

전자/기계의 융합(1): 일렉트로닉스계와 메카닉스계의 차이를 인식

발췌인 _ 민승재 _ 한양대학교 미래자동차공학과 _ seungjae@hanyang.ac.kr

최근 기계제품이라고 해도 대부분 전기·전자기기가 포함되어 있어서 기계설계와 전기·전자설계의 융합, 소위 일렉트로닉스/메카닉스 융합이 필수인 시대가 되었다. 그러나 현재의 일렉트로닉스/메카닉스 융합은 “메카닉스/메카닉스 융합”이 되는 경우가 많다. 전자부품이라도 기계의 일부로 다루어 기계설계의 개념이나 프로세스 중에 제품으로 포함되어 진행된다. 이 상황을 다시 보는 것이 일렉트로닉스/메카닉스 융합을 추진해 가는 핵심이라고 생각한다.

전기·전자계(일렉트로닉스계) 엔지니어와 기계기구계(메카닉스계) 엔지니어는 사물에 대한 접근방법에 근본적인 차이가 있다. 그것은 요구되는 성과물에 사용하는 단위계의 차이로도 표현된다. 메카닉스계 엔지니어는 길이[m], 질량[kg], 시간[s]을 기본단위로 한 MKS 단위계를 기본으로 한다. 한편 일렉트로닉스계 엔지니어는 전기회로나 전자기학을 다루므로 전류[A], 전압[V], 자기장도[A/m] 등을 이용한다. 이 경우 엄밀히 표현하면 전기·전자계 요소를 추가한 단위계를 MKSA 단위계라고 한다. (총칭하여 MKS단위계라고 하는 경우도 있다) 그러면 다른 단위계의 물리현상을 취급함으로써 발생하는 차이는 무엇인가? “동작”이란 단어

를 예로 들면 메카닉스계 엔지니어는 인간의 동작이나 거동, 기계의 거동 등 실체가 있는 물체의 움직임 전체를 연상하고, 이에 비해 일렉트로닉스계 엔지니어는 회로가 계획대로 동작하는지 여부인 OK/NG로 판단하는 것을 연상한다.(그림 1) 실제로는 완전히 의미가 다른데 언어로 보면 동일한 단어를 사용하는 미묘한 공유가 우선적으로 엇갈림을 발생시키는 원인이다. 이것을 단지 단어의 해석문제로 처리해버리면 엇갈림의 해결이 더욱 어려워진다. 메카닉스계 엔지니어와 일렉트로닉스계 엔지니어에는 이데올로기적으로 용어의 전제가 명확히 다르므로 지향하는 목표도 당연히 달라왔다. 원래는 어느 정도 경험이 있는 숙련된 엔지니어가 두 가지 이상의 분야를 종합적으로 봐야만 하는데 중요한 베테랑 엔지니어가 될수록 이 문제를 간과하는 경향이 있다.

이렇게 전제가 다른 두 분야의 기술을 통합하는 경우, 원래는 메카닉스계 엔지니어와 일렉트로닉스계 엔지니어 쌍방의 접근방법을 통해 도출된 결과를 통합하는 프로세스가 일렉트로닉스/메카닉스 융합의 요점이어야 한다. 그러나 실제 제품에는 메카닉스계 설계의 기준으로 통합이 이루어지고 있다.(그림 2) 예를들면

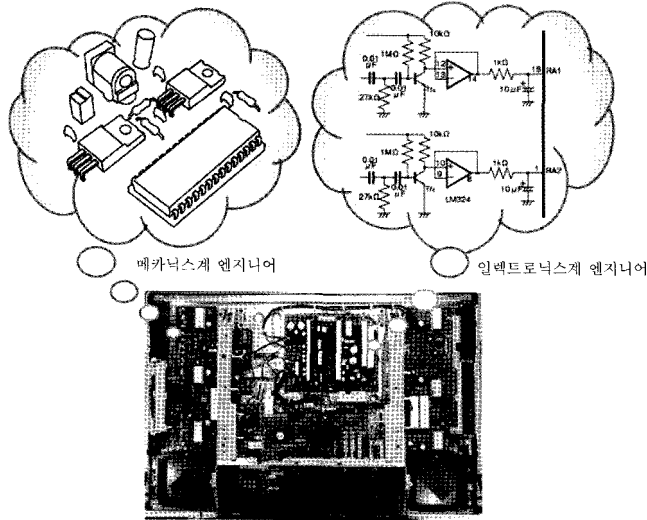
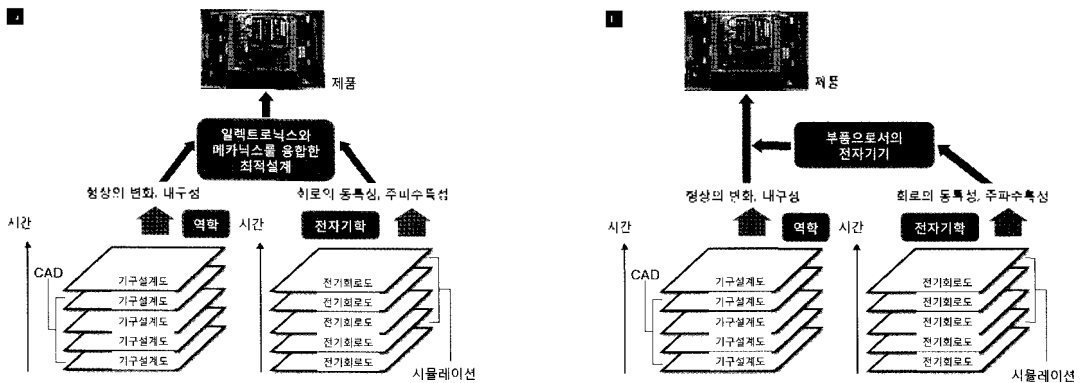


그림 1. 메카닉스계 엔지니어와 일렉트로닉스계 엔지니어의 사고 차이: 메카닉스계 엔지니어가 취급하는 대상은 주로 형상이나 움직임이고, 일렉트로닉스계 엔지니어가 취급하는 것은 전기적 특성이다.



(a) 이상적으로 메카닉스계 엔지니어와 일렉트로닉스계 엔지니어 각각의 접근방법으로 설계한 것을 통합.

(b) 현실은 메카닉스계 설계의 틀로 통합이 진행

그림 2. 현실은 메카닉스계의 틀로 통합.

고급차량용 하이브리드시스템에는 약 800개의 각종 센서가 탑재되어 있다. 물론 센서 자체는 전자기기로 분류된 부품이다. 그러나 왜 이렇게 많은 차량용 센서가 탑재되었는가는 관점에서 다시 보면, 거기에 있는 것이 “관정기능을 하는 전자회로를 갖는 기구부품”이

다. 원래 메카닉스적인 기구만으로 담당했던 부분을 일렉트로닉스적 기능으로 대체시킴으로써 비약적인 소형화, 경량화, 박층화 등이 실현되는 것은 사실이다. 그러나 설계대상은 일렉트로닉스계에 의해 대체할 수 있어도 설계사상은 기본적으로는 메카닉스계 그대로

이다. 따라서 현재의 설계프로세스에서는 메카닉스계 엔지니어가 담당하는 “부품배치용적” 기준이 일렉트로닉스계 엔지니어가 바라는 일렉트로닉스기기의 특성보다도 우선되는 압묵의 도식이 성립하고 있다. 그 이유 중 하나는 자동차라는 제품의 특성에도 있다. 차량용 센서에 있어서도 제품개발리드타임의 단축을 실현하기 위해서는 차체로 탑재하기에 앞서 차량용 센서라는 제품을 완성시켜두지 않을 수 없다. 즉 차체설계시 일렉트로닉스계 엔지니어의 업무 진행 방법은 기존의 부품을 채용하여 그 동작을 검증하여 붙일칙 대책을 실행하고 그 정보를 메카닉스계 엔지니어에게 제공하는 이른바 뒤를 따라가는 형태로 되고 있다.

예를 들어 집적회로 패키지와 회로기판간의 최적화를 수행하려면 어떻게 하면 좋은가가 일렉트로닉스계 엔지니어의 영역에 있어서 일렉트로닉스/메카닉스 융합으로 활발히 논의되고 있다. 그러나 전자통신기기의 고속화·모듈화에 따라서 전기장과 전자장의 결합이 발생할 수 있는 부분이 늘어나고 각 레벨간을 연결하는 전송선 자체까지도 전자기시스템 전체에 영향을 주는 것이 현실이다. 그래서 무엇으로 최적인지 판단하는 기준은 상당히 많다. 보드탑재 부품에 대한 대책만으로는 확실히 충분하지 않다. 칩 내부를 점접 미시적으로 검토하여 SI(Signal Integrity)¹ 특성을 평가하는 것은 시스템 전체로 보면 미소부분 최적화에 지나지 않는다. 이러한 미소부분 최적화가 전체 최적화에 연결되지 않는 것은 일렉트로닉스계 엔지니어로서 항상 존재하고 있다. 단순히 “이러한 문제에 대처하기 위해서는 칩/패키지/보드란 형태를 넘어서 시스템으로서의 성능특성을 향상시키기 위해서는 어떻게 하면 좋을까라는 발상을 기술에 반영하는 것이 필요하다”라고 말함으로써 해결되면 좋겠지만 그렇게 간단하진 않다. 동작주파수가 높아지게 되면 시스템을 조정하는 로직

이 복잡해진다. 이것을 표현할 수 있는 해석모델을 작성하려고 해도 현재 컴퓨터 처리능력으로는 비용이나 시간 면에서 대응할 수 없는 문제에 직면하게 된다. 컴퓨터의 특성문제는 머지않아 시간과 함께 해결되겠지만 그래도 시간이 걸린다.

엔지니어가 사용하는 툴인 CAD도 원래 기구설계와 관련된 사람들이 개발해 온 것이다. 따라서 아무래도 기계설계적 사고방식으로의 친화성이 강하다. 따라서 메카닉스계 엔지니어가 머리에 떠올리는 것은 CAD로 작성한 형상정보를 기본으로 하여 CAE로 설계검토 업무를 진행하는 방식이다. CAD로 형상을 결정하는 과정에 있어서 설계상의 이론이 있는 것은 당연하지만 그것만이 아닌 직관이나 경험도 포함된다. 한편 일렉트로닉스계 엔지니어가 CAE라고 듣고 우선 머리에 떠올리는 것은 “SPICE”를 비롯한 회로시뮬레이션이다. 회로도 그리고 시뮬레이션하는 이미지가이다. 회로도 는 형상과 무관하고 전기적인 특성이나 조건을 표현하는 수단으로 이론적으로 결정하는 것이다. 최근 3차원 CAD의 보급으로 CAE란 용어도 보편적으로 사용하고 있지만, 기본 발상이 형상이므로 일렉트로닉스계 엔지니어에게는 마음에는 별다른 영향이 없는 것도 사실이다. 일렉트로닉스계 엔지니어에 있어서 CAE의 위상은 어느 정도 3차원 CAD 데이터나 SPICE와 같은 데이터를 읽어 들일 수 있다고 해도 EMC(Electro-Magnetic Compatibility, 전자기기양립성) 대책을 위하여 전자계시뮬레이션을 사용하는 정도에 그치고 있다. 일렉트로닉스계 엔지니어가 CAD를 사용하지 않는 것과 마찬가지로 메카닉스계 엔지니어는 전자적 거동을 시뮬레이션할 수 없다. 메카닉스계 엔지니어는 “형상”, 일렉트로닉스계 엔지니어는 “특성”을 적은 노력으로 바로 답을 구하는 습관에 정착되어 버린건 아닐까. 이것을 CAD로 인해 야기된 큰 부정적인 면으로 보고 있다.

이와 같이 현재 상태의 메카닉스/메카닉스 연계에 있어서는 어떻게 해도 일렉트로닉스계 엔지니어가 선택한 부품정보를 메카닉스계 엔지니어에 전달하여 그

¹ 디지털회로에 있어서 신호파형을 올바르게 전송하기 위하여 신호의 송신측과 수신 측뿐만 아니라 전송선로의 특성을 고려하여 설계하는 것

정보를 CAD도면에 나타내는 설계형태가 되어 버린다. 최종적으로는 정보를 CAD도면에 어떻게 반영할까 즉, 장소의 쟁탈전으로 시종일관하게 된다. 현재의 설계형태로는 이 제품을 통해서 일렉트로닉스계 엔지니어가 전달하고자 생각한 것은 상당히 생략된다고 말할 수 있다. 원래는 설계자의 생각이 설계에 반영되고 보다 더 제품에 반영되어야 한다. 그러나 실제에서는 일렉트로닉스계 엔지니어가 단순한 본인의 설계의도에 가능한 가까운 거동을 나타내는 부품을 선택하는 정도의 조정자가 되고 만다. 따라서 시제품 제작이 진행됨에 따라서 잠재적인 문제가 점점 나타나는 것을 미봉책으로 해결하지 않을 수 없다. "우리는 EMC대책을 충분히 하고 있다"라는 말을 자주 듣는다. EMC 대책을 시행해도 EMC문제가 극복되지 않기 때문이다. 대책은 진통제에 지나지 않고 다음날이 되면 다시 통증이 나타나는 근본적 치료에는 이르지 못한다.

이제부터의 자동차는 앞서 말한 센서도 포함하여 스마트 키나 타이어의 공기압 체크 등 무선을 도입하여 센싱하는 부분(=안테나)이 증가하고 있다. 자동차의 전자화는 시대와 기술의 흐름이지만 그만큼 탑재부품의 전자화로 인한 노이즈 발생원의 증대, 탑재전자부품의 고속화로 인한 노이즈 강도의 증대라고 하는 부작용에 대한 대책이 반드시 필요하게 되었다. 이 두 가지 중에서 특히 주의해야만 하는 것이 탑재부품의 전자화이다. 전기자동차(EV)나 하이브리드차(HEV)가 보급되고 있는 상태에서 엔진만이 아니라 차내 탑재품의 대부분이 전자화되고 있다. 따라서 노이즈가 발생하는 부분과 노이즈를 수신하는 안테나가 될 수 있는 부분이 그 자체로 많이 탑재되고 있는 사실이다. 자동차로 대표되는 메카닉스계 엔지니어에 있어서 센서 등의 전자기기를 다수 탑재해도 최종적으로는 이것도 메카닉스계로 취급하는 움직임이 있다. 탑승자의 생명이 걸려 있는 안전성에 대한 사고는 여기에도 적용된다. 그러나 센서라는 일렉트로닉스계 엔지니어의 핵심을

도입하는 것은 자동차의 안전성 환경성에 대해 한층 더 레벨업을 요구하는 형태가 되는 것도 잊어서는 안 된다. 이러한 제품의 변화와 제품 라이프사이클의 단축화가 동시에 진행되는 것이 문제를 복잡하게 만들고 있다. 일반적으로 상품이 새롭게 시장에 등장하는 경우 수요는 시간의 경과와 함께 S자 모양이 된다고 한다.(그림 3) 그러나 최근에는 이러한 S자 곡선이 폭발적으로 팔리다가 없어지는 빠른 펄스형이 되고 있다. 제품은 베스트셀러로 정착할 틈도 없이 바로 유사 제품이 출현한다. 제품의 라이프사이클이 짧아짐에 따라서 일렉트로닉스계 엔지니어는 자신의 설계의도를 반영시킬 시간을 갖는 것이 허용되지 않게 되고 있다. 설계=CAD란 구도가 형성되면서 나타난 현상으로 "다른 부서와 협업한다"라고 해도 "모르는 것을 듣는 것 정도"이고 상대방은 도움주는 역할 이상의 것을 얻을 수 없다.

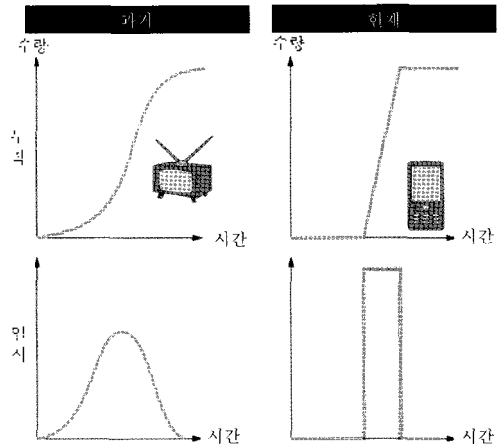


그림 3. 제품 라이프사이클의 단축화: 제품자체의 복잡화 및 모듈화와 함께 메카닉스/일렉트로닉스 통합을 어렵게 하는 요인이 되고 있다.

이렇게 생각이 다른 부분을 어떻게 연결할 것인가? 이것이 진실로 일렉트로닉스/메카닉스 융합을 실현하는 열쇠이다. 거기에는 지식과 기술의 숙련이 필요하고 그것은 개별 엔지니어에게도 해당된다. 제품 전체의

●●● 국내외 CAD/CAM 뉴스

개발 매니지먼트가 가능한 기술을 배워서 터득함으로써 처음으로 일렉트로닉스/메카닉스 융합의 싸이 나 온다고 생각할 수 있다. 그림4는 엔지니어의 커리어를 표현한 것이다. 가로축을 커리어 년수, 세로축을 지식/기술의 개방화 능력, 깊이방향 축을 기술적 지식의 폭으로 한다. 개방화란 자신이나 자기 부서의 의견뿐 아니라 적극적으로 타부서나 외부와 의견을 교환하는 것을 나타낸다. 여기에 기술적 지식의 폭이 추가됨으로써 보다 창조적인 제품개발 매니지먼트가 가능하게 된다. 초보 시기에는 철저하게 실험 실측 및 CAD나 시뮬레이터에 익숙해지고, 중견이 되서는 숙달한 것을 실제 설계에 반영함으로써 경험을 축적한다. 그리고 나서 베테랑 리더로 두가지 이상의 전문분야를 조망하고 전체 최적화를 도모할 수 있게 된다. 중견레벨에 필요한 부분 최적화의 능력과 매니지먼트 또는 리더쉽이라고 하는 전체 최적화의 능력간에는 넘어야만 하는 골이 있다. 제3자의 이야기를 추구해서 들을 수 있

는 대응능력의 분해능을 올릴 수 있는지 여부가 관건이다. 게다가 기술적 리더쉽에는 기존의 사고에 따라서 매니지먼트하는 것이 아니라 새로운 사고의 축을 설정하는 능력이 필요하게 된다. 저자는 이 차이를 매을 N-BREATS라고 하는 방법론을 구축해서 적용하고 있다. 엔지니어의 업무 프로세스에 대해서 앞서 언급한 바와 같이 "다른 각도에서 보면 어떨까"란 새로운 사고의 축을 설정하는 능력을 연마함으로써 검토의 심화를 촉진하게 된다. 새로운 축을 만드는 것은 검토방법을 늘리는 것이지 답을 발견하는 것은 아니다. 즉 CAD나 CAE로 답을 바로 구할 수 있는 영역의 이야기가 아니고 N-BREATS도 중견엔지니어 이상에 적용하여 그 효과를 발휘할 수 있는 것이다. 다음 회는 N-BREATS를 이용함으로써 어떻게 일렉트로닉스/메카닉스 융합을 실현할 수 있는가와 이를 향한 구체적인 방법에 관해 실제로 적용한 예를 통해 설명한다.

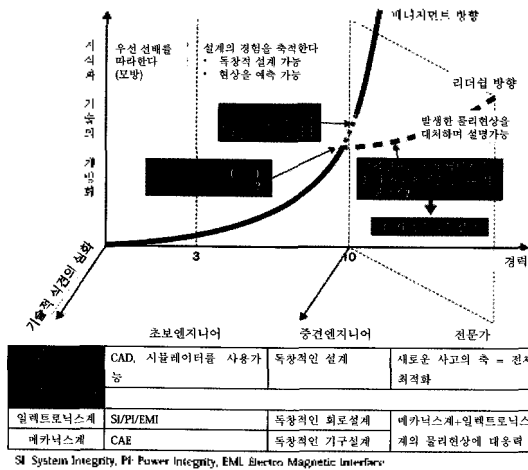


그림4. 설계자의 기술과 역할의 변화곡선: 베테랑 전문가에는 기존의 사고방식을 심화하는 것에 추가하여 새로운 사고방식의 축을 설정하는 것이 요구된다.



본 기사는 한양대학교 미래자동차공학과 민승재 편집위원이 NIKKEI MONOZUKURI 2011년 4월호에서 발췌하였으며, 출판사인 Nikkei Business Publications, Inc.의 연락처는 다음과 같다.

- Fax: 81-3-5210-8122
- URL: <http://techon.nikkeibp.co.jp/Monozukuri>