

## 과학기술우수논문상 개요

[글] 박홍석  
울산대학교  
phosk@ulsan.ac.kr

2016 과학기술우수논문상을 수상한 논문에 대한 시대적 요구 및 이에 기여하기 위한 논문 공헌도와 시상식이 거행되었던 과총50주년 행사의 의미를 소개하고자 한다.

### ■ 논문배경 및 필요성

신흥국가들의 추격과 임금상승으로 고임금 국가들의 제조업 성장률이 지속적으로 감소하고 있다. 이에 따라 제조업의 부흥을 도모하는 기술 혁신이 크게 요구되었다. Industry 4.0 구상으로 독일은 제조업의 경쟁력 강화를 위한 4차 산업혁명을 주도하고 있다. 이를 본 받아 다른 제조업 강국들에서도 유사한 개념의 제조업 경쟁력 강화를 위한 전략을 구사하고 있다. 미국 “Advanced Manufacturing Partnership 2.0”, 일본 “SIPC(Strategic Innovation Promotion Program)”, 중국 “Made in China 2025”, 영국 “Catapult Centers”, 이탈리아 “Intelligent Factories clusters” 및 우리나라도 “제조혁신 3.0(Manufacturing Innovation 3.0)개념으로 Smart Factory 1만개를 2020년 까지 구현하고자 한다.

Industry 4.0의 핵심 기술로는 Connected Manufacturing으로 대표되는 IOT(Internet of Things)와 가상과 현실세계의 융합을 추구하는 CPS(Cyber Physical System)이다. CPS는 다음과 같은 특성을 갖고 있다.

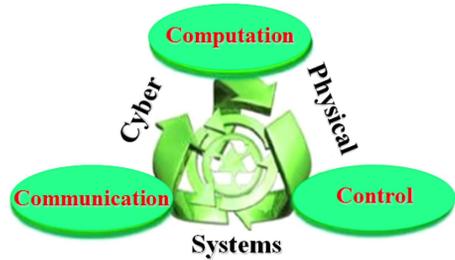


그림 1. CPS(Cyber Physical System)구성

-시스템의 기능들이 Computing 및 Communication 기술에 의해 감시 및 진단, 제어와 통합되는 물리적인 시스템

-계산적(Computational) 및 Physical(물리적)프로세스들 간의 긴밀한 결합

-적응성, 자율성, 효율성, 기능성, 신뢰성, 안정성 및 효율성 등의 측면에서 기존 시스템의 능력 향상 추구

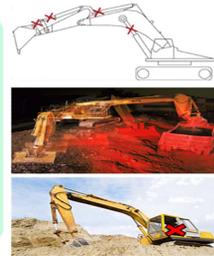
본 “과학기술우수논문”에서 이러한 성질들의 바탕 하에서 자율적인 특성을 갖는 굴삭기를 개발하고자 하였다. 과열되는 건설장비시장에서 경쟁력을 확보하기 위해서 위와 같은 스마트 기술을 확보하는 것이 절실히 필요하다. 이것이 미래에도 지속성장을 위한 방안이라고 생각한다. 본 논문은 (구)한국 CAD/CAM학회 논문집 Vol.20. No.3에 게재되어있다.

### ■ 내용 및 공헌도

건설장비, 특히 굴삭기는 전적으로 운전자의 경험에 의해서 굴삭작업이 진행되고 있다. 이에 따라 굴삭공정수행 중에 다양한 위험에 처하게 된다. 이러한 위험들에 적극적으로 대응하기 위해 시스템에 지능을 부여 하여 공정수행의 안정성 및 효율성을 증진 시키고자 하였다.

굴삭 공정중 지하에 예기치 못한 상황, 즉 상당히 큰 암석, 쓰레기 더미 등의 존재로 장비 유압부 파손, Bucket날 파손, 장비 전복 등 이 발생할 수 있다. 이러한 손상들의 방지를 위해 굴삭력을 모니터링 하여 지능 알고리즘 기반 하에 새로운 굴삭경로를 생성하는 시스템을 개발하고자 하였다.

- Current problems of excavator in practice**
- ❖ Damage risks of the components (bucket tip, hydraulic cylinder, pumps)
  - ❖ High the downtime for repairing excavator
  - ❖ Hazardous circumstances (earthquake, chemical & nuclear waste, dangerous terrain, aerospace exploration)
  - ❖ Operator condition (high intensity & heavy jobs, noise, dirty) → Operator becomes fatigued, lose concentration, early lead to injury.
  - ❖ It is difficult to control due to the changes of load and link mass



**Research goals**

- Developing an autonomous excavator system:**
- Obstacles avoidance aims to protect the excavator's equipment
  - Removing the operator from the hazardous working condition
  - Improving the digging efficiency



그림 2. 자율 굴삭기 개발의 필요성

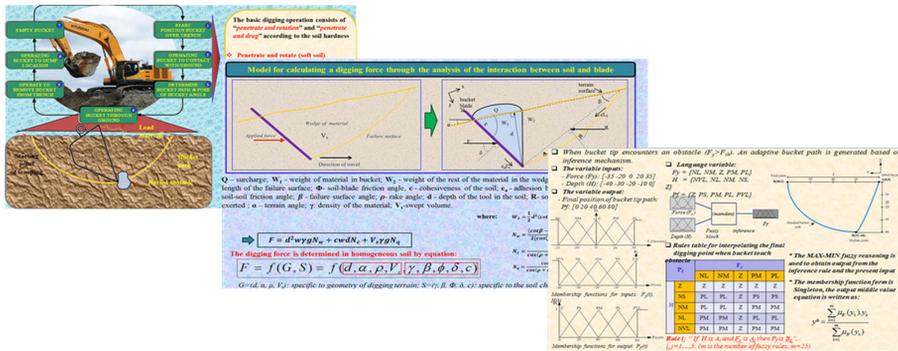


그림 3. 굴삭기운동 메카니즘, 굴삭력산정과 지능 경로 산정 모델들

굴삭기의 운동 메카니즘에 따라 굴삭경로예측 과 토양의 성질을 분석하여 적정 굴삭력을 계산한다. 굴삭경로에 따른 산정된 굴삭력 값을 초과할시 그 시점에서 Fuzzy기반 인공지능에 의해 새로운 경로를 생성한다.

굴삭공정수행 시 굴삭력이 센서에 의해 실시간으로 수집되고 모니터링 되어진다. 장애가 발생시 이 모니터링 값을 평가하여 Fuzzy Rule에 의해 새로운 경로를 찾는 지능적 알고리즘을 개발하였다. 생성된 새로운 경로를 추적하여 굴삭작업을 마무리 하게 하였다. 이를 위해 제어 알고리즘을 개발하여 굴삭공정이 정확하게 수행되게 하였다.

굴삭공정제어의 정확성과 신속성을 높이기 위해 기존 PID제어 알고리즘에 비선형적인 외력에도 강한 적응법칙(Adaptive law)과 빠른 안전성을 추구하는 Sliding 메카니즘을 적용하여 신뢰성 있는 제어가 개발되도록 하였다. 개발된 자율제어 굴삭기는 기술적으로 인공지능 기반 하에 굴삭공정 환경의 변화에 자율적으로 대응하여 장비의 고부가 가치화를 기하였다. 경제적인 측면에서 기능의 고도화를 통해 제품의 신뢰성을 상승시켜 기존 굴삭기와 차별화로 시장점유율의 획기적인 향상을 기대할 수 있다. 아울러 사회적인 측면에서 위험성을 제거하여 각종 산업재해를 예방함으로써 안전한 작업환경 구현으로 삶의 질을 크게 개선 할 수 있다.

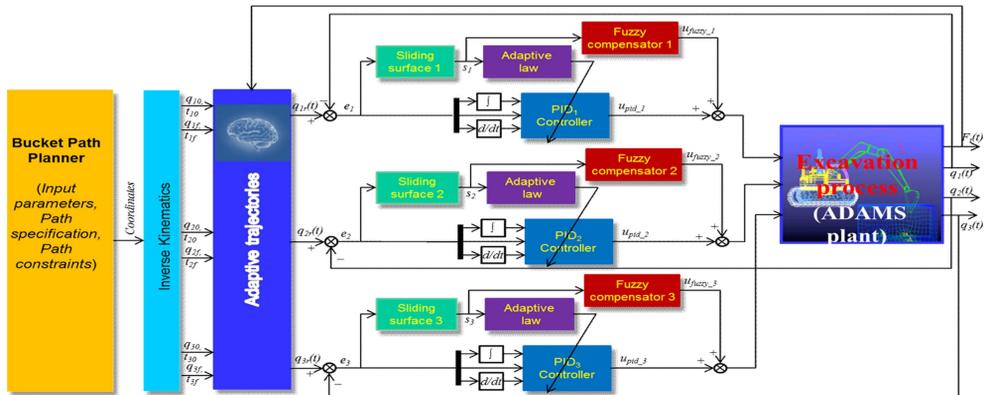


그림 4. 굴삭공정 제어를 위한 자율 제어기 개발

### ■ 과총 50주년의 의미

과학기술우수논문상은 한국과학기술단체총연합회(과총)에서 주관하고 있다. 올해는 과총이 창립 50주년을 기념하여 세계과학기술인대회와 같이 행사를 하였다. 지난 50년의 성과에 기반 하여 새로운 50년의 비전을 제시하는 자리였다. 지난 50년의 발자취를 뒤돌아보고 본연의 취지에 따라 과학기술이 국가발전의 원동력이 될 수 있도록 노력하자는 자리였다. 이런 행사들의 근본 취지는 50만 과학기술인의 명예

와 자긍심을 높여 연구개발에 전념할 수 있는 분위기를 조성하자는 것이다. 이런 의미에서 과학기술우수논문상을 제정하여 과학기술인의 사기를 북돋고자 하였다. 이를 통해 과학기술의 새로운 미래와 희망을 열어 가고자 이번 50주년의 모토는 “멈출 수 없는 꿈, 과학기술로 미래를 열다”로 과학기술의 발전을 통해 새로운 도약을 기하자는 것이었다. 아울러 과학기술은 궁극적으로 삶의 질 개선 등 사회발전에 공헌해야 의미가 있다는 자리였다.