creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

[UCI]I804:24011-200000256939

차량 진단보조 시스템을 위한 온톨로지 구현

The Implementation Ontology for
Vehicle Diagnosis Support System

2012년 2월

조선대학교 대학원

컴퓨터공학과

이 효 갑

차량 진단보조 시스템을 위한 온톨로지 구현

지도교수 김 판 구

이 논문을 공학석사학위신청 논문으로 제출함.

2011년 10월

조선대학교 대학원

컴퓨터공학과

이 효 갑

이효갑의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 李 俊 (인)

위 원 조선대학교 교수 鄭賢淑 (인)

위 원 조선대학교 교수 金 判九 (인)

2011년 11월

조선대학교 대학원

목 차

Ⅰ. 서론 ····· 1
A. 연구배경 및 목적 ····· 1
B. 연구내용 및 구성 ····· 2

Ⅱ. 관련 연구 ····· 3
A. 차량 센서 신호를 이용한 차량 진단 ····· 3
1. 차량 센서의 종류 및 분류 ····· 3
2. 차량 전자 제어 시스템 ····· 7
3. 차량 센서 신호를 이용한 차량 진단 ····· 8
B. 온톨로지를 이용한 지식베이스 구축 ····· 9

Ⅲ. 차량 온톨로지 구축 ····· 12
A. 차량 온톨로지 범위 결정 ····· 12
B. 차량 온톨로지 자료 수집 및 분석 ····· 13
C. 클래스 계층구조 결정 ····· 14
D. Individual의 Property 설정 ····· 15
E. 차량 온톨로지 제약 사항 설정 ····· 19

Ⅳ. 차량 상태 진단 시스템 ····· 21
A. 차량 상태 진단 시스템 설계 ····· 22
1. 차량 온톨로지 설계 모듈 ····· 22
2. 추론 엔진 모듈 ····· 23
a. SWRL Rule을 위한 규칙설계서 정의 ····· 24
b. 차량 온톨로지 SWRL Rule 설정 ····· 26
3. OWL 파서 모듈 ····· 29
4. 질의 처리 모듈 ····· 30

5. 사용자 인터페이스 ····· 33
B. 실험 및 평가 ····· 32

Ⅵ. 결론 및 제안 ····· 37

참고문헌 ····· 38

부 록 ····· 41

표 목 차

[표 2-1] 인간의 오감과 센서와의 비교 ····· 4
[표 2-2] 차량의 기능과 측정 센서 ····· 6
[표 2-3] 온톨로지 설계시 요구사항 ····· 11
[표 3-1] 차량 고장 원인과 조치 및 관련 센서 ····· 14
[표 3-2] 차량 온톨로지 Property와 설명 ····· 17
[표 3-3] 차량 온톨로지 Individuals ····· 18
[표 4-1] 상황기반 시나리오 ····· 25
[표 4-2] 규칙 설계서 ····· 27
[표 4-3] 차량 온톨로지 SWRL Rules ····· 28
[표 4-4] SWRL Rules에 임의 값을 적용한 Test Set ····· 33
[표 4-5] Individual의 Rule 적용 횟수와 Inferred Axioms 확장 수 35

그 림 목 차

[그림 2-1] 차량용 센서 분표율 ····· 5
[그림 2-2] 차량 전자 제어부 구성도 ····· 7
[그림 2-3] 센서 출력의 특성 ····· 9
[그림 3-1] 차량 온톨로지 표현 범위 ····· 13
[그림 3-2] 차량 온톨로지 클래스 계층 구조 ····· 14
[그림 3-3] 차량 센서의 Individuals ····· 15
[그림 3-4] Individuals의 구조 ····· 16
[그림 3-5] hasPart의 인버스 프로퍼티 ····· 19
[그림 3-6] 차량 온톨로지 Property Matrix ····· 20
[그림 4-1] 차량 상태 진단 시스템 전체 구성도 ····· 22
[그림 4-2] 병합된 다양한 도메인 온톨로지 컨셉 ····· 23
[그림 4-3] OWL 파서의 처리 과정 ····· 30
[그림 4-4] 질의 모듈의 처리 순서 ····· 31
[그림 4-5] DL Query 실행 화면 ····· 32
[그림 4-6] 15개 Rule과 도출된 Inferred Axioms ····· 34
[그림 4-7] 차량 진단 시스템 질의 처리 모듈 ····· 36

ABSTRACT

The Implementation Ontology for Vehicle Diagnosis Support System

Hyogap Lee
Advisor : Prof. Pankoo Kim, Ph.D
Department of Computer Engineering
Graduate School of Chosun University

Vehicles are one of the most important transportation systems over the world. Many researchers have been struggled to improve performances and structures of cars. Recently, the vehicle markets demand to companies to guarantee a safety and convenience of automobiles. Moreover, customers have been requesting not only for the advanced performance or energy saving but also, exhaust gas reduction. In other words, the smart vehicle system that providing intelligent information is essential at this moment.

Due to the increase of user demands for vehicles and a diversity of electronic equipments, engineers need to have long period experiences and maintenance skills. However, the senior experts who are good at examine diverse vehicles are still not enough to satisfy customer demands.

In order to analyze signal from vehicles to identify what problem is lots of researches have been studied for the vehicle diagnosis. Even so, there is a problem that only little specific sensor information is displayed on the screen in dashboard compare to the number of sensor in the vehicles. Because of this reason, it is difficult to give precise information to driver which parts are disabled or how to solve it using the current system. In order to solve this

drawback, it is necessary to have a system which is possible to build knowledge base to support logical reasoning, effectively. In this paper, I propose a vehicle diagnosis supporting system using vehicle ontology to make adequate decisions for the vehicle condition even though, the driver is not familiar with specific vehicle information. I believe that the proposed system will strengthen the traditional vehicle maintaining system.

Ⅰ. 서론

A. 연구배경 및 목적

수많은 부품으로 이루어진 자동차는 인간의 중요한 운송수단이 되었으며 성능과 구조면에서 지속적인 발전을 해왔다. 최근 자동차 시장은 자동차의 안전과 편의성, 성능 향상, 에너지 절감, 매연 절감 등, 사용자에게 지능형 정보를 제공하는 Smart 자동차의 개발을 요구하고 있다. 특히 차량 센서 기술 분야에서는 최신의 장비 및 기술들이 적용되고 있다.

센서를 활용한 신기술 서비스 개발이 차량의 안전성, 편의성, 환경친화성을 위한 필수적 요소가 되었고, 이러한 소비자의 요구를 만족시키기 위해서 다양한 센서들이 필요하게 되었다[1]. 차량의 시각 센서와 데이터 융합 기술을 이용한 사각지점에 대한 정보를 제공하여 주는 센서 시스템, 차선을 바꿀 때 위험 상황을 모니터링 해주는 센서, 초음파 센서를 사용한 안전한 주차 시스템, 전자적인 컨트롤을 위한 조향 시스템을 위한 센서등과 같은 차량용 센서들이 개발되었거나 활발히 연구 되고 있으며, 이런 센서들은 안전과 편의성 향상에 도움을 준다. 그러나 차량에 대한 수요의 증가와 제품 및 전자장비의 다양화는 많은 정비 기술자와 축척된 진단 기술을 요구하고 있지만 숙련된 고급 정비 인력과, 차량 종류에 따른 진단기술은 그 수요에 미치지 못하고 있다.

지금까지 자동차 상태 진단 분야에서는 고장신호 분석을 위해 신호 처리 기술을 이용하여 자동차 부품에서 나오는 이상신호를 분석하거나, 유사한 사례분석을 이용하여 경험 중심의 자동차 상태 진단 연구가 진행되어왔다. 하지만 이전 연구들의 문제점은 자동차 제작에 들어가는 부품의 수에 반해 특정 센서 정보만을 계기판에 보여주고 경고해주는 현재의 기계적 방식으로는 현상에 대한 원인과 대처 요령 등 사용자가 필요로 하는 정보를 자세히 알려 주기 힘들다. 특히 수 만개 부품이 서로 영향을 끼치는 유기적인 관계를 가지는 차량의 조기 진단에 어려움을 겪을 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 효과적으로 지식 체계를 구축할 수 있고 질의 및 논리 추론이 가능한 온톨로지를 차량 진단에 활용하여 경험에 의존하는 기존 정비 방법을 보안하고 사용자가 전문적인 지식 없이 자동차 상태에

대한 효과적인 판단을 할 수 있도록 보조적인 역할을 수행할 수 있는 차량 상태 진단 시스템을 제안한다.

B. 연구내용 및 구성

본 연구의 전체구성은 Ⅱ장에서 자동차 상태 진단을 위한 관련 연구로 차량 센서에서 나오는 신호를 이용한 상태 진단과 온톨로지를 이용한 상태 진단으로 나누어 살펴보고 Ⅲ장에서는 자동차 상태 진단을 위한 전체구성에 대하여 기술하였다. Ⅳ장에서는 자동차 온톨로지 구축하고 Ⅴ장에서는 생성된 자동차 온톨로지를 바탕으로 차량 운행 중 상황에 따른 규칙을 SWRL를 이용하여 룰을 생성하고, Ⅵ장에서 추론엔진 Jess7.1을 이용하여 임의 값을 적용하여 실제 결과와 비교평가를 하고 추가된 확장된 공리를 확인하였다.

Ⅱ. 관련 연구

자동차 상태 진단 분야에서 차량을 정확하고 효과적으로 진단하고 정비하기 위해 많은 노력을 기울여 왔다. 과학의 발전으로 차량에 다양한 전장제품이 개발되어 차량 제조에 들어가는 부품 수가 증가하면서 사용자의 안전을 지킬수 있는 차량 진단 보조 시스템의 필요성이 대두되었다. 본 절에서는 차량 상태 진단 방법을 크게 센서 신호를 이용한 분석 및 일반적인 진동과 소음, 차량 부품의 상태를 분석한 현상 분석 방법과 온톨로지를 이용한 상태 진단 방법으로 나누어 살펴보고 위 방법론의 장·단점을 비교하여 평가하였다.

A. 차량 센서 신호를 이용한 차량 진단

1. 차량 센서의 종류 및 분류

차량에서는 센서가 인간의 감각 기관에 해당하는 역할을 수행한다. [표 2-1]는 인간의 감각 기관과 기계장치에서 쓰이는 센서와의 관계를 비교하여 보여주고 있다. [표 2-1]과 같은 센서를 포함하여 한 대의 자동차는 약 2만 여개의 다양한 부품들로 조합된다. 최근에는 차체 내에 사용되고 있는 전자부품은 소형화 되면서도 기능에 있어서는 더욱 정확한 전자제어 시스템들이 점점 늘어나고 있는 추세이다.

차량 센서 기술은 새로운 센서의 개발에서부터 특성 개선, 신호처리 및 신호 분석, 합성기술, 센서의 지능화 기술, 여러 가지 기능을 융합시킨 Smart-센서에 이르기까지 다양하게 발전해 가고 있다. 자동차에서 센서는 동력을 발생시키는 일련의 연소 과정을 모니터링하고, 차륜과 현가장치에 가해지는 부하 상태를 파악하며, 충돌과 같은 외부적 위험 요소를 감지해 내는 등 많은 양의 정보를 수집하여 제어장치에 보내준다.

[표 2-1] 인간의 오감과 센서와의 비교

인간의 기관	인간의 감각	센서의 종류	관련 센서
눈	시각(빛)	광 센서	광도전 소자, 이미지, Photo-Diode
귀	청각(소리)	음향 센서	마이크로폰, 압전 소자, 진동자
피부	촉각(압력) (온도) (습도)	진동 센서 온도 센서 액레벨 센서	Strain Gauge, 반도체 압력 센서, 백금 서미스터, 적외선
혀	미각(맛)	맛 센서	백금, 산화물, 반도체, 가스 센서, 입자 센서
코	후각(냄새)	냄새 센서	Bio-Chemical 소자, Zirconia 소자
오감이 아닌 센서		중력 센서 자기 센서	자이로효과, 가속도센서 Hall소자, Radar, SQUID

차량 센서로는 압력 센서, 자기 센서, 가속도 센서, 각속도 센서, 온도 센서, 음향 센서, 페달(Pedal) 센서 등이 있으며 엔진에 사용되는 유체, 배기가스 모니터링과 같은 기능을 수행하기 위한 센서들이 기본적으로 장착되어 있다. 엔진에 비하여 트랜스미션에는 많은 센서가 사용되고 있지 않다. 클러치와 기어 등에 토크센서의 필요성이 제기되었으나 크게 진전을 보이지는 못했다.

자동차의 동력을 도로에 전달하고, 충돌이나 기타의 위험으로부터 운전자를 보호하는 기능을 담당하고 있는 섀시는 1978년 ABS 시스템이 도입되기 이전에는 거의 전적으로 운전자의 힘 또는 유압 시스템의 작용으로 동작하는 기계적인 구조로 구성되어 있었다. 또한 주행 시 주위 차량과의 거리나 상대속도를 측정하고 위험을 알려주는 충돌 경보 시스템, 목표 지점까지 주행 경로를 알려주는 항법 시스템에 사용되는 센서들이 있다[3]. 에어백 센서 또한 정상범위 최대치를 넘게 되면 에어백을 작동시키기 위한 신호가 발생하게 된다. 타이어 공기압센서는 각 타이어마다 장착되어 4개의 센서가 타이어 공기압력을 체크한다. 타이어 회전 감지센서는 일정 시간 동안 타이어가 회전수를 감지하여 속도를 측정한다. 브레이크 페달 감지센서와 액셀페달 감지센서는 사용자에 의해 눌린 각도를 측정하게 된다. 이러한 센서와

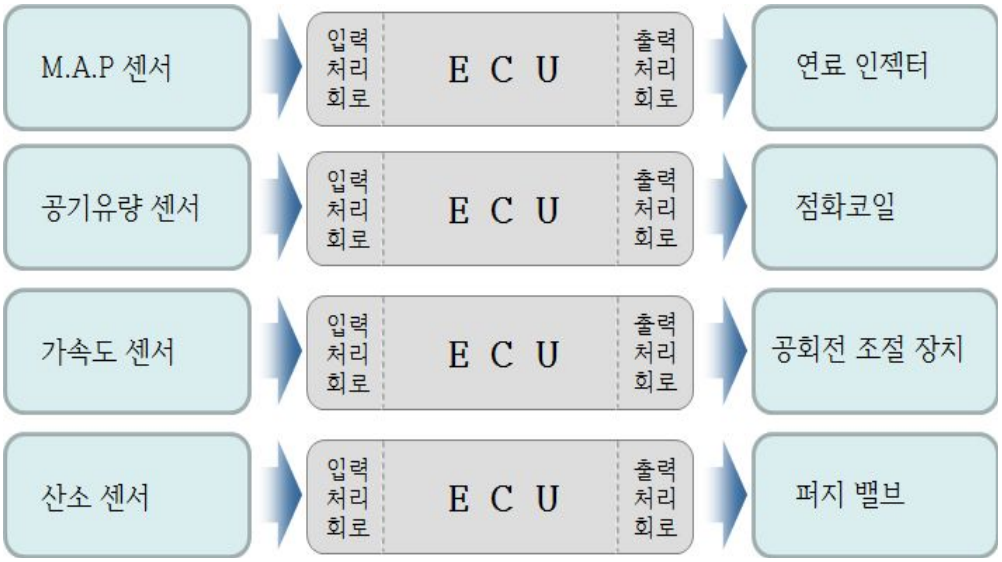
연결되는 장치는 에너지를 저장하기 위한 장치인 전기배터리, 전동장치, 제어장치, 변속기, 보조 장치, 프레임, 타이어 등이 있으며 이 장치와 연결된 센서로부터 장치의 상태를 파악할 수 있다. [표 2-2]는 차량의 기능을 15가지로 분류하고 그에 따른 측정 가능 센서를 보여주고 있다. 이처럼 센서는 차량의 세밀한 부분까지 감지하여 차량 상태 파악에 도움을 주고 있다. 하지만 분산되어 있는 센서정보를 온톨로지로 통합하여 차량 상태진단에 사용을 한 연구는 이루어지지 않고 있다. 본 논문에서는 이러한 장치와 센서간의 연결 관계를 파악하여 온톨로지로 구성하며 이를 통한 장치의 상태 진단을 하고자 한다.

[표 2-2] 차량의 기능과 측정 센서

구분	센서	기능
에어백 작동	충돌 감속, 차량 전복, 안전벨트 착용	안전
안전벨트 고정	차량 감속	안전
좌석 점유	하중 감지	안전
주차	초음파 어레이, 넓은 빔폭 레이더	안전
사각점 감시	넓은 빔폭 레이더, 다중빔 적외선 레이저 어레이	안전
차선 이탈	머신 비전	안전
야간 비전	수동 적외선 영상, 능동 근적외선 조명	안전
적응형 크루즈 컨트롤	밀리미터 웨이브 레이더, 적외선 레이저	지능형 교통 시스템
측면 차선 유도	머신 비전, 자력계	지능형 교통 시스템
절대 위치	GPS	네비게이션
자동 항법	바퀴 운동, 차량 편요각	네비게이션
편의사항	자동 조광 거울, 야간 헤드라이트빔	편의사항
기후	온도, 태양광, 습도, 주변대기, 비/안개	편의사항
A/C 압축 조절	온도, 압력	편의사항
차량 도난 방지	차량 기울기, 진동, 초음파 내부 움직임 감지	보안

2. 차량 전자 제어 시스템

차량의 전자제어 시스템 중 에어백 시스템(Airbag System), 브레이크 잠김 방지 시스템(Anti-lock Brake System: ABS), 전자제어 엔진 시스템, 전자제어 현가 시스템(Electronic Control Suspension System: ECS), 전자제어 조향 시스템(Electronic Power System: EPS) 등은 중대형 차종에서는 이미 기본 사양처럼 되어가고 있고, 소형 차종에서도 선택적으로 추가할 수 있는 시점에 와 있다. 이 밖에도 차체 거동 제어 시스템(Vehicle Dynamic Control System: VDC), 관성항법 시스템(Navigation System), TCS(Traction Control System), CCS(Cruise Control System),충돌 방지 시스템(Collision Avoidance System), 화상정보 시스템 등의 새로운 시스템이 지속적으로 개발되고 있다[4].



[그림 2-2] 차량 전자 제어부 구성도

차량의 ECU(Electronic Control Unit)는 차량 상태를 입력, 출력, 연산 할 수 있는 전자 장치의 핵심 부품이다. 이는 센서로부터 입력 신호를 받아 연산을 통해 차량의 연료 분사, 엔진 점화 시기, 엔진에 유입되는 공기량을 제어할 수 있도록 해준다. 이때 센서의 역할은 자동차에서 일어나는 모든 현상을 모니터링하고, 차륜과

현가장치에 가해지는 부하 상태를 파악하며, 충돌과 같은 외부적 위험 요소를 감지해 내는 등 많은 양의 정보를 수집하여 제어장치에 보내준다. 즉 센서는 운전자에 의해 결정되는 요소를 차량에 전달하기 위해 냉각수 온도, 배터리전압, 흡입 공기 온도, 흡기부압, 대기압, 크랭크 각도, 엔진 회전수, 산소 농도, 스로틀 밸브의 개폐 상태 등 물리량을 ECU가 처리할 수 있는 전기적 신호로 변환하는 역할을 한다. 제어장치는 이러한 신호를 측정하여 액추에이터(Actuator)에 전달하여 최종적으로 차량을 기동하게 된다.

차량의 전자 제어부는 [그림 2-2]와 같이 센서와 ECU 및 Actuator로 구성된다. 여기에서 ECU의 역할은 입력 장치인 센서와 출력 장치인 액추에이터를 제어한다. 센서는 측정 대상물로 부터 정보를 감지 또는 측정하여 그 측정량을 전기적인 신호로 변환하는 장치, 즉 물리량이나 화학량의 절대치나 변화, 소리, 빛, 전파의 강도를 검지하거나 판별, 측정하여 이용할 수 있는 신호로 변환하는 장치이다. 특히 차량에 장착되는 센서는 그 신호 형태 및 특성자체가 광범위 하며 전기적으로도 다른 파장을 보인다.

3. 차량 센서 신호를 이용한 차량 진단

Sensor를 이용하여 상태를 진단하기 위해서는 ECU 신호 분석이 필수적인 요소다. Embedded Linux를 이용한 ECU 센서신호의 웹기반 원격계측[5]에 관한 연구에서는 실제 차량의 계기판 값과 ECU 인터페이스에서 추출된 데이터 값을 비교 평가하였다. 공회전 상태와 가속, 정지 상태일 때 발생하는 센서 데이터를 이용하여 현재 차량의 상태를 진단하였다.

자동차 전장부 고장진단장치의 개발[6]에 관한 연구에서는 신호의 타이밍, 신호전압의 적정여부, 신호의 연속 등 3가지 요소를 중점으로 일정 시간동안의 펄스 수를 세어 베이스 신호를 확립한 뒤 ECU에 이상 전압이 발생하였을 경우 고장부위와 고장 시기를 파악할 수 있는 시스템을 개발 하였다. [그림 2-3]은 상태에 따라 다르게 출력 신호를 나타내는 펄스를 보여주고 있다[6]. 센서가 회전할 때 나오는 출력 신호와 ECU 내의 측정자 컴퓨터에서 보여주는 신호형태를 나타낸다.

실험적 방법을 이용한 자동차 부품의 고장 신호 분석[7]에서 엔진부 상태를 측정하기 위해 엔진부의 진동 및 소음 측정하여 자동차 이상 상태를 측정하였다. 엔진에 영향을 주는 주변 요소인 엔진 오일, 엔진 과열 상황에서 엔진의 소음과 진동을

비교 평가하여 차량 상태 진단을 수행하였다. 또한 차량의 주요부품인 점화플러그, 타이밍벨트, 차축베어링, 머플러의 이상 증상에 대한 소음과 운전 시 나타나는 증상을 참고하여 자동차 상태를 진단하였다.

차량 고장진단 및 정비대안 생성을 위한 지식형 시스템에 관한 연구[8]에서는 정비가 필요한 요소들의 다양한 데이터를 데이터베이스에 저장해 두고 모의 정비 시 DB에서 고장원인을 사용자에게 제시하고 예상되는 고장원인을 실제 정비 시 활용하는 시스템을 제안하였다.

하지만 차량 센서 신호를 이용한 차량 진단 방법은 차량의 센서 정보만을 이용하여 차량에 대한 진단을 하기 때문에 고장 원인을 정확히 구분하기는 힘들다. 따라서 본 연구에서는 온톨로지를 이용하여 차량 센서와 차량 장치, 차량 상황의 유기적인 관계를 효과적으로 표현할 수 있는 차량 온톨로지를 이용한 차량 진단 보조 시스템을 제안한다.

B. 온톨로지를 이용한 지식베이스 구축

온톨로지는 철학의 존재론인 '나를 포함한 이 세계가 어떻게 구성되어 있는가'에 대한 문제 해결을 위한 학문으로 실재에 대한 정확한 이해를 위해 시작되었다[9,10]. 초기 온톨로지의 개발 목적은 단순한 지식 공유와 지식 재사용에 목적을 두고 있었지만 최근에는 이러한 기본 개념을 발전시켜 사람과 컴퓨터 사이 정보의 통합, 검색, 지식 관리, 시맨틱 웹 등 공통된 이해를 위한 필요성 때문에 다양한 분야로 온톨로지 개념이 확장되고 있다.

온톨로지 개발은 정보의 상호 소통을 가능하게 하고 필요한 정보의 추출을 위해서 정보의 구조를 사람들과 소프트웨어 간에 서로 공동 합의된 형태로 구성한다. 이러한 협력적 구성은 도메인 지식의 재사용 및 지식베이스 병합을 가능하게 한다. 온톨로지 설계시 온톨로지 문서는 네임 스페이스 선언부, 클래스 계층 구조 정의, 클래스 구성원선언, 프로퍼티 정의, 프로퍼티 특성 정의 등으로 구성된다. 소스 코드를 작성하기 위한 온톨로지 기술 언어로 RDF, RDFS, OWL이 있다. 또한 온톨로지를 통해 도메인 내의 가설을 명시하여 차후 수정이 용이하도록 하고, 도메인 지식을 운영상의 지식과 구분하여 도메인 지식을 분석, 이해하기 위해서도 온톨로지는 필요하다. [표 2-4]는 온톨로지 설계시 필요한 요구사항을 생성, 저장, 구조,

수정 및 보안 4단계로 구분하여 보여주고 있다[11].

맥박 온톨로지 기반 U-헬스케어 지원 시스템 설계 및 구현[15]에 관한 연구에서 진단 추론 시스템은 상황정보와 온톨로지 공유 및 통합을 위한 모델링 방법은 다양한 온톨로지 및 상황 정보를 상황 정보 모델로 통합하여 재사용할 수 있는 방법을 제시하고 있다. 모바일 환경에서의 상황인식 시스템 개발 지원을 위한 온톨로지 및 규칙 개발 방법론[16]에 관한 연구에서 상황 인식 시스템 개발에 적합한 온톨로지 개발 방법을 정의하고 급속하게 발전하는 모바일 환경에 개인화된 상황 인식 서비스를 제공하는 시스템을 구현하였다. 사용자에게 부착된 센서를 통해 입력되는 정보는 맥박 압력(strength), 체온, 맥박수, 혈중 산소 포화도등이며 각 맥박 펄스에 대한 상세한 내용을 보여주는 웨이브 폼(Waveform)이 있다. 입력 정보는 문맥관리자(context manager)에서 대응 되는 온톨로지와 비교 및 추론을 처리하게 된다. 위의 사례처럼 온톨로지는 다양한 분야에서 전문가 시스템 개발을 위해 지식베이스를 구축하고 있다.

본 연구에서는 온톨로지를 진단보조시스템에 접목시킴으로써 도메인 전문가가 아닌 비전문가도 손쉽게 차량 정비에서 나온 지식을 온톨로지로 추가, 삭제, 수정함으로써 체계화되고 정리된 지식베이스의 구축이 가능해 질것이다. 이는 나아가 지식이 반영되어 생성된 차량 온톨로지를 합성 및 병합을 통하여 하나의 차량 온톨로지로 통합하고, 통합된 온톨로지를 기반으로 전문가시스템 구현 및 지식의 체계적 공유에 도움을 줄 수 있다.

[표 2-3] 온톨로지 설계시 요구사항

항목	요구 기능
온톨로지 생성	도메인에 해당하는 온톨로지를 사용자가 직접 생성할 수 있음
	생성할 수 있는 온톨로지 종류는 RDF, RDFS, OWL이 포함
온톨로지 저장	사용자의 특성에 맞게 온톨로지를 저장
	기존에 저장되어 있는 온톨로지를 다른 사용자가 이용할 수 있음
온톨로지 구조	온톨로지를 주어, 술어, 목적어로 표현하여 그래프 패턴으로 사용
	온톨로지 내용의 용어 간 관계를 계층적 구조 형태로 나타내어 쉽게 표현
온톨로지 수정 및 보안	사용자가 온톨로지를 다른 온톨로지와 통합할 수 있음
	특정 온톨로지를 다른 온톨로지와 통합할 수 있음.

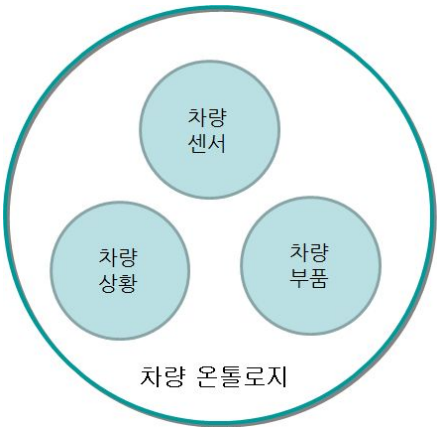
Ⅲ. 차량 올톨로지 구축

본 장에서는 차량 온톨로지를 설계하고 그 과정에 대해서 기술한다. 온톨로지 설계를 위해 Sensor와 차량 부품의 계층별 분류와 관계를 형성하였으며 차량 상태진단에 필요한 현상을 추가하였다. 온톨로지 설계에는 다양한 방법론이 존재하지만 본 논문에서는 Ontology Development 101방법론을 따른다. 위의 방법론은 Protege, Chimaera 등 쉽게 온톨로지를 제작할 수 있는 에디팅 툴에 적합한 방법론이다. 위의 방법론에 따라 클래스와 클래스 계층구조의 정의, 속성에 대한 상세정의, 온톨로지 구성요소의 이름을 명명하였다. 온톨로지를 구현하기 위한 개발도구는 Protege3.3 버전을 이용하였다.

차량 온톨로지 설계는 Ontology Development 101을 방법을 기반으로 본 연구에 단계별 수정을 하였다. 차량 온톨로지 설계는 다음 4단계 절차를 따른다. 1단계 온톨로지 영역과 범위 결정, 2단계 차량 온톨로지 자료 수집 및 분석, 3단계 클래스와 클래스 계층구조 결정, 4단계 individual의 Property 정의 순서로 차량 온톨로지 설계하였다.

A. 차량 온톨로지 범위 결정

차량 온톨로지의 범위를 결정하기 위한 방법은 지식기반인 온톨로지를 이용하여 차량을 효과적으로 표현할 수 있어야 한다. 본 연구에서 차량을 온톨로지로 표현하기 위해 차량을 크게 차량 부품, Sensor, 차량 상황의 3가지 항목으로 구분하여 설계하였다. 차량 부품은 자동차를 구성하는 부품 중 Sensor 제외한 동력 전달계를 구성하는 엔진과 트랜스미션, 섀시 부분을 구성하고 있는 스티어링, 브레이크, 서스펜션, 차체등 차량의 모든 부품을 표현한다. Sensor는 차량에 장착되는 전장부품 중에서 차량을 감지할 수 있는 센서를 표현하는 부분이다. 차량 상황 부분에서는 현재 자동차 상황을 표현하기 위한 부분이다. [그림 3-1]은 차량 온톨로지를 표현범위를 그림으로 보여주고 있다.



[그림 3-1] 차량 온톨로지 표현
범위

B. 차량 온톨로지 자료 수집 및 분석

차량 온톨로지를 설계하기 위해 사용된 데이터는 현대·기아자동차에서 제공하는 차량 정비지침서를 참조하여 현재 차량의 현상과 가능한 원인, 필요한 조치, 관련 센서를 조사하여 총24가지 상황에서 97가지의 가능한 원인과 조치를 데이터로 수집하였다. [표 3-1]은 사용자가 도로를 주행하는 중 주행속도를 준수하는 상황에서 과도한 엔진의 진동을 느꼈을 때 차량원인과 조치 관련센서를 보여주는 표이다. 주행중 차량에 과도한 엔진의 진동이 발생한다는 1가지의 원인과 이에 따른 가능한 원인 4가지, 그 원인에 대한 4가지 조치 방법과 2가지의 관련된 센서를 보여주고 있다.

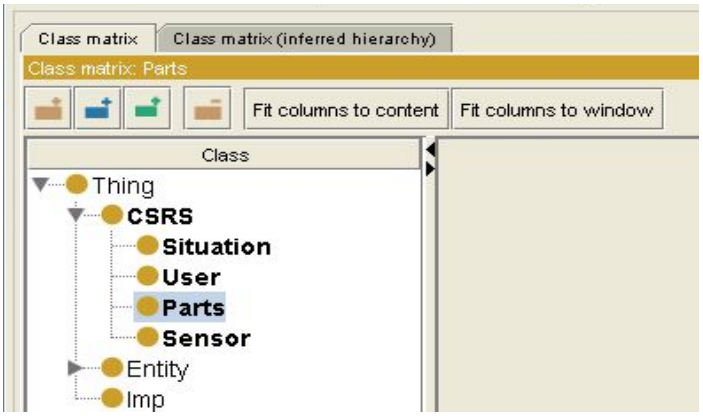
수집된 데이터를 바탕으로 앞에서 정의한 차량 온톨로지 표현범위에 해당하는 항목으로 분류하였다. 차량 상황에는 과도한 엔진의 진동이 포함되고 가능한 원인에 기술되어 있는 엔진, 변속기, 인슐레이터등은 차량 부품에 포함된다. 관련 센서에 기술되어 있는 기어관련 센서 및 엔진 관련 센서는 Sensor에 포함되어 분류하였다.

[표 3-1] 차량 고장 원인과 조치 및 관련 센서

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
과도한 엔진의 진동	1. 엔진 롤 스톱퍼(앞, 뒤) 풀림 2. 변속기 장착 브라켓트 풀림 3. 엔진 장착 브라켓트 풀림 4. 센터 멤버 풀림 5. 변속기 장착 인슐레이터 파손 6. 엔진 장착 인슐레이터 파손 7. 엔진 롤 스톱퍼 인슐레이터 파손	1. 재조임 2. 재조임 3. 재조임 4. 재조임 5. 교환 6. 교환 7. 교환	기어관련센서 엔진관련 센서

C. 클래스 계층구조 결정

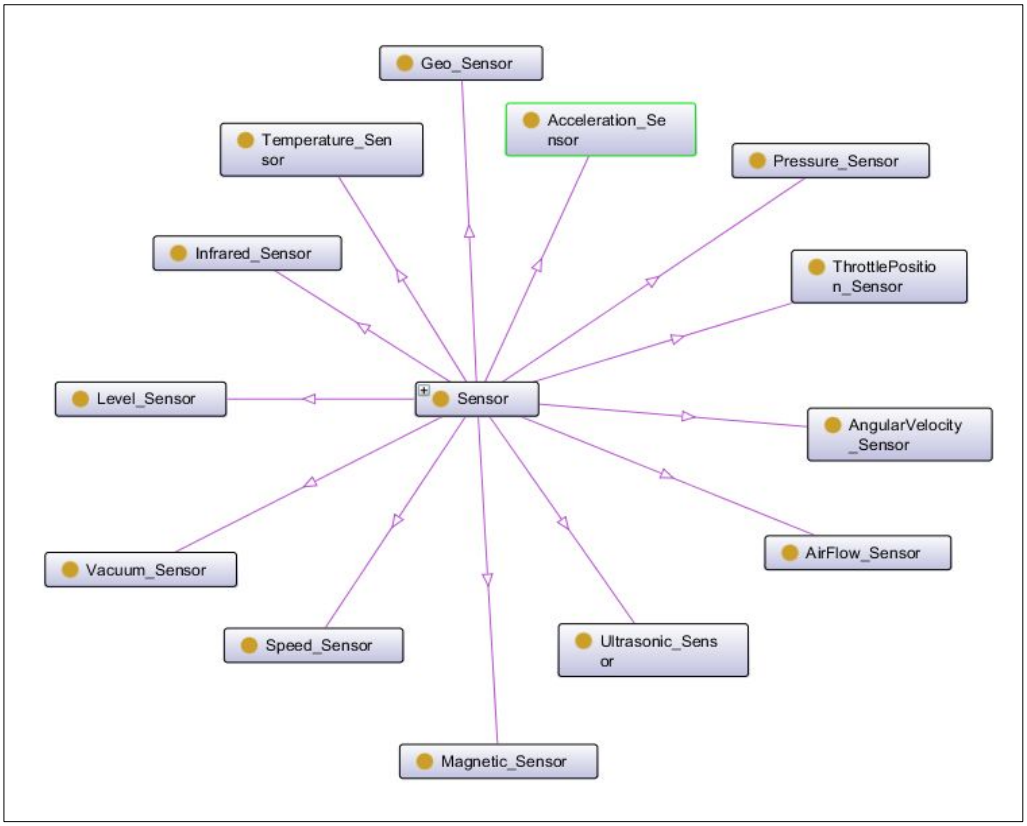
2단계 클래스 계층구조를 결정하는 방법은 하향식 방식을 사용한다. [그림 3-2]는 차량 상태 진단 온톨로지 하위 항목으로 차량 부품 클래스와 차량 센서 클래서 차량 상황 클래스와 사용자 클래스를 볼 수 있다. [그림4-2]는 차량 온톨로지 클래스 구조를 시각화하여 표현한 그림으로 상위 센서 클래스(CSRS)에 연결된 4가지 클래스 항목을 볼 수 있다.



[그림 3-2] 차량 온톨로지 클래스 계층 구조

D. Individual의 Property 설정

본 절에서는 Property, Individual을 결정하고 자동차 상태 진단을 위하여 개념들 간의 의미관계를 정의 하였다. Property는 속성으로 개체와 개체 간의 관계 및 개체와 차량 센서 데이터 값 사이의 관계를 표현한다. Individual은 클래스의 인스턴스 개체들 즉 차량 센서와 차량 부품, 차량 상태와 속성을 통해 상호 관계를 맺는다.

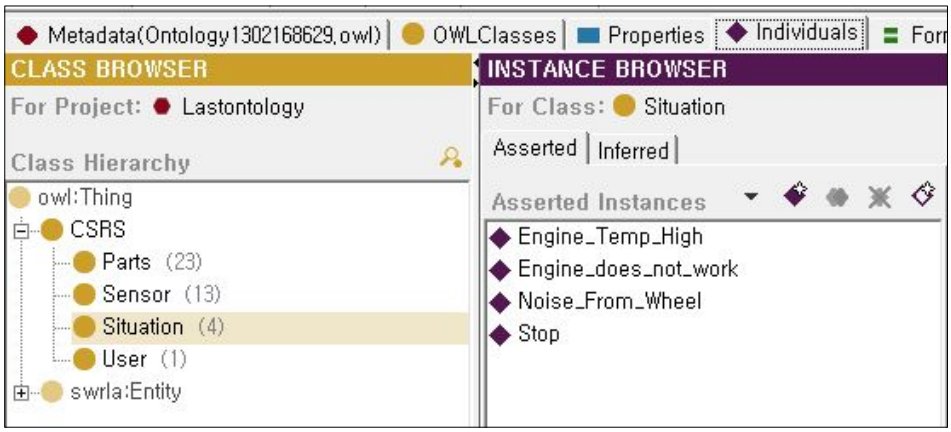


[그림 3-3] 차량 센서의 Individuals

[그림 3-3]은 차량 온톨로지의 차량 센서, 차량 부품, 차량 상황 클래스 중 차량 센서 클래스에 포함되어 있는 13개의 센서 Individual을 보여주고 있다. 연결된 센서는 가속센서, 압력센서, 스로틀위치 센서, 각도센서, 공기흐름센서, 초음파센서, 자기센서, 속도센서, 진공센서, 레벨센서, 적외선센서, 온도센서, 지오센서 13개의 센서로 구성하였다. Sensor는 측정 가능한 기능에 따라 자동차 부품과 관계를 연결

시킨다. 예를 들어 온도 센서 종류 중 수온 센서는 자동차의 라디에이터 부품과 연결시키고 회전 감지 센서는 자동차 바퀴에, 각도 센서는 자동차의 조향 장치에 연결시켜 온톨로지를 구성하였다.

차량은 2만개의 부품으로 이루어져 있어 모든 부품을 온톨로지로 구성하기에는 어려움이 따른다. 이에 본 논문에서는 자동차 부품 클래스에는 23개의 Individual이 포함되어 있고 차량 센서 클래스에는 13개, Situation 클래스에는 엔진 과열 상황, 엔진 시동 문제, 차량 휠에서 소음이 날 경우, 차량이 멈출 경우 등 4개의 상황을 Individual로 구성하였고, 사용자를 나타내는 User에 1개를 포함하여 본 연구에서 사용된 Individuals는 총 41개가 차량 온톨로지에 사용되었다.



[그림 3-4] Individuals의 구조

차량 온톨로지의 개체 속성을 표현하는 Property 설정은 6개 항목으로 설정하였고 [표 3-2]는 해당 Property를 보여주고 있다. Property인 hasPart는 차량의 상 하위 관계를 기술하기 위해 범위를 String으로 설정하였다. hasValue의 Range는 차량 센서, Part가 가지는 다양한 데이터 값을 표현하기 위해 모든 Value Type을 가질 수 있는 any로 설정하였다. hasNumber는 차량 부품 및 센서의 고유번호를 설정하기 위해 범위를 int형으로 설정하였고 has차량 센서Type과 hasState는 범위를 문자열로 설정하고 시간 관겨를 표현하기 위해 hasTime 프로퍼티를 설정하고 Range를 Time으로 설정하였다.

[표 3-2] 차량 온톨로지 Property와 설명

Property	Range	Description
hasPart	String	클래스 포함 관계를 표현
hasValue	any	클래스 값을 표현
hasNumber	int	클래스 고유번호를 표현
hasSensorType	String	차량 센서 Type을 표현
hasState	String	클래스 상태를 표현
hasTime	Time	클래스 시간을 표현

[표 3-3]은 차량 온톨로지 Individuals 네임과 상위 클래스, 관련된 프로퍼티를 표로 구분하여 설명하고 있다. 공기 흐름 센서는 상위 클래스 Sensor의 하위 항목이며 관련 Property는 hasValue, hasNumber, hasSensorType, hasState 4개항목을 가진다. 공기흐름 센서의 다양한 값을 표현 하기 위해 hasValue를 사용하고 센서의 고유번호를 표현 하기위해 hasNumber를 사용하였다. 또한 hasSensorType은 공기흐름 센서의 센서 타입을 표현하고 hasState는 센서의 현재 상태를 표현하기 위한 Property이다.

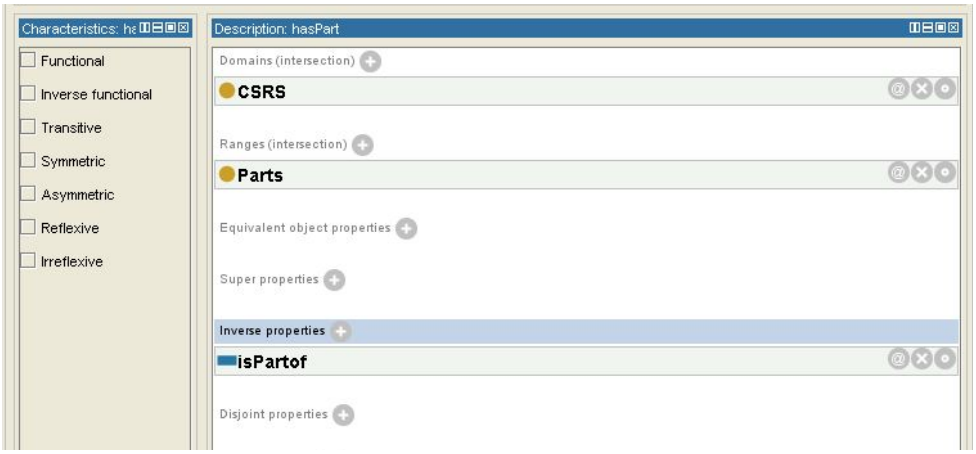
[표 3-3] 차량 온톨로지 Individuals

Individuals Name	Upper Class	Related Property	Description
AirFlow_Sensor	Sensor	hasValue hasNumber hasSensorType hasState	공기흐름 센서
Speed_Sensor	Sensor	hasValue hasNumber hasSensorType hasState	속도 센서
Pressure _Sensor	Sensor	hasValue hasNumber hasSensorType hasState	압력 센서
AngularVelocity _Sensor	Sensor	hasValue hasNumber hasSensorType hasState	회전각 센서
Steering	Parts	hasValue hasNumber hasState hasPart	조향 장치
Suspension	Parts	hasValue hasNumber hasState hasPart	완충장치 현가장치
Brake	Parts	hasValue hasNumber hasState hasPart	제동장치

E. 차량 온톨로지 제약 사항 설정

본 연구에서 차량 온톨로지를 구축하기 위한 작성 언어로 OWL을 사용하였다. OWL 온톨로지는 클래스, property, individual의 관계를 나타내는 필수요소이다. 차량 온톨로지의 명확한 의미 표현을 위해 사용한 Proterty의 특성은 다음과 같다.

(1) inverse Property는 individual과 individual을 반대로 대응 시킬 때 사용된다. 차량 온톨로지 Property 속성 중 hasPart의 인버스 프로퍼티는 isPartOf가 되고 hasSensor의 인버스 프로퍼티는 isSensorof 반대 개념을 표현하고 있다. [그림 3-5]는 hasPart와 isPartof의 인버스 프로퍼티 관계를 보여주고 있다.



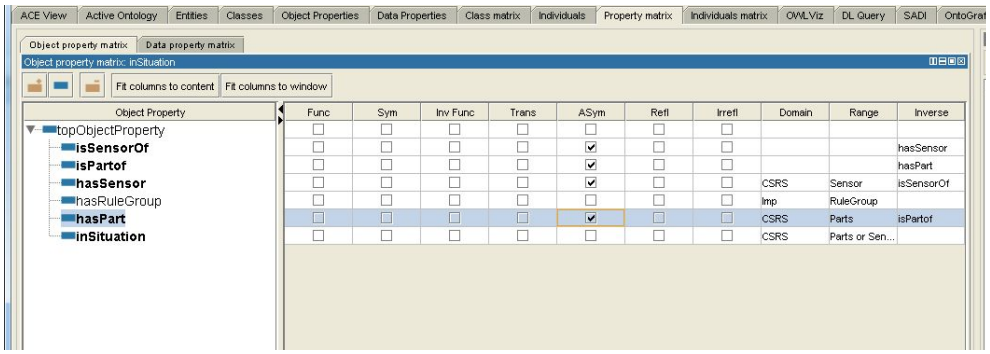
[그림 3-5] hasPart의 인버스 프로퍼티

(2) Symmetric Property는 동격 관계를 형성 시킬 때 사용된는 프로퍼티로 차량 온톨로지는 차량 센서와 차량 센서와의 동격 관계, 차량 부품과 차량 부품간 동격 관계를 표현 할 때 사용된다.

(3) Functional Property는 각 개체의 속성에 대해 0또는 1개의 값만 가질 수 있다. 이러한 특성은 유일 값 속성(unique property)으로 불리기도 한다. 차량 온톨로지에서는 차량 부품과 차량 센서의 고유 번호에 적용하여 객체의 고유성을 부여한다.

(4) Existential과 Universal 제약 규정은 Property의 관계를 설명하는 규정으로서 Existential은 차량 온톨로지 Individual과 Property에 대해 적어도 한가지 이상의

관계를 적용하는데 사용되고 Universal은 Individual과 Property에 대해 단 한가지만의 관계를 설명하는데 사용되었다.



[그림 3-6] 차량 온톨로지 Property Matrix

[그림 3-6]은 차량 온톨로지의 차량 부품, 차량 센서, 차량 상황에 적용한 Property Matrix를 보여주고 있다. 차량 온톨로지 설계 단계에서 개념화한 내용을 바탕으로 차량 부품, 차량 센서, 차량 상황을 중심으로 속성들의 관계를 연결하고 제약사항을 추가하여 온톨로지를 구축하였다. 위의 제약 사항들은 차량 온톨로지의 개념들의 관계를 명확히 하고 효과적인 분류를 위해 사용되었다.

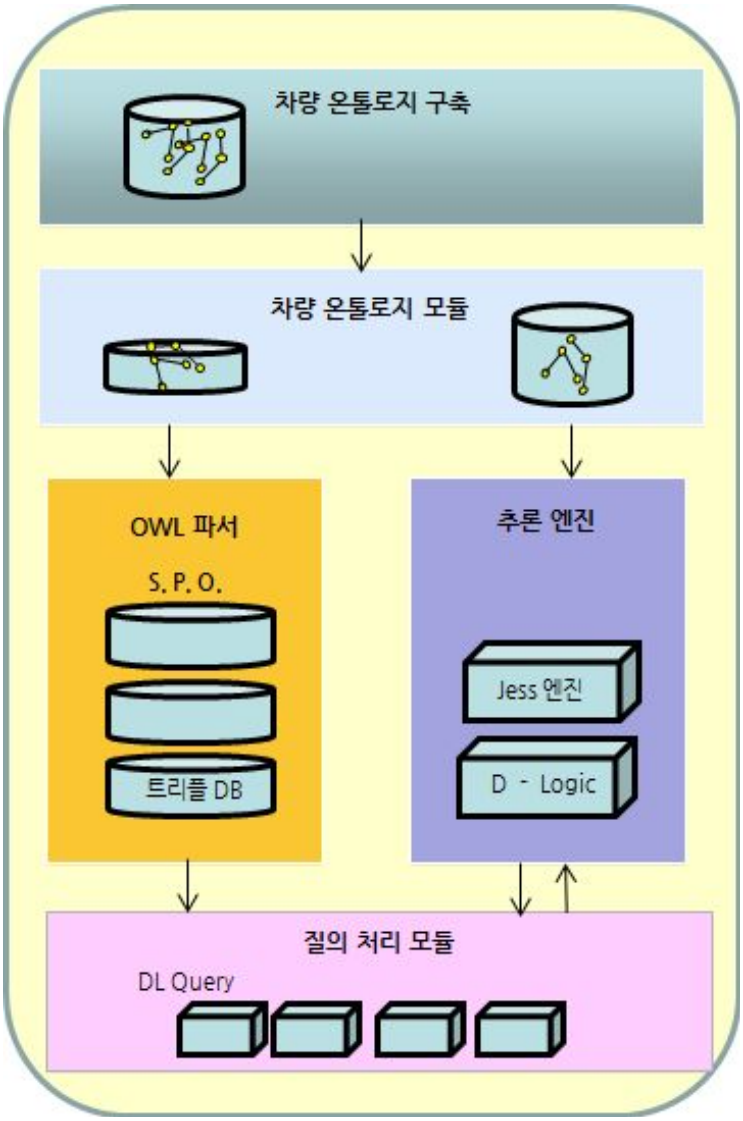
Ⅳ. 차량 상태 진단 시스템

본 논문에서는 자동차 고장 진단을 위해 자동차를 구성하고 있는 요소인 차량 부품과 차량 부품의 상태를 체크할 수 있는 센서 값을 이용하여 3장에서 구축된 차량 온톨로지를 바탕으로 차량 상태 진단 시스템을 구현 하였다.

차량 진단 시스템은 차량 온톨로지 모듈 설계, 추론 엔진, OWL 파서, 질의 처리기, 사용자 인터페이스 등 총 5개 부분 모듈로 나누어 구성하였다. 이 중 사용자 인터페이스을 제외한 4개 모듈을 구현하였다. 자동차 상태 진단 시스템의 전체 구성은 [그림 4-1]과 같다.

구현된 모듈과 차량 온톨로지를 바탕으로 본 장에서는 차량 상태 진단 시스템에 대한 실험 및 평가를 하였다. 실험 및 평가를 위해 본 논문에서는 구현된 차량 온톨로지와 차량 온톨로지 SWRL Rule을 이용하여 온톨로지에 임의 값을 적용하여 예상결과와 비교하는 온톨로지 검증 절차를 수행 하였으며 추론 엔진으로 실제 상황 추론을 실행해 봄으로써 구현된 온톨로지와 규칙이 제대로 동작 하는지 테스트 하였다.

본 장의 구성은 차량 진단 시스템 설계부분에서 차량 진단 시스템을 모듈별로 구분하여 설명하고 실험 및 평가 부분에서 차량 상태 진단 시스템에 대한 평가를 하였다.



[그림 4-1] 차량 진단 시스템 전체 설계

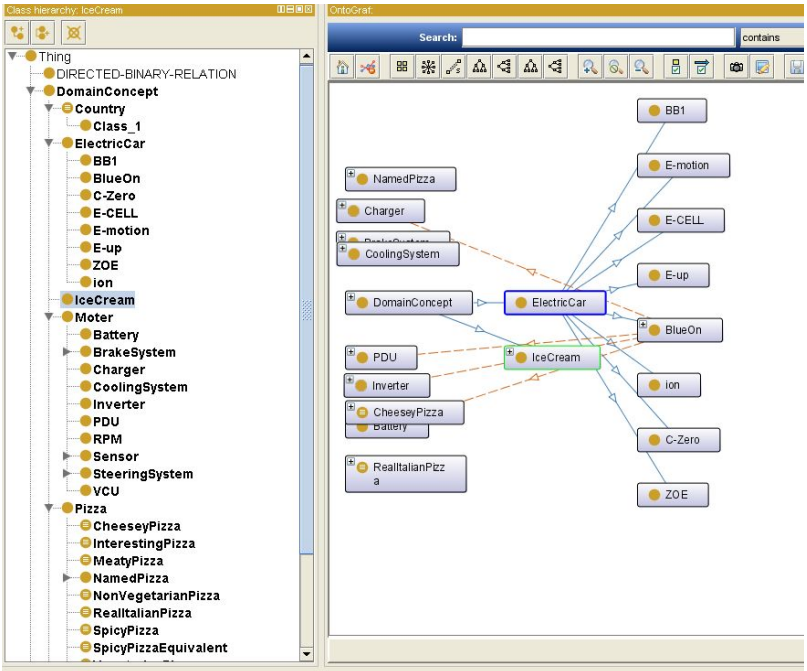
A. 차량 상태 진단 시스템 설계

1. 차량 온톨로지 설계 모듈

차량 상태 진단을 하기 위해서 자동차 부품과 자동차 센서와 차량 상황을 이용

하여 3장에서 차량 상태 진단 온톨로지를 구축하였다. 자동차 부품을 기능에 따라 크게 23개의 클래스로 구성하였고 차량에 들어가는 센서들을 종류에 따라 13개의 센서 클래스로 구성하고 Data Property를 설정하였다.

온톨로지의 효과적인 관리를 위하여 별개로 구현된 온톨로지를 물리적 통합 방법이 아닌 기능적 모듈화 설정이 필요하다. 이에 Protege4.1 버전에서 서로 다른 온톨로지를 같은 플랫폼에 접근하도록 함으로써 부분적 모듈화 관리 기능을 지원한다. [그림 4-2]는 병합된 서로 다른 컨셉의 국가 도메인, 전기 자동차, 아이스크림, 자동차, 피자를 보여주고 있다.



[그림 4-2] 병합된 다양한 도메인 온톨로지 컨셉

병합된 도메인 온톨로지는 서로 다른 컨셉의 온톨로지와 관계를 맺고 확장 할 수 있다.

2. 추론 엔진 모듈

추론엔진은 지식베이스에서 답을 찾아내는 역할을 한다. 즉 지식베이스의 정보에 대해 추론하고 결론을 형식화하는 방법론을 제공하는 것으로서 전문가시스템의 두

뇌에 해당한다.

추론엔진은 다음의 과정을 거쳐서 수행된다. 온톨로지 생성기에서 생성된 온톨로지를 로드하고 Description Logic[22,23], Horn Logic[25], First-Oder Logic[26]을 기반으로 작성된 차량 온톨로지에 대한 추론을 한다. 추론 결과로 해당하는 Identifier를 반환한다. 본 논문에서 사용된 추론 엔진은 Jess7.1 엔진을 사용하였다. Jess 추론 엔진의 특징은 선언적 규칙 형태로 제공되는 지식을 이용하여 새로운 사실을 추론하는 능력을 갖는 프로그램 개발이 가능하다. 추론 과정에서 본 논문에서 제안한 추론 규칙을 적용하여 결과를 질의 처리 모듈 전송한다.

차량 온톨로지에 표현되어 있는 오류를 검사하기 위해서는 Jess 규칙을 정의해야 한다. Jess 규칙의 동작 원리는 다음과 같다. 온톨로지에 존재하는 사실 집합 중 Jess 규칙의 if part(left-hand side)와 매칭되는 사실이 존재한다면 이 규칙의 right part(right-hand side)가 실행된다.

본 연구에서 제시하는 온톨로지 및 규칙 개발 방법을 통해 개발되는 최종 산출물인 차량 진단보조 시스템의 목적은 다양한 정보로부터 사용자가 처한 차량 상황을 추론하여 알려주는 것이므로 차량 정비 사례를 수집하고, 수집된 요구사항을 시나리오 스키마(scenario schema)로 1차적 분류를 수행하였다. 그리고 시나리오 스키마를 바탕으로 시나리오를 생성하여 시나리오 별로 어떤 상황이 발생하는지를 작성한다. 작성된 시나리오를 바탕으로 온톨로지 규칙설계서를 작성한다. 규칙 설계서를 바탕으로 차량 보조 진단 시스템에 활용할 15개의 차량 상태 진단 룰을 작성하였다.

a. SWRL Rule을 위한 규칙설계서 정의

차량 시나리오는 다음과 같은 단계를 따른다. 1단계 요구사항 수집에서는 상황기반 시나리오를 정의하기 위한 요구 사항을 수집하는 단계이다. 요구사항 수집은 온톨로지 모델을 통해 추론된 상황정보를 사용할 시스템에 대한 요구사항을 수집한다.

2단계 시나리오 스키마 정의 단계에서는 상황기반 시나리오를 정의하기 위해 앞에서 수집한 요구사항을 항목에 따라 분류하는 단계이다. 본 연구에서 참조한 시나리오 스키마는 [29]에서 제시한 내용을 참조하여 차량 진단 시스템에 맞게 재설정하였다.

시나리오 스키마를 구성하는 각 항목들은 유기적인 관계를 가지고 있으며 서로 결합하여 하나의 시나리오 스키마를 구성하게 된다. 위 스키마 구성을 토대로 자동차를 운행하며 일어날 수 있는 현상과 이에 따른 Resource를 기술한 상황기반 시나리오를 작성하였다. 운행 중 고장 현상에 따른 원인을 자동차 부품과 센서를 중심으로 기술하였다. [표 4-1]은 상황에 따른 고장 원인의 시나리오를 작성한 표이다. case1은 자동차가 시동이 걸리지 않은 상황에서 원인을 4가지로 분석하였다. case 2는 바퀴에서 소음과 진동이 발생할 경우 원인이 될 수 있는 원인을 2가지 부품의 3가지 원인으로 분류 하였다.

[표 4-1] 상황기반 시나리오

case1: 자동차 시동이 안 걸릴 경우		
원인	연료유입가 부족할 경우	Fuel_level_Sensor hasValue
	배터리 전압 부족	Battery, hasValue
	엔진 예열 미비	Engine, hasValue
	기어가 Parking이 아닐 경우	Gear, hasValue

앞에서 수집한 차량 정비 지침서를 바탕으로 차량 규칙 설계서를 작성한다. SWRL[11]로 구성한 상황 규칙은 다음을 따른다.

(1)Situation은 하나의 규칙을 구성한다.

(2)상황 분석서에 나타는 Situation Name은 SWRL의 결과(Head)를 구성한다.

(3)상황 분석서에 나타나는 Resource, Value, Information은 SWRL의 조건(Body)을 구성한다.

위의 규칙을 바탕으로 [표4-2]는 [표4-1]의 case1의 상황기반 시나리오를 바탕으로 규칙설계서로 작성하였다. 규칙설계서의 Head는 결론을 나타내는 부분으로 표에서는 '엔진이 작동하지 않는 상황'을 기술하였다. 결과 항목에는 SWRL의 결과가 되는 내용을 작성한다. Body부분은 조건 항목으로 SWRL의 조건이 되는 내용으로

작성한다. 아래 표는 조건 항목에 사용된 클래스, Individual, Property, Property Type, Property Value를 보여주고 있다. 표에서는 센서 클래스 중 연료 레벨 센서와 베터리 전압 센서, 엔진 온도 센서 3가지가 사용되었고 차량 부품으로는 미션 기어 클래스가 사용되었다. 또한 각각의 Individual 별로 Property와 실제 값이 기술되어 있다. [표 4-2]에 기술된 순서대로 연료유입 및 연료가 부족할 경우, 베터리 전압이 스타트 모터를 작동시키는 최소 전압 12v보다 낮을 경우, 엔진 온도가 낮을 경우, 기어 상태가 Parking 상태가 아닐 경우 차량 시동이 걸리지 않는 상황을 작성하였다.

[표 4-2] 규칙 설계서

Case1	자동차 시동이 안 걸릴 경우			
Head				
inSituation(User_1, Engine_does_not_work)				
Body				
클래스	Individual	Property	type	Value
Sensor	Fuel_level_Sensor	hasValue	any	<=0
Sensor	Battery_ Voltage_Sensor	hasValue	any	<12v
Sensor	Engine_ Temp_Sensor	hasValue	any	<0˚
Parts	Parts: Mission_Gear	hasState	String	not Equal

b. 차량 온톨로지 SWRL Rule 정의

SWRL은 OWL내에서 규칙 표현을 위한 언어로 추론 엔진을 표현 하는데 사용되는 언어다. 또한 SWRL은 OWL DL 또는 OWL Lite와 Rlue ML을 결합한 언어

로서 OWL에서 Horn-like rule을 처리할 수 있도록 해준다.

본 논문에서는 앞에서 작성된 차량 정비 지침서를 기반으로 작성된 규칙설계서를 이용하여 차량 상태 진단에 필요한 15개의 SWRL Rule을 정의하였다. Rule을 정의함으로서 온톨로지라는 지식베이스에 구성한 SWRL Rule을 이용하여 차량 온톨로지 상의 개체인 Individual에 대한 추론이 가능해진다. [표 4-3]는 본 연구에서 정의한 차량 온톨로지 SWRL Rules를 보여주고 있다.

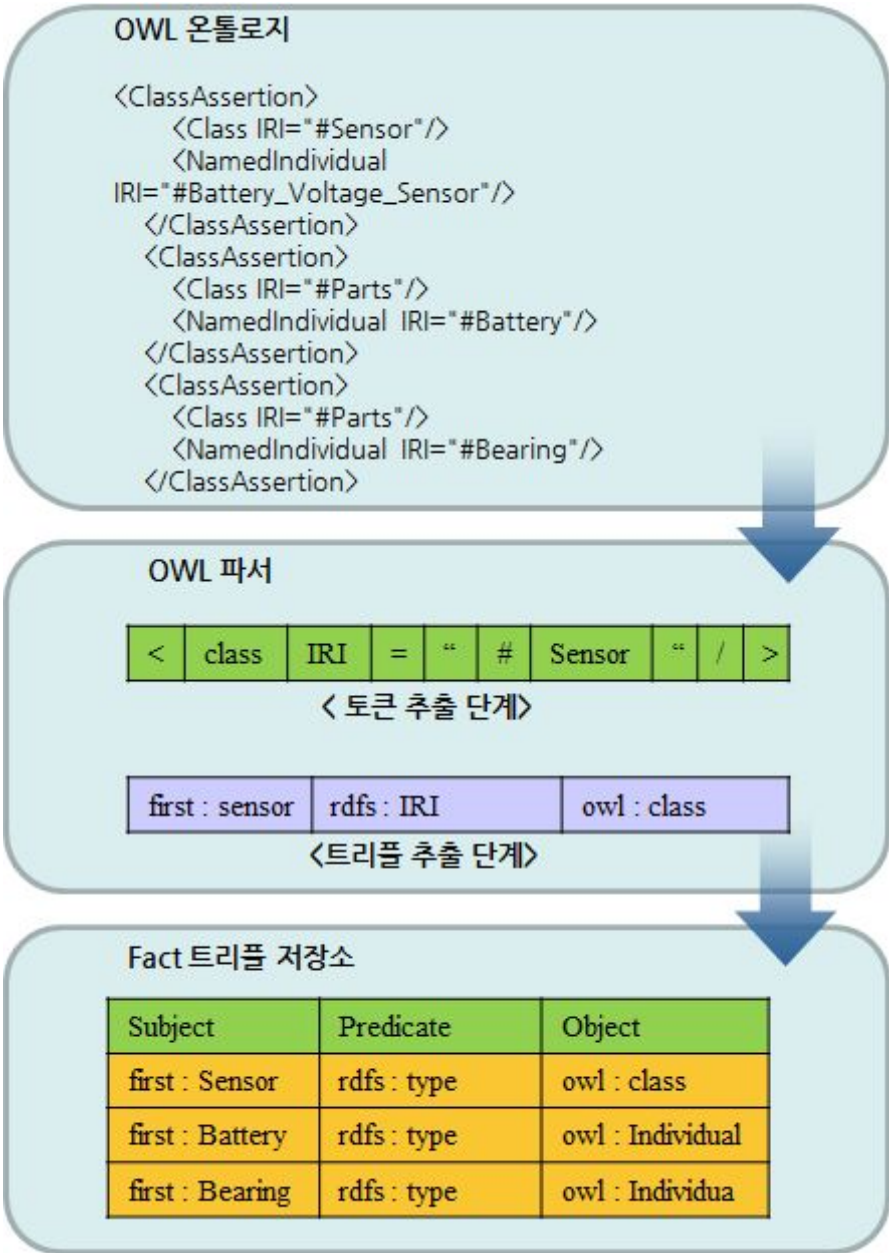
[표 4-3] 차량 온톨로지 SWRL Rules

Num.	Expression
1	hasValue(Fuel_Level_Sensor, ?curVal) ∧ swrlb:lessThan(?curVal, 1) → inSituation(User_1, Engine_does_not_work)
2	hasValue(Start_motor, ?curVal) ∧ swrlb:equal(?curVal, false) → inSituation(User_1, Engine_does_not_work)
3	hasValue(Engine_Temp_Sensor, ?curVal) ∧ swrlb:lessThan(?curVal, 20) → inSituation(User_1, Engine_does_not_work)
4	hasState(Gear, ?curState) ∧ swrlb:notEqual(?curState, "Parking") → inSituation(User_1, Engine_does_not_work)
5	hasState(Coolant_line, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "PoorQuality") → inSituation(User_1, Engine_Temp_High)
6	hasState(Coolant_line, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "OutofPlace") → inSituation(User_1, Engine_Temp_High)
7	hasState(Pan_belt, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "PoorQuality") → inSituation(User_1, Engine_Temp_High)
8	hasState(Pan_belt, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "OutofPlace") → inSituation(User_1, Engine_Temp_High)
9	hasState(Engine_Temp_Sensor, ?curVal) ∧ wrlb:greaterThan(?curVal, 60) → inSituation(User_1, Engine_Temp_High)
10	hasState(Bearing, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "PoorQuality") → inSituation(User_1, Noise_From_Wheel)
11	hasState(Bearing, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "OutofPlace") → inSituation(User_1, Noise_From_Wheel)
12	hasState(Brake_lining, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "OutofPlace") → inSituation(User_1, Noise_From_Wheel)
13	hasState(Brake_lining, ?curState) ∧ swrlb:equal(?curState, "PoorQuality") → inSituation(User_1, Noise_From_Wheel)
14	drive(User_1, ?curVal) ∧ swrlb:subtractDayTimeDurationFromDateTime(?curVal, "P6H") → hasValue(Engine_Temp_Sensor, ?curVal) ∧ swrlb:greaterThan(?curVal, 60)
15	hasValue(Battery, ?curVal) ∧ swrlb:lessThan(?curVal, 12) → hasValue(Start_motor, ?curVal) ∧ swrlb:equal(?curVal, false)

3. OWL 파서 모듈

OWL 파싱은 온톨로지 언어로 작성된 구문을 트리플(Triple) 구조로 변환하는 단계이다. 트리플은 주어(Subhect). 서술어, 목적어(Object)로 구성된 문장(Statement)으로 컴퓨터가 알기 쉽게 형식적이고 구조화된 형태로 변환된다[19]. 변환되는 과정은 OWL 표준 문서인 OWL Test Cases[20]와 Semantics and Abstract Syntax[23]를 따르고 있다. OWL 파싱의 처리 순서는 [그림4-3]처럼 3단계 처리 과정을 따른다.

1단계는 차량 OWL 온톨로지 구문을 읽어 단어와 문장 부호를 기준으로 '<' 기호부터 '>'기호까지의 구문을 읽어 토큰으로 나눈다. 2단계에서 분할된 토큰은 트리플 추출기로 전달되고 트리플 추출기에서는 나누어진 토큰들에서 S, P, O를 추출하여 3단계 트리플 저장소에 전달한다. 추출 방법은 토큰화된 부분을 분석하여 이렇게 전달된 트리플들은 추론 엔진에서 분석을 위한 기반 데이터가 된다.



[그림 4-3] OWL 파서의 처리 과정

4. 질의 처리 모듈

Query Processing Module[18]은 질의어들 중에서 키워드를 추출하여 키워드와

관련된 정보들을 검색하여 준다. 온톨로지에 질의문을 사용하기 위해서는 관련 개념을 충분히 정의할 수 있을 정도의 표현이 가능해야 하면서 상대적으로 추론 결정이 가능해야한다. Description Logics(표현논리)은 개념 정의에 필요한 논리적 정의 표현들로 Concept과 Concept 사이의 관계를 표현할 수 있는 정의언어(Definition Language)를 포함하고 있다. Description Logics은 논리적 수식으로 정보를 표현하고, 데이터와 스키마의 서술적 표현에 알맞기 때문에 온톨로지 검색 분야에 널리 사용되고 있다.

본 연구의 질의 처리 모듈은 [그림 4-4]와 같은 과정을 따른다.

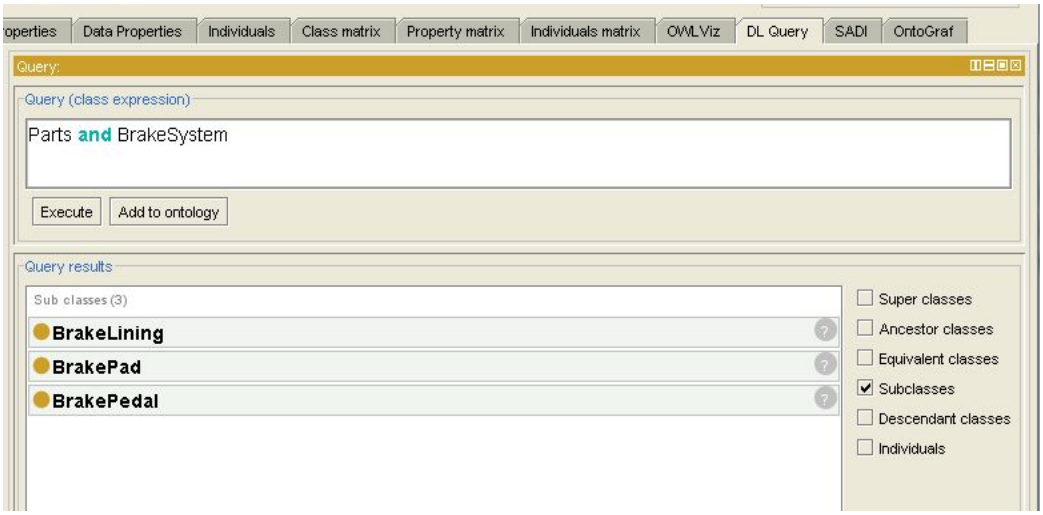
[그림 4-4] 질의 모듈의 처리 순서

(1) 질의어 관리기는 질의어들 중에서 제 1키워드만을 추출하여 키워드를 검색을 하여 일치하는 OWL 차량 온톨로지를 생성한다.

(2) DL 질의어 생성기는 1차 키워드를 제외한 논리적 수식을 DL 생성기에 전달하여 추론을위한 DL 쿼리를 생성시킨다.

(3) 온톨로지 생성기에서 작성된 차량 OWL 온톨로지를 로드하고, 생성된 DL 쿼리를 기반으로 OWL 온톨로지에 대한 추론을 실행한다.

결정 DL-Query Builder를 통해 생성된 Query를 추론 엔진에 전달하게 되고 차량 온톨로지를 바탕으로 추론된 결과를 Auto Completion Module에 전달하게 된다.



[그림 4-5] DL Query 실행 화면

B. 실험 및 평가

실험 및 평가를 위해 본 논문에서는 구현된 차량 온톨로지와 차량 온톨로지 SWRL Rules를 추론 엔진으로 실제 상황 추론을 실행해 봄으로써 구현된 온톨로지와 규칙이 제대로 동작 하는지 테스트 하였다. 실험에 사용한 도구는 온톨로지 개발 도구인 Protege3.4를 이용하였고 jess 7.1 추론 엔진을 이용하여 Individual 값

과 Property 값에 임의 값을 입력하여 예상 결과와 실제 결과를 비교하여 시스템 평가를 하였다.

[표 4-4] SWRL Rules에 임의 값을 적용한 Test Set

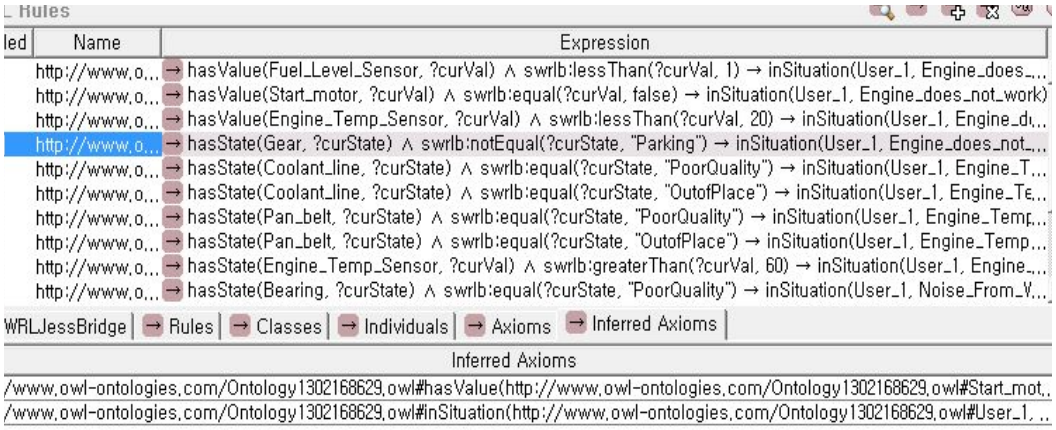
Individual(임의 값)		Expected	Actual
1	Engine_Temp _Sensor (-20)	Engine_do _not_work	Engine_do _not_work
2	Battery (5V)	Startmotor (False)	Startmotor (False)
3	Driving_Time (P10H)	Engine_Temp _High	Engine_Temp _High
4	hasState (Drive)	Engine_does_not_ work	Engine_does_not_ work
5	hasState (wrongLocation)	Engine_does_not_ work	Engine_does_not_ work
6	hasState (poorQuality)	Engine_does_not_ work	Engine_does_not_ work
7	Brake_Lining (PoorQuality)	Noise_from _Wheel	Noise_from _Wheel

[표 4-4]는 입력한 임의 값과 예상 값과 실제 도출된 값을 보여주고 있다. 위의 Test set중 4번의 실제 SWRL은 다음과 같다.

hasState(Gear,?curState)∧ swrlb:notEqual(?curState, "Parking") →

inSituation(User_1, Engine_does_not_work)

위 Rule은 차량 부품 클래스의 Individuals중 하나인 Gear의 현재상태가 “Parking”상태가 아니면 “엔진이 작동하지 않는다.”라는 사실을 SWRL Rule로 표현하였다. 총 15개의 Individual에 임의 값 입력하여 실제 결과가 차량 정비 지침서 상의 예상 결과와 100% 일치함을 테스트를 통해 확인 할 수 있었다. 테스트 결과를 통해 차량 온톨로지 구성이 정비 지침서에 맞게 구성되었다고 볼 수 있다. 또한 [그림 4-6]과 같이 총 15개의 SWRL Rules를 추론 엔진 Jess 7.1을 이용하여 실행한 결과 2개의 Inferred Axioms가 생성되었다. Inferred Axioms는 설계한 차량온톨로지 안에 아직 추가되지 않은 지식이 SWRL과 추론 엔진을 통해 새롭게 추가된 지식이라고 볼 수 있다. 생성된 Inferred Axioms대한 내용은 [표 4-5]와 같다.



[그림 4-6] 15개 Rule과 도출된 Inferred Axioms

[표 4-5] Individual의 Rule 적용 횟수와
Inferred Axioms 확장 수

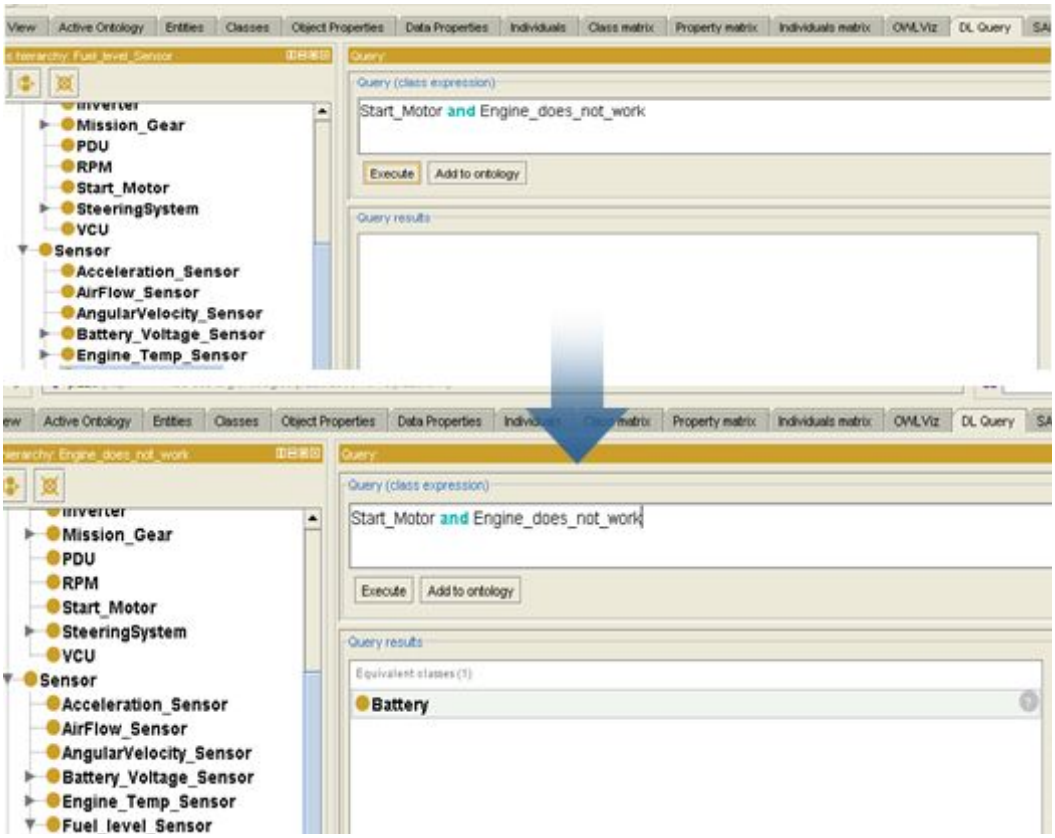
Individuals	Rule 적용 횟수	Inferred Axioms
Fuel_Level_Sensor	2	·
Start_Motor	1	1
Engine_Temp_Sensor	1	·
Gear	1	·
Coolant_line	2	·
Pan_belt	2	·
Bearing	2	·
Brake_lining	2	·
Battery	1	·
Engine_Temp_High	4	·
Noise_From_Wheel	4	·
Engine_does_not_Work	4	1

[표 4-5]는 15개의 Rule에 적용된 12개의 Individuals Rule 적용 횟수를 보여주고 있다. Individuals는 총 12개의 항목 중 중복을 허용하여 26회 사용되었다. 그 결과 Inferred Axioms가 Start_Motor와 Engine의 관계에서 1개, Engine_does_not_Work의 상황에서 Start Motor가 작동하지 않을 때 엔진 역시 작동하지 않는 경우 1개, 총 2개가 생성되었다. Individuals 적용 횟수에 따른 Inferred Axioms는 약 7.7%의 확률로 나타났고 SWRL rule 횟수에 따른 Inferred Axioms의 발생확률은 약 13%의 확률로 나타났다.

실험 결과를 통해 차량 온톨로지를 이용하여 차량에 지식베이스를 확장하기 위해서는 차량 부품, 차량 센서의 Individuals의 적용 횟수 보다는 Idividuals를 포함한 SWRL rule의 정의 횟수가 중요하다는 결과가 도출되었다.

도출된 Inferred Axioms을 바탕으로 차량 온톨로지에서 Start_Motor와

Engine(False) 관계가 추가되어 차량 온톨로지가 확장되었다. 또한, Engine_does_not_Work의 상황에서 Start Motor가 작동하지 않을 때 엔진 역시 작동하지 않는 경우 1개, 총 2개가 생성되었다.



[그림 4-7] Inferred Axioms 후 변화된 질의 결과

확장된 공리를 바탕으로 확장 전 진단 시스템 DL Query를 비교 하였다. [그림 4-7]은 차량 상태 진단 시스템 내에서 실제 DL Query를 이용하여 차량 부품 클래스의 Start_Motor 와 차량 상황 클래스의 엔진이 동작하지 않을 경우에 대한 질의를 'and' 이용하여 공리 확장 전 후에 대한 질의 결과를 보여주고 있다. 공리 확장 전에는 두 객체의 관계성이 나타나지 않았지만 공리 확장 후 두 객체의 관계성이 차량 베터리를 통해 나타나는 것을 확인하였다.

V. 결론 및 제안

자동차를 이용하는 사용자들은 자동차의 안전과 편의, 더 향상된 성능, 에너지 절감, 매연 절감 등, 모든 것을 갖춘 지능형, 친환경적 자동차의 개발을 요구하고 있다. 이에 발맞추어 자동차 분야에서 전자 컨트롤 시스템이 장착되고 있다.

하지만, 현재 자동차는 특정 센서 정보만을 계기판에 보여주고 그 원인과 대처 요령 등, 이용자가 진정 원하는 정보는 알려 주기 힘들다. 이처럼, 이용자들은 지능적인 자동차를 요구하게 되고 센서와 장치, 상황을 온톨로지로 구성하게 되면 자동차에 대한 효과적인 판단을 할 수 있게 된다.

본 논문에서는 온톨로지를 이용하여 자동차 도메인에 대한 개념과 속성 ,관계, 추론 규칙 등, 정보를 활용 가능하게 함으로서 의미적 정보처리를 가능하게 하는 차량 상태 모니터링 시스템을 제안 하였다.

구현을 위해 자동차 센서에 관한 정보를 수집 및 분류하였고 자동차 상태에 대하여 데이터로 사용가능한 현상, 원인, 조치, 관련 센서들을 이용하여 온톨로지로 구성 하였고 차량 상태 진단 시스템을 구성하는 모듈을 구현하고 실험 및 평가를 하였다. 본 연구에서 제안한 차량 진단에 관련된 15개의 SWRL Rule 이용하여 온톨로지 유효성을 평가한 결과 예상결과와 100% 일치한 결과를 얻을 수 있었고 Jess7.1 추론 엔진을 이용하여 추론한 결과 2개의 확장된 공리가 생성되었다. 확장된 공리를 이용하여 공리 확장 전 후를 DL 질의어를 사용하여 평가한 결과 차량 온톨로지 객체의 확장된 관계성이 확인되었다.

본 연구의 목적은 전문적인 지식을 요구하는 자동차 상태 진단 상황에서 일반인들도 그 현상에 대한 원인과 상태 및 해결 방안을 쉽게 도출해 내는 지능형 자동차 진단 시스템을 목표로 하였다. 이에 대하여 자동차를 이용하는 사용자에게 예방적 효과를 제공하며 응급상황을 조기 감지하고 이에 대한 대처를 할 수 있을 것으로 판단한다. 향후 연구를 통해 본 논문에서 제안된 방법과 더불어 GPS 위성정보, 자동차 도로 교통 상황정보, 같은 차량 이용자들의 상호 데이터 교환 등, 여러 가지 추가적인 정보를 이용한다면 좀 더 지능적인 시스템으로 발전할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] 이성재, “차량용 센서를 활용한 신기술/서비스 개발 해외 동향 조사” 수요기반 정보조사 사업,한국과학기술정보연구원 2010.

[2] Automotive Sensor Demand Forecast 2003 - 2012 Market Study, Strategy Analytics Inc.

[3] 허운행, “자동차용 센서 기술동향”, 포항산업과학연구원, 2006.

[4] 권재홍 외3, “MEMS 기술을 적용한 자동차 응용 센서 기술 및 동향”, 고려대학교 전기전자전파공학부 교수 2007.

[5] 이현호, “Embedded Linux를 이용한 ECU 센서신호의 웹기반 원격계측”, 석사학위 논문, 전북대학교 대학원, 2004.

[6] 강주용, “자동차 전장부 고장진단장치의 개발”,석사학위 논문, 전남대학교 산업대학원, 2002.

[7] 홍우경, “실험적 방법을 이용한 자동차 부품의 고장신호 분석,석사학위 논문, 한양대학교 공학대학원, 2007.

[8] 이현섭, 허용정, “차량 고장진단 및 정비대안 생성을 위한 지식형 시스템에 관한 연구”, 한국산학기술학회 2005년도 춘계학술발표논문집 2005 May 01 , pp.86 - 88 , 2005

[9] Guarino, N, Giaretta, P., “Ontologies and Knowledge bases: towards a terminological clarification”, In N. Mars, Ed. Toward Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing, pp.25-32, 1995.

[10] A. Akolekar, F. Huch and K. Sycara, “Concurrent Semantics for the Web Services Specification Language Daml-S”, In Proc. of the Coordination 2002 conf., 2002.

[11] 박순희, “유비쿼터스에서의 맥진 서비스를 위한 온톨로지 구축”, 석사학위 논문, 강원대학교, 2007.

[12] OpenGALEN, http://www.opengalen.org.

[13] 김혜선, "통합의학언어시스템(UMLS)의 구성 및 적용에 대한 고찰", 정보관리연구 Journal of information management v.32 no.2 , pp.26 - 39 , 2001.

[14] 이현실, “온톨로지를 이용한 의학용어의 개념 모델링 사례 분석연구”, 한국정보관리학회, pp.141~160, 2004
[15] 이은영, “맥박 온톨로지 기반 U-헬스케어 지원 시스템 설계 및 구현”, 석사학위 논문, 강원대학교 산업대학원. 2008.
[16] 윤상현, “모바일 환경에서의 상황인식 시스템 개발 지원을 위한 온톨로지 및 규칙 개발 방법론”, 석사학위 논문, 부산대학교, 2011.
[17] 문경실, “진단 보조시스템을 위한 한의학 온톨로지 설계 및 구축”, 석사 학위 논문, 동서대학교. 2009
[18] http://protegewiki.stanford.edu/wiki/DL_Query
[19] 황명권, 공현장, 김판구, “OWL 온톨로지 파서와 추론 시스템 설계 및 구현”, 한국지능정보시스템학회 학술대회논문집, Vol.2 No.1, 2005
[20] Jeremy J. Carroll, Jos De Roo, “OWL Web Ontology Language Reference”, http://www.w3.org/TR/owl-test/, W3C Recommendation 10 February 2004.
[21] Freiling M. “Artificial Intelligence for Industrial Applications”, 1988. IEEE AI '88., Proceedings of the International Workshop on 1988 , pp.20 - 26 , 1988
[22] I. Horrocks and U. Sattler, "Ontology Reasoning in the SHOQ(D) Description Logic," Proc. of 17th International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI01), American Association for Artificial Intelligence, 2001.
[23] Peter F.Patel-Schneider, Patrick Hates, Ian Horrcks, “OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax”, http://www.w3.org/TR/owl-semantics/ , W3CRecommendation 10 Febuary 2004
[24] http://en.wikipedia.org/wiki/Description_logic.
[25] 최정아, 최희원, 최동훈, “비 Horn논리 데이터베이스 시스템의 구현”, 한국정보과학회, 정보과학학회논문지, 제3권 제1호 pp26-36 1997.
[26] 김혜령, “Consistency Problems in a Certain First Order Logic System”, 서울대학교 대학원, 박사학위 논문, 2005.
[27] 정선화, “인간공학 시뮬레이션을 위한 온톨로지 기반의 모델링 자동화에 관한 연구”, 석사학위논문, 성균관대학교 일반대학원, 2011.
[28] 임수연, 송무희, 이상조, “전문용어의 처리에 의한 도메인온톨로지의구축”,한국

정보과학회논문지, 소프트웨어 및 응용 Vol.31,No.3,pp353~360, 2004
[29] Sutcliffe, A., “Scenarip-based requirements analysis”, Requirements Engineering, Vol. 3, NO. 1, pp.48-62, 1998.

부록

차량 정비 지침서

1. 갑이 도로를 주행하는 중 주행속도를 준수하는 상황에서 과도한 엔진의 진동을 느낌

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
과도한 엔진의 진동	1. 엔진 롤 스톱퍼(앞, 뒤) 풀림 2. 변속기 장착 브라켓트 풀림 3. 엔진 장착 브라켓트 풀림 4. 센터 멤버 풀림 5. 변속기 장착 인슐레이터 파손 6. 엔진 장착 인슐레이터 파손 7. 엔진 롤 스톱퍼 인슐레이터 파손	1. 재조임 2. 재조임 3. 재조임 4. 재조임 5. 교환 6. 교환 7. 교환	기어관련센서 엔진관련 센서

2. 갑이 주행하는 중 시동이 커지고 차량이 멈추어 본닛을 만져보니 엄청난 열을 느낌(라디에이터 막힘)

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
라디에이터 막힘	냉각수에 이물질 유입	냉각수 교환	엔진온도관련 센서 냉각시스템의 온도관련 센서

3. 갑이 언덕이 가파른 곳을 주행하다 출력이 부족함을 심하게 느낌

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
클러치가 미끄러진다. • 가속중 차량의 속도가 엔진 속도와 일치하지 않는다. • 차의 가속이 되지 않는다. • 언덕 주행중에 출력부족	1. 페달의 자유유격이 부족함 2. 클러치 디스크 페이싱의 마모가 과도함 3. 클러치 디스크 페이싱에 오일이나 그리스가 묻음 4. 압력판 혹은	1. 조정 2. 수리 혹은 필요시 부품교환 3. 교환 4. 교환 5. 교환 6. 수리 혹은 교환	가감속센서 액셀관련센서 클러치관련 센서

	플라이 휠이 손상됨 5. 압력 스프링이 약화 혹은 손실됨 6. 유압장치의 불량		

4. 갑이 기어를 변속하려 하였으나 평소보다 기어의 변속이 어렵다(기어변속시 기어에서 소음이 뒤따름)

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
기어변속이 어렵다. (기어변속시 기어에서 소음이 난다)	1. 페달의 자유유격이 과도함 2. 유압계통에 오일이 누설, 공기가 유입, 혹은 막힘 3. 클러치 디스크가 심하게 떨림 4. 클러치 디스크 스플라인이 심하게 마모, 부식됨	1. 조정 2. 수리 혹은 필요시 부품교환 3. 교환 4. 교환	액셀이나 클러치관련 센서 유압계통 압력센서

5. 갑이 운전 중 차량이 한쪽으로 기울어지 것을 느껴 타이어를 살펴보니 타이어가 펑크가 나있음.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
타어어의 펑크	1. 타이어 찢어짐 2. 타이어의 마모 3. 뾰족한 이물질이 박힘	1. 타이어교환 2. 타이어교환 3. 수리	타이어압력센서 차량수평센서

6. 갑이 운전 중 차량이 한쪽으로 쏠리는 것을 느낌

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
차량이 한쪽으로 쏠린다	1. 드라이브샤프트 조인트의 손상, 소착 2. 휠베어링의 마모, 소음 혹은 소착 3. 프론트	1. 교환 2. 교환 3. 조정 혹은 교환	차량수평센서 서스펜션센서

	서스펜션관 스티어링의 결함		

7. 갑이 운전 중 유턴을 하였으니 스티어링 휠이 제대로 복원되지 않았다.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
스티어링 휠이 적절히 복원하지 않는다.	1. 타이로드 볼 조인트의 회전저항이 과도함 2. 요크 플러그의 과도한 조임 3. 내측 타이로드 및 볼 조인트 불량 4. 기어박스와 크로스 멤버의 체결이 풀림 5. 스티어링 샤프트 및 보디 그로메트의 마모 6. 랙이 휨 7. 피니언 베어링이 손상됨 8. 호스가 비틀거리거나 손상됨 9. 오일 압력 조절밸브가 손상됨 10. 오일펌프 압력 샤프트 베어링의 손상	1. 점검 2. 교환 3. 오일을 채움 4. 공기빼기 작업을 실시 5. 배관수리 혹은 교환 6. 수리혹은 오일펌프 교환 7. 교환 8. 손상품 교환 9. 손상품 교환 10. 교환	조인트의 회전저항 센서 스티어링 휠 관련 센서 오일 압력 조절 센서 오일 펌프 압력 센서

8. 갑이 차량을 자가진단 하던중 오일펌프에서 비정상적인 소음을 듣게 되었다.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
오일펌프에서 비정상적인 소음이 난다.	1. 오일이 부족함 2. 오일내 공기가 유입됨 3. 펌프 장착볼트가 풀림	1. 오일보충 2. 공기빼기작업 3. 재조임	오일 측정 센서 펌프 압력 센서

9. 갑이 기분이 좋지 않아 차량을 주차한 후 차량에서 내려 문을 강하게 닫았더니 에어백이 작동되었다.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
에어백의 비정상적 작동	운전석 측면 충돌 센서 고장	센서조정 센서교체	에어백관련 센서

10. 갑이 운전중 브레이크를 밟았을때 소음이 나고 차가 떨렸다.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
브레이크를 밟았을때 소음이 나거나 차가 떨린다.	1. 백킹플레이트나 캘리퍼가 잘못 장착되어 있음 2. 백킹 플레이트 혹은 캘리퍼 장착 볼트가 풀림 3. 브레이크 드럼 혹은 디스크가 불균일하게 마모 혹은 균열되었음 4. 패드나 브레이크 드럼 내에 이물질이 있음 5. 패드나 라이닝 접촉면이 고착됨 6. 캘리퍼와 패드 어셈블리 사이의 간극이 과도함 7. 패드의 접촉이 불균일함 8. 섭동부의 윤활이 불량함 9. 서스펜션 부위가 풀림	1. 수리 2. 재조임 3. 교환 4. 청소 5. 교환 6. 수리 7. 수리 8. 윤활 9. 재조임	브레이크 관련 센서 서스펜션 센서 플레이트&캘리퍼 압력센서 브레이크 센서

11. 브레이크를 밟았을 때 차량이 한족으로 쏠린다.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
브레이크를 밟았을 때 차량이	1. 좌우측 타이어의 공기압 차이가 남 2. 휠얼라인먼트의 부적절 3. 패드나 라이닝의 접촉불량	1. 조정 2. 조정 3. 수리	타이어 압력 센서 휠 센서

한족으로 쏠린다.	4. 패드 혹은 라이닝면에 그리스나 오일이 묻음 5. 드럼이 휘었거나 불균일하게 마모됨 6. 휠 실린더의 장착 불량 7. 자동 간극 조정기의 작동불량	4. 교환 5. 교환 6. 수리 7. 수리	자동 간극 조정기 센서

12. 비가 오지 않았음에도 브레이크의 제동력이 불충한 경우

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
제동력이 불충분하다.	1. 브레이크 액이 없거나 오염되었음 2. 브레이크 계통내 공기가 유입됨 3. 브레이크 부스터 작동불량 4. 패드 혹은 라이닝의 접촉불량 5. 패드면에 그리스나 오일이 묻음 6. 자동 간극 조정기의 작동불량 7. 패드나 라이닝이 끌려 브레이크 로터가 과열됨 8. 브레이크 라인의 막힘 9. 프로포셔닝 밸브의 작동 불량	1. 재충전 또는 교환 2.공기빼기 작업 3. 수리 4. 수리 5. 교환 6. 수리 7. 수리 8. 수리 9. 수리	브레이크 센서 자동 간극 조정기 센서

13. 선루프를 단 차량에서 비가 올 경우 누수가 일어남

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
선루프에 누수	1. 배수 파이프에 이물질 축척 2. 배수 파이프가 막혔음 3. 드레인 파이프의 오장착, 클립의 변형이나 파손 4. 루프리드 웨더스트립 변형 5. 루프리더와 보디 간격 불균일 또는 웨더 스트립의 오장착	1. 배수파이프에 이물질 제거 2. 배수파이프에 압축기로 이물질 제거 3. 파이프 장착 상태및 접속부위	선루프 센서

		체크 4. 교환 5. 조정	

14. 차량의 도어가 완전히 닫히거나 열리지 않음

현 상	가능한 원인	조 치	관련센서
도어가 완전히 닫히거나 열리지 않음	1. 도어 오장착 2. 도어 체커의 변형 3. 도어 힌지에 그리스 부족	1. 위치조정 2. 수정 또는 교환 3. 그리스 주유	도어개폐 센서

15. 한 여름 에어컨이 작동하지 않음

현 상	가능한 원인	조 치	관련센서
차가워지지 않음	1. 냉각 시스템내의 습기나 오물에 의해 냉각 흐름이 막힘 2. 팽창 밸브의 가스 누출로 인해 냉각 흐름이 막힘	1. 팽창 밸브의 점검 2. 팽창 밸브 안의 오물 제거	냉각센서 팽창밸브센서

16. 차량의 오일 압력이 낮음

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
오일 압력이 낮음	1. 엔진 오일 부족 2. 오일 압력 스위치 막힘 3. 오일 필터 막힘 4. 오일 펌프 기어 또는 커버 마모 5. 엔진 오일 묽음 6. 오일 릴리프 밸브 고착(열림) 7. 베어링 간극 과다	1. 엔진 오일 레벨 점검, 보충 2. 교환 3. 교환 4. 교환 5. 교환 6. 수리 7. 교환	엔진오일 센서

17. 차량의 부하시 엔진의 소음

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
부하시 엔진 소음	1. 낮은 오일 압력 2. 과도한 커넥팅 로드 베어링 간극 3. 과도한 크랭크샤프트 베어링 간극	1. 정비 또는 손상된 부품 교환 2. 정비 또는 교환 3. 교환	오일 압력 센서 커넥팅 로드 센서 크랭크샤프트 베어링 센서

18. 차량 운행 중 엔진에서 연기가 남

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
냉각수 소모와 엔진의 실화	1. 실린더 헤드 개스킷과 결함 및 균열 또는 실린더 헤드 및 블록 냉각계통의 손상 2.냉각수 소모는 엔진 오버히트의 원인이 될 수도 있다.	1. 실린더 헤드 및 블록 냉각수 통로의 손상 점검 또는 실린더 헤드개스킷의 결함 점검 2. 정비 또는 필요한 경우 교환	엔진 실린더 센서 냉각 센서

19. 차량 시동시 몇 초간의 소음

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
시동시 몇 간의 소음	1. 부적절한 오일의 점도 2. 크랭크 샤프트 스러스트 베어링의 마모	1. 절적한 오일 교환 2. 크랭크 샤프트 스러스트 베어링의 점검 또는 교환	엔진 오일 센서 크랭크 센서

20. 주행 중 공회전 불안정 또는 엔진의 급정지

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
공회전 불안정 또는 엔진 급정지	1. 진공호스 손상 또는 연결 상태 불량 2. pcv밸브 불량	1. 연결 점검 2. 교환	압력센서 pcv밸브센서

21. 전보다 오일의 소모량이 증가하였다

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
오일 소모량 과다	크랭크케이스 배출가스 제어 장치 라인 막힘	공기를 주입하여 라인의 이물질 제거	배출가스 제어센서

22. 차량이 오래되지도 않았는데 연비가 급속도로 낮아짐.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
연비가 낮다	점화 플러그 불량	점검 및 교환	연료 센서

23. 차량의 힘이 떨어지고 가속이 잘 되지 않는다.

현 상	가능한 원인	조 치	관련 센서
엔진의 부조 또는 가속 불량	1. 점화 플러그 불량 2. 와이어링 불량	1. 점검 및 교환 2. 수리 또는 교환	가감속 센서

24. 차량의 배터리가 쉽게 방전된다

현상	가능한 원인	조 치	관련 센서
배터리가 방전된다.	1. 구동 벨트 마모 또는 장력 부족 2. 와이어링 연결 상태 불량 및 회로의 단락 3. 전압 레귤레이터 또는 알터네이터 불량 4. 접지 불량 5. 배터리 불량	1. 구동벨트의 장력 조정 또는 교환 2. 와이어링 연결상태 점검 및 와이어링 수리 또는 교환 3. 전압 레귤레이터 또는 알터네이터 교환 4. 접지 점검 및 수리 5. 배터리 교환	배터리 센서 전압감지센서

감사의 글

대학 4학년부터 지능형 컴퓨팅 실험실에 입실 하여 학부과정 1년과, 대학원 2년이라는 시간을 마무리 지으면서 저에게 힘이 되어주신 모든 분들께 감사드리기 위해 이글을 올립니다. 석사과정은 저에게 큰 배움의 시간이었고, 한 단계 도약할 수 있는 시간이었습니다. 가장 먼저 논문을 완성하도록 큰 힘이 되어주신 김판구 교수님께 감사드립니다.

3년이라는 시간을 함께한 지능형 컴퓨팅 실험실 연구원들에게 감사하단 말을 전합니다. 항상 어머니처럼 챙겨주신 신주현 박사님, 연구가 막힐 때면 해법을 제시해주시는 최준호 박사님, 사람 도리를 가르쳐 주셨던 빛나는 연구업적의 황명권 박사님, 실험실장으로써 다독여 주신 최창 박사과정님, 꼼꼼하고 부지런한 동진이, 궂은일 도맡아 해준 착한 병규, 스마트한 하영이, 분위기 메이커 정인이, 모두 감사합니다. 그리고 연구실 밖에서 후배들을 걱정해주시고 격려해주신 졸업생 선배님들께도 감사드립니다.

중학교 때부터 서로 응원하며 함께해온 중학교 번호 순서대로 동휘, 충헌이, 태진이, 건석이 늦게 패밀리가 된 석영이 우리 우정 변치 말고 맡은 분야에서 최고가 되자. 광주에서 많은 시간 함께해온 대웅이, 광주 음악씬의 전설 진규, 용우, 경춘이, 일본에서 열심히 일하고 있을 우정이형 방사능 조심하고, 상현이도 웃음 잃지 말고 파이팅. 그리고 인생 선배로써 많은 가르침을 줬던 지영이, 이나, 유석옹, 시호옹 감사합니다.

태어날 때부터 사랑100%로 키워주신 지금은 하늘에 계신 너무너무 보고 싶은 할머니, 30년간 믿어주고 격려해주신 부모님께 이 모든 영광을 돌리며 앞으로 무슨 일을 하던 할머니, 부모님의 커다란 사랑에 꼭 보답하며 살아가겠습니다. 할머니, 아버지, 어머니 사랑합니다.

11월 마지막 날 실험실에서
이 효 갑 올림