열 스위치는 2층의 조작을 하는 등의 스위치 조작에 따라 모든 층의 움직임을 제어 할 수 있는 것을 확인하였다.</p>

### 4. 시험 종합 결론

센서를 사용하지 않아 MCU연산에서 생기는 오차와 마찰력, 평형 등의 외부요인에 의한 오차에도 불구하고 기계적 가공 수정을 통하여 입력만으로도 충분히 원하는 위치에 도달할 수 있는 것을 확인하였다. 센서 없이 초기 입력만으로 모든 구동이 제어되는 시스템을 설계 할 수 있었다. 그리고 이 축소 모델의 움직임을 전문적인 연구를 통해 좀 더 분석한다면 실제 모델에서는 더 정밀한 제어를 통해 이송속도를 줄이면서도 안정적인 이송이 가능할 것으로 보인다. 건물의 재료도 아크릴과 강도가 다르기 때문에 더 많은 하중을 견디고 건물의 형상에 제약이 줄어서 공간 효율 또한 실제 실험보다 더 높게 나타날 것으로 생각된다.

## 제5장 결론

### 제1절 문제점 분석 및 처리결과

#### 1. 주제에 대한 문제점 및 처리결과

##### 가. 문제점

우리 설계프로젝트의 주제선정은 메인테마를 선정하여 세부적인 주제를 선정하는 순서로 하는 방식을 채택하였고 ‘장애인’, ‘자동차’, ‘일상생활’이라는 세 가지 메인테마를 평가하는 항목을 만들어 조원들의 자체적인 평가를 하였다. 장애인에게 도움을 줄 수 있는 기구설계라는 메인테마로 결정되었고 조원의 세부 주제 도출과 토론을 통해 ‘장애인을 위한 자동차 리프트가구’가 선정되었다. 이 주제를 대한 브레인스토밍, 시장조사, 설문조사를 통해 장애인 가구를 개발하기에 적합하다고 판단하였으나 실제 구입하는 장애인들의 호응도는 높았으나 실제 구입하는 보호자의 구매의사에는 부정적으로 나타나는 문제점이 있었다. 이는 장애인을 위한 기구는 일반기구에서 개선 및 보완되어야하기 때문에 이로 인해 발생하는 가격 상승은 불가피하므로 경제적인 요인이 구매의사에 크게 영향을 끼친 것으로 파악된다. 또한 교수님과 상담 및 회의를 통해 기구의 개선에서 공학적인 요소가 부족하여 기계과 설계 프로젝트 주제로 부적합하다고 판단하였다.

그러나 두 번째 선정한 아이디어인 원형 자동차 주차 시스템에서도 주차시스템을 자동화를 하기 위해서는 원활한 동작을 위한 시스템의 필요 동력계산과 기계적인 움직임에 원하는 목표 값으로 제어하여야 하는 문제가 있었다.

##### 나. 개선 방안 및 처리결과

실제 유통되고 있는 장애인에 대한 가구들을 보다 상세히 조사한 결과 기존의 제품들 보다 우리가 설계하는 가구의 가격이 비슷하거나 오히려 높은 가격을 책정되었고 기구학 적인 측면 외에는 다른 역학적인 요소가 부족하다는 결론을 내려 기존제품의 문제점을 보완하고 다른 특허에 침해가 되지 않으며 공학적인 요소를 사용 할 수 있는 새로운 주제를 선정하게 되었다.

두 번째로 선정한 주제에 대해서는 첫 번째 주제의 리프트 시스템을 활용하면서 공학적인 요소를 추가하는 동시에 사람들에게 편의성을 제공하는 아이디어를 팀 회의를 통해 현 주차 시스템의 문제점과 개선의 필요성을 파악하였고 ‘원형 자동차 주차 시스템’이라는 주제를 정하였다. 하지만 특허청에서는 ‘원형주차 시스템’이 특허에 있었으나 거절상태였고 이것에 대해 보완과 개선을 통하여 수요를 창출할 수 있다고 판단하였다.

#### 2. 과정에 대한 문제점 및 처리결과

##### 가. 문제점

기존의 프로젝트 과정에서 설계에 대한 경험과 지식이 부족하여 몇 가지에 대한 문제점이 발생하였다. 회의 및 토론을 통해 시제품의 전체적인 이미지를 3D도면화 시키기 위한 작업을 수행하였다. 기본적인 도면을 설계하는 과정에서 소재를 아크릴로 정하고 설계를 하였지만 실질적인 아크릴 가공 후에 두께에 의해서 발생하는 문제를 고려하기 어려웠다.

아크릴의 가공에 있어 실제로 모터 및 드라이브를 선정하고 장착하기 위한 위치 및 크기를 결정하는 과정에서 각 부품들의 크기가 자세히 표시되어있지 않아서 문제가 발생하였다.

선정한 모터에 대해 우리가 실습을 통해 사용해본 모터와는 다른 성능이거나 실제로 사용한 적이 없는 부품도 있어 실제 구동 테스트에서 효율에 대해 확신을 가질 수 없었다.

아크릴 가공을 끝내고 각 부품들을 조립하는 과정에서 공차를 고려하지 않은 설계로 인해 조립이 불가능한 경우가 발생하였다.

## 나. 개선 방안 및 처리 결과

아크릴가공에 대해 전체적인 외관의 크기와 규격을 외주업체와의 회의를 통해 결정할 수 있었다. 층간 및 벽면은 5mm로 두어 건물의 안정성을 확보하고, 턴테이블의 하부에는 두 개의 모터와 턴테이블 상부의 무게를 고려해 두께를 3~5mm로 선정하였다.

턴테이블 하부의 모터 및 드라이브의 위치를 선정하기에 앞서 아크릴 파이프의 규격을 일반화된 규격을 사용하였으며, 부품들의 장착부에 대한 오차는 추가적인 가공 및 보완을 하였다.

아크릴 가공은 업체를 지속적으로 직접 방문하여 도면과 실제 작업에 대한 설명을 듣고 수정을 통해 빠르게 작업을 진행할 수 있었으며, 커플링, MCU, 드라이브 등의 부품들에 대해서는 온라인 구매를 했지만 시간이 늦어지게 되어 기존에 사용했던 모터와 드라이브를 통해 차질 없이 작업을 수행하였다.

기계요소설계 서적을 통해 모터의 토크를 산출하고 실제 필요한 동력을 구하였으며, 모터에 사용가능하며 필요한 출력을 내기 위한 드라이브의 선택은 부품업체와의 상담을 통해 선정하였다.

### 3. 목표에 대한 문제점 및 처리결과

#### 가. 문제점

AVR 프로그래밍을 통해 만족하는 처리속도와 정밀제어가 가능하도록 하는 것을 목표로 설계한 프로그램에서 우리가 결정한 1-2상 모터의 1상당 이동각이 1.8로 제한되어있어 최소 네 번 움직이는 루프문으로 제어하였기 때문에 7.2이상의 정밀제어가 불가능하였으며 센서를 사용하여 제어하기에는 사용법에 대한 지식과 경험이 부족하여 사용이 불가능하였다. 게다가 턴테이블 안의 추가 보완을 위한 모터 및 드라이브의 하중에 의해서 턴테이블의 수평에 의한 오차가 발생하였다.

#### 나. 개선 방안 및 처리 결과

먼저 수평이동 장치의 경우 센서를 사용하지 않는 대신 기계적인 수정을 통해 수평이동장치의 슬라이더가 7.2의 정밀도를 커버하여 전체적인 수평움직임을 가이드 할 수 있도록 설계를 보완하였다. 그리고 턴테이블의 수평을 맞추기 위하여 모터와 드라이브의 무게와 평형이 되는 추를 설치하였다.

## 제2절 총평

현재 우리나라에 적용되고 있는 주차타워는 수직순환식의 방식으로 대부분 운영되고 있다. 가구당 차량보유율이 69.6%인 국내의 실정에는 부적절 하다. 기존 대부분의 승하강식 주차시스템의 원리는 기계식 주차기로서 공간의 효율과 과도한 동선으로 불필요한 움직임을 수행하도록 되어 있다. 이러한 불필요한 동선을 줄이고 최소한의 움직임으로 주차가 가능하도록 설계하였고, 각각의 독립된 주차공간을 확보하여 자동 주차를 하는 중에는 다른 차들의 위치를 움직이지 않는 동선을 정하여 최소한의 안전성을 확보했다.

주차타워의 외형은 원기둥으로 하여 고층의 타워를 설계할 필요성이 있을 때에도 편심에 대한 안정성을 확보하고 현재의 도시공간에도 적절히 적용 될 수 있도록 고안하였다. 또한 원형의 형태를 사용함으로써 도시의 미관에 균형을 이룰 수 있을 것이다.

주차 시스템에는 바닥면을 턴테이블로 하고 스텝모터를 사용해 360°로 회전하며 원하는 위치에 정지하게 설계하고 스텝 모터와 스크류 기어를 사용하여 수평슬라이딩이 가능하도록 설계하였다. 이러한 설계는 하나의 층에 어디에서도 주차가 가능하도록 할 수 있게 하고 다른 차들과의 독립적인 공간으로의 이동이 가능하게 하였다. 또한 운전자가 1층에서 주차를 원 버튼으로 제어가 가능해져 고령의 운전자 및 주차에 대해 소극적인 운전자들이 손쉽게 주차를 할 수 있게 된다.

고령화 사회가 되고 운전 가능한 자가 증가할수록 차량의 수는 증가 될 것이고 많은 주차공간이 필요하게 될 것이다. 현재의 부족한 주차 공간은 불법주차로 이어지고 있고 이러한 불법주차는 원활한 주

행에 불안요소가 될 것이다. 주차 공간의 확보를 위해서는 타워형 주차공간이 필요하게 되어 턴테이블 및 도르래의 원리를 적용한 원형 주차타워의 효율성이 증가될 것이다.

## [참고문헌]

1. 유승원, 이종신, 이경로, 조남철, 이근희, 재료역학, 수정3판 ch8, 보 속의 응력, 263~287
2. 홍장표, 기계설계 -이론과 실제-, 3판, ch8. 축, 353~397
3. 노태정, 박희재, 부광석, 홍대선, 2009년, 메카트로닉스 4판, ch8~ch9, 189~230
4. 공진형, 임원식, 박영일, 이장무, 2001년 “동력전달계 동적 특성 해석” 2001년 추계학술대회 논문집.
5. 이정훈, 김영배, 2001년 “슬라이딩 모드 제어를 이용한 차량용 요-모멘트 제어” 2011년 추계학술대회 논문집.
6. DAVID H. MYSZKA, 실용기구학, 2판78~97
7. 박찬일, 조도현, “축과 베어링 변형을 고려한 기어의 전달오차 해석” 대한기계학회논문집.
8. 오경환, 『“꼭 들어찬 주차장…이 공간이 사라지면?”』 조선닷컴, 2012.05.21
9. 육종천, 『“옥천군 주차공간 확보 팔걸어”』 대전일보, 2012.01.26
10. 홍장표, 기계설계 -이론과 실제-, 3판, ch5. 나사, 230~234