

X-by-Wire System의 개발현황

Development Situation of the X-by-Wire System

윤영환 / Young-Hwan Yoon
신호시스템 부장
ShinHo Systems, Co., Ltd.



장주섭 / Joo-Sup Jang
경원전문대학 교수
Kyungwon College

1. 서론

X-by-Wire 기술은 가까운 미래의 자동차 제조기술에 큰 변혁을 일으킬 요소로 등장하고 있다. 지금까지는 기계적 링크를 통하여 동력을 전달하였는데 이것을 전기적 신호로 대체하는 것으로서 능동적 안전 문제(Active Safety)와 차량의 지능화(Intelligent)화, 연비 개선 등 차세대 시스템에 대응할 수 있기 때문이다.

By-Wire 기술은 항공조정기술로 개발된 것으로 Fly-by-Wire로 불리었으며, 항공기의 조정기구를 움직이는 케이블이나 로드, 유압 등을 이용하여 조종해 온 것을 와이어로 바꾸어 컴퓨터로 비행을 제어할 수 있도록 한 것이 By-Wire의 시초이다.

자동차 분야에서 연구개발이 진행되고 있는 By-Wire 시스템은 Throttle-by-Wire, Brake-by-Wire, Steer-by-Wire, Shift-by-Wire 등이 있는데 총칭하여 X-by-Wire라고 부른다. 이 중 Throttle-by-Wire는 연비 개선에 획기적인 기술인 직접분사식 엔진의 보급

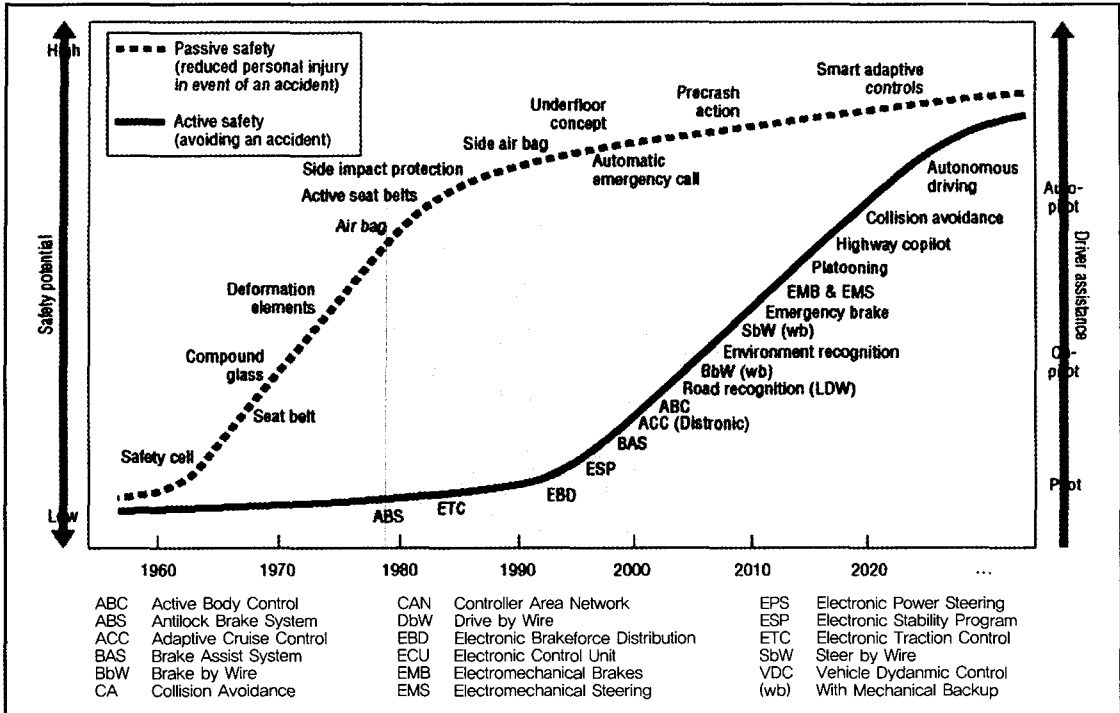
으로 전자제어 Throttle의 장착율이 크게 증가하고 있으며, 특히, 유럽에서는 이미 소형차 급까지 Throttle-by-Wire가 적용되고 있으며, Brake-by-Wire, Steer-by-Wire, Shift-by-Wire 등도 급속히 상품화를 위한 연구개발이 시도되고 있다.

여기서 나타난 개발현황은 X-by-Wire 시스템에 대한 기본 개념과 개발의 필요성을 이해하고, 국내뿐만 아니라 외국에 개발되고 있는 X-by-Wire 시스템에 대한 기술개발 동향을 나타내고자 한다.

2. X-by-Wire System 기술의 필요성

X-by-Wire 기술의 필요성은 안전성의 향상과 환경규제, Intelligent Vehicle 기술대응으로 구분하여 찾아볼 수 있다.

자동차의 안전성을 높이기 위해서는 크게 Active Safety와 Passive Safety의 두가지 방법이 있다. Active Safety는 사고를 사전에 방지하는 것이며,



〈그림 1〉 Safety Potential of Active Safety Systems in Vehicle

Passive Safety는 사고 발생시의 피해를 최소한으로 줄이는 것이다. 예를 들어 비행기의 경우 사고가 발생하면 대형 참사를 피할 수 없기 때문에 Active Safety에 중점을 두어야 한다. 자동차의 경우 사고를 당하더라도 구조될 확률이 크고, 경제성을 고려하여 과거에는 Passive Safety한 관점에서 기술개발이 이루어져 왔다. 그러나 고객의 안전에 대한 요구의 증대와 저비용으로 구현할 수 있는 관련 기술의 발달로 〈그림 1〉에서와 같이 차량의 사고를 사전에 방지하기 위한 Active Safety 개념의 X-by-Wire 기술의 개발이 요구되고 있으며 미래에는 Intelligent Vehicle에 대한 기술 대응과 Active Safety 측면에서 X-by-Wire 시스템의 장착이 급속히 증가할 것으로 예상된다.

환경규제에 대응하기 위한 기술로서 X-by-Wire 시스템은 관련 부품 작동유압유의 사용 억제와 X-by-

Wire 주행을 통한 최적 연비제어로 환경 관련 수출 규제에 능동적인 대처가 가능하다.

이는 배기가스 저감 효과도 동시에 기대할 수 있고 기계적 연결 부품이 제거됨으로서 차량의 소음, 진동 등, NVH 문제도 해결된다.

자동차의 개발 및 생산과 관련된 제조면에서, X-by-Wire 시스템을 채택함으로써 신규 차량의 개발기간도 대폭 단축된다. 즉 주물이나 부품의 기계가공 대신에 제어기 및 액추에이터 개발만으로서 신차는 개발이 완료된다. 또한 시험 환경을 구축하는데도 비용 및 시간이 단축된다. 생산에 있어서도 부품공용화가 용이해져 앞에서 언급했던 안전성 향상과 더불어 차량전체의 원가 절감 효과와 경량화 문제를 해결 할 수 있다. 또한 유압기구가 불필요해져 부품수가 크게 감소하여 대폭적인 조립 공수가 삭감되므로 작업인원도 줄어든

다. 부품회사들은 차량에 필요한 모든 전기부품을 통합한 Module로 공급함으로써 차량에서 조립이 매우 간편해진다.

기계적 링크나 배관이 없어지고 센서, 액추에이터, ECU의 배치와 전기적 연결로서 차량 설계의 자유도가 매우 향상되며, 차량 중앙부에 놓여진 다량의 부품도 없어짐으로서 충돌에 따른 피해 (Crash Worthiness)에 대한 대응이 용이해짐으로써 운전자의 안전이 대폭 높아지고, 새로운 운전 조작 환경의 창조가 가능해진다.

2004년부터 강화되는 미국의 자동차 배기가스 규제에 의해 2000년 이후 개발되는 차량에 대해서 현재 강화된 배기가스 규제가 적용되고 있다. 기존 시스템으로는 배기가스의 감소에 한계가 있으므로 선진국의 자동차 메이커들은 Throttle-by-Wire 시스템을 이용한 능동적 제어로 엔진의 상태를 최적으로 하여 배기가스를 줄이고 있다.

이러한 배기가스규제 및 연비향상을 위해서는 Throttle-by-Wire 시스템이 필수적이다.

현재상황에서는 Throttle-by-Wire가 일반화된 상태이고, Brake-by-Wire와 Steer-by-Wire 시스템의 기술개발로 초점이 모아지고 있는 것이 현실이다.

차량의 브레이크는 동적 안정성에 가장 중요한 부분으로 제어 시스템은 ABS의 등장 이후 Active Safety를 높이기 위해 끈임 없이 발전해 왔다. ABS가 경차에도 장착할 만큼 적용이 확대되고 있고 브레이크 어시스트나 EBD 등을 조합하여 제품의 성능과 기능을 확장시키고 있다. 최근에는 TCS도 ABS와 동시 장착하여 출시되고 있는 제품이 늘어나고 있다. 또한 ABS와 TCS의 전후 방향의 미끄럼 방지와 함께 코너링 등으로 인한 차량의 횡 방향으로 발생하는 전복이나 스피어를 방지하는 ESP 혹은 VDC도 1995년경 등장 이후 장착 비율이 점차 늘어나고 있다. Brake-by-Wire는 더욱 능동적인 브레이크 시스템으로 4륜 독립제어가

가능해져 앞으로는 브레이크의 통합제어가 가능하고, 더욱더 그 기능을 높일 수 있을 것으로 예상된다. Brake-by-Wire 시스템은 다른 By-Wire 시스템에 비하여 시스템에 대한 불안감은 크지만 By-Wire에 의한 전자제어의 고도화와 위험 회피, 피닉 브레이크 보조, 안전주행제어효과가 크다. 또한 I.T.S와 관련하여 자동안전 주행, Cruise Control, 사고 회피, 위험회피 시스템으로의 발전이 가능하기 때문에 브레이크 메이커를 중심으로 각사의 개발경쟁이 가열되고 있다. Brake-by-Wire에서는 전동 시스템을 사용하기 때문에 유압시스템이 불필요하게 되므로 관련 기업에 대한 영향은 매우 클 것으로 예상되지만, 향후 하이브리드화와 전기자동차가 보급될 시에는 불가피한 시스템이 되므로 기술개발의 필요성은 아주 높다고 하겠다.

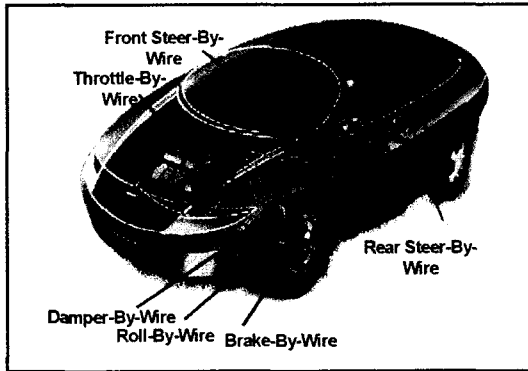
Steer-by-Wire 시스템인 경우에는 리모트 컨트롤이 필요한 차량이나 기계적인 조향 칼럼을 장착하기 어려운 차량 등에 유효하게 사용될 수 있다. 또한 Hood의 내부 공간을 자유롭게 하여 디자인에 유연성을 부여할 수 있으며, 동시에 RHD(Right Hand Drive)로의 변환이 용이하다. Steer-by-Wire 시스템의 궁극적인 매력은 조향 신호를 변조할 수 있는 기능이다. 이 기능은 가장 기본적인 수준에서 조향 특성을 조정하여 양호한 조종 안정성과 향상된 코너링 특성을 얻을 수 있게 해 준다.

Steer-by-Wire 시스템을 연구하고 있는 Delphi사는 운전자가 충분한 회피동작을 취하지 못했을 경우 전방을 주시하는 안전센서에서 나온 신호가 조향 과정에 개입하여 자동 회피(Auto Avoidance)기능의 실현을 가능하게 함은 물론, 지능형 고속도로에서 차선로를 유지할 수 있게 하는 기능을 쉽게 해결할 것이라고 보고했다.

X-by-Wire 시스템 중에서, Brake-by-Wire와 Steer-by-Wire 시스템은 By-Wire에 대한 불안감을 없애기 위해 고장 방지장치(Fail Safe)에 대한 기술개

발이 필수적이다.

〈그림 2〉는 Delphi사에서 추진하고 있는 X-by-Wire 시스템의 개념도를 나타낸 것으로 Front Steer, Rear Steer, Throttle, Damper, Roll, Brake-by-Wire으로 구성되어 있다.



〈그림 2〉 Delphi사의 X-by-Wire 개념도

3. X-by-Wire System 개발을 위한 Hardware In-The Loop Simulation

X-by-Wire 시스템과 같이 설계할 때 고려해야 될 설계변수가 많고 요구되는 기술 수준이 높아져 시스템 설계에 필요한 시간과 투자비용이 급격하게 증가하게 된다. 이런 이유로, 예전에는 주행 시뮬레이터 (Driving Simulator)와 같은 차량의 동역학적인 면만을 고려하여 시뮬레이션을 수행하였으나 최근에는 차량의 운전조건 및 노면의 상태에 따른 입력상황, 그리고 시스템 제어에 필요한 제어력의 발생 장치와 기타 성능평가에 필요한 하드웨어 등이 모두 결합된 시스템이 필요하게 된다. 이른바 HILS(Hardware In-The-Loop Simulation)개념이 개발하고자 하는 시스템의 종합적인 설계 및 시험기법에 도입되어 활용되고 있다.

〈그림 3〉과 같은 HILS Simulator는 ECU와 각종 센서를 실차에 장착하지 않고 성능을 예측할 수 있는 해석 도구로서 실제로 차량을 만들기 전에 실험실에서



〈그림 3〉 HILS Simulator for the ESP and EPS

시험하여 실차에서 발생할 수 있는 시행착오를 최소화하고 제어 로직 분석, 개인 튜닝 및 시스템 Integration에 유용하게 활용할 수 있다.

HILS기법은 순수한 컴퓨터 시뮬레이션 즉, SIL (Simulation In-The-Loop)이 갖는 부정확성과 실제 장착실험(Filed Test)의 복잡성이나 위험성 등을 보완하기 위하여 도입되었기 때문에 X-by-Wire 시스템을 개발하는데 필수 불가결한 기술이다. HILS는 크게 ECU In-The-Loop, Logic In-The-Loop으로 구분할 수 있다.

ECU-In-The-Loop 시뮬레이션은 ECU를 실제의 하드웨어에 장착하여 ECU의 성능과 제어 로직의 검증에 많이 활용되고 있다. 이때 가장 중요한 것은 ECU가 Fail Safe Mode가 되지 않게 각종 센서 등의 입력과 출력, CAN 통신 등, 실제의 차량조건으로 만들어주는 것이다. 실제로 실험할 때 돌발적으로 발생하는 위험한 상황의 재현이 어렵고 반복적인 실험 환경 조건에서의 ECU 검증은 실차 시험에서 수행하는 것이 어렵기 때문에 컴퓨터로 주행시험 환경을 구축하고 계속적인 반복 시험을 실험실에서 수행할 수 있기 때문에 ECU-In-The-Loop 시뮬레이션은 시스템의 성능 및 내구 시험용으로 많이 활용되고 있다.

Logic-In-The-Loop 시뮬레이션은 ECU의 프로세서에 프로그램 되어 있는 제어 로직이 컴퓨터상에서

SPECIAL EDITION

동작하는 것으로 제어 로직의 개발과 분석 및 개인 튜닝 등에 활용되고 있다. 이것은 ECU를 사용하지 않기 때문에 각종 액추에이터의 구동 드라이버가 필요하다.

HILS 환경 구축을 위해 실시간으로 시뮬레이션 가능한 신뢰성 있는 차량 모델이 중요하기 때문에 SPMD(Suspension Parameter Measuring Device) 등의 실험데이터를 이용하여 차량 모델을 구축하는 것이 신뢰성을 높일 수 있다. 그러나 최종적으로는 실차 시험을 통하여 검증이 이루어져야 한다.

4. X-by-Wire System의 개발 현황

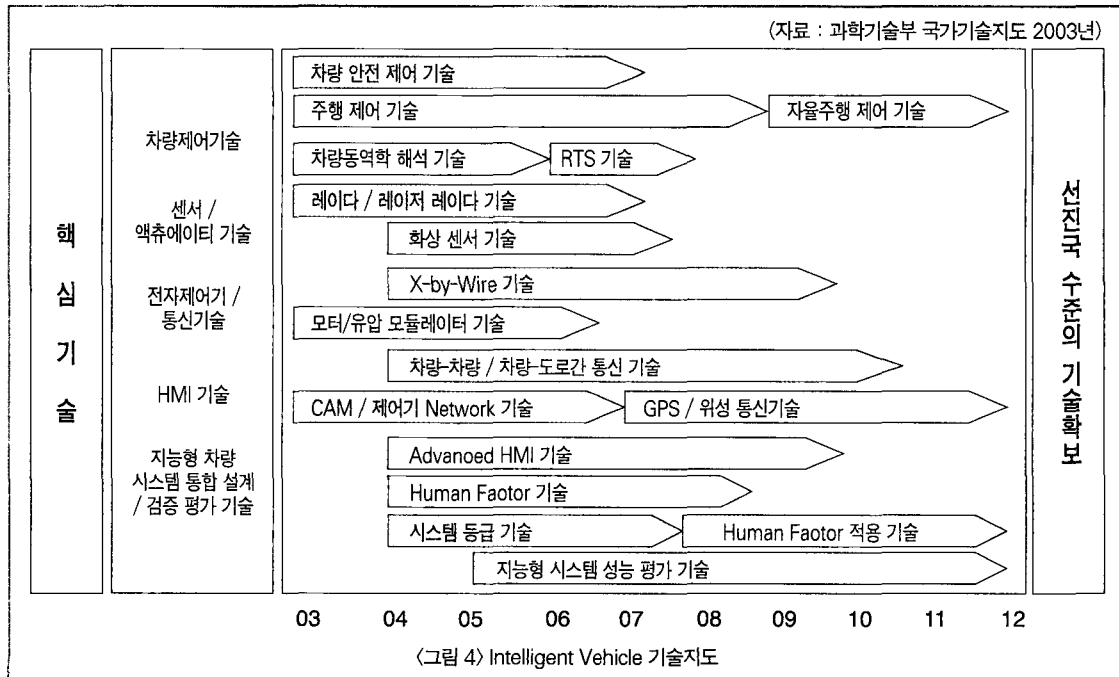
최근 해외 완성차 및 부품 메이커들은 X-by-Wire 시스템과 관련된 시스템개발을 매우 적극적으로 추진하고 있다. X-by-Wire 시스템은 부품 개발 뿐 아니라 제어 로직 및 시스템 기술도 요구된다. 또한 개발비용이 막대하게 소요되기 때문에 각각의 유리한 분야를

보완하는 형태로 기술제휴를 하는 경우가 많다. 전반적으로 유럽에서는 보다 높은 Active Safety를 위한 개발이 진행되고 있고, 일본에서는 I.T.S나 자동운전을 위하여 X-by-Wire를 지향하는 것으로 연구개발의 활동을 보이고 있다.

해외 업체의 개발 현황으로 2001년도 10월 동경 모터쇼에 BMW, DC, 혼다, 도요타, 닛산, 미쓰비시 등의 자동차 메이커에서 X-by-Wire 기술을 채택한 컨셉 차량을 출품하였다. 또한 Delphi, Bosch, ZF, Wiston, TRW, Siemens VDO, Continental Teves, Temic, Brembo, Hitachi, Koyo 등의 대형 부품 회사에서는 X-By-Wire 기술을 응용하여 개발된 제품을 전시하였다.

국내의 경우, X-by-Wire 기술의 시제품 제작 단계로 양산 개발 및 기술력 확보를 위해 공격적인 기술 투자가 필요한 상황이다.

국내 관련 기관사업의 추진현황은 <그림 4>의



Intelligent Vehicle 기술지도에 나타난 것과 같이 산업자원부에서 2010년 한국 산업 4강 비전과 전략으로 미래형 자동차 기술 개발 사업 대상 과제에 첨단 기술 분야 I.T.S 기술 과제 대상으로 Drive-by-Wire 과제가 있다.

현대자동차의 경우 X-By-Wire 기술 개발의 하나인 Throttle-by-Wire 기술로 적용한 것을 에쿠스 차량에, 기아자동차는 오피러스 차량에 외국의 부품을 채택하여 사용되고 있으며, 쌍용자동차도 제어맨에 국외 업체로부터 부품을 도입하여 적용하고 있다.

자동차 생산의 선진메이커들은 중대형 승용차를 중심으로 적용하였던 X-by-Wire 시스템인 Throttle-by-Wire 시스템을 점차 소형차로 확대하고 있는 상황이며, Siemens, Bosch와 같은 유럽계 업체가 양산에 성공하여 Benz, BMW, VW, Audi와 같은 차량에 적용되고 있으며, 일본의 완성차 업체에서도 개발에 성공하여 양산하고 있다.

Brake-by-Wire 시스템의 경우는 Mercedes-Benz사에서 세계 최초로 전기-유압브레이크를 스포츠자동차인 SL-Class Model Series 230인 SL500과 SL55 AMG Kompressor에 적용하여 양산을 하고 있으나

국내 자동차 회사나 부품회사의 경우는 실험실에서 시제품을 개발하고 있는 초기수준에 머물러 있다.

5. 결론

X-by-Wire 시스템의 도입에는 42 Volts 발전시스템으로 전환이 필수적이고 2010년 이후에는 폭발적인 시장 성장 가능성이 있기 때문에 경제적인 측면에서 2010년을 기준으로 세계 시장 규모가 17조, 국내 시장 규모가 3,000억이상으로 성장이 예상되며, 국내 산업 보호와 수출 시장 선점을 위한 기술 개발이 절실히 필요한 상태다.

이러한 첨단기술을 국내에서 자체 개발함으로써 선진국으로부터의 기술도입 감소와 기술비용을 절감할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 핵심부품의 국산화에 따른 수입대체효과 및 부품업체의 기술향상을 이룰 것으로 예상된다. 이와 관련하여 국가적인 관심과 연구 개발에 대한 적극적인 지원을 통하여 첨단기술의 개발 능력을 확보해야 할 것이다.

(윤영환 부장 : yhyoon@shinho-systems.co.kr)

참고문헌

1. FOURIN, 자동차 조사 월보
2. IEEE Computer 2002. Vol.35, No.1
3. 과학기술부, 국가기술지도 2003년
4. IEEE Spectrum 2003. February
5. 황성호, "HILS의 필요성 및 연구동향", 제어자동화시스템공학회지, 제5권, 제5호, 1999.