

자동차 차종별 실내 소음 영향 요인 분석 및 최적값/ Best Car 선정

- Kaggle car-noise Analysis -

임지연

Contents

01 프로젝트 소개

1. 분석 목적

02 데이터 소개 및 전처리

03 차종별 소음 원인 찾기 (EDA-전처리-모델링)

0. 차종 분류 과정 및 특징 비교
1. 소형
2. 중형
3. 대형

04 결론- 최적 사양 및 Best Car 선정

Contents

01 프로젝트 소개

1. 분석 목적

02 데이터 소개 및 전처리

03 차종별 소음 원인 찾기 (EDA-전처리-모델링)

0. 차종 분류 과정 및 특징 비교

1. 소형

2. 중형

3. 대형

04 결론- 최적 사양 및 Best Car 선정

Q. 각각의 차종별 주행 시 차량 실내 Noise에 영향을 주는
차량 요인(특성 및 기술 사양)은 무엇일까?

Q. 모형으로부터 최적의 차량 요인은? 가장 비슷한 스펙을 가지는 차는?



Noise 원인 사양 찾는다면
제조업체는 이를 감소시킬 수 있는 방안을 탐색 가능하며
장기적으로는 자동차 품질 향상에 도움을 줄 수 있음

Contents

01 프로젝트 소개

1. 분석 목적

02 데이터 소개 및 전처리

03 차종별 소음 원인 찾기 (EDA-전처리-모델링)

0. 차종 분류 과정 및 특징 비교

1. 소형

2. 중형

3. 대형

04 결론- 최적 사양 및 Best Car 선정

(1) 소음 및 차량 기본 정보

범주	Colnum	변수형태	칼럼명	상세내용
소음	6	numeric	dB_at_idle	공회전 상태에서의 소음 (dB)
	7	numeric	dB_at_50kmh	50kmh 에서의 소음 (dB)
	8	numeric	dB_at_80kmh	80kmh 에서의 소음 (dB)
	9	numeric	dB_at_100kmh	100kmh 에서의 소음 (dB)
	10	numeric	dB_at_120kmh	120kmh 에서의 소음 (dB)
	11	numeric	dB_at_140kmh	140kmh 에서의 소음 (dB)
차량정보	2	categorical	brand	차량 브랜드 (BMW, Volvo 등)
	3	categorical	model	차량 모델 (X1, RLX 등)
	4	categorical	spec	차량 스펙 (3.5 V6)
	5	numeric	year	제조연도
	70	categorical	make_country_cqa	제조국가 (Country)
	16	categorical	model_trim_cqa	사양 (spec detail)
	36	numeric	model_seats_cqa	좌석수
	34	categorical	model_drive_cqa	차량 구동방식 (전륜/ 후륜 등)
	35	categorical	model_transmission_type_cqa	변속기 타입 (자동/수동/매뉴얼/6-speed 등)

(2) 외형 및 연비 정보

범주	Colnum	변수형태	칼럼명	상세내용
외적 스펙	18	numeric	model_body_cqa	차 몸체 형태
	37	numeric	model_doors_cqa	차량 문 수
	38	numeric	model_weight_kg_cqa	차무게
	41	numeric	model_height_mm_cqa	차 높이
	42	numeric	model_wheelbase_mm_cqa	축간거리(앞바퀴와 뒷바퀴 사이 거리)
	40	numeric	model_width_mm_cqa	차 너비(앞에서봤을때 바퀴간 거리)
	39	numeric	model_length_mm_cqa	차길이
연비	45	numeric	model_lkm_city_cqa	도시연비
	43	numeric	model_lkm_hwy_cqa	고속도로연비
	44	numeric	model_lkm_mixed_cqa	연비
	46	numeric	model_fuel_cap_l_cqa	연료탱크용량

(3) 엔진 정보

범주	Colnum	변수형태	칼럼명	상세내용
엔진실린더, 밸브	20	numeric	model_engine_cc_cqa	엔진 배기량
	21	numeric	model_engine_cyl_cqa	엔진 실린더 수 (4기통, 6기통)
	54	numeric	model_engine_valves_cqa	엔진 밸브 수
	23	numeric	model_engine_valves_per_cyl_cqa	실린더 하나당 밸브 수(54 model_engine_valves_cqa, 21 model_engine_cyl_cqa)
엔진기타	30	numeric	model_engine_compression_cqa	엔진 압축
	31	categorical	model_engine_fuel_cqa	엔진 연료(가솔린 디젤 등)
	22	categorical	model_engine_type_cqa	엔진 형태(직렬엔진, V형엔진)
	19	categorical	model_engine_position_cqa	엔진위치
엔진마력	56	numeric	model_engine_power_kw_cqa	엔진 최대 출력(kW)
엔진토크	58	numeric	model_engine_torque_kgm_cqa	엔진 최대 토크(kg/m)

(1) 단위 중복되어 제거한 변수

범주	칼럼명	상세내용	표기법
외적 스펙	model_weight_lbs_cqa	차무게	Weight (lbs):
	model_height_in_cqa	차 높이	Height (in):
	model_wheelbase_in_cqa	축간거리(앞바퀴와 뒷바퀴 사이 거리)	Wheelbase (in):
	model_width_in_cqa	차 너비(앞에서 바퀴간 거리)	Width (in):
	model_length_in_cqa	차길이	Length (in):
연비	model_mpg_city_cqa	도시연비	Fuel Economy City(mpg):
	model_mpg_hwy_cqa	고속도로연비	Fuel Economy HWY(mpg):
	model_mpg_mixed_cqa	연비	Fuel Economy Mixed(mpg):
	model_fuel_cap_g_cqa	연료탱크용량	Fuel Capacity(g):
엔진실린더,밸브	model_engine_ci_cqa	엔진 배기량	Engine Displacement (cubic inches):
	model_engine_l_cqa	엔진 배기량	Engine Displacement (l):
엔진마력	model_engine_power_hp_cqa	엔진 최대 출력(마력)	Engine Max Power (HP):
	model_engine_power_ps_cqa	엔진 최대 출력(PS)	Engine Max Power (PS):
	model_engine_power_rpm_cqa	엔진 최대 출력(RPM)	Engine Max Torque RPM:
엔진토크	model_engine_torque_lbft_cqa	엔진 최대 토크(Lb/Ft)	Engine Max Torque (Lb-Ft):
	model_engine_torque_nm_cqa	엔진 최대 토크(Nm)	Engine Max Torque (Nm):
	model_engine_torque_rpm_cqa	엔진 최대 토크(RPM)	Engine Max Power RPM:

(2) 결측치 및 중복 제외

범주	칼럼명	상세내용	표기법
기타	model_co2_cqa		
외적 스펙	ExtColors_cqa	Exterior Colors	
	IntColors_cqa	Interior Colors	
차량정보	model_top_speed_kph_cqa	최고속도	Top Speed (KPH):
	model_top_speed_mph_cqa	최고속도	Top Speed (MPH):
	model_0_to_100_kph_cqa	제로백(초기 가속력,정지상태에서 100km/h까지 걸리는 시간,)	0-100 kph (0-62mph):
엔진실린더,밸브	model_engine_bore_in_cqa	실린더 단면적 지름	Engine Bore (in):
	model_engine_bore_mm_cqa	실린더 단면적 지름	Engine Bore (mm):
엔진기타	model_engine_stroke_in_cqa	피스톤이 왔다갔다하는 거리	Engine Stroke (in):
	model_engine_stroke_mm_cqa	피스톤이 왔다갔다하는 거리	Engine Stroke (mm):
차량정보	model_id	ID	
	model_id_cqa	ID	
	make_display_cqa	제조사(brand)	
	model_make_display_cqa	제조사(brand)	
	model_make_id_cqa	제조사(brand)	
	model_name_cqa	모델명(model)	
	model_year_cqa	사용하지 X(year로 대신함.)	

(3) 범주형 변수 -재범주화

칼럼명	상세내용
model_engine_type_cqa	Inline / V / Boxer
model_engine_position_cqa	Front / Middle / Rear
model_engine_fuel_cqa	Diesel / Electric / Gasoline / Gasoline – Premium / Gasoline(Unleaded)
model_drive_cqa	All Wheel Drive / Four Wheel Drive Front Wheel Driv /Rear Wheel Drive
model_transmission_type_cqa	Automated Manual / Automatic CVT / Manual

(4) NA 확인- 이후 모델링에서 값 대체



Contents

01 프로젝트 소개

1. 분석 목적

02 데이터 소개 및 전처리

03 차종별 소음 원인 찾기 (EDA-전처리-모델링)

0. 차종 분류 과정 및 특징 비교

1. 소형

2. 중형

3. 대형

04 결론- 최적 사양 및 Best Car 선정

1) 분류 기준

연료별

- 가솔린
- 가솔린-프리미엄
- 디젤
- 전기

배기량 + 크기

- 초소형
- 경형 일반
- 소형
- 준중형
- 중형
- 대형

차량 몸체 형태별

- 쿠페
- SUV
- Hatchback
- Sedan

차종 분류		
EU	예	US
A 세그먼트(Mini cars)	이세타 포드 카, 스마트 포투, 피아트 500	Micro Car
B 세그먼트(Small cars)	포드 피에스타, 푸조 208, 폭스바겐 폴로	Subcompact Car
C 세그먼트(Medium cars)	쉐보레 크루저, 포드 포커스, 혼다 시빅	Compact Car
D 세그먼트(Large cars)	쉐보레 말리부, 포드 퓨전, 현대 소나타	Mid-size Car
E 세그먼트(Executive cars)	아우디 A4, BMW 3시리즈, 벤츠 C클래스	Entry-level luxury Car
F 세그먼트(Luxury cars)	쉐보레 임팔라, 크라이슬러 300, 현대 그랜저	Full-size Car
	캐딜락 CTS, 개구어 XF, 폭스 G5	Mid-size luxury Car
	아우디 A8, BMW 7시리즈, 벤츠 S클래스, 테슬라 모델 S	Full-size luxury Car
	페라리 FF, 제규어 XK, 마세라티 그란투리스모	Grand Tourer
S 세그먼트(Sports cars)	부기아 베이론, 라 페라리, 람보르기니 아벤타도르, 피카니 콘다	Supercar
	BMW 6시리즈, 쉐보레 카마로, 예르세데스 CLK, 볼보 C70, 폭스바겐 Eos	Convertible
	아우디 TT, BMW Z4, 로터스 엘리스, 미쯔다 MX-5, 포르쉐 박스터	Roadster
	시트로엥 C4 픽카소, 포드 B-MAX, 오젤 Meriva, 르노 Modus, 르노 Kangoo	
	폭스바겐 투아란, 포드 C-MAX, 르노 Scenic, 쉐보레 올란도	MPV
M 세그먼트(Multi purpose cars)	크라이슬러 Town and Country, 포드 갤럭시, 푸조 807, 르노 Espace	Mini van
	포드 Transit Connect, 쉐보레 Express 1500 cargo, 포드 E350 Van	Cargo van
	쉐보레 Express 1500 passenger, 포드 E350 Wagon	Passenger van
	다이하츠 Terios, 포드 Ecosport, 지프 랭글러, 푸조 2008, 스즈키 Jimmy	Mini SUV
J 세그먼트(Sport utility cars)	쉐보레 Equinox, 포드 이스케이프, 혼다 CR-V, 지프 Compass, 기아 스포티지	Compact SUV
	포드 Edge, 지프 그랜드체로키, 폭스바겐 투아레, 볼보 XC90	Mid-size SUV
	캐딜락 Escalade ESV, 쉐보레 Suburban, 포드 익스플로러, 레인지로버, 도요타 랜드로وفر	Full-size SUV
	쉐보레 콘티나, 피아트 스트라다, 폭스바겐 Saveiro	Mini pickup truck
	포드 레인저, 쉐보레 콜로라도, 닛산 Navara	Mid-size pickup truck
	닷지 Ram, 포드 F-150, GMC Sierra, 닛산 타이탄	Full-size pickup truck
	쉐보레 실바라도, Ram Heavy Duty, 포드 Super Duty	Heavy Duty pickup truck
	링컨 MKT Livery	Special purpose vehicle

1) 분류 기준

연료별

- 가솔린
- 가솔린-프리미엄
- 디젤
- 전기

배기량 + 크기

- 초소형
- 경형 일반
- 소형
- 준중형
- 중형
- 대형

차량 몸체 형태별

- 쿠페
- SUV
- Hatchback
- Sedan

차종 분류		
EU	예	US
A 세그먼트(Mini cars)	이세타 포드 카, 스마트 포투, 피아트 500	Micro Car
B 세그먼트(Small cars)	포드 피에스타, 푸조 208, 폭스바겐 폴로	Subcompact Car
C 세그먼트(Medium cars)	쉐보레 크루즈, 포드 포커스, 혼다 시빅	Compact Car
D 세그먼트(Large cars)	쉐보레 말리부, 포드 퓨전, 현대 소나타	Mid-size Car
E 세그먼트(Executive cars)	아우디 A4, BMW 3시리즈, 벤츠 C클래스	Entry-level luxury Car
F 세그먼트(Luxury cars)	쉐보레 임팔라, 크라이슬러 300, 현대 그랜저	Full-size Car
	캐딜락 CTS, 개구어 XF, 폭스스 GS	Mid-size luxury Car
	아우디 A8, BMW 7시리즈, 벤츠 S클래스, 테슬라 모델 S	Full-size luxury Car
	페라리 FF, 제규어 XK, 마세라티 그란투리스모	Grand Tourer
S 세그먼트(Sports cars)	부기아 베이론, 라 페라리, 람보르기니 아벤타도르, 피카니 콘다	Supercar
	BMW 6시리즈, 쉐보레 카마로, 예르세데스 CLK, 볼보 C70, 폭스바겐 Eos	Convertible
	아우디 TT, BMW Z4, 로터스 엘리스, 미쯔다 MX-5, 포르쉐 박스터	Roadster
	시트로엥 C4 픽카소, 포드 B-MAX, 오젤 Meriva, 르노 Modus, 르노 Kangoo	
	폭스바겐 투아란, 포드 C-MAX, 르노 Scenic, 쉐보레 올란도	MPV
M 세그먼트(Multi purpose cars)	크라이슬러 Town and Country, 포드 갤럭시, 푸조 807, 르노 Espace	Mini van
	포드 Transit Connect, 쉐보레 Express 1500 cargo, 포드 E350 Van	Cargo van
	쉐보레 Express 1500 passenger, 포드 E350 Wagon	Passenger van
	다이하츠 Terios, 포드 Ecosport, 지프 랭글러, 푸조 2008, 스즈키 Jimmy	Mini SUV
J 세그먼트(Sport utility cars)	쉐보레 Equinox, 포드 이스케이프, 혼다 CR-V, 지프 Compass, 기아 스포티지	Compact SUV
	포드 Edge, 지프 그랜드체로키, 폭스바겐 투아레, 볼보 XC90	Mid-size SUV
	캐딜락 Escalade ESV, 쉐보레 Suburban, 포드 익스플로러, 레인지로버, 도요타 랜드로وفر	Full-size SUV
	쉐보레 콘티나, 피아트 스트라다, 폭스바겐 Saveiro	Mini pickup truck
	포드 레인저, 쉐보레 콜로라도, 닛산 Navara	Mid-size pickup truck
	닷지 Ram, 포드 F-150, GMC Sierra, 닛산 타이탄	Full-size pickup truck
	쉐보레 실바라도, Ram Heavy Duty, 포드 Super Duty	Heavy Duty pickup truck
	링컨 MKT Livery	Special purpose vehicle

1) 분류 기준 -자동차관리법 시행규칙

■ 자동차관리법 시행규칙 [별표 1] <개정 2020. 6. 26.>

자동차의 종류 (제2조관련)

1. 규모별 세부기준

종 류	경 형		소 형	중 형	대 형
	초 소 형	일 반 형			
승용 자동 차	배기량이 250시	배 기 량 이	배 기 량 이	배 기 량 이	배 기 량 이
	시 (전기자동차	1,000시시	1,600시시	1,600시시	2,000시시 이
	의 경우 최고정	미만이고, 길	미만이고, 길	이상 2,000	상이거나, 길
	격출력이 15킬	이 3.6미	이 4.7미	시시 미만이	이 · 너비 · 높
	로와트) 이하이	터 · 너 비	터 · 너 비	거나, 길이 ·	이 모두 소형
	고, 길이 3.6미	1.6미터 · 높	1.7미터 · 높	너 비 · 높 이	을 초과하는
	터 · 너비 1.5미	이 2.0미터	이 2.0미터	중 어느 하나	것
	터 · 높이 2.0미	이하인 것	이하인 것	라도 소형을	
	터 이하인 것			초과하는 것	

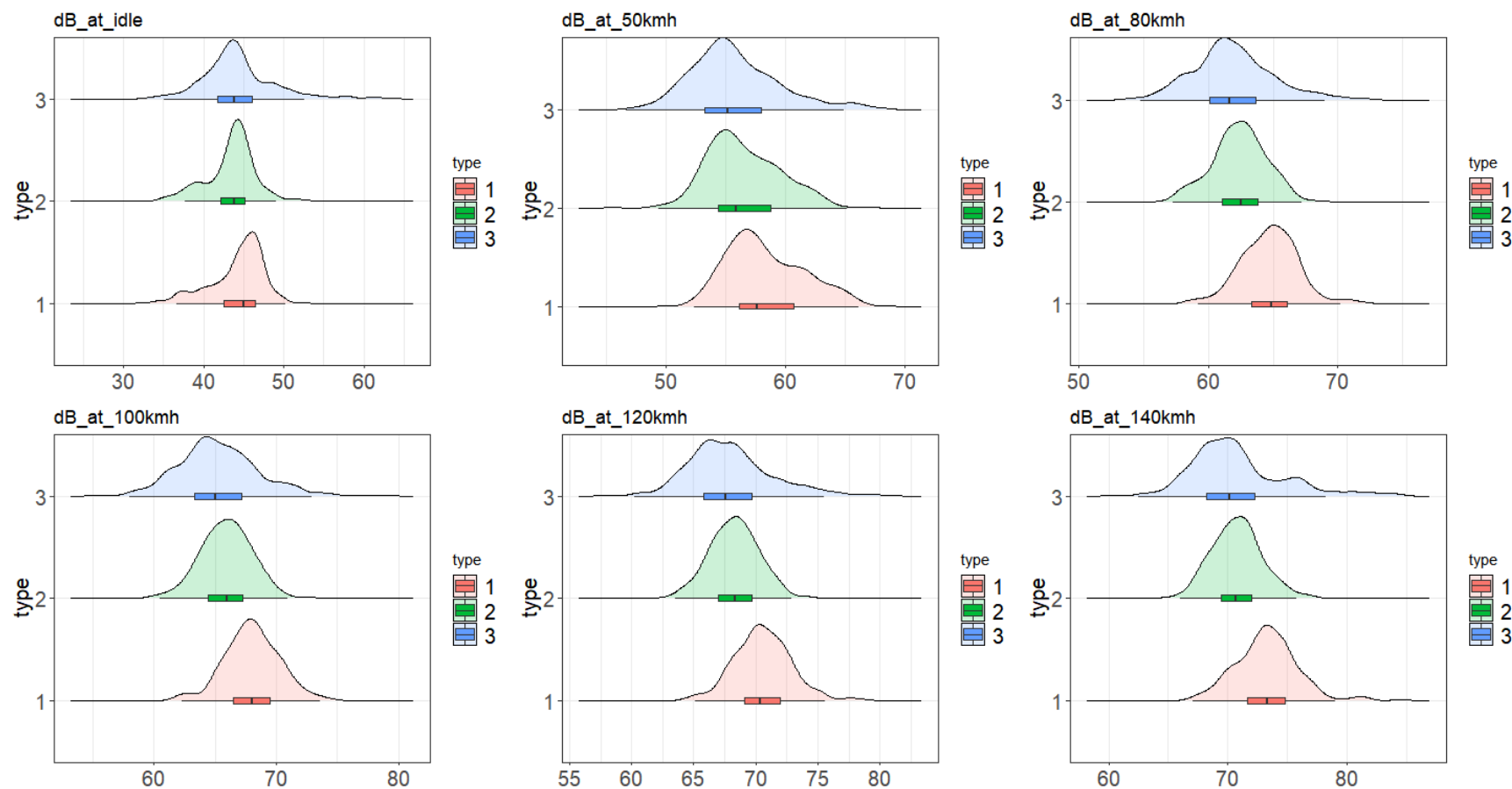
소형 (20%, n= 198)

중형 (35%, n= 351)

대형 (45%, n= 440)

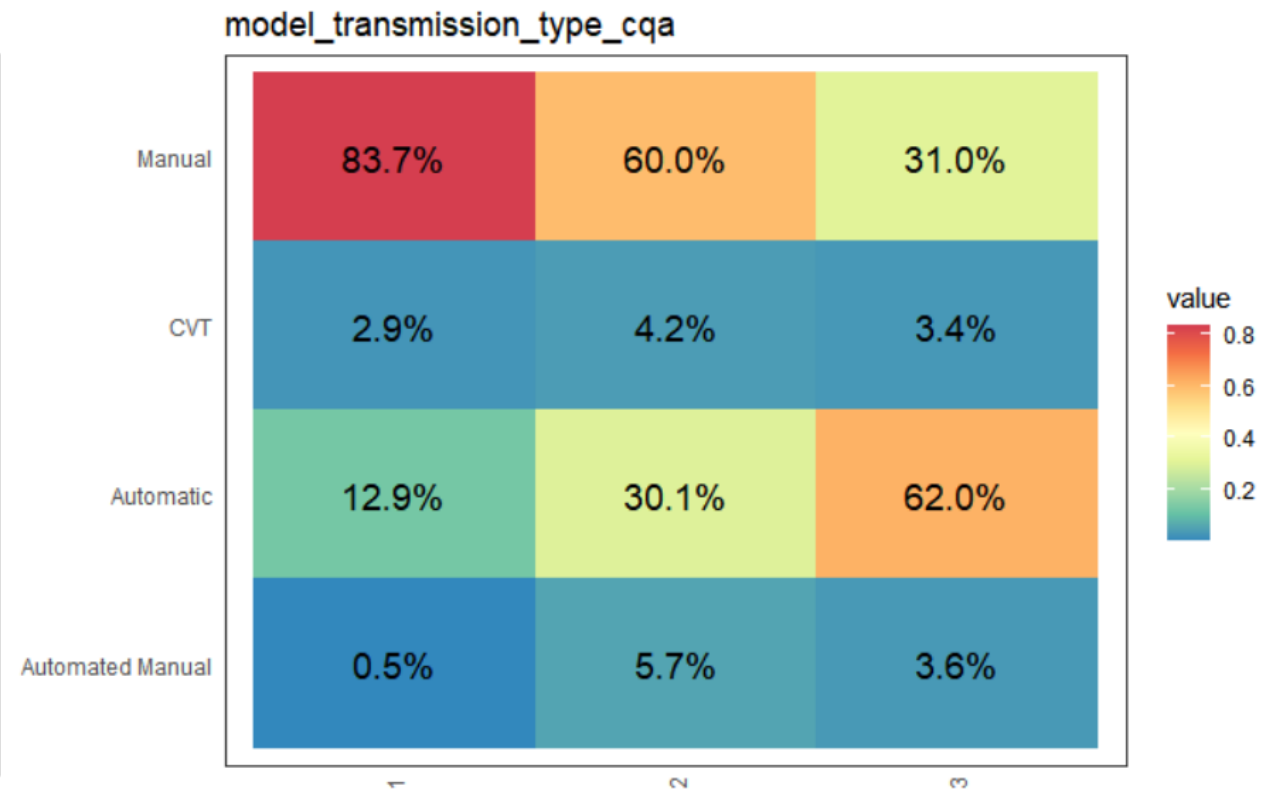
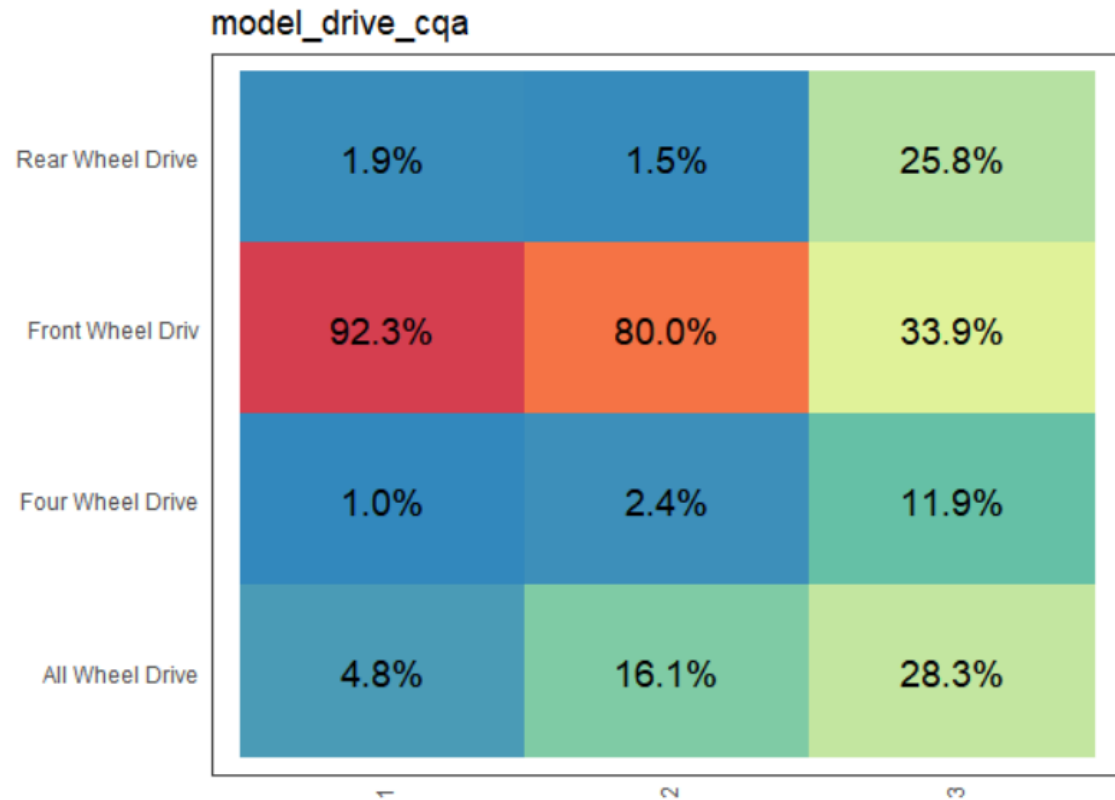
기준에 따라 어디에도 해당하지 않는 경우
배기량 기준 + 연도, 속도에 따른 소음 반영하여 종류 예측

2) 차종별 비교



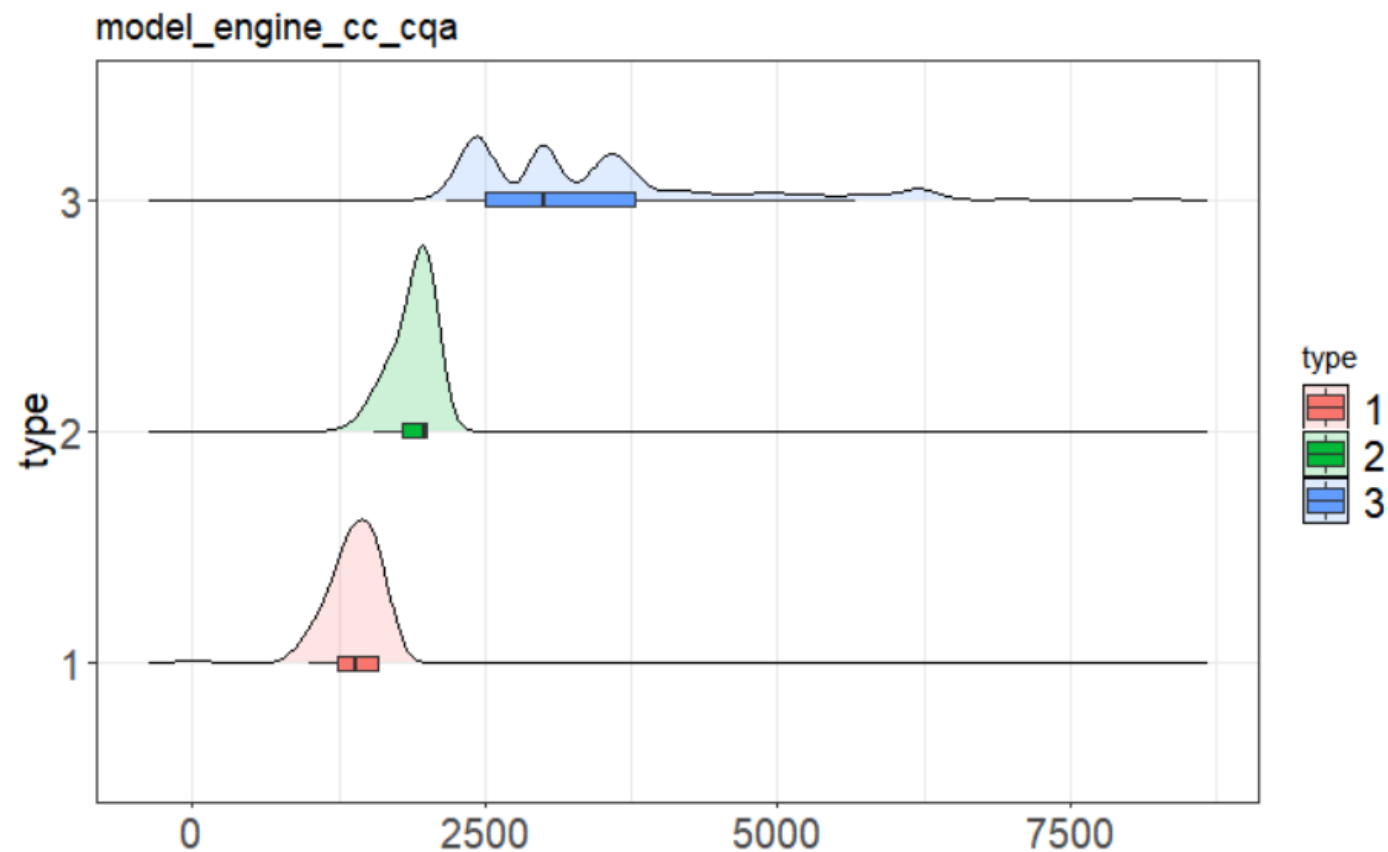
차량 형태에 따라 속도 증가할수록 Noise 함께 증가

2) 차종별 비교 - 엔진 구동방식, 조작방식



소/ 중형은 FWD (전륜구동), 대형은 고루 분포
소형은 주로 Manual, 대형은 주로 Automatic 형태

2) 차종별 비교 - 배기량



대형은 다양한 배기량 범위를 갖는다

종속변수(Y) 설정

STEP1. 활용 가능 변수 탐색

- 공회전 시 소음, 50km/h 소음, 80km/h 소음, 100km/h 소음, 120km/h 소음, 140km/h 소음
- EDA 결과 dB값이 연속적이기 때문에 그 중 중앙값인 100km/h는 대표성 만족한다고 가정함

STEP2. 풍절음 고려

- 내연기관 기반의 자동차에서는 일반적으로 100km/h부터 풍절음 시작되므로, 100km/h이하의 속도 고려

STEP3. 최종 기준 선택

- 공회전~100km/h 속도에서 엔진 내부가 가장 활발할 때인 100km/h 선정하고 예측하고자 함

결측치 대체 방법

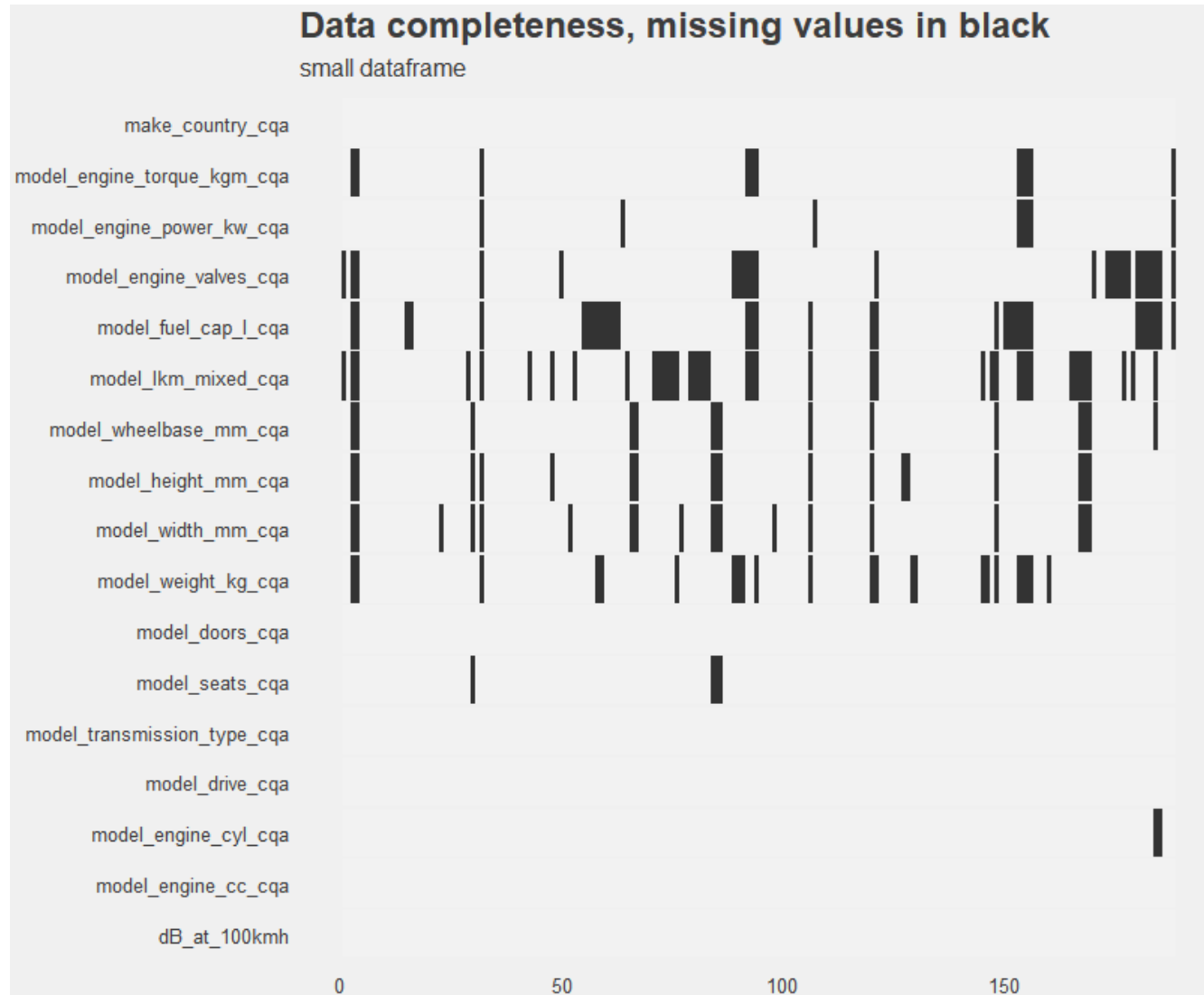
- Mice (method = "cart")
- Mice (method= "rf")

사용 모델

- GLM
 - SVR (Support Vector Regression)
 - Random Forest
 - Xgboost
- 모델 평가지표는 RMSE 사용

1. 소형차

1) 사용 데이터 설명



변수 전처리

* 범주형 변수

model_transmission_type_cqa

(Automatic, Manual)

make_country_cqa

(France, Germany, Italy, Japan, 기타)

model_engine_type_cqa

(boxer 1개 이외에 전부 in-line)

model_engine_position_cqa

(Rear 4개 이외에 전부 Front)

* Outlier

model_engine_cc_cqa = 0 filtering

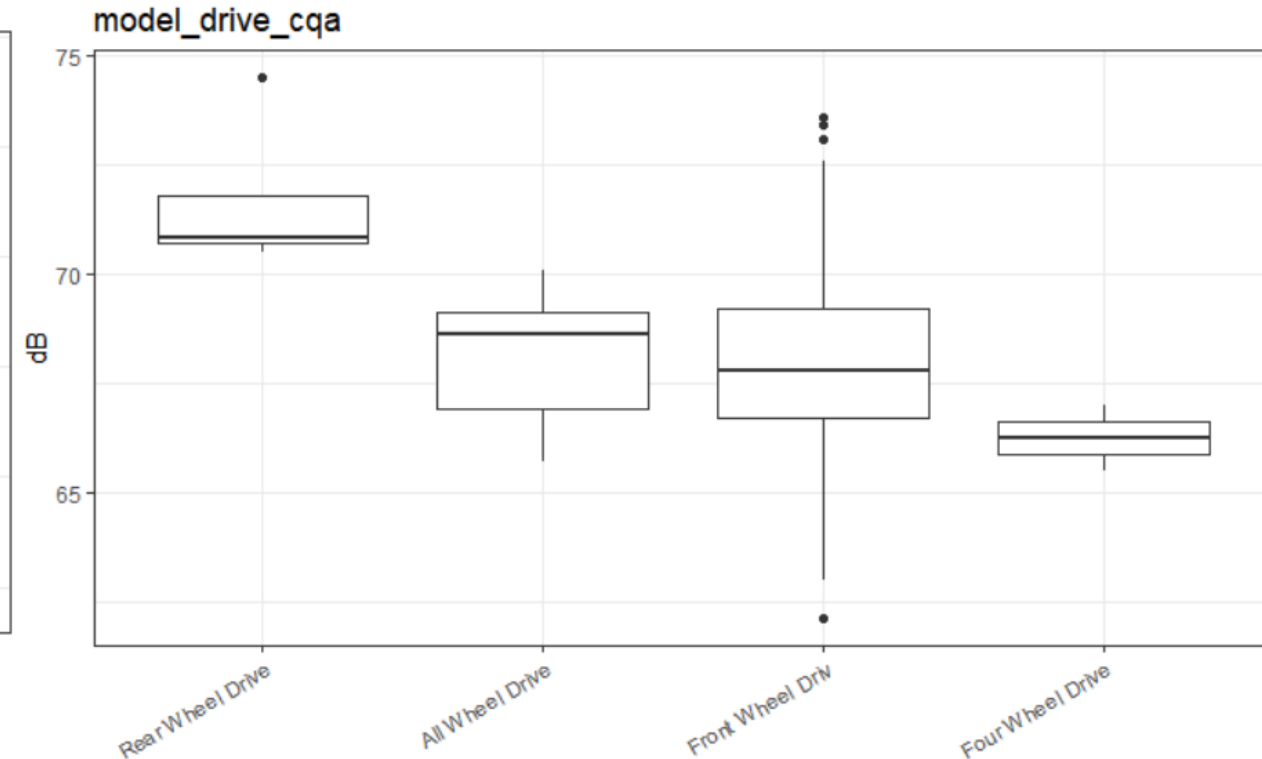
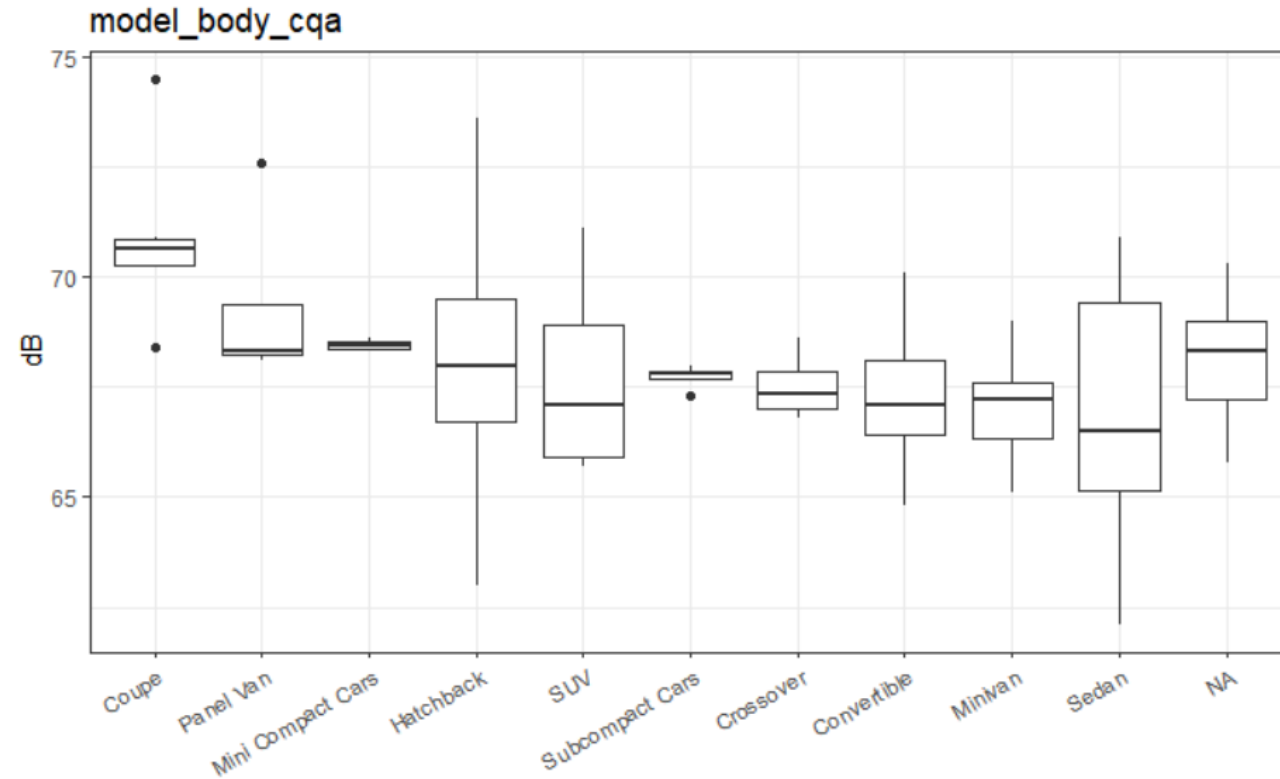
* 다중공선성(Vif > 10 제외)

model_length_mm_cqa

model_engine_fuel_cqa

model_engine_valves_per_cyl_cqa

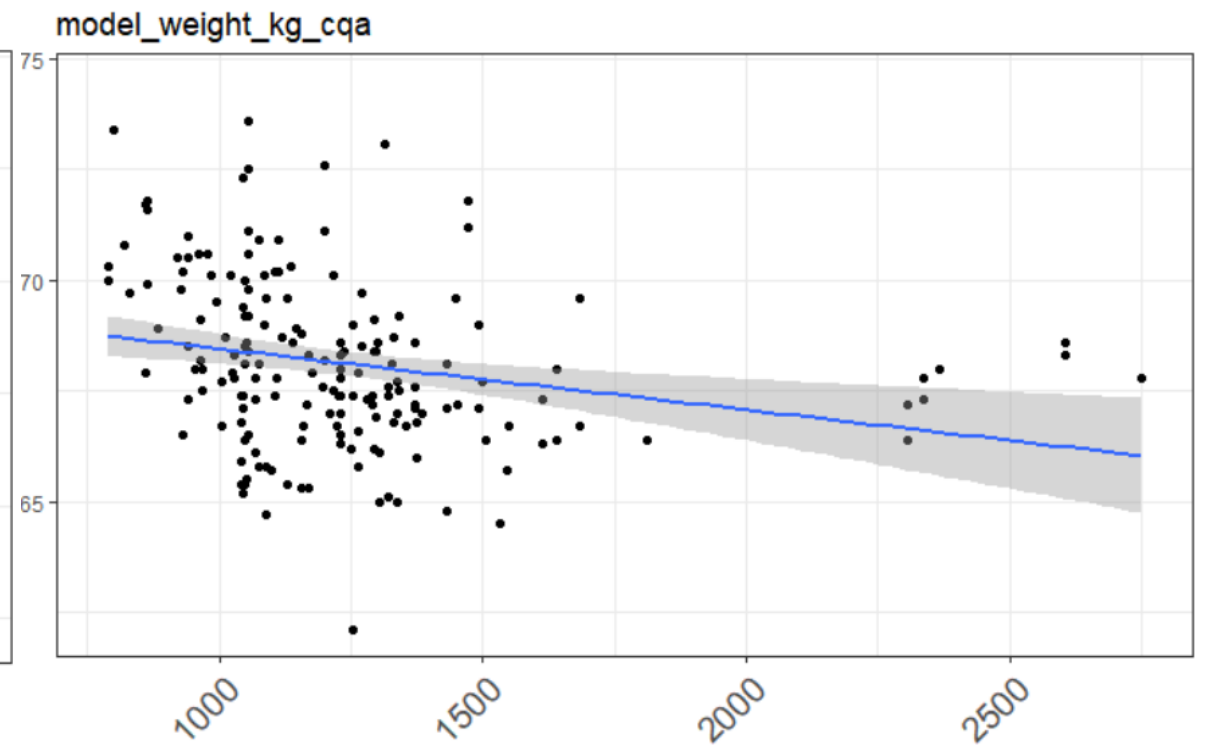
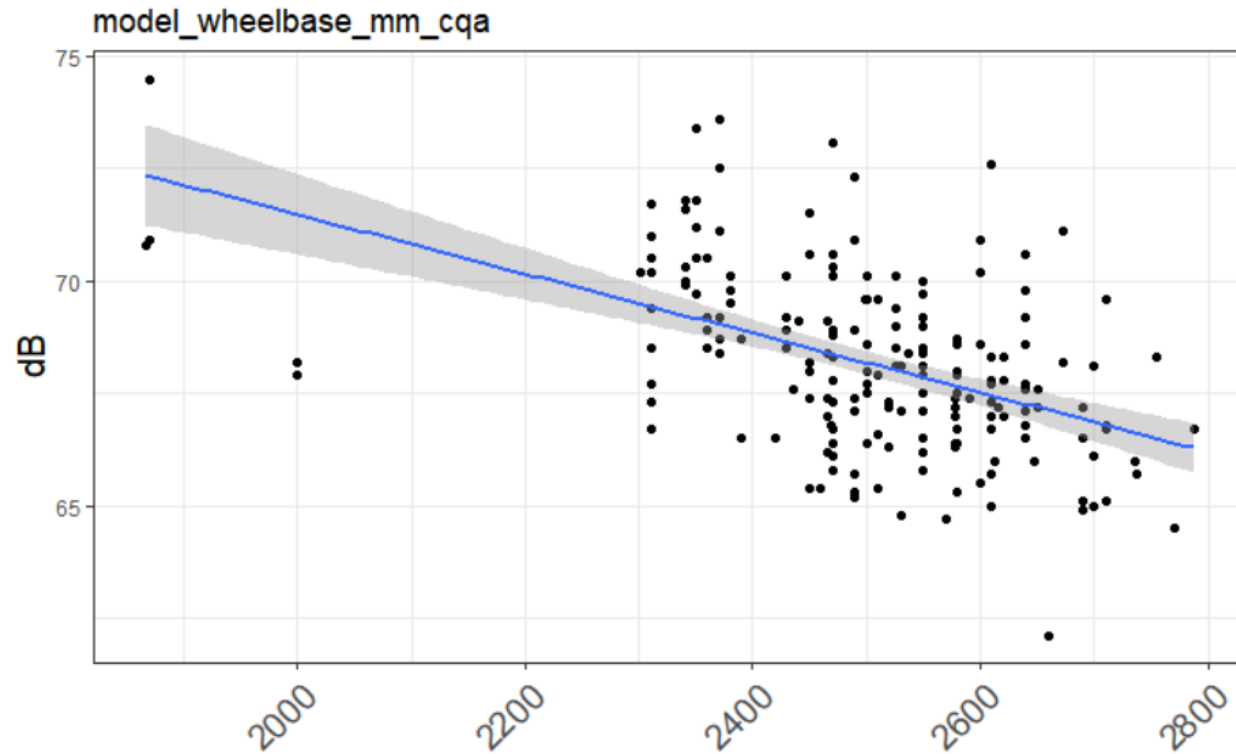
2) EDA



쿠페형 차량 소음이 가장 컸고, (이후 모델에는 반영 X)

후륜구동일 때 다른 방식보다 소음 컸음.

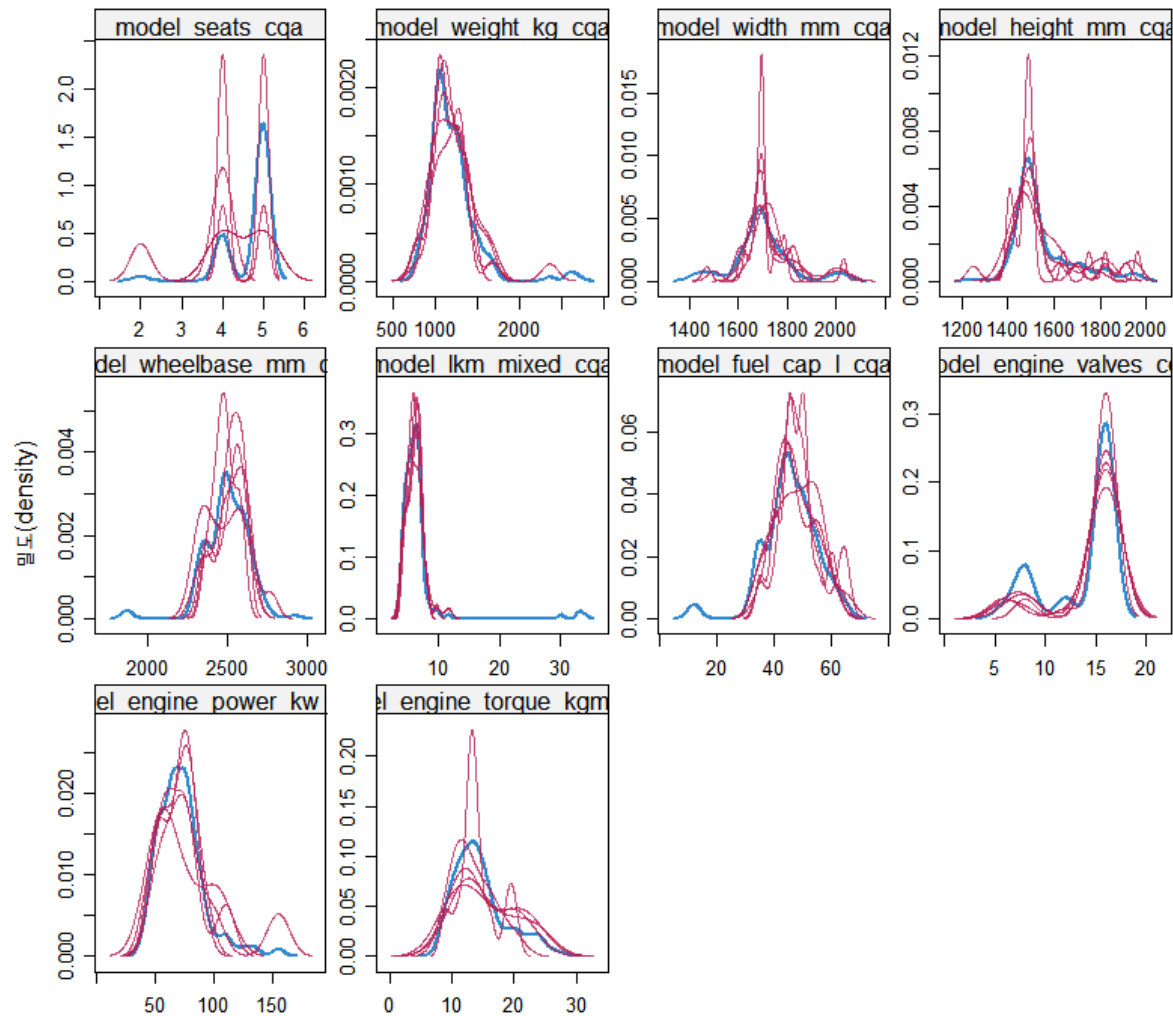
2) EDA



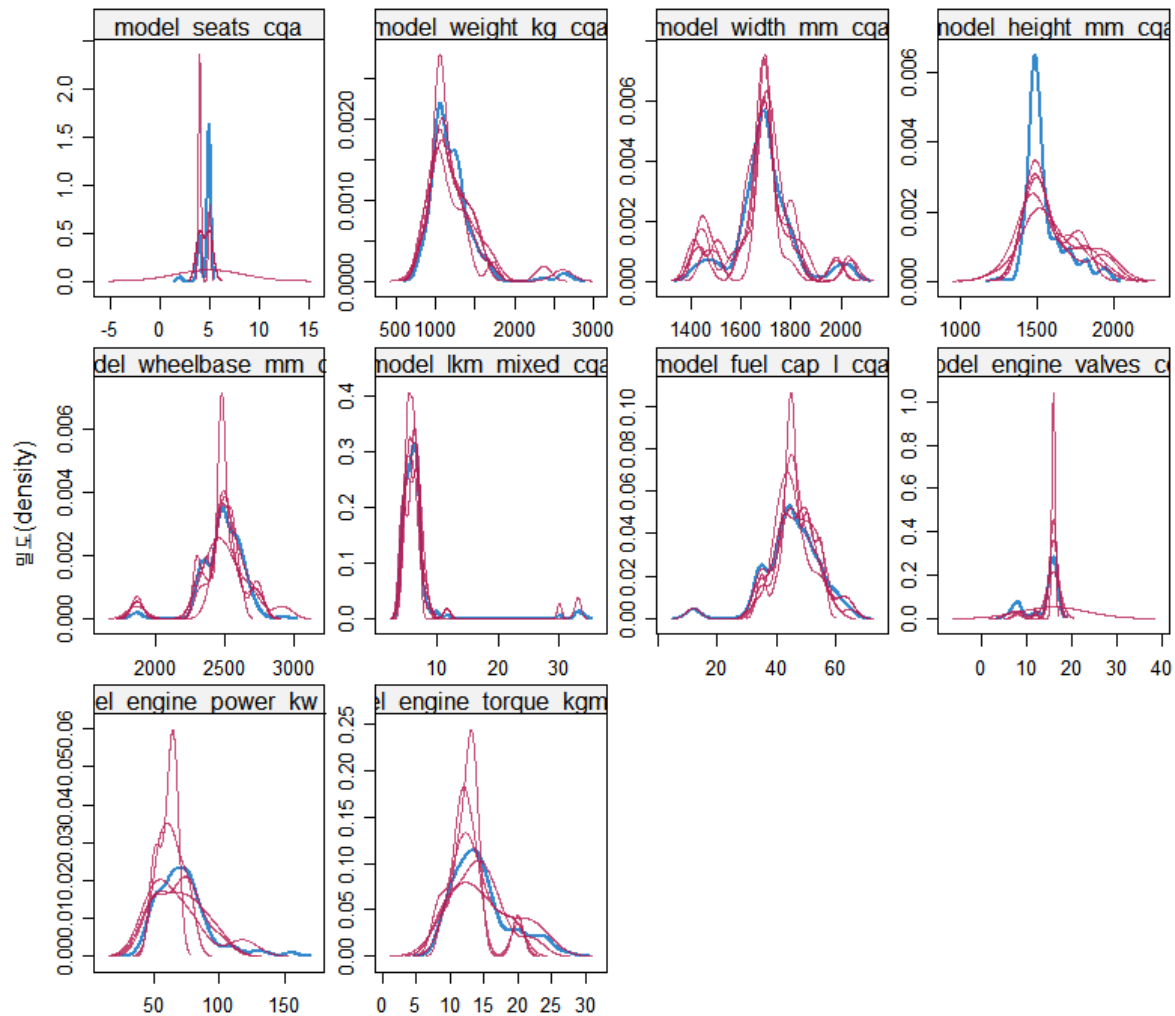
축간거리 & 무게 증가할수록
실내 소음 감소

3) Modeling Mice(cart, rf)

Method= "Cart"



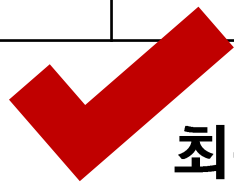
Method= "RF"



3) Modeling

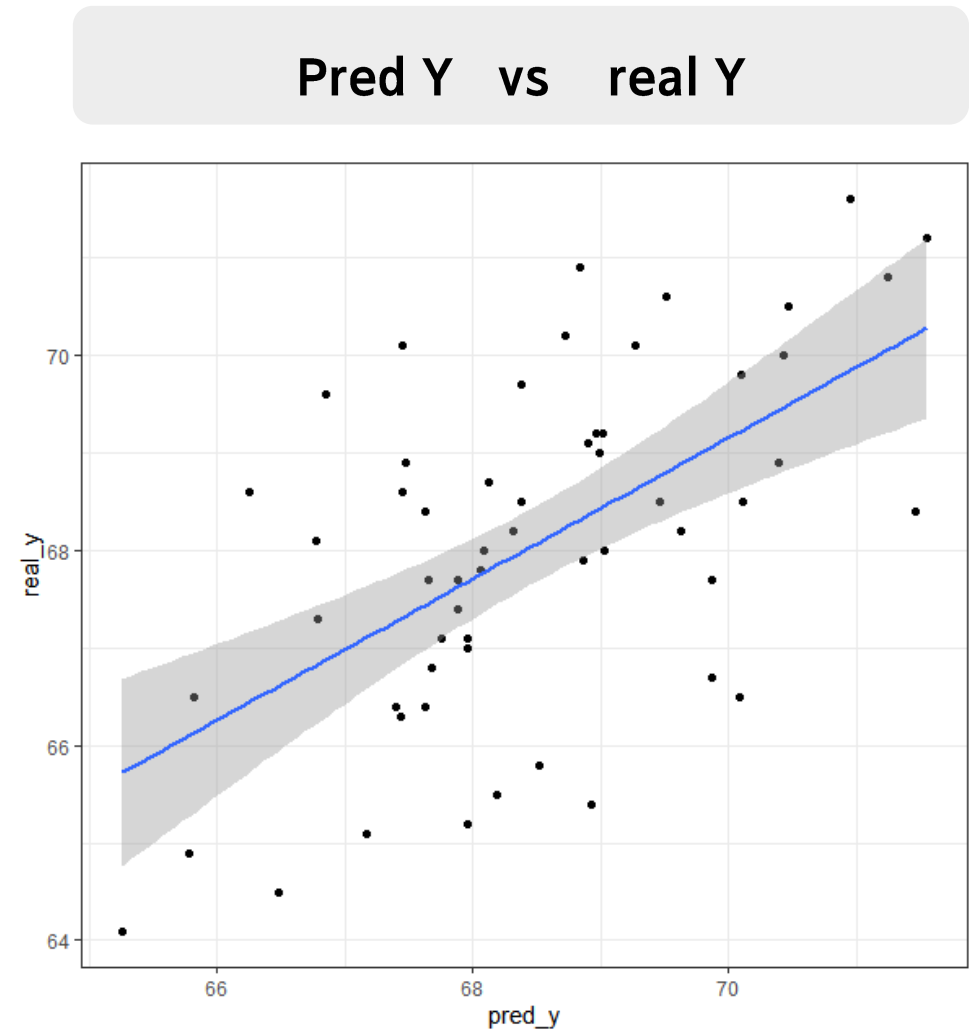
- Test data RMSE 비교

모델 \ 결측대체	Mice(cart)	Mice(rf)
GLM	1.7928	1.6688
Random Forest	1.5529	1.5491
Support Vector Regression	1.5599	1.5923
Xgboost	1.7724	1.7725



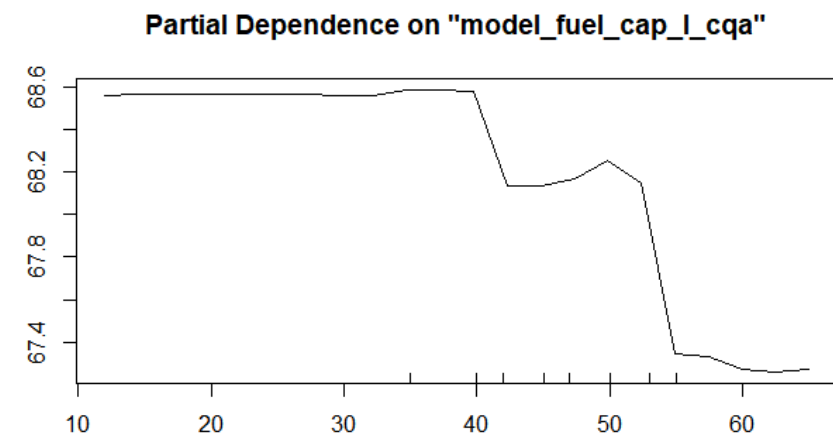
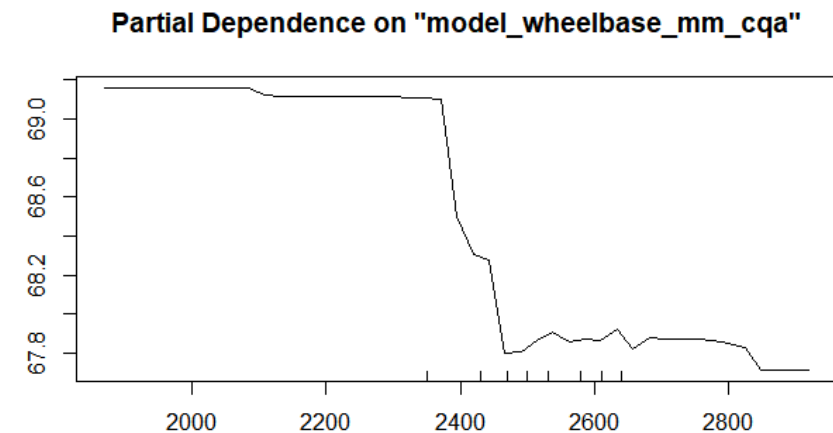
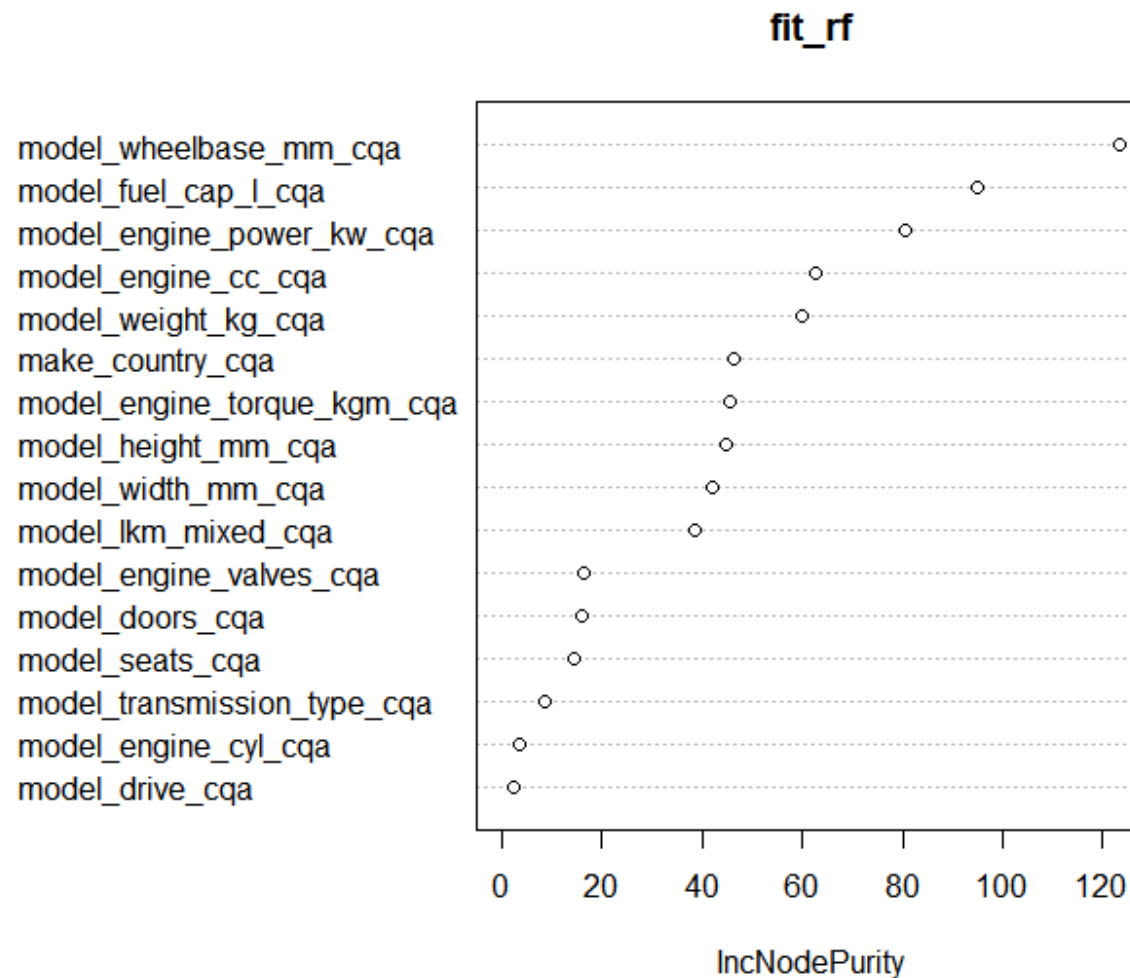
최종 모형

-rf method, MICE 결측 대체
-Random Forest



4) 사후분석

-최종 모델을 바탕으로-



2. 중형차

1) 사용 데이터 설명



변수 전처리

* 범주형 변수

model_transmission_type_cqa

(Automatic, Manual)

model_engine_fuel_cqa

(Electric 17개 제외)

Model_drive_cqa

(Front Wheel Driv, All Wheel Drive)

Make_country_cqa

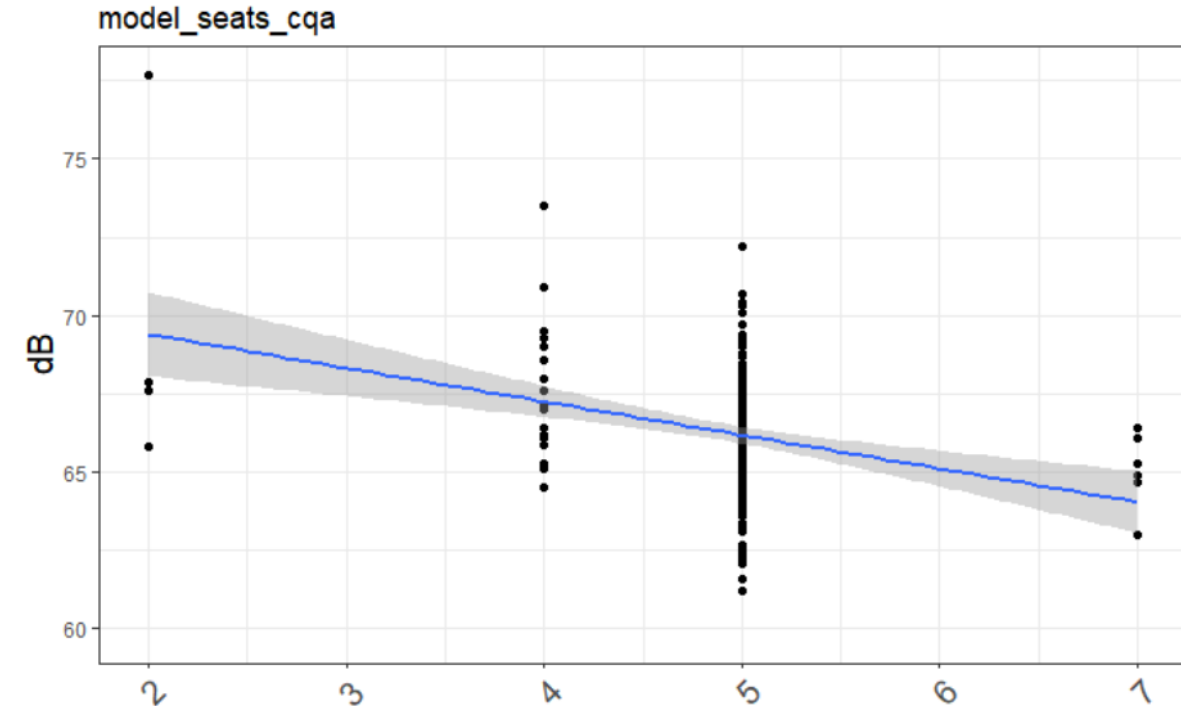
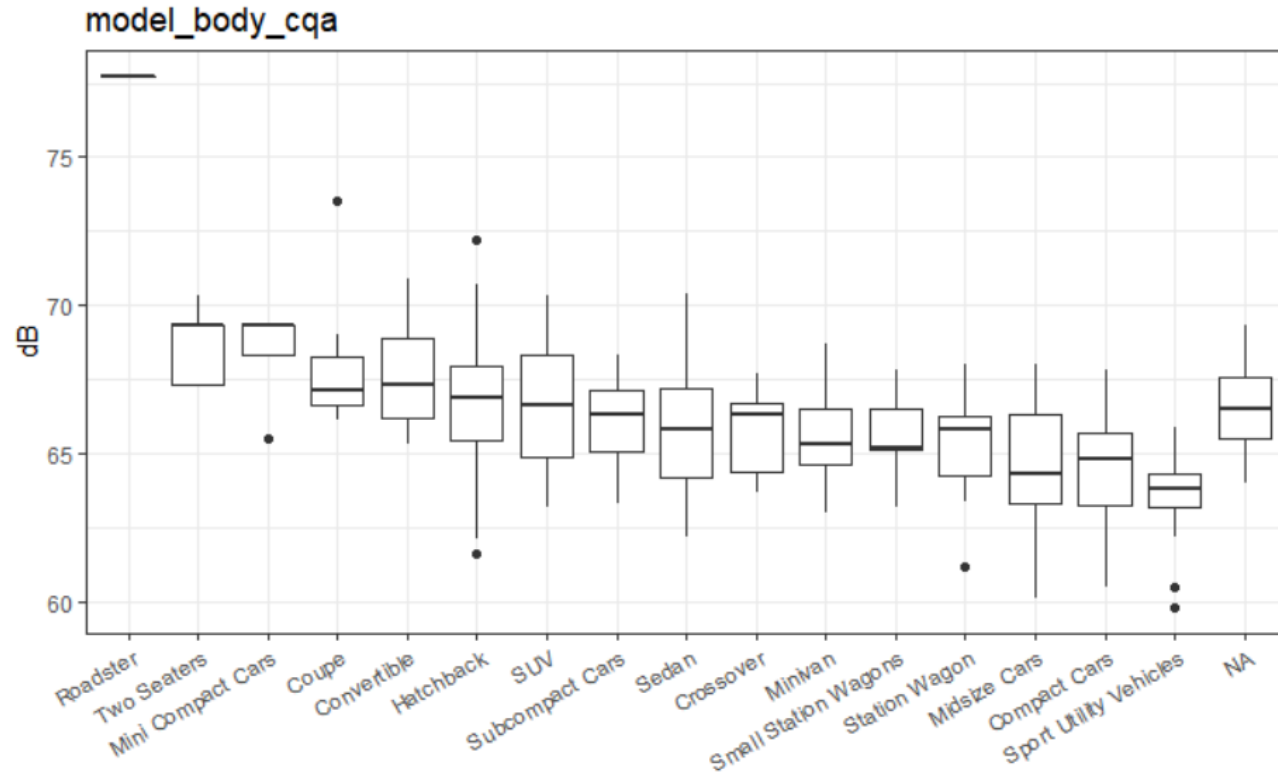
(France, Germany, Japan, USA)

* 다중공선성(Vif > 10 제외)

model_engine_valves_per_cyl_cqa

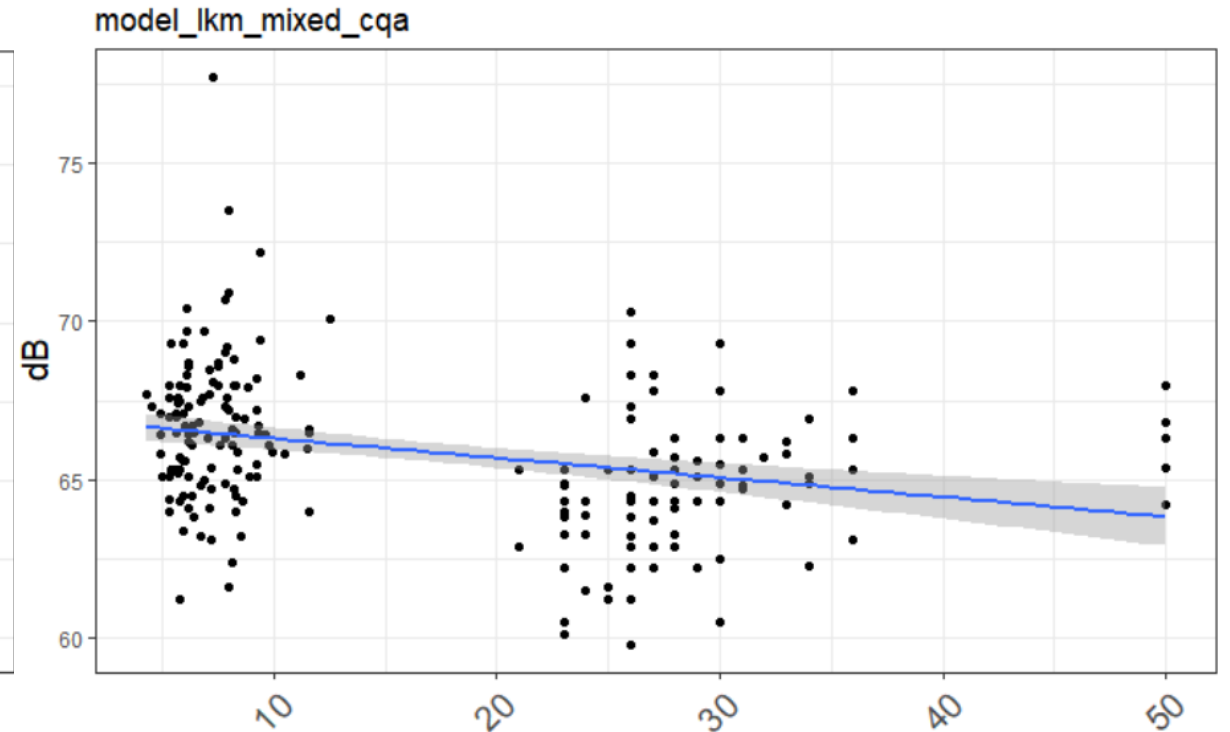
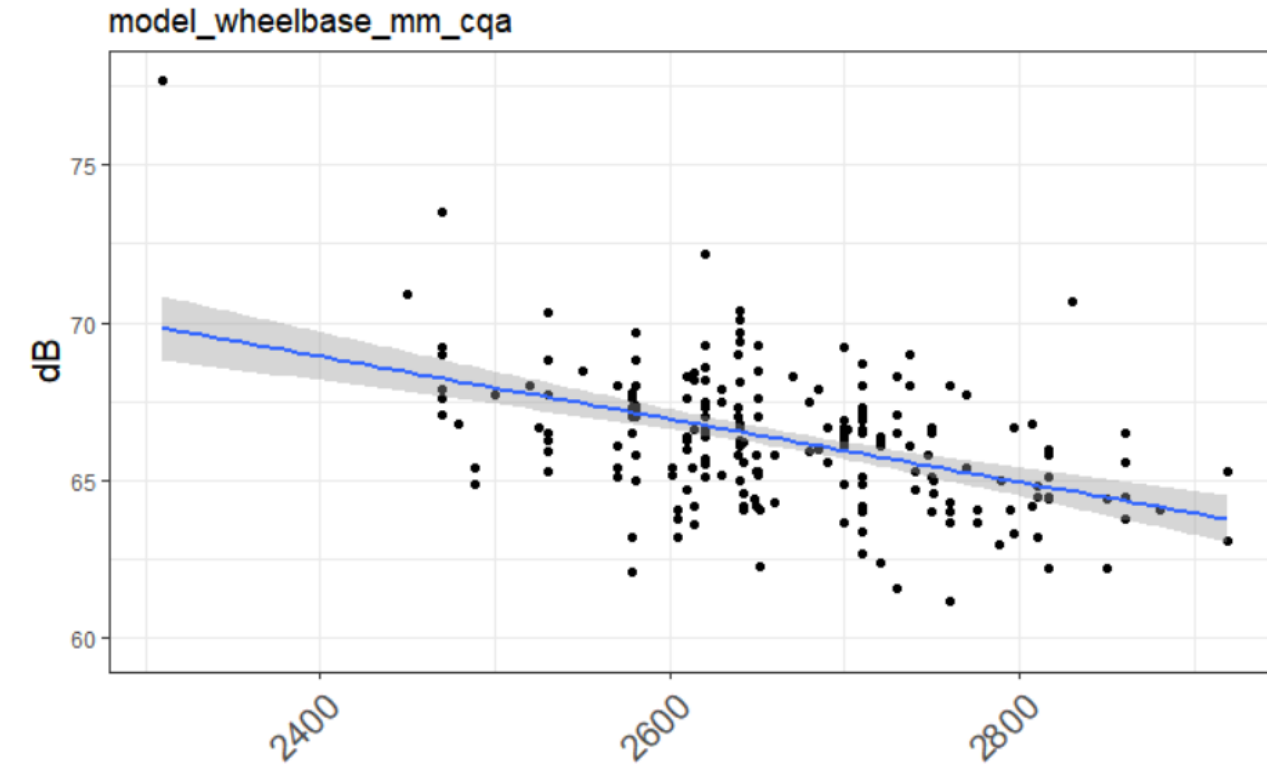
model_engine_fuel_cqa

2) EDA



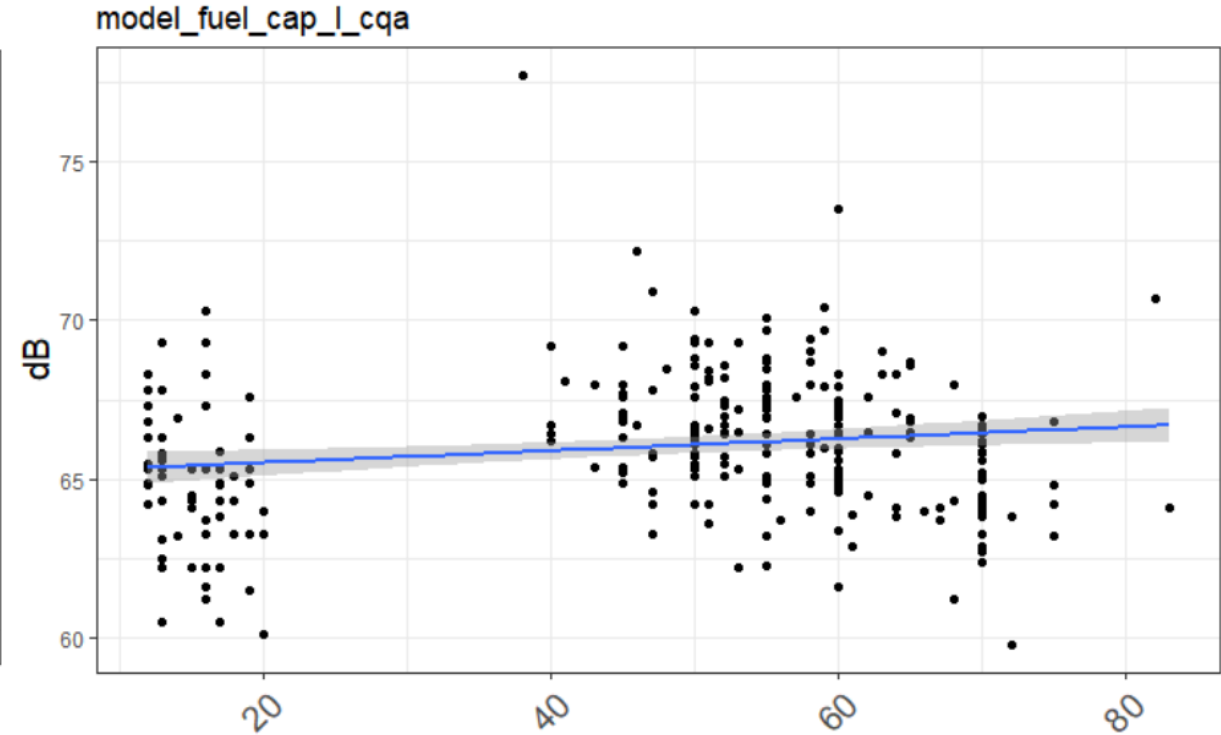
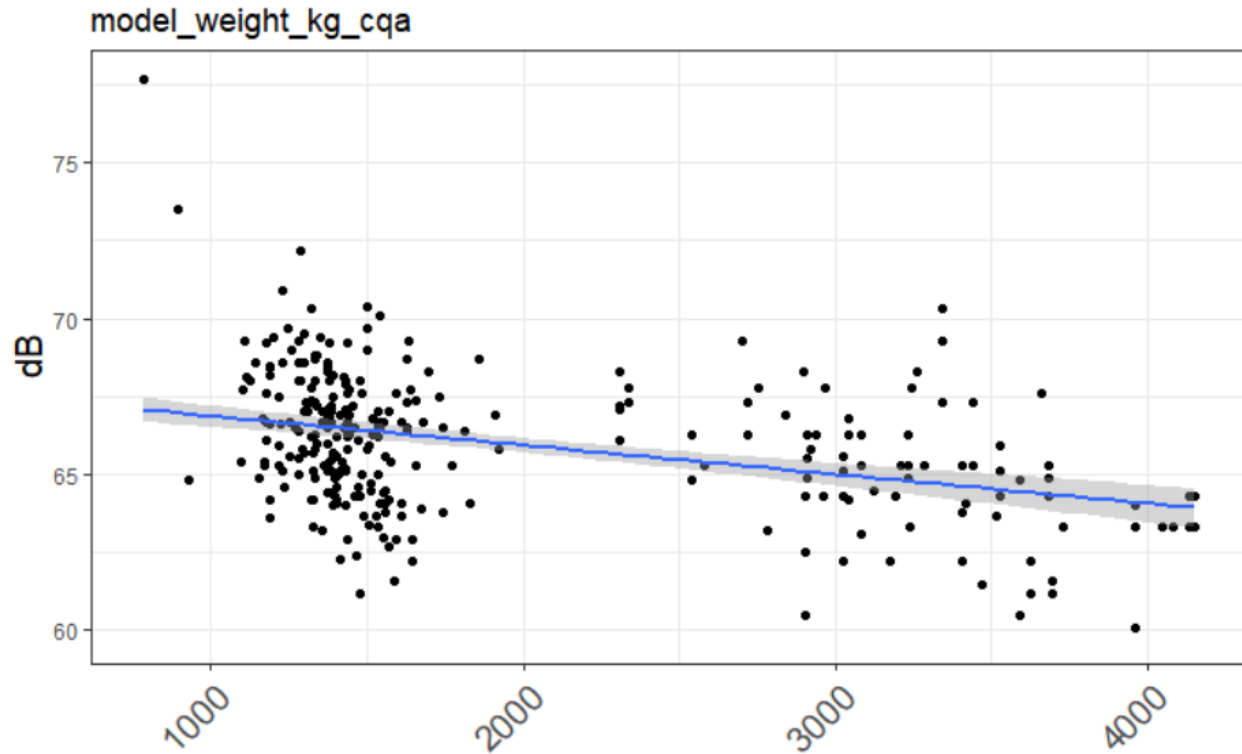
Roadster, Two Seaters 대표적인 스포츠카 형태일수록,
좌석수가 증가할수록(차량 크기 커질수록) 소음 감소

2) EDA



소형차와 같이, 축간 거리 증가할수록,
혼합연비(도심연비+고속도로연비) 증가할수록 소음 감소

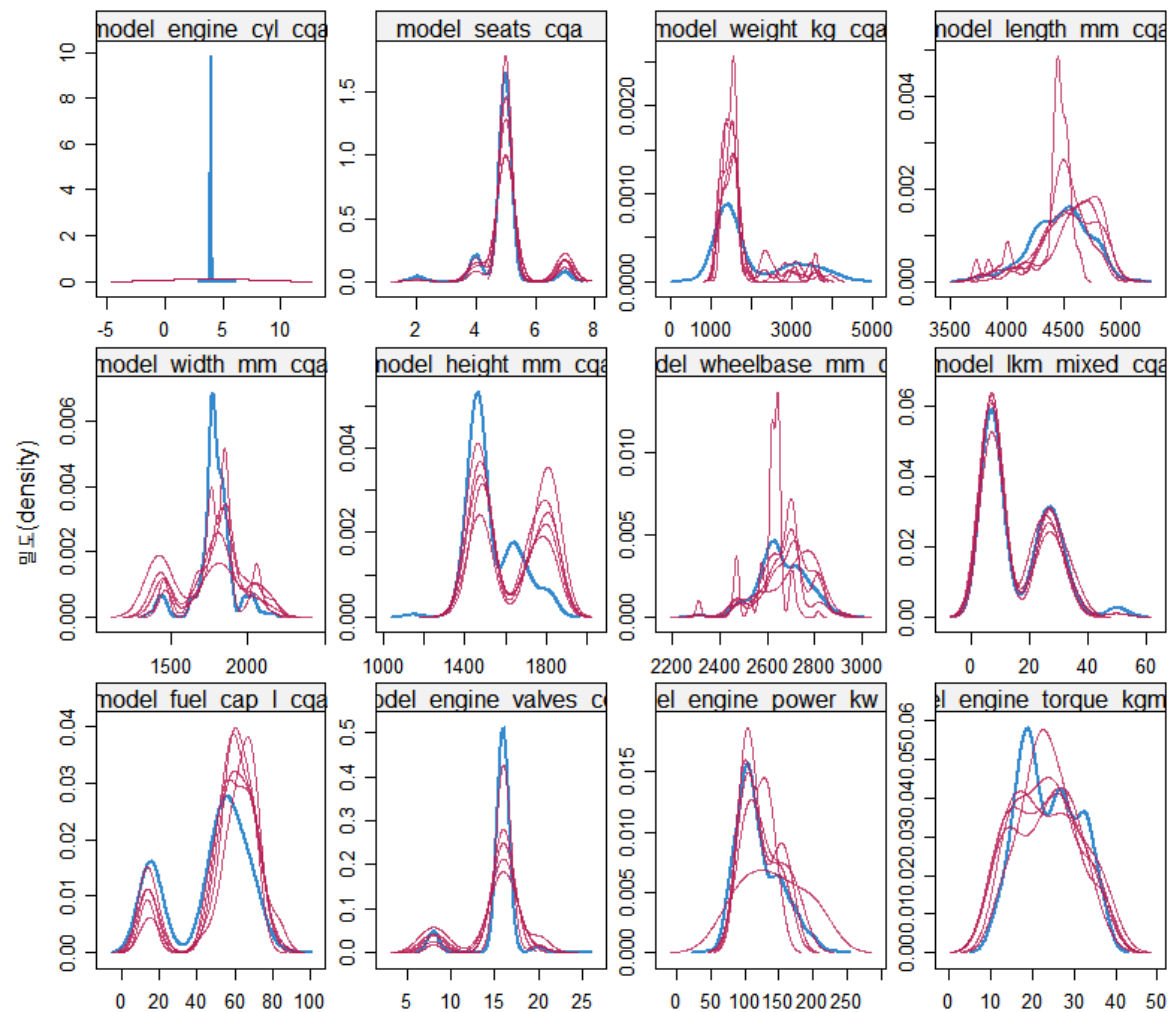
2) EDA



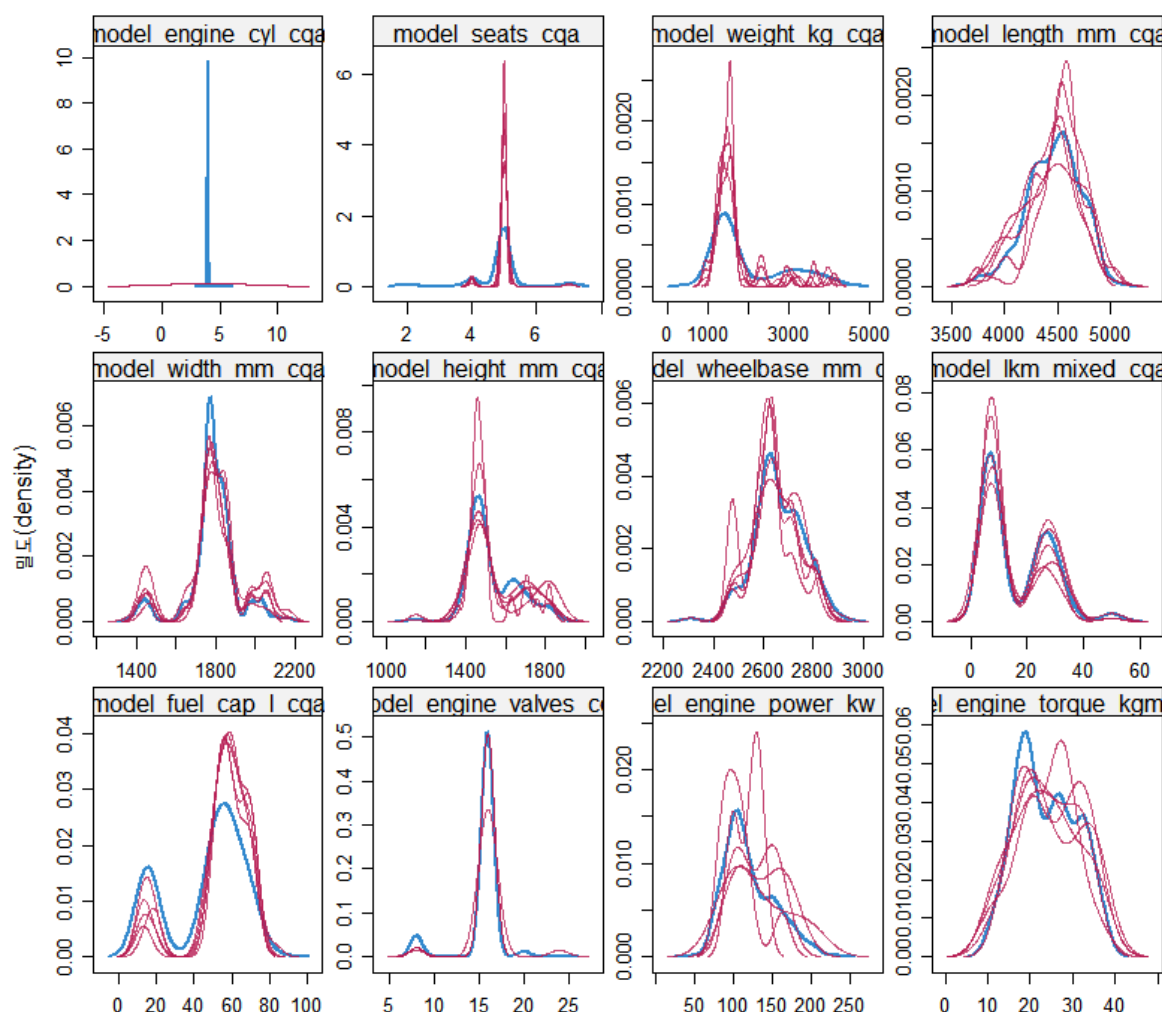
추가적으로 이후 모델에서 영향있었던 변수
차량 무게 증가할수록 다소 감소, 연료 용량은 뚜렷한 경향 없음

3) Modeling Mice(cart, rf)

Method= "Cart"



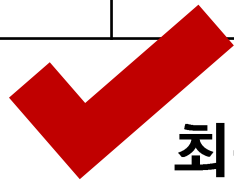
Method= "RF"



3) Modeling

Mice(cart, rf)

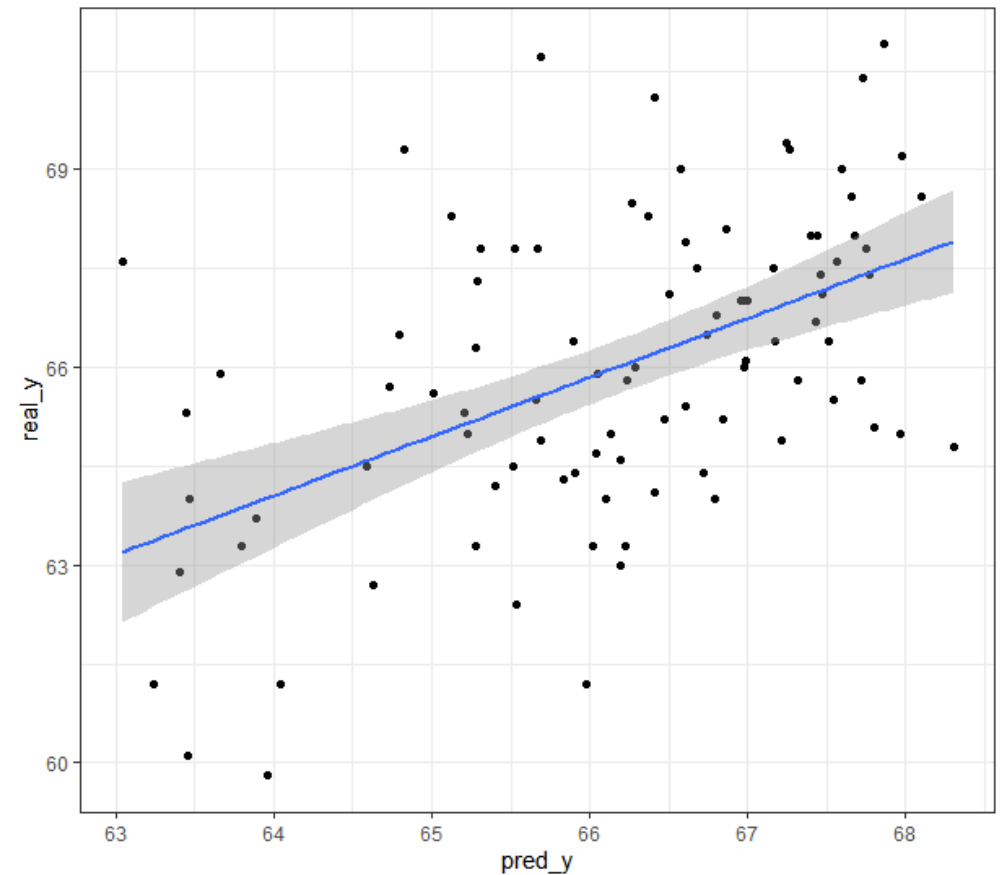
모델 \ 결측대체	Mice(cart)	Mice(rf)
GLM	2.1527	2.1431
Random Forest	1.9937	1.9878
Support Vector Regression	2.0924	2.1535
Xgboost	2.3412	2.4205



최종 모형

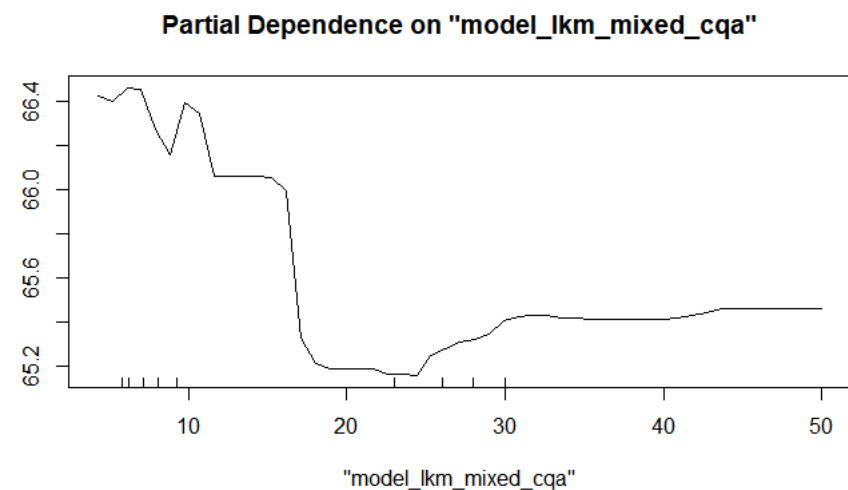
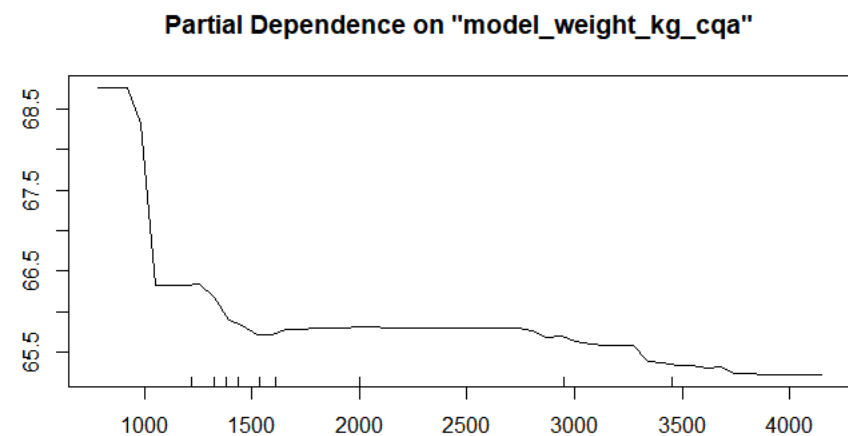
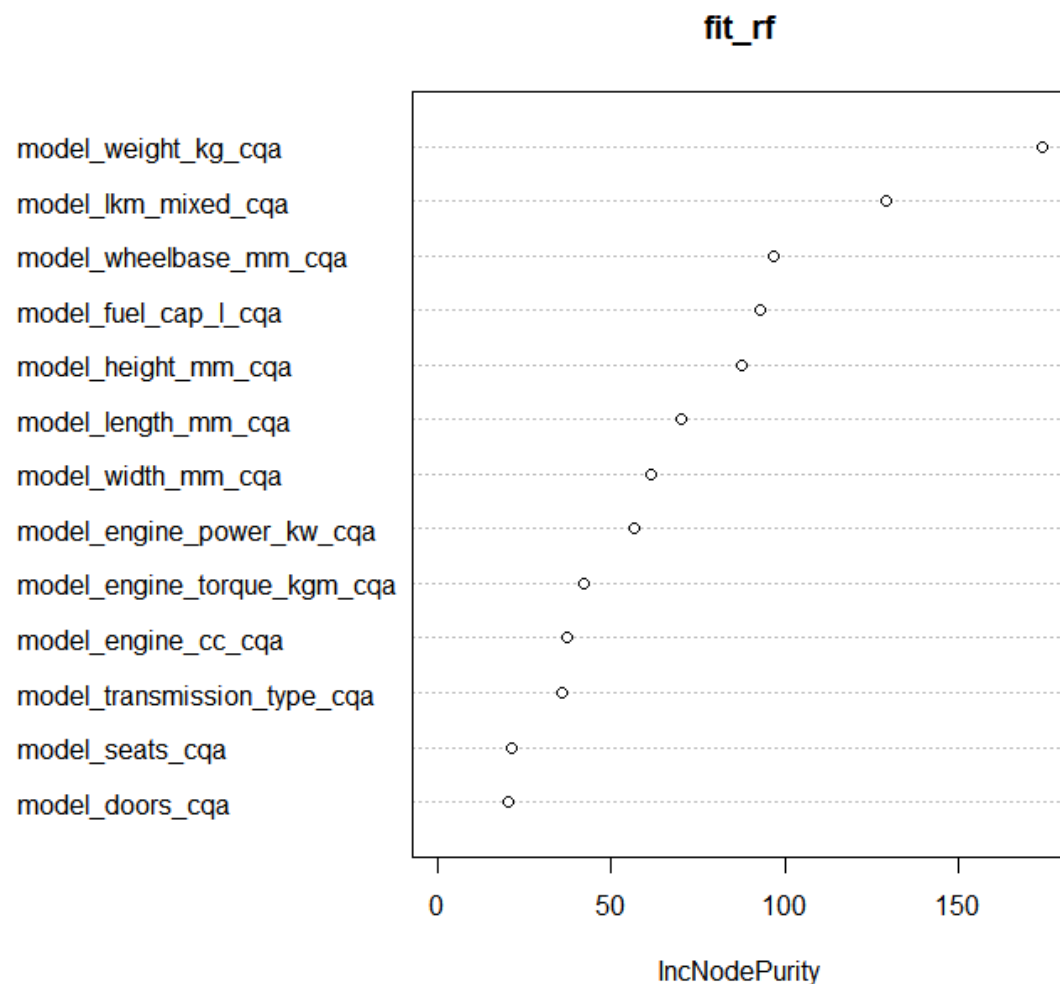
-rf method, MICE 결측 대체
-Random Forest

Pred Y vs real Y



4) 사후분석

-최종 모델을 바탕으로-



3. 대형차

1) 사용 데이터 설명



변수 전처리

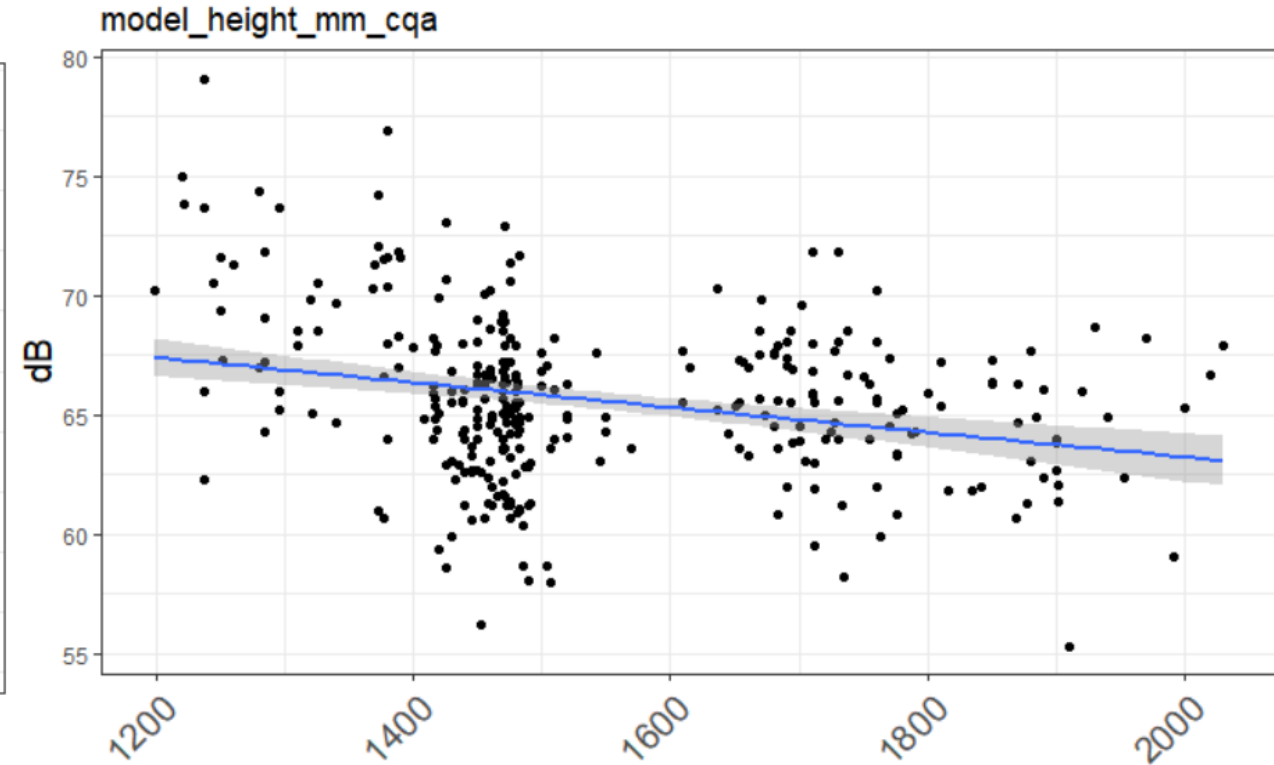
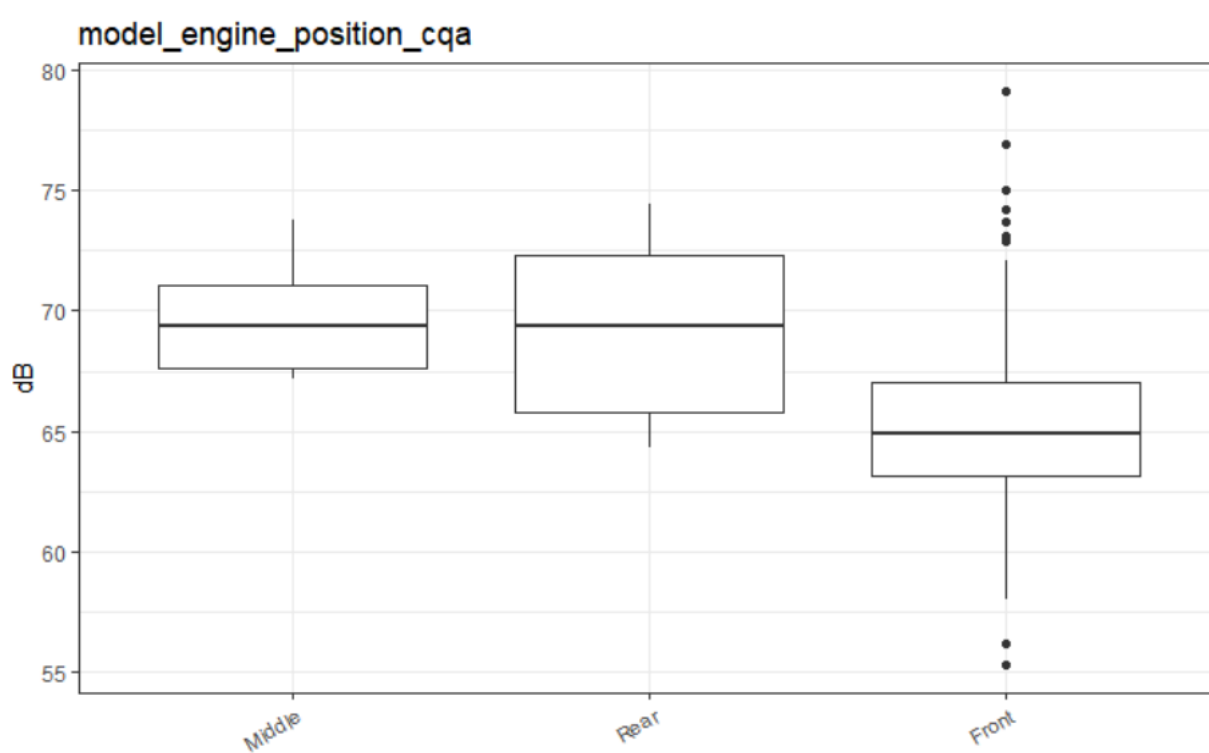
* 범주형 변수

model_body_cqa
(Sedan, SUV, Sport Utility Vehicles)
model_transmission_type_cqa
(Automatic, Manual)
model_engine_fuel_cqa
(Electric 17개 제외)
Make_country_cqa
(Germany, Japan, USA)

* 다중공선성(Vif > 10 제외)

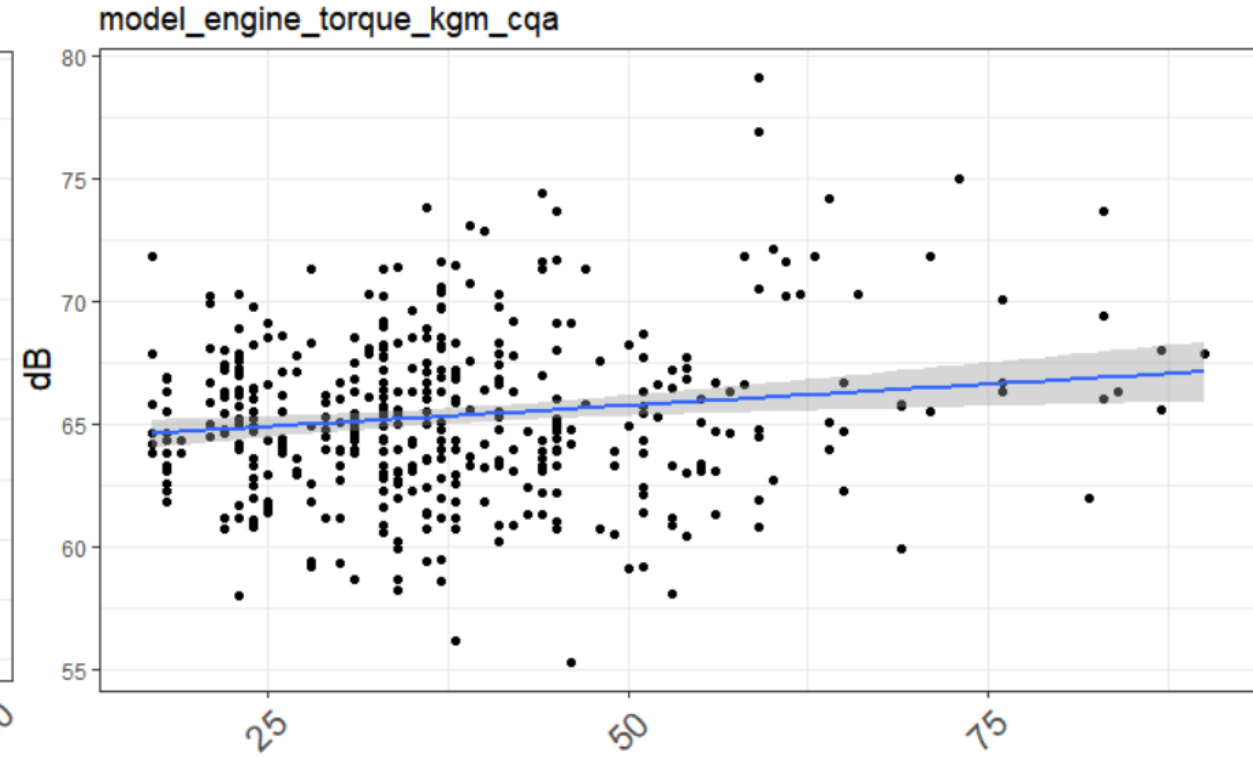
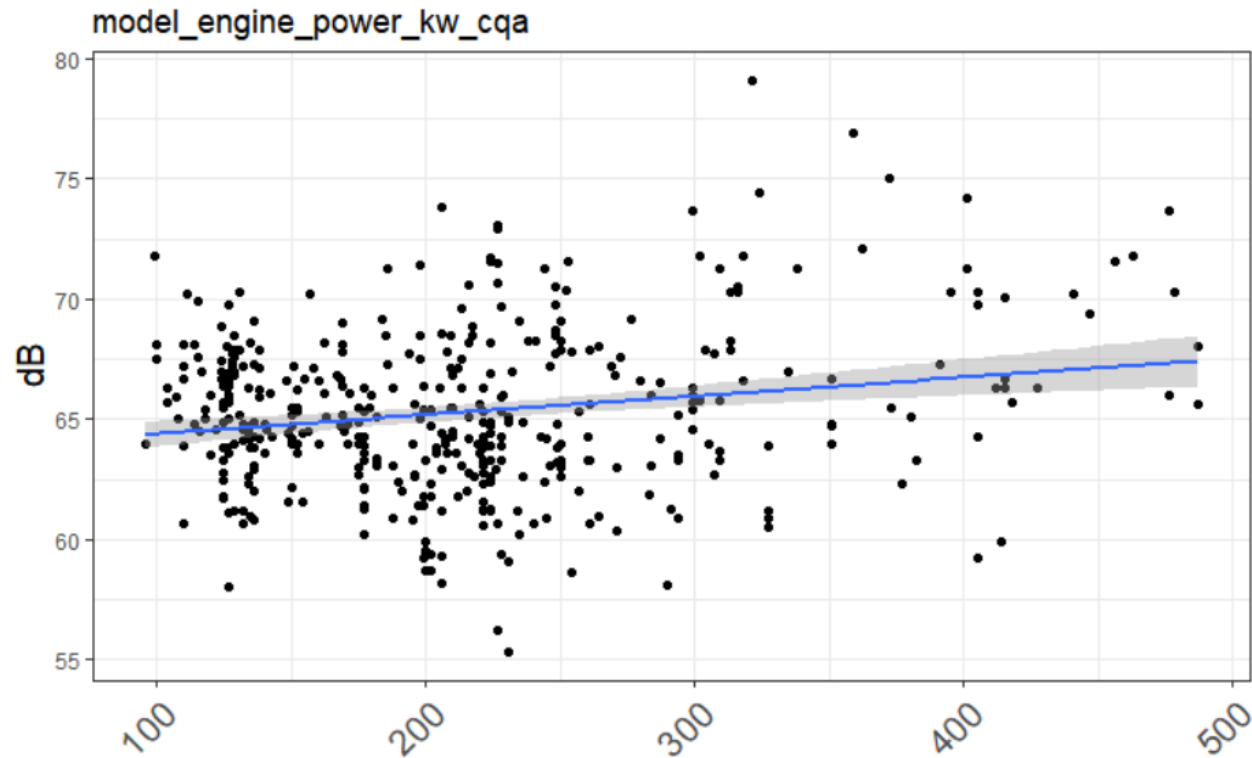
model_engine_valves_per_cyl_cqa
model_engine_cyl_cqa
model_engine_fuel_cqa

2) EDA



엔진 위치가 Middle, Rear일 경우 Front보다 소음 다소 높았고,
전고(높이) 좌석수가 증가할수록(차량 크기 커질수록) 소음 감소

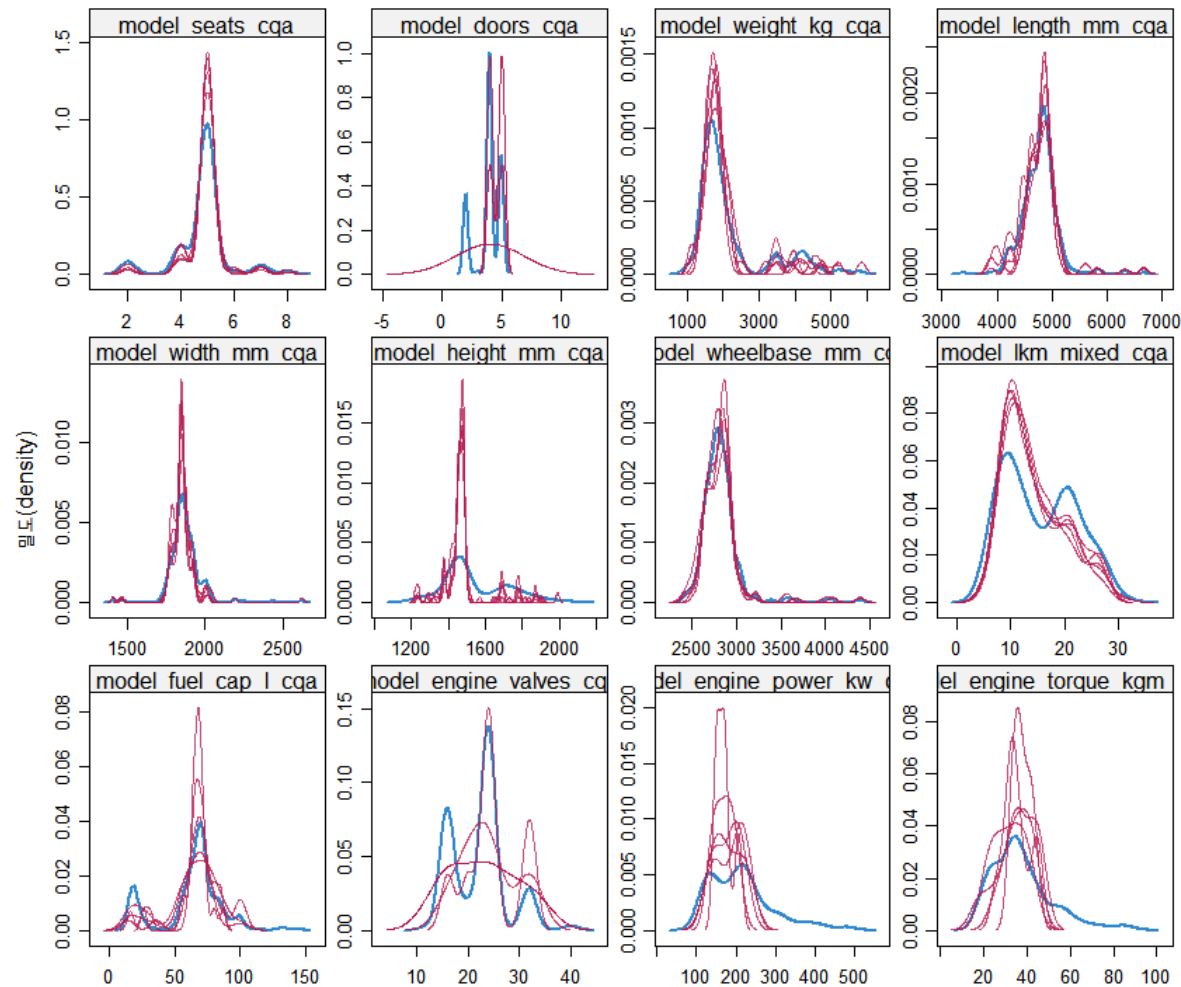
2) EDA



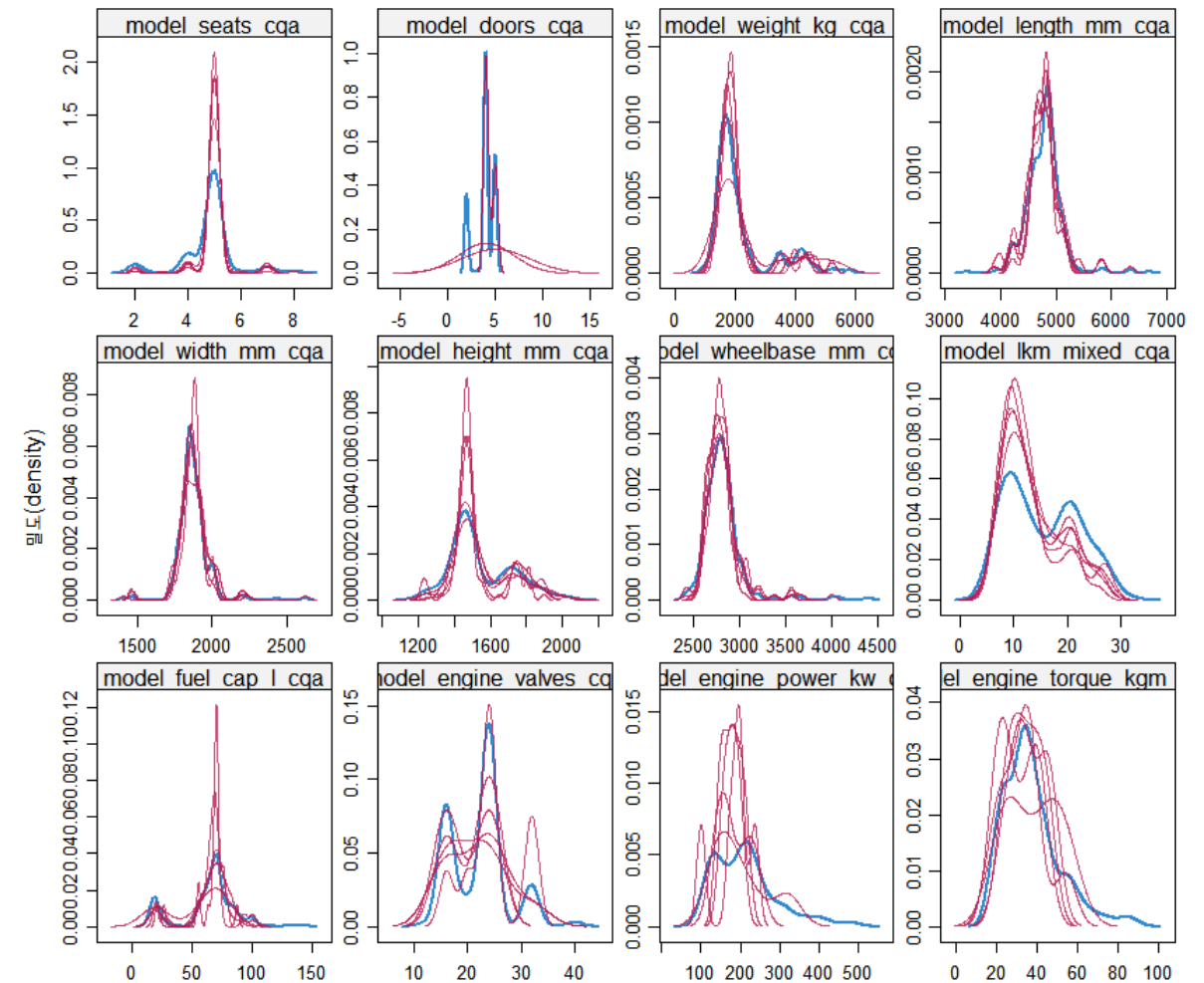
특히 대형차는 엔진 파워(최고속도에 얼마나 빨리 도달하고 지속 할 수 있는가),
엔진 토크(순간가속도, 순간적으로 발휘할 수 있는 힘의 총량) 증가할수록 소음도 함께 증가

3) Modeling Mice(cart, rf)

Method= "Cart"



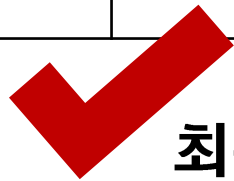
Method= "RF"



3) Modeling

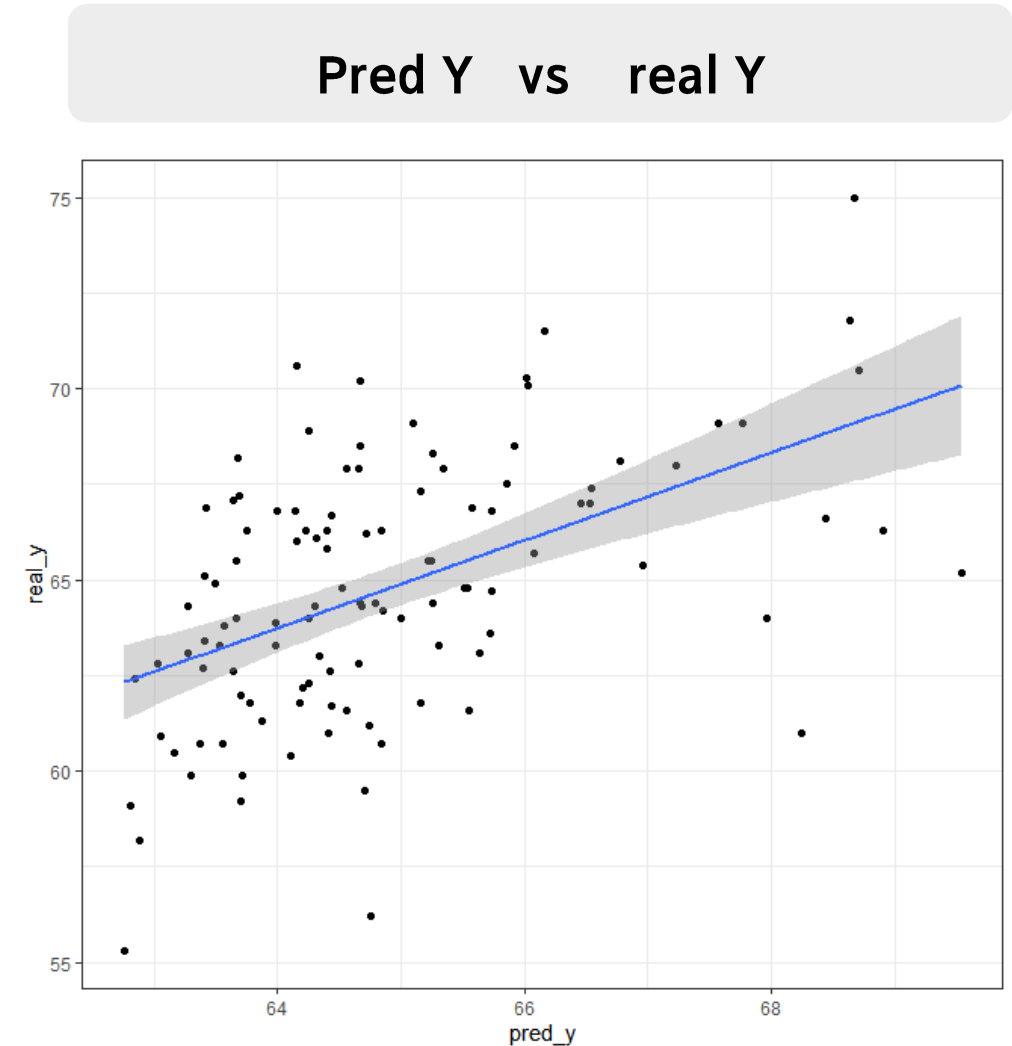
Mice(cart, rf)

모델 \ 결측대체	Mice(cart)	Mice(rf)
GLM	3.1735	3.095
Random Forest	2.9196	2.865
Support Vector Regression	3.0879	3.0191
Xgboost	3.0344	3.1352



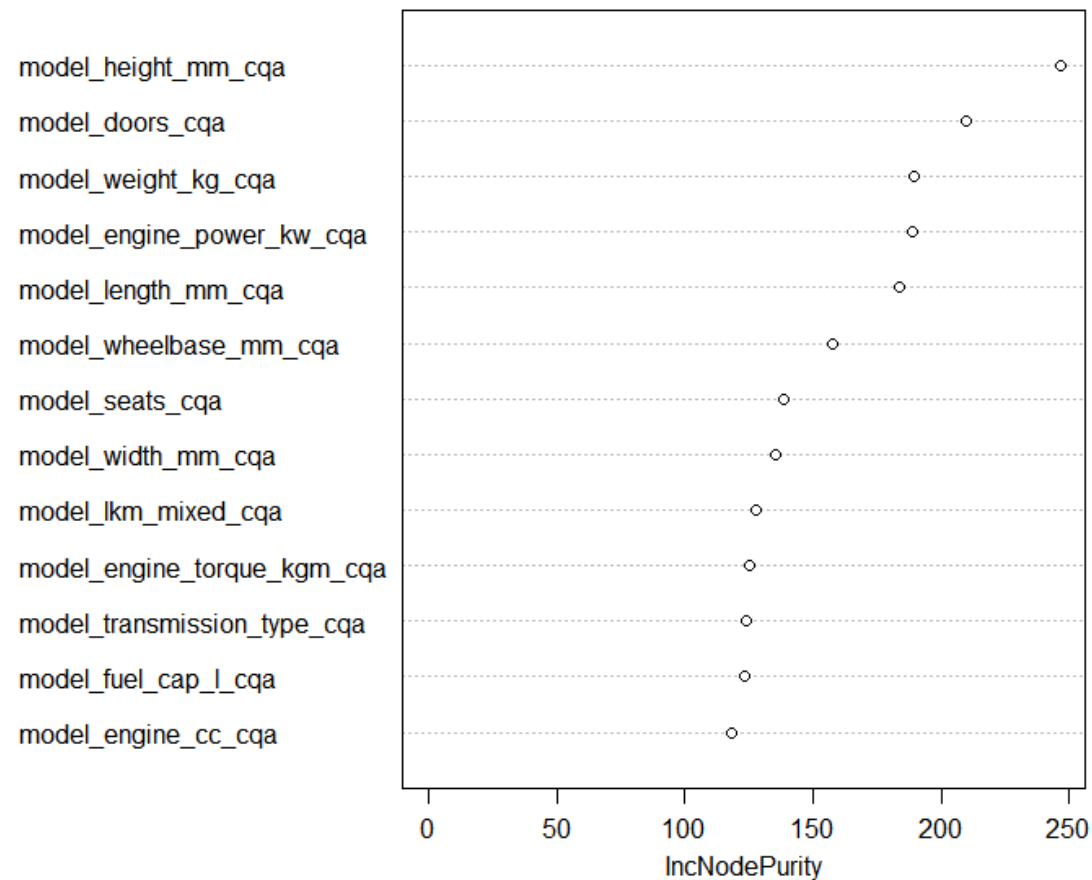
최종 모형

-rf method, MICE 결측 대체
-Random Forest

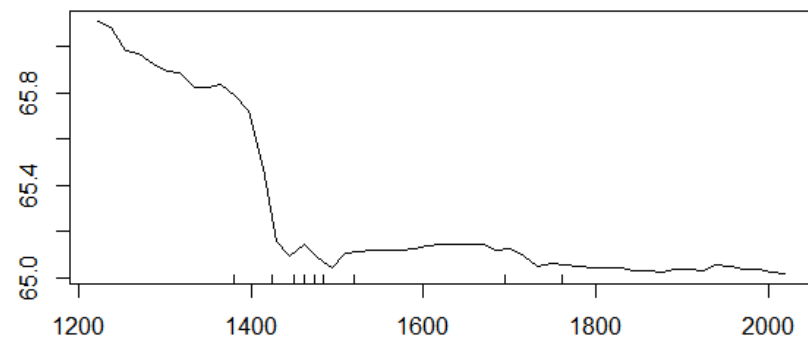


4) 사후분석

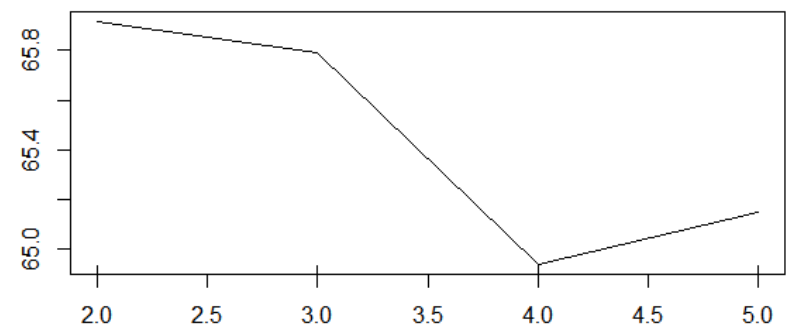
-최종 모델을 바탕으로-



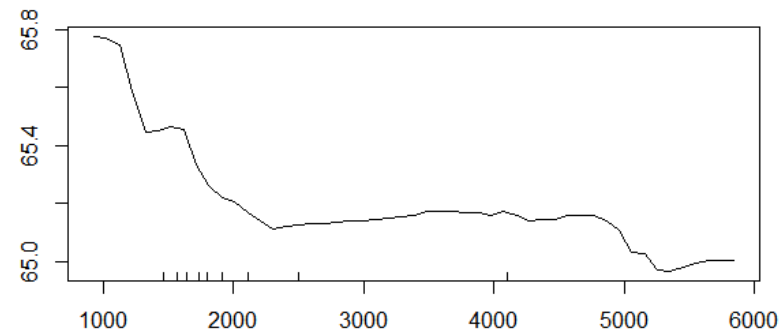
Partial Dependence on "model_height_mm_cqa"



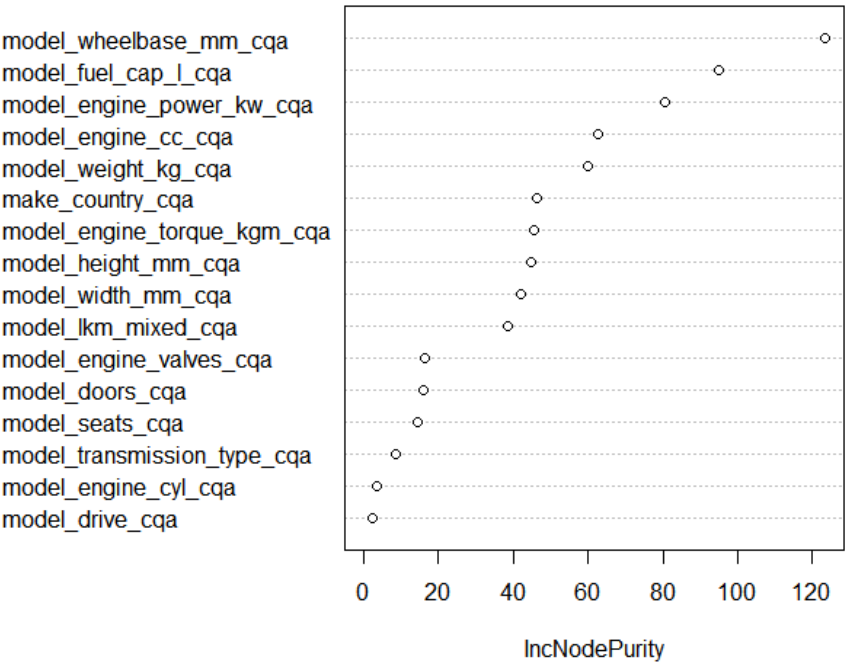
Partial Dependence on "model_doors_cqa"



Partial Dependence on "model_weight_kg_cqa"

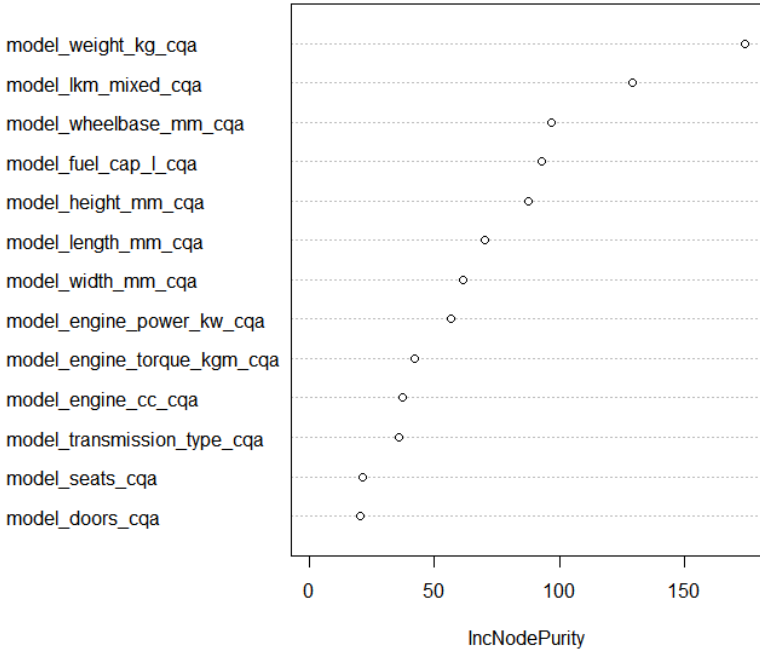


소형



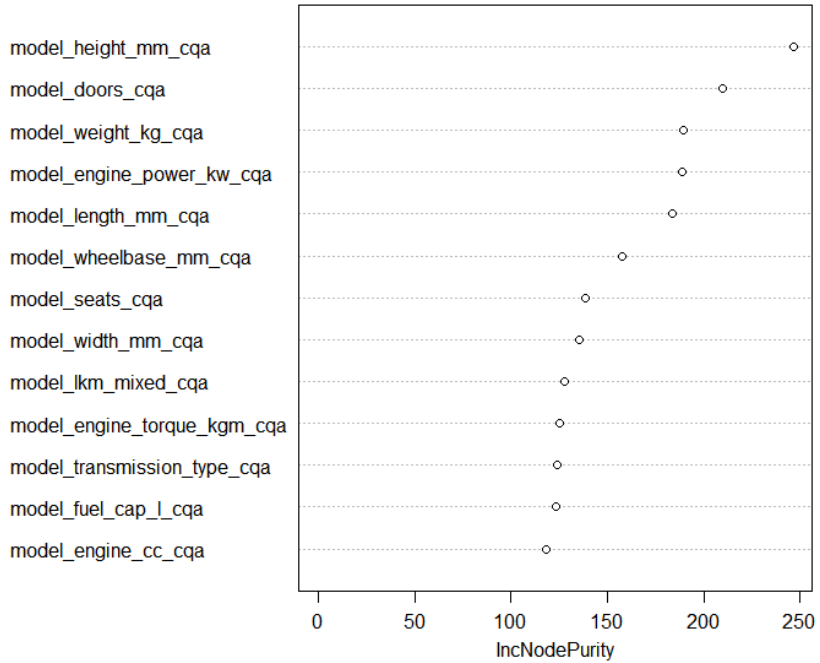
축간거리, 연료통 용량
기타: 배기량, 무게

중형



무게와 연비
기타 :축간거리, 연료통 용량, 높이

대형



주로 외적인 스펙
(차량 높이, 차량 문 수, 무게)

Contents

01 프로젝트 소개

1. 분석 목적

02 데이터 소개 및 전처리

03 차종별 소음 원인 찾기 (EDA-전처리-모델링)

0. 차종 분류 과정 및 특징 비교

1. 소형

2. 중형

3. 대형

04 결론- 최적 사양 및 Best Car 선정

- 범주 - 디젤차 한정
- 유클리디안 거리 기준 가장 가까운 차량 선정

소형-Ford Focus 2008, Sedan



변수명	최적값	BestCar
model_engine_cc_cqa	1600	1560
model_engine_cyl_cqa	4	4
model_engine_valves_per_cyl_cqa	4	4
model_seats_cqa	5	5
model_doors_cqa	2	4
model_weight_kg_cqa	2701	1320
model_length_mm_cqa	4854	4490
model_width_mm_cqa	1410	2000
model_height_mm_cqa	1250	1460
model_wheelbase_mm_cqa	2919	2650
model_lkm_mixed_cqa	5	4.8
model_fuel_cap_l_cqa	65	52
model_engine_valves_cqa	6	16
model_engine_power_kw_cqa	155	80
model_engine_torque_kgm_cqa	8	24

중형- Audi A4 2014, Compact Car

- 범주 -Front Wheel Driv , Germany 한정



대형- Ford Flex 2009



변수명	최적값	BestCar
model_engine_cc_cqa	1500	2000
model_engine_cyl_cqa	6	4
model_seats_cqa	7	-
model_doors_cqa	2	4
model_weight_kg_cqa	4150	1595
model_length_mm_cqa	3729	4702
model_width_mm_cqa	2165	-
model_height_mm_cqa	1850	-
model_wheelbase_mm_cqa	2919	-
model_lkm_mixed_cqa	5	27
model_fuel_cap_l_cqa	12	61
model_engine_valves_cqa	24	16
model_engine_power_kw_cqa	228	162
model_engine_torque_kgm_cqa	37	26

- V형 엔진, Front Wheel Driv, Automatic, USA 한정

참고자료

1. 위키피디아 Noise, vibration, and harshness

- https://en.wikipedia.org/wiki/Noise,_vibration,_and_harshness

2. An overview of automobile noise and vibration control

- https://www.researchgate.net/publication/270775858_An_overview_of_automobile_noise_and_vibration_control

3. Y기준을 위한 풍절음 참고자료

- <https://1boon.daum.net/HMG/5dc8a065bcd34944b2b8bc57>

4. NVH 분석방법론 소개

- <https://www.youtube.com/watch?v=dA2XTnE84LM>

5. 마력 vs 토크 개념정리

- <https://kixxman.com/horsepower-and-torque-about-engine-power>

6. 실내 소음

- <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=15932282&memberNo=30135833>

7. 프라우스 소음에 대하여

- https://www.clien.net/service/board/cm_car/10798609

8. 소음이 예뻐졌다. 소음지우기 마케팅

- https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/07/25/2017072501826.html
- <http://search.me.go.kr/search/totalSearch/search.jsp?q=%EC%9E%90%EB%8F%99%EC%B0%A8+%EC%86%8C%EC%9D%8C>

감사합니다 😊

