

제8회 한국정밀공학회 창익경진대회(2023년)

연구아이디어 제안서

참가분야(택 1)	첨단제조기술(3D 프린팅)			
참가팀명	OptiPrint			
연구프로젝트 제목	AI 기반 소재(물성) 대응 FDM 공정 최적화 모델 개발			
지도교수	(소속) 성균관대학교 (성명) 이상원 (연락처) 031-290-7467 (이메일) sangwonl@skku.edu			
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail
	최성빈(대표자)	성균관대학교 기계공학부 / 4학년	010-7927-2115	cosogi@g.skku.edu

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	최성빈(대표자)	성균관대학교 기계공학부 / 4학년	cosogi@g.skku.edu
2	김병찬	성균관대학교 기계공학부 / 3학년	kbc7952@g.skku.edu
3	서재원	성균관대학교 기계공학부 / 3학년	na06219@g.skku.edu
4	안창균	성균관대학교 기계공학부 / 3학년	keum5223@naver.com
5	신혜원(대학원생)	성균관대학교 기계공학과	cinewon21@gmail.com
6	조웅현(대학원생)	성균관대학교 기계공학과	manufacho17@g.skku.edu

타 경진대회 참가 이력 체크사항

NO	성명	확인
1	본 주제로 교외에서 입상한 이력이 있습니까?	<input type="checkbox"/> 예 <input checked="" type="checkbox"/> 아니오
2	입상내역을 기술해 주십시오. (해당하는 경우)	(대회명) (입상내역)

☞ 연구아이디어 제안서 양식을 임의로 변경하지 마시기 바랍니다. (최대 5장(표지 포함))

☞ 제안서 작성을 완료한 후 일정에 따라 온라인 제출을 해주시기 바랍니다.

※ 제안서 제출 기간 : 2023년 7월 3일(월) ~ 7월 28일(금)

☞ 제출방법: 이메일 제출(contest@kspe.or.kr)

※ 파일명 : 참가팀명_소속 (=대표자 소속)

※ 파일양식 : 한글파일(.hwp)

연구아이디어 제안서 요약본

참가분야(택 1)	첨단제조기술(3D 프린팅)
참가팀명	OptiPrint
연구프로젝트 제목	AI 기반 소재(물성) 대응 FDM 공정 최적화 모델 개발
대표자명	최성빈
요약서	<p>○ 연구배경 및 목적</p> <p>- 최근 자동차 산업과 같은 고부가가치 산업에서 제품 성능 향상을 위해 복합소재 플라스틱과 같은 신규 소재를 적용한 부품 개발이 수행되고 있음. 이를 위한 공정으로 복잡한 형상의 플라스틱 제품 생산이 가능한 FDM 방식의 3D 프린팅 제조방식이 채택되고 있으나, FDM 공정은 다양한 공정변수에 의해 제품의 치수정밀도, 강도, 공정 시간 등이 결정되어 실용화를 위해서는 변수 최적화가 필요함. 그러나 이는 소재 별로도 개별 최적화가 진행되어야 하며, 이를 위한 기존의 시행착오 법은 많은 시간과 재료의 소비가 요구됨. 이에 본 연구에서는 다수의 단일소재에서의 FDM 공정 실험을 수행하여 소재(물성)-공정변수-품질 간 상관관계 분석을 수행하고, 이를 기반으로 AI 활용 품질 예측 모델 및 제3의 소재의 물성에 대응할 수 있는 FDM 공정 최적화 모델을 개발하고자 함.</p> <p>○ 연구방법</p> <p>(1) 다수의 단일소재에 대한 FDM 공정 데이터 수집 실험 수행</p> <p>- FDM 실험 설계 및 공정조건 별 부품 품질 데이터 수집</p> <p>(2) 소재(물성)-공정변수-품질 간 상관관계 분석</p> <p>- 단일소재에 대한 공정변수-품질 간 상관관계 분석</p> <p>- 소재(물성)에 따른 품질에 대한 공정변수별 영향도 분석</p> <p>(3) 소재(물성) 및 공정변수에 따른 AI 기반 품질 예측 모델 개발</p> <p>- 소재(물성)이 고려된 AI 기반 품질 예측 모델 학습 및 최적화</p> <p>(4) 소재(물성) 대응 FDM 공정 최적화 모델 개발</p> <p>- 소재(물성) 대응 FDM 최적 공정변수 도출 모델 구축</p> <p>○ 기대효과</p> <p>- 실제 산업에서의 소재-공정-구조의 유기적인 부품 개발 과정에 있어 소재가 변경되는 상황에서의 FDM 공정 최적화를 효율적으로 수행할 수 있음. 이를 통해 FDM 공정을 활용한 신규 부품 개발 과정의 효율성을 증대시킬 수 있을 것으로 기대됨.</p>

연구아이디어 제안서

※ 아래의 내용을 포함하여 제안서를 작성하세요.

1. 연구주제

- 3D 프린팅 공정은 CAD 데이터로부터 형상 정보를 획득하고 이를 바탕으로 소재를 층별로 쌓아 올림으로써 3차원 구조물을 제작하는 공정임. 그 중 열가소성 플라스틱을 재료로 하여 제품을 생산하는 Fused deposition modelling (FDM) 방식은 지지대(Support)를 함께 출력하여 복잡한 형상 제작을 가능하게 하고, 열을 기반으로 소재의 상태를 변화시켜 이를 층별로 융착시킴으로써 제품을 제작하기 때문에 우수한 기계적 강도를 갖게 함[1]. 또한, 본 공정은 복합소재로 제작된 필라멘트를 활용한 제품 생산 역시 가능하기에, 높은 형상 자유도가 요구되는 필요한 자동차 산업, 항공/우주와 같은 고부가가치 산업에서 경량화 및 고기능화를 위한 대표적인 제조공정으로 채택되고 있음[2].

- 그러나, FDM 공정을 적용한 제품 생산에 있어서 적절한 공정변수의 선정은 치수 정확도 및 기계적 강도의 향상, 공정 시간 및 재료의 감소 등과 같은 제품과 공정의 목표 수준을 달성에 절대적인 요소로 작용됨[2]. 이러한 FDM 공정의 변수 최적화를 위해 공정 최적화 연구가 수행되고 있는데, Torres 등은 레이어 두께, 인필 밀도 등의 FDM 공정변수에 따른 PLA 부품 특성을 분석하고 ANOVA 기반의 다목적 최적화를 수행하였음[3]. 또한, Deswal 등은 FDM의 치수정확도를 향상시키기 위해 ANN-GA를 활용하여 레이어 두께, 적층 방향 등에 따른 ABS 소재 부품에 대한 품질 최적화를 수행하였음[4]. 이와 같이 FDM 공정 최적화 연구는 단일소재에 국한되고 있으며, 이는 소재가 변경될 경우 매번 새로운 최적화 과정을 수행하여야 한다는 한계가 존재함.

- 이에 본 연구에서는 FDM 공정에 신규 소재를 적용하기 위한 사전연구로서, 소재의 고유 물성(밀도, 용융흐름성 등)을 고려한 AI 기반의 공정 최적화 모델을 개발하고자 함. 소재의 고유 물성은 최적의 공정변수를 결정하는 주요한 요인 중 하나임. 따라서 본 모델을 통해, 제3의 신규 소재가 제안될 때 해당 물성의 고유 물성을 활용하여 추가적인 실험 및 데이터 수집 없이 목표하는 품질 달성을 위한 최적의 FDM 공정변수를 도출할 수 있음.

2. 연구방법

- (1) 다수의 단일소재에 대한 FDM 공정 데이터 수집 실험 수행
 - FDM 공정 데이터를 위한 테스트베드(활용 장비) 선정
 - 주요 공정변수 선정 및 실험계획법 기반 실험 설계
 - 다수의 단일소재에 대한 공정조건별 부품 품질(인장강도 등) 데이터 수집
- (2) 소재(물성)-공정변수-품질 간 상관관계 분석
 - 단일소재에 대한 공정변수-품질 간 상관관계 분석
 - 소재(물성)에 따른 품질에 대한 공정변수별 영향도 분석
- (3) 소재(물성) 및 공정변수에 따른 AI 기반 품질 예측 모델 개발
 - 소재(물성)이 고려된 AI(ANN, CNN 등) 기반 품질 예측 모델 학습 및 최적화
 - 추가 실험을 통한 품질 예측 모델 검증 수행 및 신뢰성 확보
- (4) 소재(물성) 대응 FDM 공정 최적화 모델 개발
 - AI 기반 품질 예측 모델 기반 소재(물성)를 고려한 최적 공정변수 도출 모델 구축
 - 신규 소재를 적용한 추가 실험 수행 및 공정 최적화 모델 검증

3. 연구내용

- FDM 공정 최적화 관련 문헌 조사 및 주요 공정변수 탐색
- FDM 공정 적용 소재 및 달성 목표 품질 선정
- FDM 테스트베드 선정 및 공정변수에 따른 목표 품질 데이터 수집 실험 수행
- 소재(물성)-공정변수-품질 간 상관관계 분석 및 AI 기반 품질 예측 모델 개발
- AI 기반 품질 예측 모델 기반 소재 대응 FDM 공정 최적화 모델 개발

4. 예상되는 결과물

- AI 기반 단일소재 품질 예측 모델 및 소재 대응 FDM 공정 최적화 모델

5. 활용방안 및 기대효과

- FDM 공정을 활용한 부품 개발 시 새로운 소재를 적용함에 있어 소재 변경에 따른 최적 공정변수 도출 시간을 단축시키고 공정변수에 의한 품질 결과를 예측할 수 있음. 기존에는 소재 변경 시 개별 소재에 대해 일대일 대응되는 시행착오법 기반의 변수 최적화가 수행되었으나, 본 모델을 활용함으로써 소재-공정-구조가 유기적으로 연계되어 있는 실제 산업에서의 부품 개발 효율성을 향상시키고, 부품 개발 기간을 단축시킬 수 있을 것으로 기대됨.

6. 참가했던 타 경진대회 주제와의 차별점 (해당하는 경우 작성) - 해당 없음

(타 경진대회 입상 이력이 있는 것으로 체크된 경우 반드시 작성. 입상 이력이 없는 경우 삭제)

1) 기 입상 프로젝트 개요. (핵심사항 작성)

2) 차별점(자유롭게 기술)

<참고문헌>

- [1] Anketa Jandyal et al., 3D printing - A review of processes, materials and applications in industry 4.0, Sustainable Operations and Computers 3 (2022) 33 - 42
- [2] Ravikumar Patel et al., A review article on FDM process parameters in 3D printing for composite materials, Materials Today: Proceedings 60(3) (2022) 2162-2166
- [3] Jonathan Torres et al., Mechanical Property Optimization of FDM PLA in Shear with Multiple Objectives, The Journal of The Minerals, Metals & Materials Society (TMS) 67 (2015) 1183 - 1193
- [4] Sandeep Deswal et al., Modeling and parametric optimization of FDM 3D printing process using hybrid techniques for enhancing dimensional preciseness, International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM) 13 (2019) 1197 - 1214