

4 차 산업혁명에서의 스마트 서보 센싱

Tomer Goldenberg

수석 기술 마케팅 엔지니어, *Elmo Motion Control*

개요

그간 잘 알려지지 않았던 모션 컨트롤 기술이 공장을 스마트하게 만드는 4 차 산업혁명(I4.0)의 여러 목표를 달성하는 데 도움을 줄 수 있습니다. 기계 내부에 깊숙이 장착된 지능적이고 컴팩트하며 효율적으로 통신하는 분산 서보 드라이브는 마치 고급 원격 측정 장비와 같이 감지, 모니터링, 반응할 수 있습니다. 스마트 제조에서 혁신적인 모션 컨트롤이 미치는 영향력은 픽 앤 플레이스(Pick and Place, P&P) 응용 분야에서 서서히 입증되고 있습니다. "퓨어 파워(Pure Power)" 제어, 스마트 서보 기술, 컴팩트 로드 마운트, 견고하고 신뢰성 높은 서보 드라이브는 I4.0 이 지향하는 핵심 결과를 가져올 뿐만 아니라 더 스마트하고 작고 가볍고 안전하고 친환경적이며 효율적이고 비용 효과적인 린 방식의 기계류를 만들 수도 있습니다.

4 차 산업혁명 시대의 모션 컨트롤

모션 컨트롤은 4.0의 맥락에서 많이 언급되지 않지만 4.0의 주요 목표를 달성하는 데 필수적입니다. 두 개의 다른 표면 실장 기술(SMT) P&P 기계에 관한 다음 사례 분석을 보겠습니다. 두 기계는 모두 높은 생산성과 품질이 요구되는 상당히 까다로운 제조 환경에 사용됩니다. 그리고 두 기계 모두 이중 갠트리 구조, 리니어/앵글러 방향으로 제어하는 Z 축 실장 헤드를 가지고 있으며, 작고 고밀도인 부품이 배치되는 동일 크기의 PCB를 처리합니다. 그러나 그 설계, 동작 접근법 및 시간당 부품 수(cph) 처리율은 현저히 다릅니다. 'A' 기계는 무게가 2,000kg, 부피가 5.2m³인 반면 'B' 기계는 무게가 불과 1,200kg이며 부피는 3.9m³(33% 더 작음)이고 전반적인 cph 처리율이 더 높습니다. 어떻게 더 작고 더 가볍고 더 적어 보이는 "장비를 갖춘" 기계가 "큰" 기계보다 뛰어난 성능을 발휘할 수 있을까요?

"퓨어 파워"란?

소비 전력을 대부분 온전히 부하 이동에 투자하는("퓨어 파워") 시스템에서 작동하는 스마트 서보 드라이브는 4.0 생태계에서 상당한 이점이 있습니다. 높은 반응성과 분해능의 서보 드라이브는 제어되는 기계의 움직임을 정밀하게 감지, 모니터링, 분석할 수 있습니다. 힘, 토크, 속도 및 위치를 높은 수준으로 실시간 감지하여 각 파라미터에 고유한 고분해능 크기와 타임스탬프 데이터를 제공합니다. 이 데이터를 이용하는 다차원 플랜트 분석은 운영 중인 기계의 상태에 관한 중요 정보를 제공할 수 있으며 예방적 유지보수에 관한 정보를 표시해 궁극적으로 고장과 가동 중단 시간을 줄일 수 있습니다.

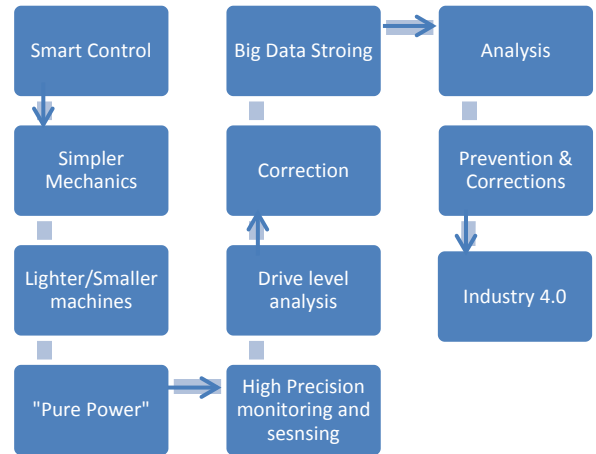


그림 1: 4.0에서 스마트 제어의 역할

"퓨어 파워"는 어떻게 달성되는가?

1. 고유한 갠트리 제어

기존의 접근법은 각 축마다 마스터 컨트롤러와 다수의 드라이브를 가진 중앙 집중식 갠트리 제어 아키텍처를 활용합니다. 그러한 아키텍처는 물리적 복잡성 외에도 과도한 필드버스 네트워크 부하로 인해 어려움에 노출되어 있습니다. 그러나 'B' 기계는 분산 갠트리 제어가 두 개의 서보 드라이브로만 작동하는 린 방식의

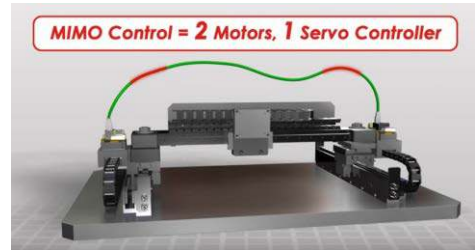


그림 2: 단 2 개의 서보 드라이브를 사용한 갠트리 작동

제어 철학으로 설계되었습니다. 컨트롤러나 로드 마운트 드라이브가 없으므로 오버헤드가 상당히 감소합니다. 상당한 전력을 소비할 케이블, 커넥터, 방열판 및 케이블 가이드를 줄이거나 제거했습니다. 그 결과 진정한 "퓨어 파워" 작동이 가능합니다.

2. 픽 앤 플레이스 - 모든 것을 헤드에서

더 가벼운 'B' 기계는 또한 실장 헤드 설계를 최소화하여 달성했습니다. 초소형으로 가볍고 강력한 서보 드라이브를 이동 XY 축에 직접 설치한 것입니다. 따라서 플렉서블 케이블, 케이블 캐리어 및 커넥터에 필요한 기생 전력이 크게 감소하므로 실장 헤드의 소비 전력이 줄어듭니다. 이를 통해 드라이브는 부하 그 자체에 보다 민감하게 반응할 수 있습니다.



그림 3: 16 개의 초소형 고전력 서보 드라이브

"퓨어 파워"로 인해 'B' 기계가 직면하는 수많은 과제 중 하나는 0.3 ~ 10N 범위에서 "센서 없이" 정밀하게 힘을 제어하는 것입니다. 이 또한 2,000:1 이상의 전류 루프 분해능

비율, 매우 빠른 응답 시간 그리고 넓은 대역폭(4kHz 에 달하는)을 이용해 달성했습니다.

3. 스마트 모션/서보 컨트롤

높은 성능과 생산성을 달성하려면 픽 앤 플레이스 기계는 매우ダイナ믹하게 움직여야 합니다. 기계 깊숙이 설치된 지능형 서보 드라이브는 고분해능, 민감도 및 빠른 반응 시간을 통해 고정밀 원격 측정과 분석이 가능합니다. 아래 그래프에서 XY 평면을 따라 고속으로 움직이는 수직 헤드 유닛(Z 축)의 진동이 정확하게 측정된 'B' 기계 내의 동작 효과를

보겠습니다. 매우 빠른 XY 평면 움직임에서 격렬하게 발생하는 기계적 기생 발진과 시스템 비선형성이 보입니다.

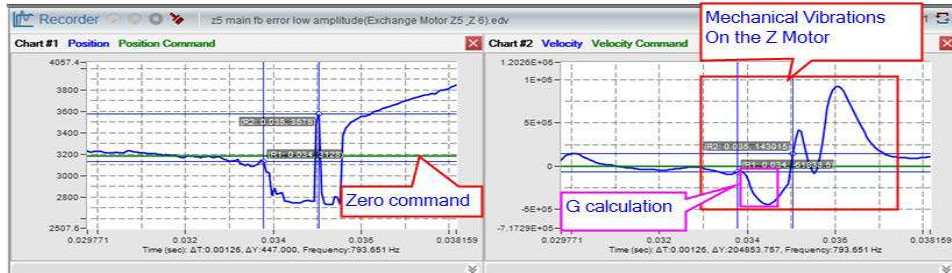


그림 4: 기생 동작의 고급 탐지. 스마트 제어를 이용해 극복 가능

기계 제작자들은 흔히 이와 같이 “바람직하지 않은” 동작을 극복하기 위해 전통적인 방법에 의존합니다. 즉 무겁고 부피가 큰 기구를 사용해 해결하게 되며 그 결과 더 큰 모터, 기어, 더 높은 파워 드라이브가 필요합니다. 결국 ‘A’ 기계에서 볼 수 있듯이 기계가 훨씬 더 무겁고 덜 민첩해지므로 높은 역동성과 처리율에 도달하는 것이 더욱 어려워집니다. 더 나은 접근법은 가볍고 민첩한 기구를 수용하고 결과



그림 5: 초소형 고출력 서보 드라이브: 80A, 80V

동작을 모니터링하며 다차원 플랜트 식별, 위치 기반 게인 스케줄링, 고차 필터, 진동 예측 신호 조정 등 스마트 동작 및 서보 제어 기능으로 기생 공진을 해결하는 것입니다. 이 접근법은 기계적 수정보다 더 비용 효율적일 뿐만 아니라 부피가 큰 기구에서 전력이 거의 낭비되지 않으므로 시스템 내에서 “퓨어 파워”를 강조할 수도 있습니다.

“퓨어 파워”의 활용

고정밀도(센서 없는) 힘 제어

“퓨어 파워”가 갖춰지면, 실장 프로세스에서 가해지는 힘을 즉시, 그리고 정확히 모니터링할 수 있게 되고 이를 통해 기계적 마모, 기계 부품 고장 또는 일부 기계적 공차 오류가 있는 불량품 배치로 인해 발생할 수 있는 실장력의 단기/장기적 편차를 감지할 수 있습니다.

힘의 값과 반응은 다음 두 가지 방식으로 처리할 수 있습니다.

- 실시간: 드라이브 수준에서 모니터링한 결과에 즉각 반응합니다. 드라이브는 상당한 양의 데이터를 수집, 분석하고 이에 반응할 수 있습니다.
- 장기: 데이터는 더 높은 수준의 컨트롤러, 모션 컨트롤러 또는 높은 수준의 호스트로 전송되며 여기에서 "빅 데이터"는 편차나 이상을 감지하는 전용 알고리즘으로 분석됩니다.

신뢰할 수 있는 성능 및 운전

스마트 서보 드라이브는 또한 XY 테이블의 단기/장기적 부하 안정성, 반복성 및 제어 성능을 모니터링할 수 있습니다. 움직이는 도중 발생하는 토크-속도 관계, 부하, 반응의 변화나 "새로운" 진동의 출현 모습도 모두 모니터링하고 기록할 수 있습니다. 누적된 데이터는 실시간으로 분석되어 오작동, 기계적 마모 및 기타 기계적 문제의 발생 가능성을 감지할 수 있습니다. 따라서 프로세스 중단이나 부품 손상, 기계 고장이 발생하기 전에 교정 및/또는 방지할 수 있습니다.

"퓨어 파워"는 (비용이 많이 드는) 기계를 설계하는 것 보다는 제어를 통해 기계 성능을 최적화하고자 하는 지능형 동작 및 서보 제어 결과의 "보너스"와 같습니다. 소비 전력의 80 ~ 90%가 "퓨어 파워"이므로 고민감도, 고분해능 모니터링을 달성할 수 있습니다.

결론

픽 앤 플레이스 기계에 지능형 I4.0 기능을 제공하기 위한 혁신적인 모션 컨트롤 접근법이 입증되었습니다.