

Segway lightweight design based on structural optimization

Vehicle Structure

Team lēvis

신현기 박성우 강한별

CONTENTS

01

Introduction

- Motivation, Selection model, Requirements.

02

Design process

- Modeling, Simulation environment, Modify the model.

03

Optimization

- Topology, Size, Simulation.

04

Conclusion

01

Introduction

최신기사

"전기차 충전 스트레스 크다...주행 4번 중 1번꼴

송고시간 | 2017/11/29 14:40



컨슈머인사이트, 전기차리더스포럼서 발표

Increasing battery efficiency is one of essential tasks in the age of wearable devices.

i2 사양

무게	타이어	발판	최대속도	범위
105 lbs 47.7 kg	19" 48cm	19 x 25 in 48 x 63 cm	12.5 mph 20 kmh	Up to 24 mi Up to 38 km



CNET Korea > 뉴스 > 제품

전동휠, 전기 자전거, 킥보드 "스마트 모빌리티 열전"

국내 시판되는 주요 제품 모음...직접 시승 후 구매하는 것이 중요

By **봉성창** 기자 / bong@cnet.co.kr / 2015년 8월 3일

전기 자동차의 두 가지 장애물, 주행 거리와 충전 시간

2017년 11월 19일 by 피우스

👍 좋아요 12만명이 좋아합니다. 친구들이 무엇을 좋아하는지 알아보려면 가입하기

👍 좋아요 85개 트윗

※ 이 글은 뉴욕타임스에 게재된 「For Electric Car Owners, 'Range Anxiety' Gives Way to 'Charging Time Trauma'」를 번역한 글입니다.

사람들이 전기 자동차를 사지 않는 이유 중 하나는 '주행거리에 대한 불안'이다. 배터리 충전소가 멀리 있고, 그 수도 몇 개 없다면, 누가 전기 자동차를 타고 싶겠는가?

하지만 또 다른 장애물이 있다. 바로 충전 시간에 대한 두려움이다. 주유소에서 5분이면 기름을 주유할 수 있는 반면, 전기차는 충전이 완료될 때까지 몇 시간도 걸린다. 충전 시간이 길수록 운전자는 더 많은 불편함을 겪는다. 충전 시간이 길수록 운전자는 더 많은 불편함을 겪는다. 충전 시간이 길수록 운전자는 더 많은 불편함을 겪는다.



■ Selection model

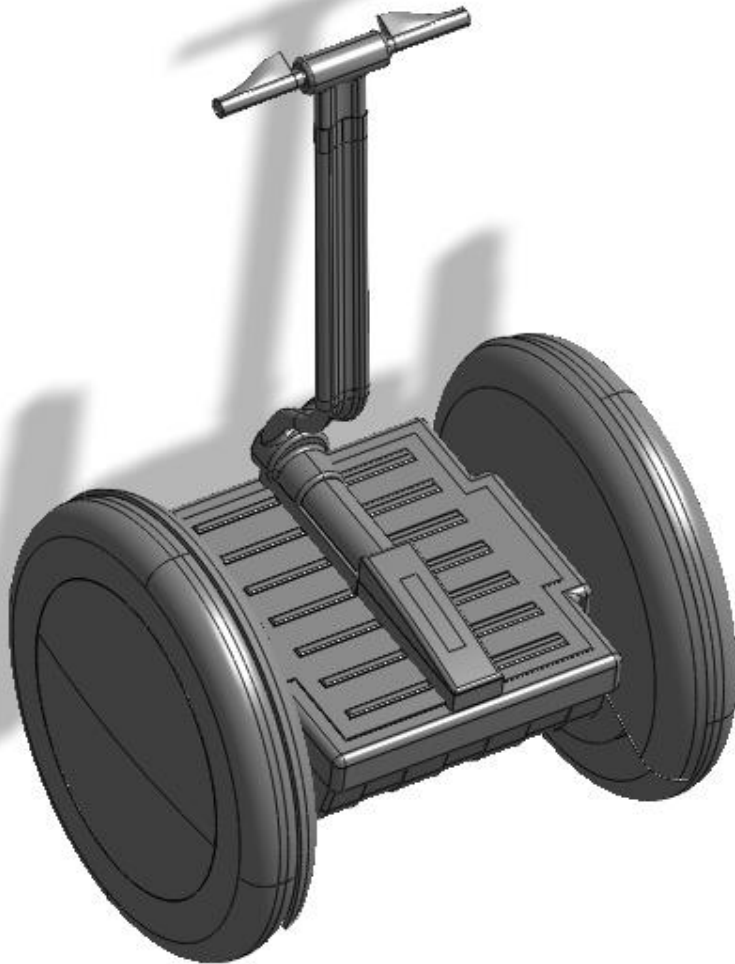


Table 2: Segway PT Specifications (cont.)

Model Specification	i2 SE	x2 SE
Dimensions		
Machine Weight Without Batteries	82 lbs (37 kg)	96 lbs (44 kg)
Battery Weight	See Table 11 on page 86.	
Ground Clearance (Unloaded)	3.4 in (8.5 cm)	4.4 in (11.2 cm)
Machine Length and Width	25.5 x 25 in (65 x 63 cm)	26.5 x 33 in (67 x 84 cm)
Handlebar Height from Mat	38 - 43 in (97 - 109 cm)	38 - 43 in (97 - 109 cm)
Handlebar Height from Ground (Unloaded)	46 - 51 in (117 - 130 cm)	47 - 52 in (119 - 132 cm)
Powerbase Height (Unloaded)	8 in (20 cm)	9 in (22.9 cm)
Tire Diameter	19 in (48.3 cm)	21 in (53.3 cm)
Tire Type	Standard	All-terrain
InfoKey Controller		
Battery	CR2430 replacement batteries are available at electronics stores.	

NOTE:

* See "Weight Limits for Riders and Cargo" (p. 14) for more information on weight limits.

** See "Maximizing Range" (p. 16) for more information on maximizing the distance you can travel on your Segway PT, and factors that can increase or reduce your range.

Young's modulus (E) 2.0–2.4 GPa

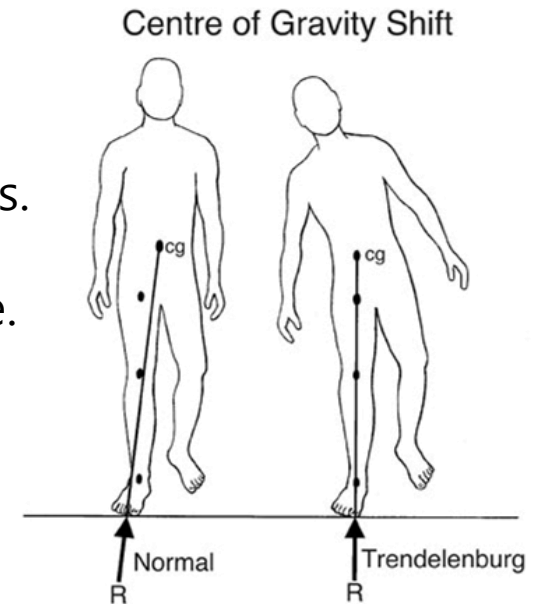
Tensile strength (σ_t) 55–75 MPa

01 ■ Requirements

There is no standard safety standard for Segway yet.

Assumption

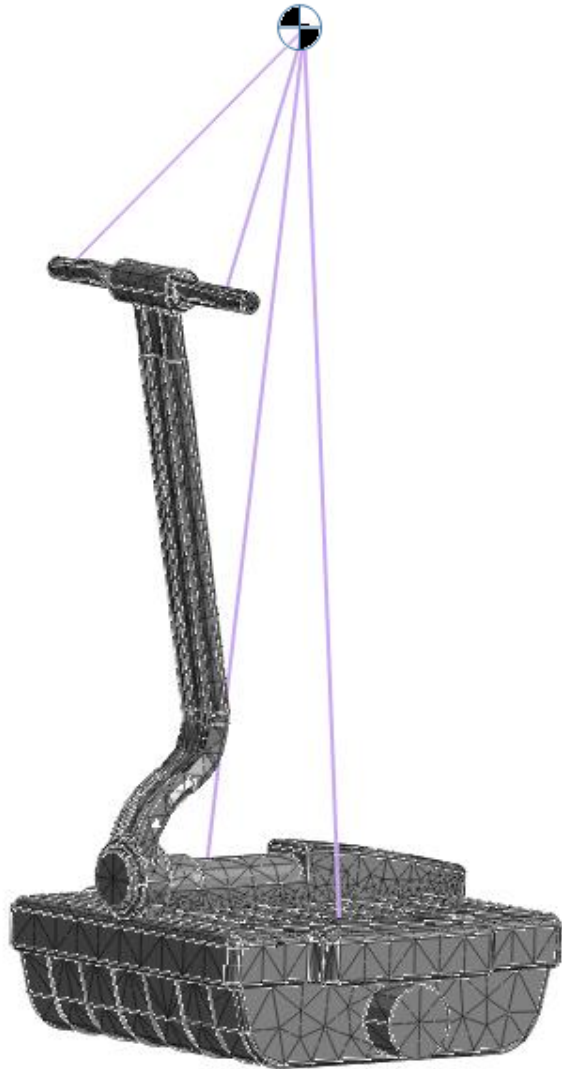
- Products that have already been released adhere to appropriate safety standards.
- When the center of gravity is aligned with a person, Segway will be steady state.
- The most vulnerable area is the neck of the product.
- The most deformed area is the handler.



If we have better compliance or internal stresses in steady state, we “can” say that the model meet the stability specification.

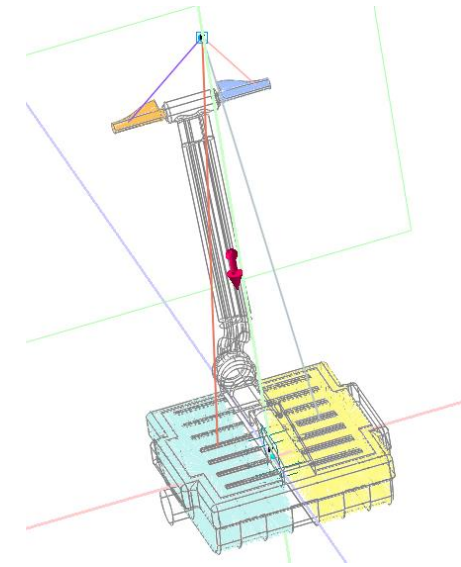
02

Design process

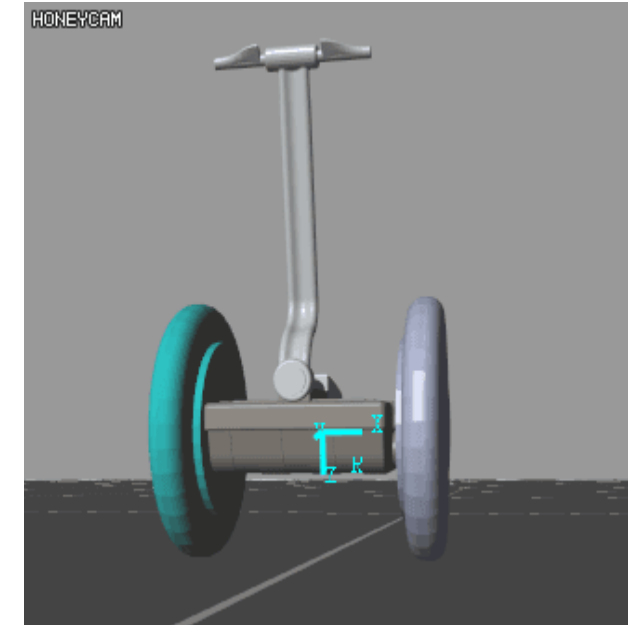
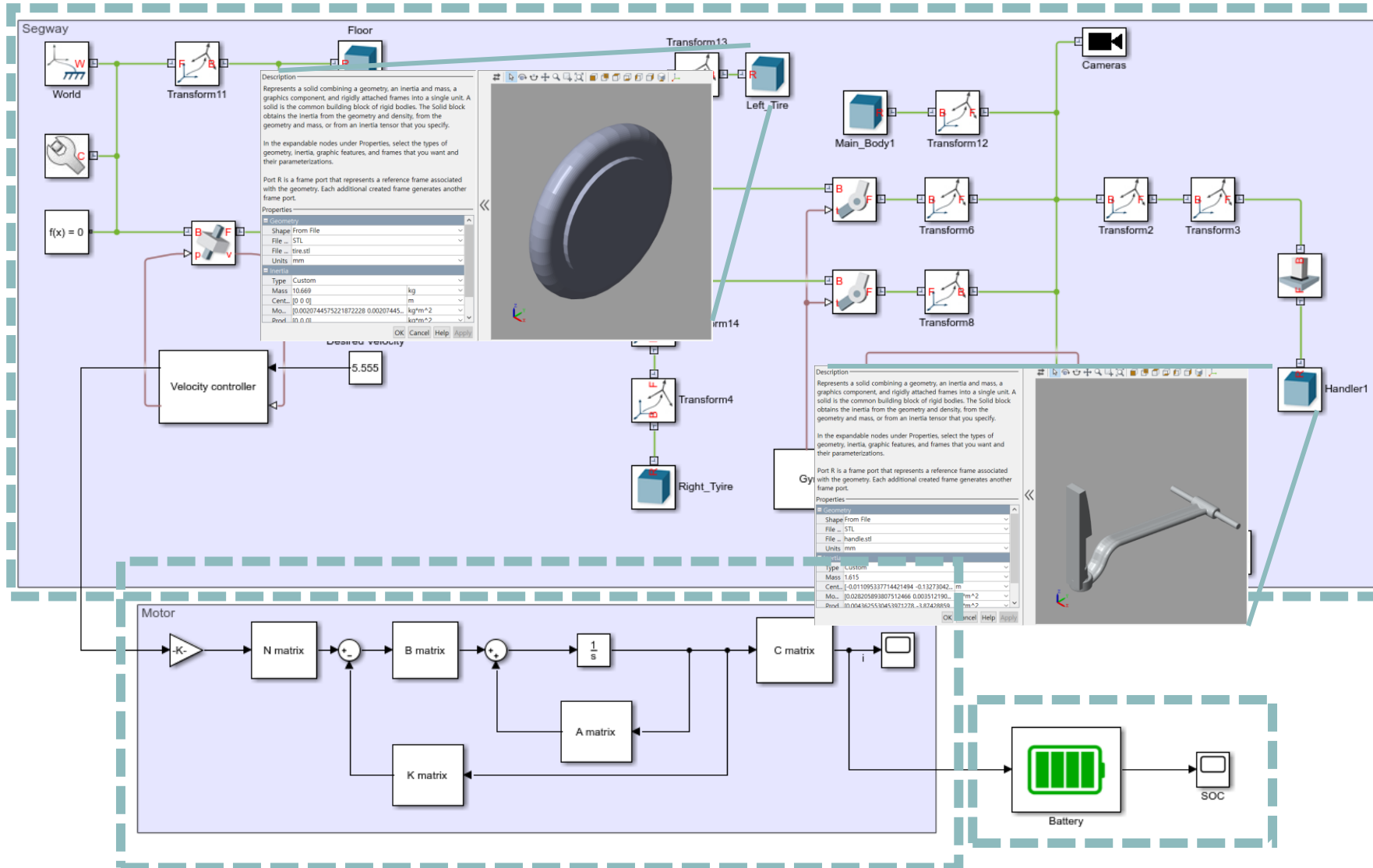


Considered point

- Wheels are eliminated and not modified because they have a complicated effect on the behavior of the vehicle.
- Center of gravity is reflected the average height and weight of an adult male
- Allow loads to be reasonably distributed to handle and body



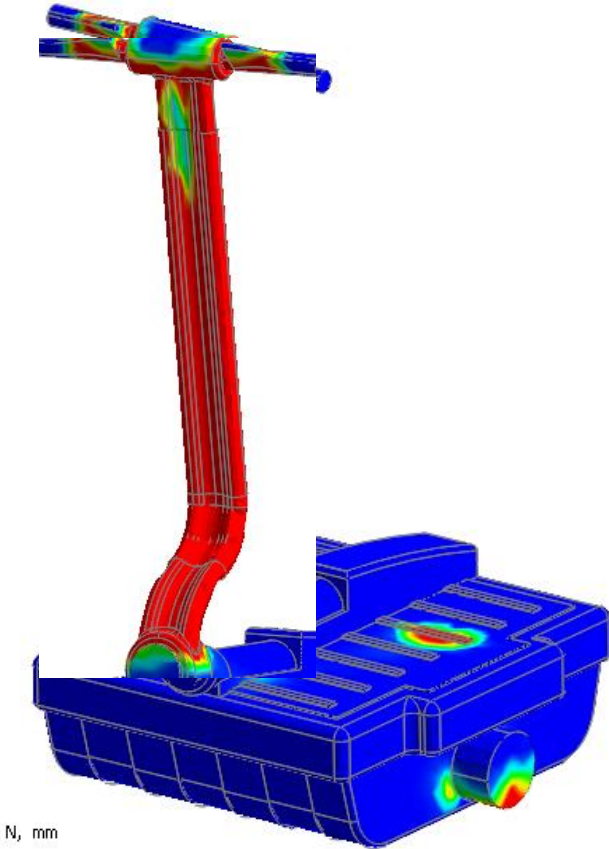
Simulation environment



03

Optimization

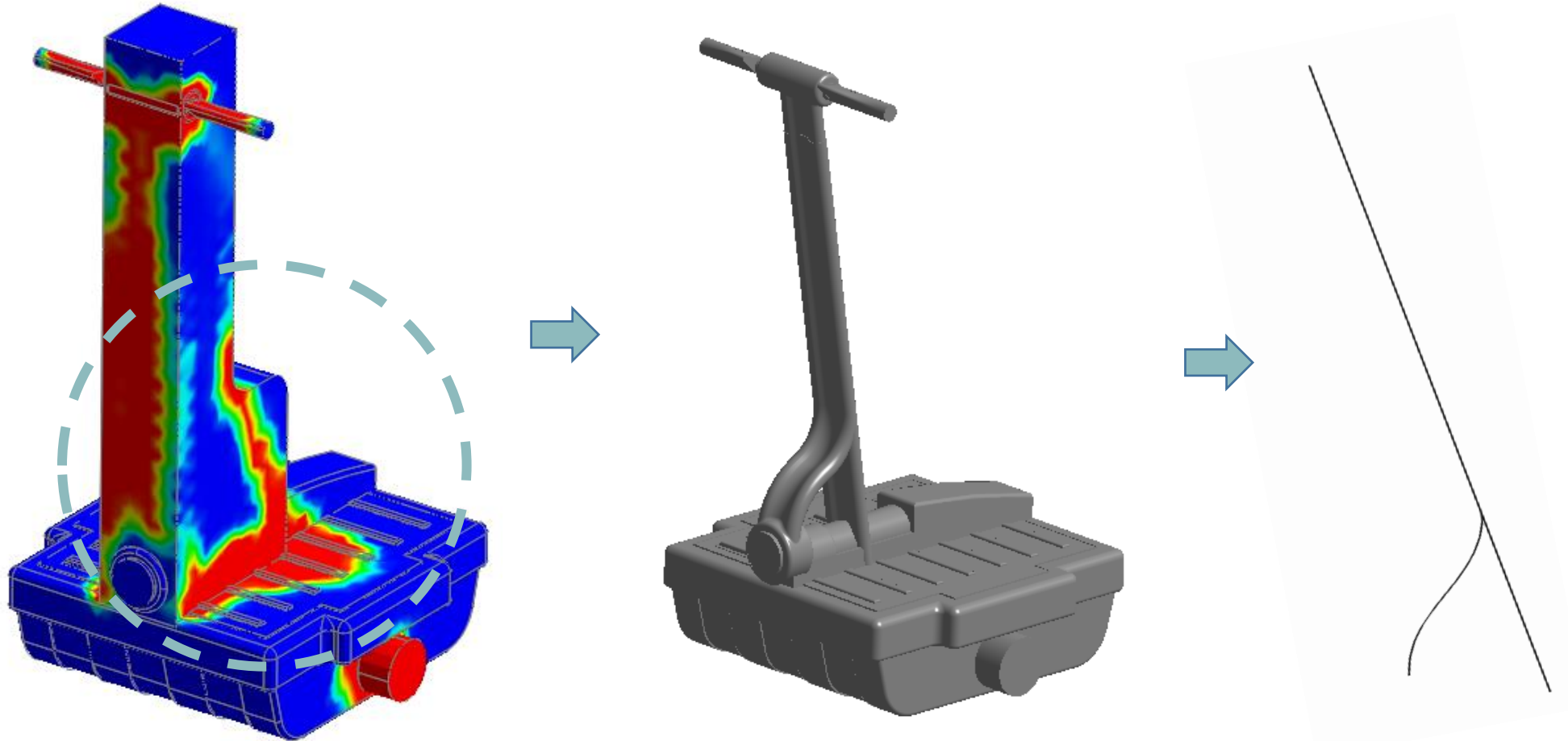
03 ■ Topology optimization



- ❖ MOST ENERGY IS CONCENTRATED IN THE NECK.
- ❖ THE BODY ALSO HAS SOME CONCENTRATION POINTS.
- ❖ HOWEVER, WE DON'T KNOW THE THINGS INSIDE, THE WIRING AND ARRANGEMENT, ETC. SO, WE CAN NOT TOUCH THE BODY SIZE.

이 베이스 모델에서 컴플라이언스 최적화 결과 값이 1인 부분은 몸통이나 목 부분에 분포하는데 그중 목 부분이 많이 분포합니다 목 부분 내부에서 어떻게 생겼는지 알 수 없어서 전체 무게를 반영해서 베이스 모델을 균일하고 짝 찬 모델이라고 가정했습니다.

■ Topology optimization



안전성을 개선해야 하는지 보기 위해서 목 부분에 박스를 덮인 후 컴플라이언스 최적화 했습니다.

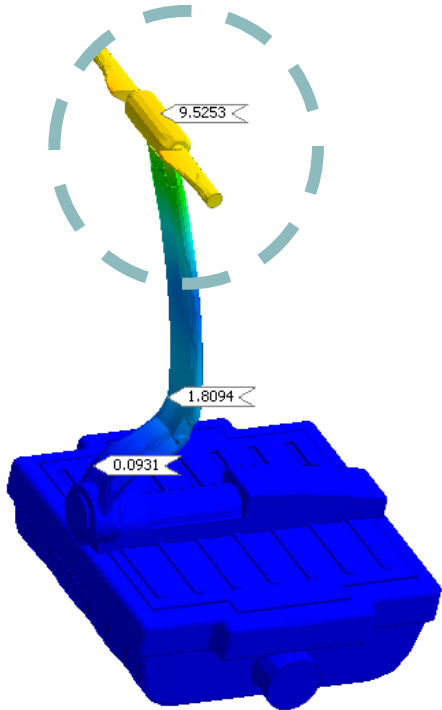
밑 부분에 값이 1부분이 분포하고 있어서 거기서 보조대를 넣었습니다.

그 결과 안전계수가 보조대를 넣지 않은 것에 비해 10배 이상 올랐습니다.

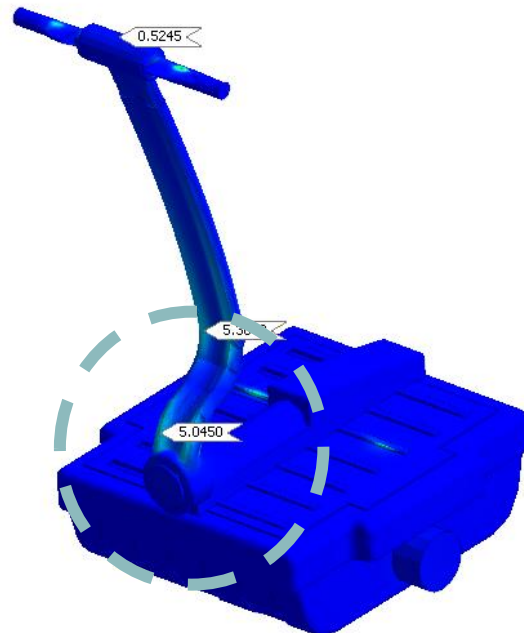
하지만 우리는 경량화를 목적으로 했기 때문에 보조대를 포함한 목 부분을 1D로 단면 형상을 만들어서 치수설계 하고자 합니다.

Size optimization

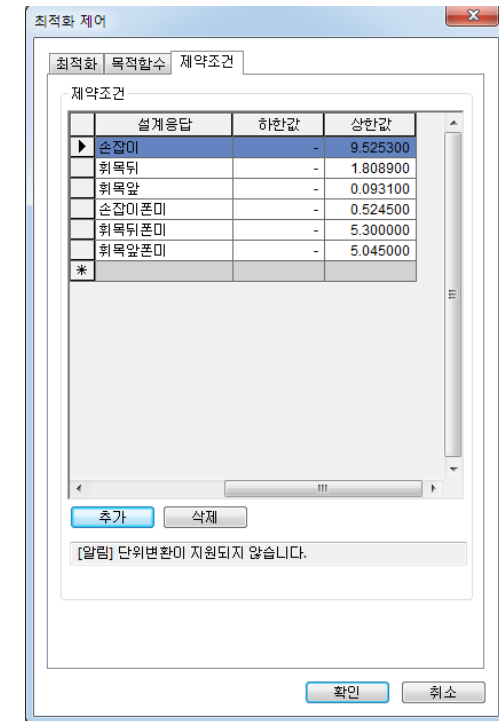
DISPLACEMENT



VON MISES STRESS



CREATE CONSTRAINTS



설계 변수는 튜브 형상 기반으로 2개 잡았습니다.
 먼저 베이스 모델에서 손잡이, 목 뒤, 목 앞에 변위와 폰 미세스 응력을 계산했습니다.

최적설계 모델생성

최적설계 결과 요약

최적화 케이스 실험해보자

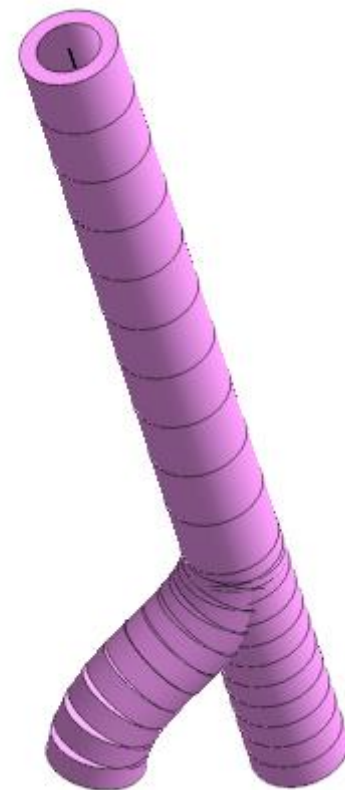
설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안
입 력							
DIM1	25	23	28	28	28	28	28
DIM2	20	18	22	18	18	18	18
출 력 (예상값 / 해석값)							
목적함수 변화율 (%)	0			-78	-78	-78	
제약조건 최대위배율 (%)	0.46			0	0	0	
부피최소	9.6			2.1	2.1	2.1	
손잡이	9.6		9.5	2.1	2.1	2.1	
휘목뒤	0.048		1.8	0.012	0.012	0.012	
휘목앞	0.0068		0.093	0.0016	0.0016	0.0016	
손잡이폰미	0.00075		0.52	0.00018	0.00018	0.00018	
휘목뒤폰미	0.81		5.3	0.19	0.19	0.19	
휘목앞폰미	0.82		5	0.19	0.19	0.19	

사용자 설계안 확인 예상값 확인 해석값 확인

모델생성

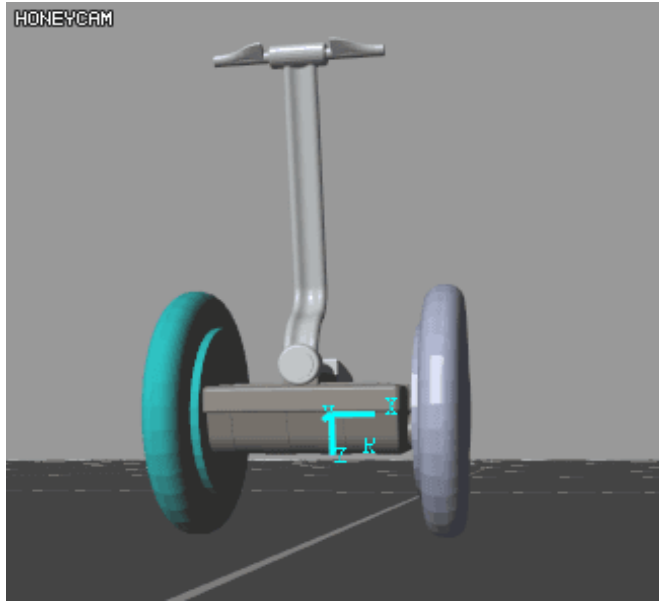
대상 사용자 설계안 모델파일 경로 최적화된모델이며_Optimized.nfx

확인 취소



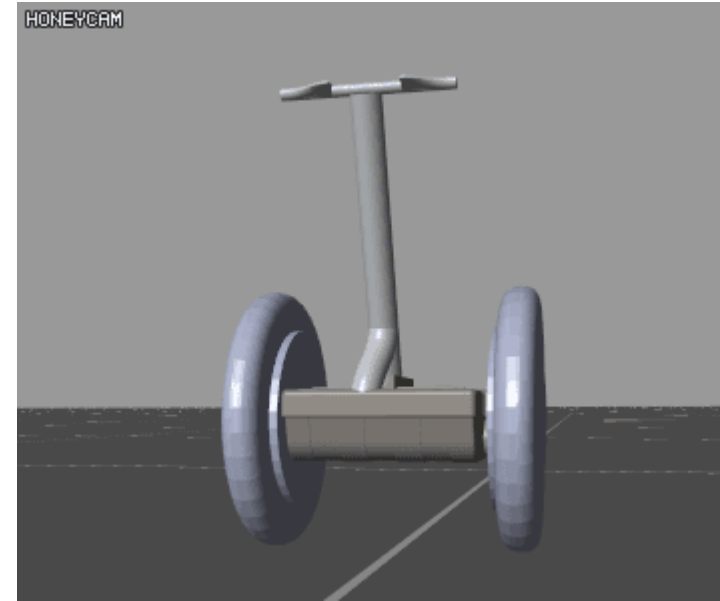
센서는 다음과 같이 설정하였고 목적 함수는 부피를 하고 제약조건은 변위와 응력을 잡았습니다.
실험점 데이터는 40개로 하여 치수를 설계 돌린 결과 튜브의 내부 반경은 18mm로, 외부 반경은 27.5mm로 제안하는 결과가 나왔습니다.

■ Simulation result



Original model : 25.666 Km

Improvement model : 25.832 Km



Approximately 0.6 percent improvement!

04

Conclusion

04 ■ Conclusion

- There is an improvement in the travelable area, but the shape occupies a larger volume.
- Improvement models are also not beautiful in appearance.
- The section geometry had to be further refined and optimized.

Thank you

Vehicle Structure