

특집  
05

## 자동차 조향 장치의 동향과 전망 -기계 중심에서 Software 중심으로-

### 목 차

1. 서 론
2. 조향 장치 : 기계에서 전기로
3. Hardware에서 Software로
4. 결 론

김용규 · 이명호  
(주)남양공업 · 명지대학교

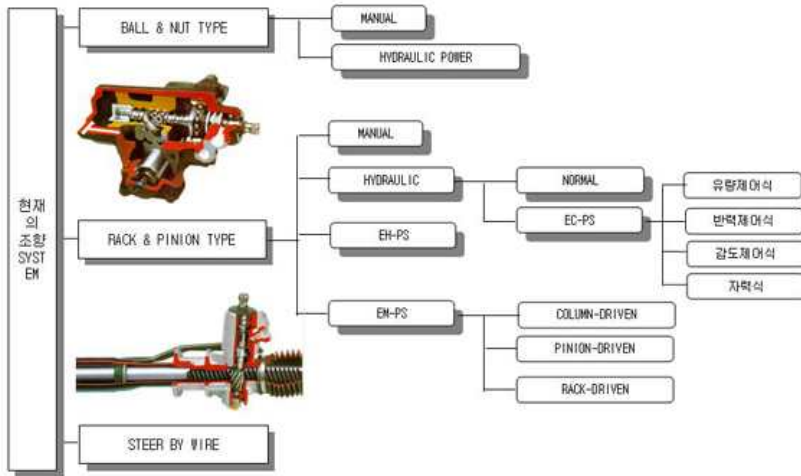
### 1. 서 론

자동차는 현대 사회에 있어서 빠질 수 없는 화두이다. 자동차의 보급으로 인하여 먼 거리를 빠른 시간에 이동하게 됨으로써 인류의 수명을 연장하는 효과를 가져왔으며, 보다 활발한 인적 물적 교류가 가능해짐으로써 관련 산업의 발전을 촉진해왔다. 선진국들을 비롯하여 개도국들까지도 각 가정에 한 대 또는 그 이상의 자동차를 가지고 있으며, 더 성능이 우수한 차, 더 멋진 디자인의 차를 갖고 싶어하는 등, 자동차에 대한 필요와 욕구는 점점 커져만 간다. 이 욕구를 충족시켜주기 위하여 완성차를 생산하는 업체나 자동차 부품을 생산하는 업체는 하루도 쉬지 않고 발전을 위해 노력하고 있다. 이 모든 것들이 인간이 만들어낸 선 순환의 사이클이 아닌가 싶다.

이러한 선 순환의 사이클에 편승하여, 조향 장치도 함께 발전하고 있다. 조향 장치란 자동차의 스티어링 휠(핸들)에서 시작하여 자동차 바퀴까지 이어지는 장치를 통틀어 일컫는다. 조향 장치의 목적은 자동차의 진행 방향을 운전자가 요구하는 대로 안전하게 변화시키는 것이다. 조향 장

치도 끊임없이 변화해 왔는데, 인력식에서 기계식으로, 그리고 기계식에서 유압식으로, 유압식은 다시 한번 전기식으로 변화해 가고 있다. 이러한 눈부시게 빠른 변화 속에서 수많은 조향 장치와 관련된 업체들이 기업의 흥망을 걸고 발전을 위해 노력하고 있다.

조향 장치가 전기화되면서 Motor가 장착되고 그 Motor를 제어하기 위한 ECU(Electric Control Unit)가 탑재된다. 또한 그에 부가적인 주변장치들이 들어가면서 MCU(Micro Controller Unit)에 프로그램이 내장되기 시작했다. 이에 따라 Software의 중요성이 강조되고 있다. 자동차 분야의 Software는 그 역사가 다른 Software 분야에 비하여 깊지 못함에도 불구하고 기능은 다른 분야 이상을 요구하는 경우가 대부분이다. 자동차는 또한 자유도가 높은 동체여서 변수가 많고 이 변수로 인한 오동작이 일어날 경우 운전자의 생명을 위협할 수 있어, 그 개발에 있어서 안전성을 최우선으로 하기 때문에 개발자들의 고민은 더욱 깊어지고 있다. 그 고민의 결과로 이전의 Firmware 방식에서 탈피하여 OS(Operating



(그림 1) 스티어링 시스템의 종류

System)를 MCU에 설치하여 Software를 더 효율적으로 제어하고 개발기간을 단축시키며 안정성도 높이고자 하는 노력이 계속되고 있다. 하지만 아직 이러한 시도는 예기치 못한 도전에 부딪히면서 표준화된 명확한 결론에 도달하지 못한 것이 지금의 현실이다.

본 원고에서는 조향 장치의 발전을 단계별로 설명하고, 그 속에서 최근 비중이 크게 높아져 가고 있는 Software의 역할과 중요성을 짚어보고자 한다. 먼저 2장에서는 기계 장치에서 전기 장치로 이어지는 조향 장치의 진화 과정을 설명한다. 그리고 나서 3장에서는 전기 장치로서의 조향 장치에서 Software가 차지하는 중요성에 대하여 설명하고자 한다. 4장에서는 본 원고의 결론과 앞으로의 발전을 조망해 본다.

## 2. 조향 장치 : 기계에서 전기로

1886년 독일에서 K. 벤츠가 최초의 가솔린기관 자동차인 '벤츠 페이턴트 모토바겐'을 만든 이후로 자동차는 눈부시게 발전해 왔다. 그 발전은 가히 혁명적이라고 부를 수 있을 정도이다. 이러한 자동차의 역사를 조향 장치를 통해서 되짚어 보면서 현재 조향 장치의 기술이 어디까지

와있는지를 알아보도록 한다.

### 2.1 조향 장치 소개

자동차에서 방향 전환을 위해 쓰이는 장치를 통틀어 조향 장치(Steering System)라고 부른다. 조향 장치의 기본적인 작동은 운전자가 흔히 핸들이라고 불리는 스티어링 휠(Steering Wheel)을 조작하면 그 회전이 스티어링 샤프트(Steering Shaft)를 통해 기어 장치에 전달되고 기어 장치가 타이로드를 움직여 바퀴가 원하는 방향으로 움직이게 되는 것으로 이는 거의 모든 조향 장치의 기본이다[1].

스티어링 시스템의 구조는 위의 (그림 1)과 같이 여러 종류로 이루어져 있지만 크게 랙 앤 피니언 식(Rack and Pinion type)과 볼 너트 식(Ball Nut type) 두 가지로 나누어진다. 랙 앤 피니언 식은 기어 기구에 가늘고 긴 판 구조의 기어(일명: 랙바)를 사용해 그 양끝에 타이로드가 연결된 구조로 되어 있고 스티어링 샤프트 앞부분이 피니언 기어의 구조로 되어 있다. 랙 앤 피니언식은 구조가 간단하고 조종성이 우수하기 때문에 국내에서 생산되는 자동차의 대부분이 이 방식을 채택하고 있다.



한 신호를 받은 ECU(Electric Control Unit)의 제어에 의해 모터가 회전하면서 워 기어를 돌리는 형식으로 앞에서 언급한 대로 경차에 많이 이용되고 있는 방식이나 현재는 그 적용범위를 넓히고 있다.

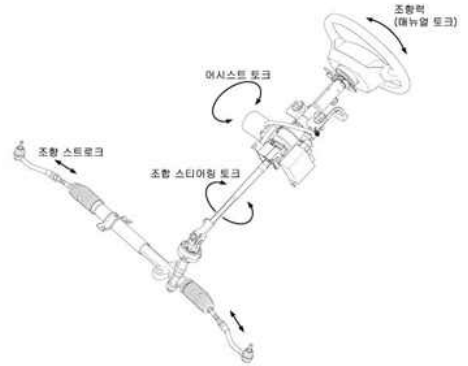
일반적으로 파워 스티어링의 동력원은 거의 엔진의 동력을 나누어 쓰게 되어 있다. 엔진의 구동 풀리(Pulley) 또는 메인 풀리에 벨트 전동 방식으로 파워 스티어링 펌프를 연결하여서 동력원으로 사용하는 방식을 말한다. 많은 차량들이 이 방식을 사용하고 있지만 유압방식으로 인한 시스템의 복잡성과 엔진이 꺼졌을 때 또는 벨트가 끊어졌을 때는 동력 조향 기능을 하지 못하는 단점이 있게 된다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 개발된 것이 EPS 장치인데 이는 전동식 동력 조향 장치로 엔진의 동력을 나누어 사용하는 것이 아니라 자체적으로 동작하는 전기 모터를 가지고 동력 조향 효과를 만들어 내는 장치이다[2].

성능이나 엔진의 효율성 측면에서는 우수하나 시스템의 단가가 비싸기 때문에 아직 대중적으로 널리 사용되는 것은 아니지만 파워 스티어링 장치만을 위한 자체 ECU를 가지고 있어서 사고 회피 기능이나 조향 Assist 기능은 물론 심지어는 운전자의 힘을 빌리지 않고도 조향을 할 수 있는 장치를 구현할 수도 있어서 차세대 동력 조향 장치로 주목을 받고 있다. 단순히 운전자의 조향을 도와주는 것이 아니라 잘못된 운전자의 조향에 대하여 그 반대 방향으로 힘을 가함으로써 간접적으로 조향 실수로 인한 사고를 방지하는 기능까지도 구현이 가능한 차세대 파워 스티어링 장치이다.

EPS는 업체마다 업체의 기준에 따라서 조금씩 차이는 있으나 크게 3가지 종류로 구분되고 있다 :

- C-TYPE이라고 불리는 Column type의 C-EPS는 Column에 모터를 부착하여 파워 스티

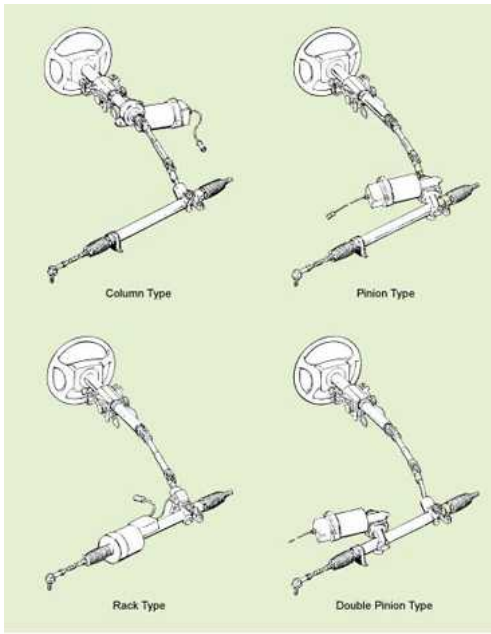
어링을 수행하는 형태를 말한다. 이 형태는 직 접 스티어링 Column 축에 모터를 달아야 하기 때문에 모터의 크기, 진동, 소음이 작아야 하므로 현재의 기술로는 소형차에만 적용이 가능하다. 그러나 구현방법이 다른 타입에 비하여 쉽고 구조를 변경 할 부분이 적어서 EPS를 도입하는 나라들에서는 C-type 연구 개발에 박차를 가하고 있다.



(그림 4) C-TYPE의 작동원리

- 다음으로 P-TYPE이라고 불리는 Pinion type의 P-EPS는 모터를 Pinion에 부착하여 파워 스티어링을 수행하는 형태를 말한다. 이 형태는 C-TYPE에 비하여 더 큰 파워를 내서 중형까지 사용이 가능하지만 엔진 마운트 위치에 모터가 하나 달림으로 인해서 중요공간을 차지하게 되고 유럽과 같은 RHD(Right Hand Drive)와 미국과 같은 LHD(Left Hand Drive)의 모터위치가 틀려짐으로 인해서 전체적인 설계가 크게 변해야 한다는 단점도 가지고 있다. 이러한 단점을 보완한 형태가 Double Pinion type이라고 볼 수 있다.
- 마지막으로 R-TYPE이라고 불리는 Rack type의 R-EPS는 RACK에 모터를 부착하여 파워 스티어링을 수행하는 형태를 말한다. 이 형태는 앞의 RACK에 모터를 달아서 제어를 하기 때문에 앞서 소개한 두 가지 형태에 비해

여 높은 파워를 내게 된다. 그리고 RHD, LHD의 제약에서 어느 정도 유연하게 설계 할 수 있다. 그러나 RACK에 부착되는 모터가 가격이 고가이고 개발하는데 기술적인 어려움이 많기 때문에 비용적, 기술적인 부분의 단점으로 지적되고 있는 형태이다.



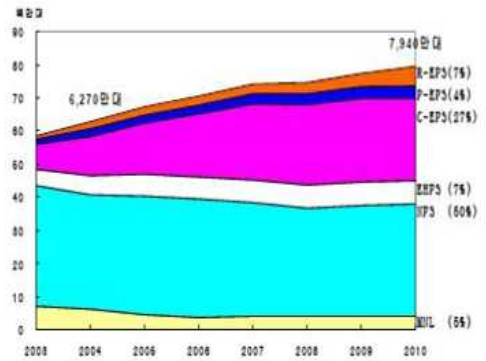
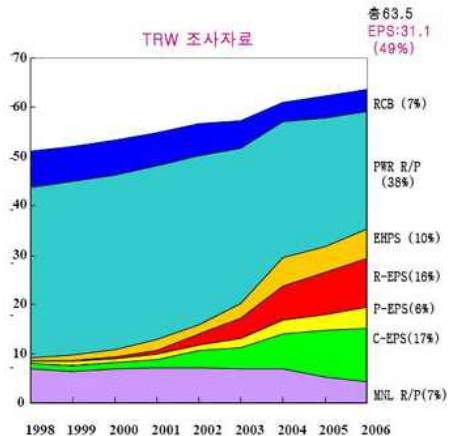
(그림 5) EPS의 종류

위에서 설명한 바와 같이 기계식의 조향 장치는 전기식으로 변화하고 있다. 그 변화는 빠르게 일어나고 있으며 기존의 기계식과 유압식의 조향 장치는 그 수요가 점차 줄어들고 있다. 그 변화의 추세를 보면 10년 전인 1998년에 불과 2%밖에 안 되던 EPS의 수요는 2006년에 39%로 급성장하면서 불과 8년 만에 20배 가량 급성장하였고, 향후 그 수요는 더욱 증가할 것이다[2]. 이러한 추세로 보았을 때 전기식 조향 장치로의 변화는 선택이 아닌 필수로써 전세계적인 흐름으로 이미 자리 잡았다고 할 수 있고 머지않아 모든 조향 장치는 EPS로 바뀔 것이라는 조심스러운 전망을 해본다.

### 3. Hardware에서 Software로

앞의 2장에서 언급한 바와 같이 조향 장치는 EPS라는 전기장치로 머지않아 대체될 전망이다. 조향 장치를 비롯하여 기계 장치에서 전기 장치로의 전환으로 말미암아 파생되는 산업이 전기 전자 산업이다. 전기 전자 산업에서는 전기의 모터가 필요하고 전자의 센서가 필요하며 전기 제어를 위한 전기 전자의 ECU가 필연적으로 발전하게 되고 수요가 늘어나게 된 것이다.

#### 3.1 Software의 중요성



(그림 6) EPS 수요 조사표

초창기 EPS 개발의 관건은 모터에 집중되어 있었다. 모터가 보조력을 주는 동력원으로써 중요함이 최초로 부각되었던 것이다. 더 강한 모터,



(그림 7) 자동차에서 Software가 적용되는 범위

더 정확하고 가벼운 모터를 지향했다. 물론 그 활동은 지금도 계속되고 있다. 그 후 모터를 제어하고 모든 신호를 받아들여 판단하는 ECU가 부각되었다. 아무리 좋은 모터를 EPS에 장착한다고 하더라도 그 모터를 제대로 제어하지 못한다면 효율적으로 활용할 수 없고 심지어는 심각한 오류가 발생할 수 있기 때문이다. 그렇게 ECU가 부각되면서 부가적인 면들도 함께 부각되었다. Fail-Safe 라는 문제가 바로 그것이다. 즉, 문제가 발생할 시 이를 판단하고 문제 발생의 소지를 원천적으로 차단하는 것이다. 이는 인간의 생명과 직결될 수 있기 때문에 아주 중요한 부분으로 여겨져 왔다. EPS에 있어서 Fail이 발생할 경우 자동차의 진행방향이 바뀌거나 오버스티어, 언더 스티어로 인한 주행안정성에 심각한 지장을 초래할 수 있기 때문에 Fail-Safe의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

위와 같은 이유로 복잡한 알고리즘들이 프로그램화되어 ECU의 MCU에 내장되기 시작했다. 그러면서 Hardware 중심이던 EPS가 내부의 알고리즘에 따라서 성능이 좌우되는 Software 중심으로 변모하게 되었다. Software 분야가 중요

한 이유는 위와 같은 Fail-Safe와 제어라는 것 외에도 개발에 있어서 기술적인 어려움이 존재하기 때문이다. Software는 Hardware와 달리 눈에 보이는 실체가 없기 때문에 신호분석을 통하여 경쟁사 또는 기술 선도 회사의 Chip 안에 내장된 프로그램을 완벽하게 벤치마킹 하는 것이 불가능에 가깝다. 그렇기에 Software의 개발은 자체적으로 이루어져야 하고, 설사 힘든 Software 개발 과정을 완료했다고 하더라도 전문적인 지식(ECU 주변지식, Fail-Safe 알고리즘 등)이나 검증 없이 만들어진다면 그 효용가치가 크게 떨어질 수 밖에 없다. 즉, Software는 그 안에 개발 회사의 노하우가 녹아 들어가 있는 보배 중에 보배라고 할 수 있는 것이다. EPS 뿐만 아니라 모든 자동차의 전기 전자 분야에서도 이와 같은 Software 우선 현상은 공통적으로 일어나고 있다.

### 3.2 Software 발전 과정

현재 자동차 선진국에서는 조향 장치를 위한 Software 개발을 위하여 많은 해결책을 제시하고 있다. 그 중 주목 받고 있는 것이 OS(Operating

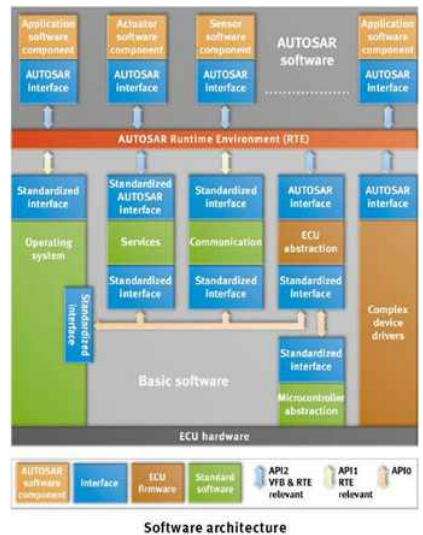


System)분야이다. Hardware가 눈부시게 발전하고 그 비용이 감소하면서 고성능의 MCU를 낮은 가격에 사용할 수 있게 되었다. 또한 요구되는 기능에 비하여 MCU의 성능이 초과되는 경우가 빈번하게 발생하기도 하였다. 이 초과 자원을 어떻게 활용할까를 고민하게 되면서 자동차 MCU에 OS를 설치하여 Core에서 처리하는 Process를 효율적으로 관리하고, 프로그램도 개체중심으로 재설계하자는 움직임이 일어나게 되었다. 이렇게 할 경우 여러 장점들이 생기게 된다 :

- 첫 번째로 OS가 없을 경우 MCU에 종속되지 않고 프로그램이 호환성을 갖는다는 것이다. 그렇게 되면 MCU 선정이나 교체에 따른 부담을 줄 수 있게 된다.
- 두 번째로 개체중심의 프로그램 설계 및 구현으로 프로그램의 재 사용성이 높아지게 된다. 개체의 장점이 그대로 자동차 분야에 녹아 들게 되는 것이다. 재 사용성이 높아짐으로 인해서 개발기간이 단축되고 시험기간이 줄어들게 된다.
- 세 번째로 MCU에 같은 OS를 올림으로 인해서 ECU간의 통신에 있어서 통일성을 가질 수 있고 훨씬 간편하게 통신구현이 가능하다.
- 마지막으로 프로그램의 오류를 OS에서 사전에 예방하고 정정해주어 시스템이 다운되는 것을 방지하기 때문에 안정성이 월등하게 향상된다.

이러한 장점을 앞세우고 OSEK/VDX, AUTOSAR 등의 OS가 자동차업계에서 주목 받고 있다. 현재 BMW, Bosch, DaimlerChrysler, Siemens, Volkswagen 등의 유럽 자동차 업체나 부품 업체는 통신 및 네트워크용 툴을 포함한 OSEK/VDX OS를 이미 사용하고 있다[9]. 그리고 일본 자동차 업체는 자동차용 임베디드 Software 개발을 위해 자스파(JasPar : Japanese Automobile Software Platform and Architecture)라는 기구를 발족했다. 도요타와

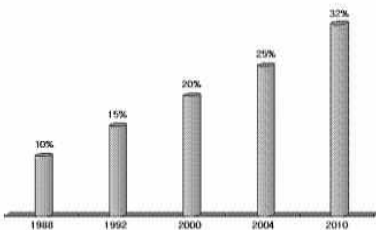
닛산, 도오쓰 일렉트로닉스, 혼다, 등 4 개사가 간사로 참여해 응용 프로그램 인터페이스(API)와 미들웨어 및 차내 통신 규격 등의 표준화에 박차를 가하고 있다. 유럽 자동차 업체는 이에 맞서 오토사르(AUTOSAR : AUTomobile Open System Architecture)를 결성, 자동차 모듈의 표준을 만들고 있다. 현재는 독일에서 개발된 AUTOSAR가 학회나 세미나에서 주목을 받고 있고 그 방향성과 타당성에 대해서 상당히 긍정적으로 평가 받고 있다. 현재 안정적인 상용화 단계는 아니지만 BMW를 시작으로 AUTOSAR도 상용화에 첫발을 디디며 박차를 가하고 있다 [9]. 그리고 도요타는 2010년을 목표로 도요타만의 OS 개발을 선언했고 Microsoft도 최근에 자동차용 OS 개발을 선언하고 나섰다. 아직 확정된 사항은 아니지만 우리나라는 현대 기아 자동차가 세계 최초로 Microsoft의 자동차용 OS를 적용한 차량을 선 보일 야심 찬 계획을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 이렇게 전 세계의 자동차 업체 및 부품 업체는 여러 진영으로 나뉘어 Software 개발의 품질을 높이고 주도권을 잡기 위한 총성 없는 치열한 전쟁을 벌이고 있다.



(그림 8) AUTOSAR Software 구조도[9]

그렇지만 OS로 쉽게 넘어가지 못하는 장벽도 존재한다. 기존에 개발된 Firmware들이 걸림돌이 되고 있다. 기존의 Firmware들은 그대로 OS에 컴파일하여 설치할 수 없다는 것이다. 이는 Firmware들의 컨버전이 이루어져야 한다는 이야기로 모든 업체들의 부담이 되고 있다. 따라서 현재 기존의 Firmware로 개발된 프로그램의 컨버전보다는 새로운 프로젝트에 OS를 활용하는 쪽으로 업체들은 변화의 방향을 잡고 있다.

언젠가는 OS중심의 임베디드 Software가 모든 ECU에 적용되는 날이 올 것이다. 그 근거로 시장 조사업체인 텔레매틱스 리서치 그룹에 따르면 현재 자동차의 Software 비중은 13~14%에 불과하지만 앞으로 5년 내에 이 비중은 36%까지 늘어날 것으로 전망했다[7]. 현대자동차도 현재의 자동차 판매 가격의 10~15%가 Software 가격이지만 2010년 정도면 그 비중은 30~40%로 높아질 것으로 전망했다.



(그림 2) 자동차 가격당 자동차 부품 전자화 비율

(그림 9) 자동차 가격당 전자화 부품의 비율

#### 4. 결론

본 원고에서는 조향 장치를 통하여 자동차 부품의 전기화, 전자화 추세를 살펴보았다. 기계식에서 유압식을 거쳐 EPS로 발전하고, EPS에 Motor가 장착됨으로써 제어가 필요하게 되었으며, 그를 위하여 ECU가 들어가고 ECU는 제어를 위한 Software를 필요로 하게 되었다. 그리고 그 과정에서 Software가 얼마나 중요한 역할을

하며, 빨리 변화하고 있는지, 또한 전 세계 자동차 업계가 그 급박한 변화 속에서 어떻게 대처하는지 알아보았다.

자동차 개발에 있어서 Software의 범위와 중요성은 점차 증대되고 있고 앞으로 더욱 그 중요성은 강조될 것이다. 현재는 전문 인력이 부족하고 표준화가 이루어지지 않아 혼란스런 상황에 놓여있다. 이는 전세계가 함께 겪고 있는 공통의 문제이다. 이 문제를 해결해 나가기 위해서 Software 분야의 이론들이 자동차에 녹아들어 융화되는 과정을 거쳐 체계가 잡히고 표준화가 이루어지게 될 것이다. 그 과정에서 Software 엔지니어들이 큰 역할을 하게 될 것으로 예상된다.

언젠가 현재 기술의 한계를 뛰어넘어 꿈의 조향 장치인 “무인 자동 조향 장치”가 사용되는 날이 있을 것이라고 믿는다. 전세계의 자동차 업계는 이러한 꿈을 현실화시키기 위해서 지금 이 시간에도 열심히 노력하고 있다. 짧은 글로 자동차 조향 장치와 그에 내장되는 Software를 설명하기에는 한계가 있지만, 이 원고를 통하여 독자들이 조향 장치 발전과 관련한 큰 흐름을 볼 수 있었다면 이 원고의 역할은 충분하지 않았나 싶다.

#### 참고문헌

[1] 선우명호, 임호재, 이기형, 이장명, “자동차 공학(AUTOMOTIVE MECHANICS)”, 인터비전, 2004.

[2] 윤석찬, 한창수, “전동식 동력 조향장치의 개발에 관한연구”, 한국자동차공학회 추계 학술대회 논문집, 1995.

[3] J.R.Ellis, “VehicleHandling Dynamics”, Page Bros, 1994.

[4] <http://www.freescale.com>, Automotive Microcontroller, 2008



- [5] DelphiAutomotiveSystems, “Diagnostic Development for an Electric Power Steering System”, SAE World Congress, 2000.
- [6] Dominke Peter,Ruck Gerhard, “Electric Power Steering The First Step on the Way to Steer by Wire”, SAE International Congress and Exposition, 1999.
- [7] “전동식 powersteering 시스템”, 한국과학기술정보연구원, 2003.
- [8] OSEK, OSEK/VDK Operating System Specification 2.2.3, 2005.
- [9] <http://www.autosar.org>, AUTOSAR specifications, 2008.

### 저자약력



**이 명 호**

1986년 서울대학교 계산통계학과 (학사)  
 1988년 미국 University of Southern California 컴퓨터 과학과 (석사)  
 1999년 미국 University of Southern California 컴퓨터 공학과 (박사)  
 1999년~2003년 미국 Sun Microsystems, Inc. Scalable Systems Group, 책임 연구원  
 2003년~2005년 미국 Sun Microsystems, Inc. Scalable Systems Group, 수석 연구원  
 2004년~2008년 명지대학교 컴퓨터소프트웨어학과 조교수  
 2008년~현재 명지대학교 컴퓨터소프트웨어학과 부교수  
 관심분야 : 고성능 컴퓨팅, 병렬 알고리즘, 멀티코어 마이크로프로세서, 컴파일러, 임베디드 시스템  
 이 메 일 : myunghol@mju.ac.kr



**김 용 규**

2002년 명지대학교 전자정보통신공학(학사)  
 2007년 명지대학교 대학원 소프트웨어학(석사)  
 2001년~2002년 (주)시큐어엔지니어링 연구원  
 2002년~2007년 남양공업(주) 정보화추진팀 대리  
 2007년~현재 남양공업(주) 기술연구소 주임연구원  
 관심분야 : Firmware, Embedded System, Network, SI, DB  
 이 메 일 : neoQ@nyi.co.kr