

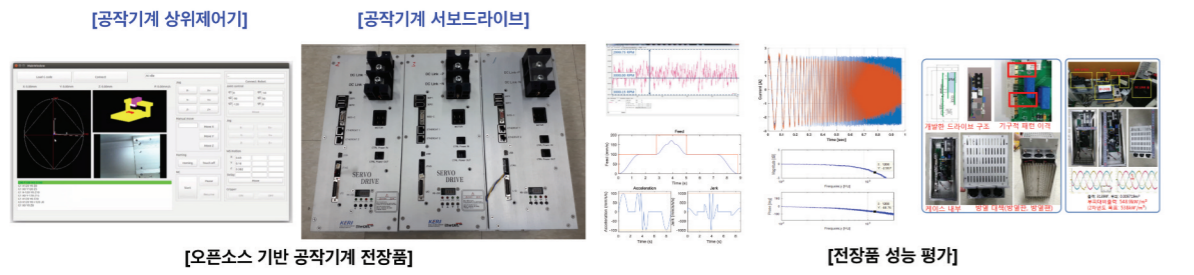
050 오픈소스 기반 공작기계 전장 시스템

정밀제어연구센터 | 조창노

○ 본 기술은 오픈소스에 기반한 공작기계 상위 제어기와 공작기계 각 축 구동을 위한 서보드라이브 기술임. 상위 제어기는 정밀한 가공을 위한 g-code 해석, 궤적 최적화 생성 및 각 관절 동기화 제어를 수행하며, 서보드라이브는 고속 고정밀 가공을 위한 제어 알고리즘 및 동기화 통신 기술을 포함함.

기술개념 및 구성

- 기술개념
 - ▶ 본 기술은 산업 자동화 및 부품 제조업 장비 국산화를 위한 오픈소스 및 개방형 네트워크에 기반하여 공작기계 상위 제어기(NC) 및 하위 제어기(서보드라이브) 핵심 기술임.
- 기술의 구성도
 - ▶ 공작기계 전장품은 상위 제어기(NC)와 하위 제어기(서보드라이브)로 구성됨.



1. 기술 개요

- 기술개발의 필요성
 - ▶ 공작기계는 4차 산업 혁명의 핵심 장비로 제조업 전반에 걸쳐 널리 활용되고 있으나 90% 이상을 수입 전장품에 의존하고 있어 국산화 기술 개발 및 보급이 시급함.
 - ▶ 공작기계 전장시스템은 가공 궤적 생성을 담당하는 상위 제어기(NC)와 각 축의 기계적 위치를 결정하는 하위 제어기인 서보드라이브로 구성되어 있으며 가공 성능 및 효율 향상을 위해선 고속 고정밀 모션을 위한 최적 궤적 생성 기술 및 강인 제어 기술이 요구됨.
 - ▶ 산업 자동화에 따라 공작기계는 다양한 장비들과 연동되어 동작하여야 하며 이를 위해선 오픈소스 및 개방형 네트워크 기반의 공작기계 전장품 개발이 요구됨.

2. 기술 내용

- 기술의 특징
 - ▶ 기술의 특징점
 - 공작기계용 상위 제어기(NC)는 오픈 소스 및 개방형 네트워크에 기반함으로 다양한 장비들과 쉽고 빠르게 연동될 수 있음.
 - 개발된 상위제어기(NC)는 속도, 가속도 뿐만 아니라 저크(jerk)가 고려된 궤적을 생성함으로써 진동 저감, 기기 수명 증대 및 가공품 품질 향상이 가능.
 - 개방형 네트워크 사용을 통해 공작기계 각 축의 동기화 제어가 가능함으로 높은 가공 정밀도 확보가 가능.
 - 서보드라이브의 성능 개선을 통해 높은 전류 응답성 확보.
 - ▶ 기술의 상세 규격
 - Jerk-limited 궤적 생성 및 look-ahead 기술

- 개방형 네트워크 기술 (EtherCAT)
- 1.1 kHz 서보드라이브 전류 제어 기술
- 스피들 드라이브 30,000 rpm 고속 제어 기술

■ 경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황

- 공작기계 전장품 기술

| | | |
|----|-------|---------------------------------|
| 국내 | 기술명 | 상위 제어기 기술 |
| | 기술 내용 | 공작기계 상위제어기 |
| 국내 | 기술명 | 하위 제어기 기술 |
| | 기술 내용 | 축 제어를 위한 공작기계 서보드라이브는 국산화 장비 없음 |
| 국외 | 기술명 | 공작기계 전장품 |
| | 기술 내용 | 공작기계용 상하위 제어기 |

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

| 경쟁기술 | 본 기술의 우수성 |
|-------------|---|
| 공작기계 전장품 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 기존 선진사의 전장품은 오픈소스 및 개방형 네트워크에 기반하지 않음으로 폐쇄적인 구조를 가지며 타사 장비와의 연동이 제한적임 • 개발된 공작기계 전장품은 각 축 동작의 동기화가 가능함으로 높은 가공 정밀도 달성이 가능함 |

3. 기술의 시장성

- 기술 응용분야 및 제품
 - 제조 설비 및 시스템 시장

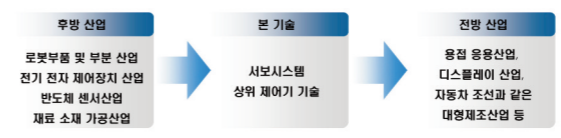


■ 시장이슈

- 산업의 발전에 따라 중국에서의 스마트 팩토리 확장이 다수 예정되어 있으며, 자동차 업계 및 디스플레이, 반도체, 이차전지의 투자가 이어지고 있어 모션 컨트롤 및 서보시장이 지속적인 호황을 누리고 있음
- 서보시장의 경우 모터차체의 기술은 일본제품을 대체할 수 있으나 이를 제어하는 기술이 떨어져 서보시스템 전체 대체가 이루어지지 못하고 있는 상태임
- 위와 같은 상황으로 인해, 확대되는 서보시장에도 불구하고 장비 발주에서 국산 제품이 비집고 들어가기 어려운 이슈들이 존재

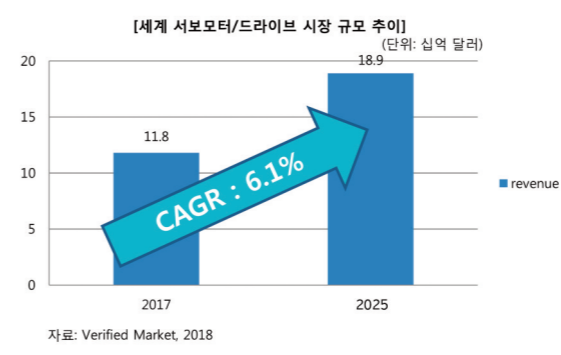
■ Supply chain

- 상위 제어기 기술은 자동화 산업에서의 서보 시스템에 있어 가장 중요한 부분으로서, 자동차 로봇 시장 분야 등에 적용됨



■ 수요전망

- 서보 모터 및 드라이브 시장은 2018년부터 2025년 사이 6.4%의 연평균 성장률을 보여, 2018년 118억 달러에서 25년 189억 달러의 성장률을 보일 것으로 전망됨



4. 주요 연구성과

■ 특허 출원 및 등록 현황

| 구분 | 특허명 | 국가 | 번호 | 년도 |
|----|--|-------------|-------------------|------|
| 출원 | 스마트 가공 발주 시스템 및 그 방법 | PCT 국외출원 | PCT/KR2016/011002 | 2016 |
| 출원 | 룩-어헤드 알고리즘이 이용된 공작기계용 수치 제어장치의 제어성능 개선시스템 및 그 방법 | 한국 | 10-2017-0123667 | 2017 |
| 출원 | 이더넷 네트워크의 마스터와 슬레이브들 간의 동기화 오차 보상을 위한 동기화 오차 보상시스템 및 그 동기화 오차 보상방법 | PCT 국외출원 | PCT/KR2017/012306 | 2017 |

■ 기술의 완성도

- ▶ TRL 4 수준의 기술완성도 단계 : 연구실 규모의 성능 평가
- Jerk-limited 궤적 생성 및 look-ahead 기술
- 개방형 네트워크 기술 (EtherCAT)
- 1.1 kHz 서보드라이브 전류 제어 기술
- 스피들 드라이브 30,000 rpm 고속 제어 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2019년 12월 : 공작기계 전장품 개발 및 실제 가공 수행

5. 기대 효과

■ 기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 공작기계는 부품 제조업의 핵심 장비 이지만 90% 이상을 외산 장비에 의존하고 있는 상황이며 이러한 장비의 국산화를 통해 무역역조 현상을 개선하고 신규 시장 창출에 기여함.
 - 공작기계 전장품의 국산화를 통해 공작기계의 보급 확대 및 제조업 경쟁력 향상.

■ 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 공작기계용 전장품은 로봇, 3D프린터 등 기타 산업용 장비 전반에 활용 가능한 기술로 높은 파급력을 가진.
 - 본 과제에서 개발된 개방형 통신은 공정 모니터링 등 산업 자동화 전반에 적용 가능함.
 - 개방형 네트워크 및 오픈소스 기반 기술 개발을 통해 제조업의 유연성을 극대화 하고 소량 다품종 생산에 적합한 생산 체계 구축 가능.
 - 오픈소스 기반 기술 개발을 통해 타 장비들과의 호환성을 극대화 하고 국내 산업 자동화 기술 전반의 기술 축적 및 전문 인력 양성.