

2026-2학기 파란학기제 교수제안 프로그램

| NO | 프로그램명 | 학점 | 지도교수 | 페이지 |
|----|---|----|------------------------------|--------|
| 1 | 차세대 전력 반도체 구동을 위한 게이트 드라이버 설계 | 6 | 이교범 (전자공학과, 미래모빌리티공학과) | p2-5 |
| 2 | 차세대 무선랜(Wi-Fi 7/802.11bf) CSI 기반 비접촉식 생체 신호 모니터링 및 MIMO 레이다 시스템 개발 | 3 | 김정욱 (전자공학과) | p6-9 |
| 3 | 머신러닝을 통한 제방의 침식율 (Erosion Rate) 예측 모델 제작 | 3 | 장일한 (건설시스템공학과) | p10-12 |

[제안1]

| | | |
|----------------|----------------|--|
| 프로그램 명 | | 차세대 전력 반도체 구동을 위한 게이트 드라이버 설계 |
| 프로그램 목표 | | 본 프로그램은 차세대 전력 반도체인 SiC MOSFET module의 특수성을 고려하여, 고속 스위칭 환경에서도 안정적인 구동과 신속한 보호가 가능한 전용 게이트 드라이버를 설계하고 검증하는 것을 목표로 한다. SiC MOSFET은 Si IGBT에 비하여 온 저항이 작아 단락이 되면 대전류가 흐르며 소자 파괴 시간이 매우 짧다. SiC MOSFET의 특성을 고려하여 2 μ s 이내에 단락을 검출하고 차단할 수 있는 고신뢰성 보호 회로를 구현과 스위칭에서 발생하는 dv/dt를 5kV/ μ s 이하로 하고, 전압 스파이크 억제를 목표로 한다. Full-SiC drive Prototype을 제작하여 더블 펄스 테스트를 통하여 전압 및 전류 특성과 단락 보호 성능을 실측 데이터로 검증한다. 최종적으로 Full-SiC drive의 성능 최적화와 안정성 확보를 목표로 한다. |
| 제안자 | 성명 | 이교범 |
| | 소속 및 직위 | 전자공학과 / 미래모빌리티공학과 교수 |
| | 연락처 | - 내선번호 : 2376 - 이메일 : kyl@ajou.ac.kr |

1. 운영개요

| | |
|-------------------|--|
| 운영규모(인원) | 6명 |
| 소요예산 | 300만원 |
| 연계기관 | 아주대학교 전력전자연구실 |
| 파란학기제 운영사유 | 차세대 전력반도체 및 전력전자 기술에 대한 실무 중심 연구를 수행함으로써 학생들의 문제 해결 능력과 설계 역량을 강화한다. 산업 수요에 부합하는 인재를 양성함으로써 아주대학교의 교육 및 연구 경쟁력 확보에 기여한다. |

2. 주요내용

| |
|--|
| <p>본 연구는 Si IGBT 기반 전력 반도체에 비하여 단락 내성이 매우 짧은 특성을 가지는 SiC MOSFET 모듈의 특성을 고려하여 이에 적합한 게이트 드라이버 하드웨어를 설계하는 것을 목표로 한다. SiC MOSFET은 낮은 온 저항과 빠른 스위칭 특성으로 인해 높은 전력 밀도와 효율을 제공하지만, 단락이 발생하면 소자가 파괴되기까지의 시간이 매우 짧아 신속한 보호 동작이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 발생된 단락을 2μs 이내에 검출하고 스위칭의 차단을 위한 단락 보호 회로를 설계한다.</p> <p>게이트 드라이버 내부의 DESAT 기능을 기반으로 단락 검출 구조를 구성하고, 제너 다이오드를 이용한 검출 전압 설정과 커패시터를 활용한 노이즈 억제 기법을 적용하여 오동작을 방지한다. ADJA 핀 저항 조절을 통한 소프트 턴-오프 기능을 구현하여 과도한 dv/dt를 억제하고 스위칭 소자의 안정성을 확보한다. 설계된 게이트 드라이버 회로는 더블</p> |
|--|

펄스 테스트를 통하여 스위칭 특성과 단락 보호 응답 특성을 정량적으로 검증한다. 턴-온/오프 과정의 과도 특성, 스위칭 손실, 그리고 단락 상황에서의 보호 동작 시간 및 안정성을 종합적으로 평가한다.

최종적으로 본 연구는 일련의 설계 및 실험 과정을 기반으로 게이트 드라이버와 전력 소자의 신뢰도를 종합적으로 평가하고, 실제 산업 환경에 적용 가능한 수준의 안정성과 내구성을 확보하는 것을 목표로 한다. 이를 통하여 전력 변환 시스템의 성능 향상은 물론, 장기적인 운용 신뢰성까지 검증할 수 있다. 나아가 SiC MOSFET의 고속 스위칭 특성과 단락 취약성을 고려한 게이트 드라이버 설계를 통하여, 전력 변환 시스템의 안정적인 동작과 효율적인 에너지 변환을 동시에 달성하고자 한다.

3. 학점인정

| | | |
|------------------|---|--|
| 이수학점 | 6학점 | |
| 예상 투입시간 | 한 주당 약 20시간 | |
| 학점산정 세부기준 | | |
| 학점 | 세부목표 및 활동 | 주요 평가지표 |
| 3학점 | <p>SiC MOSFET의 단락 내성 및 스위칭 특성을 Si IGBT와 비교 분석하고, 이를 바탕으로 게이트 드라이버의 보호 회로 설계 조건을 도출하는 것을 목표로 한다. 본 단계에서는 6명 중 3명이 분석·설계 역할을 중심으로 수행한다. 학생들은 각각 SiC MOSFET과 Si IGBT의 스위칭 특성 및 단락 내성 비교 분석, DESAT 기반 단락 검출 회로와 제너 다이오드·커패시터를 이용한 검출 전압 및 노이즈 억제 조건 계산, ADJA/ADJB 저항값에 따른 소프트 턴오프 조건 설계와 PSIM 및 MATLAB/Simulink 기반 사전 검증의 역할을 나누어 담당한다. 최종 산출물은 SiC MOSFET/Si IGBT 특성 비교표 1건, 단락 보호 요구 조건 정리표 1건, DESAT 보호 회로 설계 계산서 1건, 보호 파라미터 산정 결과 1건, 시뮬레이션 파형 및 분석 자료 1건 이상으로 한다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 단락 감지 및 차단 응답 시간: 2μs 이내 ● DESAT 임계 전압 및 보호 파라미터 설계값의 계산 일치도: 오차율 5% 이내 ● 정상 동작 시 스위칭 주파수 및 게이트 전압 안정성: 목표값 대비 오차율 5% 이내 ● 커패시터 및 ADJA/ADJB 파라미터 설계의 안정 동작 조건 충족 여부 ● SiC MOSFET/Si IGBT 특성 비교표 1건 제출 여부 ● DESAT 보호 회로 설계 계산서 1건 제출 여부 ● 보호 파라미터 산정 결과 및 시뮬레이션 파형 분석 자료 1건 이상 제출 여부 |

| | | |
|---|---|---|
| <p style="text-align: center;">3학점</p> | <p>설계된 게이트 드라이버 회로를 기반으로 Full-SiC Drive Prototype을 구현하고, Double Pulse Test를 통하여 스위칭 특성과 단락 보호 동작을 검증하는 것을 목표로 한다. 본 단계에서는 6명 중 나머지 3명이 구현·실험·검증 역할을 중심으로 수행한다. 학생들은 게이트 드라이버 회로도 및 PCB 레이아웃 설계, DSP 보드와 PWM 신호 인터페이스 검증 및 PCB 조립 후 단품 전원 인가 시험, Double Pulse Test 환경 구축, 저전압·고전압 조건의 Vds 및 Ids 실측 파형 분석, 단락 보호 응답 시간 측정 역할을 나누어 담당한다.</p> <p>최종 산출물은 게이트 드라이버 회로도 1건, PCB 설계 파일 1건, 제작된 Full-SiC Drive Prototype 1대, Double Pulse Test 실험 구성도 1건, Vds 및 Ids 실측 파형 데이터 1건 이상, 단락 보호 응답 시간·dv/dt·전압 스파이크 분석 결과 1건, 최종 보고서 및 발표자료 각 1건으로 한다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 하드웨어 단락 보호 실측 응답 시간: 2μs 이내 동작 성공 여부 ● 인버터 출력 dv/dt: 5kV/μs 이하 유지 여부 ● 전압 스파이크 억제 성능: 전동기 단자 전압의 3.1배 이하 유지 여부 ● 스위칭 손실 및 과전압 발생 수준의 설계 대비 개선 여부 ● 실험 파형 Vds, Ids와 설계값 간 오차율: \pm10% 이내 ● 게이트 드라이버 회로도 및 PCB 설계 파일 각 1건 제출 여부 ● Full-SiC Drive Prototype 1대 제작 및 단품 동작 검증 여부 ● Double Pulse Test 실험 구성도 및 실측 파형 데이터 1건 이상 확보 여부 ● 단락 보호 응답 시간, dv/dt, 전압 스파이크 분석 결과 1건 제출 여부 ● 최종 보고서 및 발표자료 각 1건 제출 여부 |
|---|---|---|

4. 기대효과

| |
|--|
| <p>본 프로젝트를 통하여 기존 Si IGBT 기반 소자 대비 전력 손실이 낮고 고속 스위칭 특성을 갖는 SiC 전력반도체를 산업용 구동기에 안정적으로 적용하기 위한 DSP 기반 게이트 드라이버 설계 기술을 확보할 수 있다. 단락 내성이 약 2μs 수준으로 제한된 SiC MOSFET의 특성을 고려하여, DSP를 활용한 초고속 단락 보호 알고리즘과 오작동 방지 로직을 구현함으로써 해당 시간 이내에 신속하게 보호 동작이 수행되는 고신뢰성 구동 시스템을 구축할 수 있다.</p> <p>Double Pulse Test를 통하여 스위칭 특성과 보호 회로의 동작을 실험적으로 검증함으로써, 이론 설계와 실제 시스템 간의 일치성을 확보하고 하드웨어-소프트웨어 통합 설계 역량을 강화할 수 있다. 이러한 과정은 단순 회로 설계를 넘어 DSP 프로그래밍과 제어 알고리즘 구현 능력을 동시에 향상시키는 기반이 된다.</p> <p>최종적으로 본 프로젝트에서 개발된 게이트 드라이버는 인버터 기반 모터 구동 시스템에 적용되어 전압 및 전류 변동을 안정적으로 제어할 수 있으며, 이를 통하여 시스템 효율과 신뢰성을 동시에 향상시킬 수 있다. 본 프로젝트를 통하여 확보되는 고효율·고신뢰성 전력 변환 설계 기술은 전기자동차 및 대용량 산업용 설비 등 다양한 응용 분야로 확장이 가능하며, 차세대 전력전자 시스템 구현에 기여할 것으로 기대된다.</p> |
|--|

5. 도전과제 세부일정

| 주차 | 도전과제 목표 및 활동 | 투입시간 |
|------|---|------|
| 1주차 | SiC MOSFET 및 Si IGBT 특성 분석, 게이트 드라이버 구조 조사, 프로젝트 목표 설정 | 5 |
| 2주차 | SiC MOSFET과 Si IGBT의 스위칭 특성 및 단락 내성 비교 분석, 단락 보호 요구 조건(2 μ s 기준) 도출 | 5 |
| 3주차 | DESAT 기반 단락 검출 회로 설계, 제너 다이오드 및 커패시터 시정수의 계산을 통한 단락 감지를 위한 시점 설정 | 5 |
| 4주차 | DSP 보드 및 PWM 보드 설계, 1차측 및 2차측 주변 회로 설계 | 5 |
| 5주차 | PSIM 및 MATLAB/Simulink 기반 단락 보호 동작 및 스위칭 파형 시뮬레이션 수행 | 5 |
| 6주차 | 시뮬레이션 결과를 기반한 보호 파라미터의 최적화, 스위칭 손실 및 열 모델링 분석 | 5 |
| 7주차 | 인버터 시스템 및 제어부 구성 설계, Gate Drive와 단락 보호 회로를 반영한 Full SiC Drive 회로도 및 PCB 설계, 고속 스위칭 환경에서의 노이즈 간섭 최소화를 위한 레이아웃 적용 | 5 |
| 8주차 | PCB 발주 및 SiC 모듈, 수동 소자 등 주요 핵심 부품에 대한 수급 완료 | 5 |
| 9주차 | PCB 부품 수급에 대한 검토 및 게이트 드라이버 단품에 대하여 전원 인가 시험, 기본적인 동작을 검증 | 5 |
| 10주차 | DSP 보드와 게이트 드라이버 간 PWM 신호의 전달 검증, 절연 및 인터페이스 안정성에 대하여 확인 | 5 |
| 11주차 | 더블 펄스 테스트를 위한 환경 구축, 저전압 조건에서 스위칭 동작 및 파형 특성 확인 | 5 |
| 12주차 | 고전압 환경에서 단락 시험, 2 μ s 이내 단락 보호에 대한 응답 시간 실측 및 검증, ADJA/ADJB 핀 가변 저항을 통한 성능 최적화 및 데이터 수집 | 5 |
| 13주차 | 단락 보호에 대한 응답 시간, 스위칭 파형, dv/dt 특성을 포함한 실측 데이터 기반 설계 성능 발표 | 5 |
| 14주차 | 발표 피드백 반영 및 검토 | 5 |
| 15주차 | 전체 구동 시스템의 전력 변환에 대한 효율 측정, 스위칭 손실 및 열 특성 분석을 통한 성능 최적화 | 5 |
| 16주차 | 프로젝트의 최종 결과 정리, 게이트 드라이버 설계의 모터 구동 적용 가능성 분석, 최종 보고서 작성 및 성과물 제출 | 5 |

[제안2]

| | | |
|----------------|----------------|--|
| 프로그램 명 | | 차세대 무선랜(Wi-Fi 7/802.11bf) CSI 기반 비접촉식 생체 신호 모니터링 및 MIMO 레이다 시스템 개발 |
| 프로그램 목표 | | 차세대 무선랜(Wi-Fi) CSI 데이터와 MIMO 기술을 융합하여 하드웨어 위상 노이즈를 극복한 고정밀 비접촉 생체 신호(호흡수) 모니터링 원천 기술을 확보 |
| 제안자 | 성명 | 김정욱 |
| | 소속 및 직위 | 전자공학과 교수 |
| | 연락처 | - 내선번호 : 2391 - 이메일 : jeongwookkim@ajou.ac.kr |

1. 운영개요

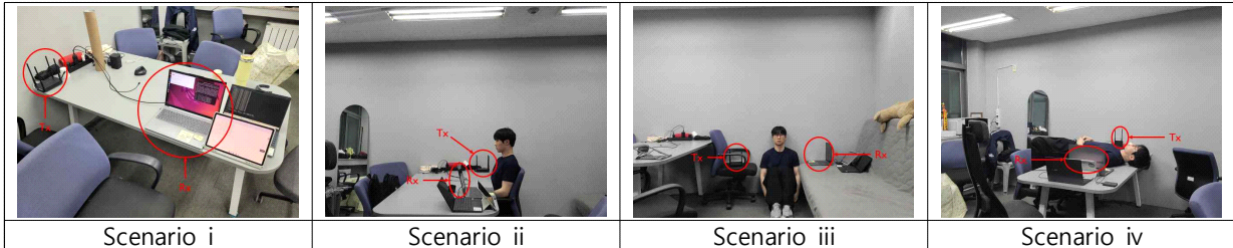
| | |
|-------------------|--|
| 운영규모(인원) | 3명 |
| 소요예산 | 90만원 |
| 연계기관 | 한국연구재단 |
| 연계사업/연구과제 | 유비쿼터스 반사 표면을 활용한 통합 통신-측위-매핑 연구실 |
| 파란학기제 운영사유 | 본 파란학기 과제는 Wi-Fi CSI 기반 비접촉 생체신호 감지라는 주제를 다루며, MIMO 위상 보정 알고리즘 설계, Ground Truth 기반 신뢰성 검증, 다중 타겟 호흡 신호 분리라는 학계에서도 미해결 과제로 활발히 연구되는 도전적 목표를 학생 스스로 수행할 수 있도록 설정하였습니다. 일반 교과과정으로는 확보하기 어려운 집중적 연구 몰입 시간이 필요하며, 학부생들이 주도적으로 실험 설계부터 알고리즘 구현, 학술적 실증까지 전 과정을 책임지는 자기주도적 R&D 과정으로 파란학기제로 운영하고자 합니다. |

2. 주요내용

| |
|--|
| <p>1. 무선 센싱(Wi-Fi ISAC) 기반 비접촉 호흡 측정 시스템 구축</p> <p>1) 하드웨어 및 네트워크 최적화</p> <ul style="list-style-type: none"> i) 외부 인터넷 연결로 인한 패킷 불안정성을 제거하기 위해 폐쇄망(Local Network) 기반의 트래픽 생성 서버를 별도 구축. ii) iPerf3 툴을 활용하여 균일한 네트워크 트래픽을 유도함으로써 안정적인 CSI Raw Data 수집 환경을 완성. <p>2) 송수신(Tx-Rx) 환경 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> i) 송신기(Tx): 5GHz 중심 주파수, 20MHz 대역폭(채널 48), 802.11ac 규격 적용 ii) 수신기(Rx): Ubuntu 22.04 기반 워크스테이션, Intel AX210 네트워크 카드, PicoScenes 수집 플랫폼 활용 |
|--|

3) 실험 시나리오 설계

- i) 비점유 환경 (피사체가 존재하지 않는 상태)
- ii) 피사체가 앉아 있고, 직선 가시 경로(LOS) 밖에서 호흡하는 상태
- iii) 피사체가 앉아 있고, LOS 내에서 호흡하는 상태
- iv) 피사체가 누워 있고, LOS 내에서 호흡하는 상태



2. 데이터 전처리(Preprocessing) 파이프라인 설계

Wi-Fi CSI 데이터에 섞인 방대한 환경 잡음(Noise)을 제거하고 순수 생체 신호를 추출하기 위해 독자적인 3단계 전처리 알고리즘을 구현

1) DC 오프셋 제거:

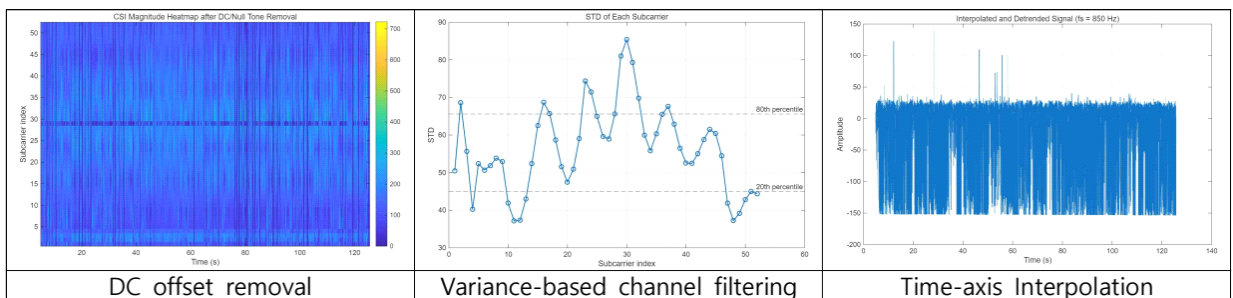
신호의 기준점 역할을 하여 실제 데이터가 담기지 않는 DC 성분(무효 톤)을 제거하여 불필요한 잡음 증폭을 사전에 차단

2) 분산(Variance) 기반 채널 필터링:

53개의 서브캐리어(부반송파) 중 분산이 과도하게 낮거나 높은 상/하위 20%의 채널을 노이즈로 간주하여 배제함. 이후 유효한 중간 대역의 채널들만 평균화하여 고품질의 단일 1차원 신호를 도출

3) 시간 축 보간(Time-axis Interpolation):

패킷 수신 지연(Jitter)으로 인한 불균일한 샘플링 간격을 선형 보간법(Linear Interpolation)을 통해 완벽하게 균일한 시간 축으로 재샘플링하여 주파수 변환을 위한 필수 조건을 만족



3. 고속 푸리에 변환(FFT) 기반 호흡 주기(BPM) 도출

1) 대역통과 필터(Band-pass Filter):

추세 제거(Detrending) 기법을 통해 신호의 기준선 변동을 보정하고, 인체의 일반적인 호흡 대역인 0.1Hz ~ 0.5Hz 범위만을 통과시키는 필터를 적용해 호흡 파형(Respiratory Signal)을 추출

2) FFT 및 BPM 산출:

해닝 윈도우(Hanning Window)를 적용해 주파수 누설(Spectral Leakage)을 방지한 후 고속 푸리에 변환(FFT)을 수행함. 사전 실험 결과, NLOS 환경에서 0.249Hz(약 14.92 BPM)의 유의미한 호흡 피크를 검출하며 디지털 신호 처리 로직의 타당성을 입증

4. 기대효과

1. 차세대 무선 통신(6G/Wi-Fi 7) 물리 계층 데이터 핸들링 및 신호 처리 노하우 습득
2. MIMO 기반 위상 보정 알고리즘 구현을 통해 하드웨어 노이즈를 극복하는 실무 연구 능력 배양
3. 비접촉 헬스케어 및 보안 산업 등 향후 성장이 유망한 무선 센싱(ISAC) 분야 진출 역량 강화
4. 접촉식 생체 신호 장비와의 비교 검증을 통한 공학적 실험 설계 및 데이터 분석 경험 제공

5. 도전과제 세부일정

| 주차 | 도전과제 목표 및 활동 | 투입시간 |
|------|---|------|
| 1주차 | 리눅스(Ubuntu) 기반 PicoScenes 플랫폼 빌드 및 무선 랜카드 드라이버 최적화 세팅 | 10 |
| 2주차 | 5GHz/6GHz 대역별 CSI 수집 안정성 테스트 및 실험용 Tx-Rx 고정 환경 구축 | 10 |
| 3주차 | 패킷 전송률(Rate Control) 및 대역폭(BW) 변화에 따른 CSI 해상도 영향 분석 실험 | 10 |
| 4주차 | 연구 데이터 확보를 위한 샘플링 주기 최적화 및 복소수 데이터 로깅 파이프라인 자동화 구현 | 10 |
| 5주차 | CSI 진폭(Amplitude) 데이터의 임펄스 노이즈 제거를 위한 Hampel Filter 적용 연구 | 10 |
| 6주차 | 상시 주변 소음 및 정적 환경에서의 배경 잡음(Background Noise) 프로파일링 및 제거 | 10 |
| 7주차 | 흉부 움직임 주파수(0.1~0.5Hz) 추출을 위한 Butterworth Bandpass Filter 최적화 설계 | 10 |
| 8주차 | FFT(고속 푸리에 변환) 기반 단일 안테나(SISO) 호흡수 추출 알고리즘 초안 완성 | 10 |
| 9주차 | 접촉식 생체 신호 측정 장비 활용, 통제 환경 내 SISO 알고리즘 정밀도 검증 및 오차 분석 | 10 |
| 10주차 | 다중 안테나(MIMO) 수신 환경 구축 및 안테나별 위상(Phase) 데이터 동기화 테스트 | 10 |
| 11주차 | 안테나 간 상대 위상차를 이용한 반송파 주파수 오프셋(CFO) 제거 알고리즘 구현 | 10 |
| 12주차 | MIMO 위상 보정(Sanitization) 전/후의 신호 대 잡음비(SNR) 정량적 비교 실험 | 10 |
| 13주차 | 파란학기 우수팀 선정 PT 준비 및 실시간 MIMO 호흡 센싱 시스템 데모 제작 | 10 |
| 14주차 | 2인 이상 다중 타겟 환경에서의 신호 중첩 문제 분석 및 공간적 필터링 기법 탐색 | 10 |
| 15주차 | 수집-전처리-분석-결과 출력을 일원화한 실시간 모니터링 GUI 대시보드 통합 구축 | 10 |
| 16주차 | 전체 실험 데이터 통계 분석, 시스템 한계점 도출 및 최종 연구 결과 보고서 작성 | 10 |

[제안3]

| | | |
|----------------|----------------|--|
| 프로그램 명 | | 머신러닝을 통한 제방의 침식율 (Erosion Rate) 예측 모델 제작 |
| 프로그램 목표 | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 세굴을 평가 시험 8회 이상 수행 ✓ 침식 데이터 통합 데이터베이스 구축 ✓ 침식율 예측 머신러닝 모델 개발 ✓ 학술대회 발표 1회 이상 수행 |
| 제안자 | 성명 | 장일한 |
| | 소속 및 직위 | 건설시스템공학과 교수 |
| | 연락처 | - 내선번호 : 031-219-2503 - 이메일 : ilhanchang@ajou.ac.kr |

1. 운영개요

| | |
|-------------------|---|
| 운영규모(인원) | 2명 |
| 소요예산 | 60 만원 |
| 연계기관 | 기후에너지환경부 |
| 연계사업/연구과제 | 자연기반 해법 활용 노후제방 보수보강 기술개발 |
| 파란학기제 운영사유 | 본 과제는 학부 교육과정에서 경험하기 어려운 세굴을 평가 실험기기 운용과 실험 데이터 기반 해석을 수행함으로써 실험적 연구역량을 강화하고, 지반공학과 인공지능의 융합적 접근을 통해 침식률 예측 및 영향인자 분석이라는 도전적 연구를 수행하기 위해 운영하고자 함. |

2. 주요내용

| |
|---|
| <p>1. 도전과제의 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 하천 제방 침식 문제 대응의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 최근 기후위기로 인한 강우 양상의 변화로 하천 제방의 침식 및 붕괴 위험이 증가하고 있어, 제방 재료의 침식 특성을 정량적으로 평가하고 예측할 수 있는 기술의 필요성이 증대되고 있음 • 침식율 평가 시험 기반 침식 특성 정량화의 차별성 <ul style="list-style-type: none"> ✓ HET(Hole Erosion Test)은 유속 환경에 따른 흙 시료의 침식률(Erosion Rate)과 침식 저항성을 정량적으로 평가할 수 있는 대표적 시험으로, Critical Shear Stress (τ_c), Erosibility Coefficient(k_d), Power Exponent(θ) 등의 파라미터를 도출하여 단순 입도나 기본 물성만으로는 설명하기 어려운 흙의 실제 침식 거동을 보다 정밀하게 파악할 수 있음 • 데이터 기반 침식 예측 및 해석 기술의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> ✓ HET 데이터는 흙의 침식 거동을 정량적으로 평가할 수 있는 기초 자료이지만, 실제 침식 현상은 다양한 지반 및 수리 인자가 복합적으로 작용하는 비선형 문제이므로 단순 변수 해석만으로는 한계가 있음. 따라서 축적된 HET 시험 데이터를 활용하여 침식률을 예측하고 주요 영향인자를 해석할 수 있는 데이터 기반 기술의 확보가 필요함. |
|---|

2. 도전과제 내용

(1) HET 수행 및 침식 특성 데이터 확보

- HET를 수행하여 흙 시료의 침식률 및 침식 저항 특성 정량적 평가
- 시험 결과를 바탕으로 Critical Shear Stress (τ_c), Erosibility Coefficient(k_d), Power Exponent(θ) 등 주요 침식 파라미터 도출, 침식 거동 분석을 위한 기초 데이터셋 구축
- 이를 통해 학부 수준에서 접하기 어려운 실험장비 운용 경험을 제공, 흙-물 상호작용 및 지반 침식 메커니즘에 대한 이해를 제고

(2) 머신러닝 기반 침식률 예측 모델 구축

- HET 시험 데이터를 기반으로 3가지 파라미터(τ_c , k_d , θ) 도출과 최종 Output인 침식률을 계산하는 것을 목적으로 학습. 지반공학적, 수리학적 조건 변화에 따른 침식 거동을 예측할 수 있는 머신러닝 모델 구축
- 이를 통해 실험 데이터 분석 역량과 함께 지반공학과 AI를 융합한 연구 수행 경험을 제공

(3) SHAP 및 XAI 기반 영향인자 분석

- 구축된 머신러닝 모델에 대해 SHAP 분석 등 XAI(Explainable AI) 기법을 적용하여 침식률 예측에 영향을 미치는 주요 인자 도출
- 단순한 예측 정확도 확보를 넘어, 어떤 입력 변수가 침식 거동에 큰 영향을 미치는지 해석 가능한 형태로 제시
- 이를 통해 침식 메커니즘에 대한 이해를 심화하고, 데이터 기반 해석의 신뢰성과 활용성 증진을 목표로 함

3. 학점인정

| | | |
|------------------|--|---------------------------------|
| 이수학점 | 3학점 | |
| 예상 투입시간 | 한 주당 약 10시간 | |
| 학점산정 세부기준 | | |
| 학점 | 세부목표 및 활동 | 주요 평가지표 |
| 2학점 | 흙의 침식(Erosion)에 대한 이론적 연구 / 흙의 침식 시험법에 대한 문헌 연구 / Hole Erosion Test (HET)에 대한 이해 | 이론 및 문헌연구 보고서 HET 시험법 관련 보고서 |
| 1학점 | 머신러닝 기반 침식률 예측 모델 구축 | 머신러닝 모델 |

4. 기대효과

(1) 실험 기반 지반공학 이해 고도화

- HET 수행을 통해 학부생이 평소 접하기 어려운 실험장비를 직접 운용해볼 수 있으며, 이를 바탕으로 흙-물 상호작용에 따른 침식 거동과 지반 보강 원리에 대한 실질적 이해를 높일 수 있음

(2) 지반공학·인공지능 융합 역량 강화

- HET 데이터를 활용한 침식률(Erosion Rate) 예측 모델 구축 과정을 통해, 실험 데이터의 분석부터 머신러닝 기반 예측모델 개발까지 경험함으로써 지반공학과 AI를 융합적으로 이해하고 활용할 수 있는 연구 역량을 배양할 수 있음

(3) 설명 가능한 AI 기반 해석 역량 확보

- 단순한 침식률 예측에 그치지 않고 SHAP 분석 및 XAI(Explainable AI) 기법을 적용하여 침식률에 영향을 미치는 주요 인자를 해석함으로써, 데이터 기반 해석 능력과 설명 가능한 인공지능 활용 역량을 함께 강화할 수 있음

(4) 연구성과 확산 및 후속 연구 기반 마련

- 연구기간 동안 국내·외 학술대회 구두발표를 통해 연구성과를 체계적으로 확산하고 관련 연구자들과의 학술적 교류를 확대할 수 있으며, 연구 종료 이후에는 축적된 결과를 고도화하여 학술지 논문으로 발전시키고 후속 계재를 추진할 수 있음

5. 도전과제 세부일정

| 주차 | 도전과제 목표 및 활동 | 투입시간 |
|------|---|------|
| 1주차 | • 선행연구 조사 및 Literature Study를 통한 하천 제방 침식 메커니즘 및 관련 이론 검토 | 10 |
| 2주차 | • HET 실험 장비 구성 및 운용 절차 숙지 • 실험 수행 조건 및 측정 항목 정리 | 10 |
| 3주차 | • HET 실험 수행(1): 무보강 조건 시험 실시 | 10 |
| 4주차 | • HET 실험 수행(1): 무보강 조건 시험 추가 수행 및 결과 정리 | 10 |
| 5주차 | • HET 실험 수행(2): 보강 조건 시험 실시 | 10 |
| 6주차 | • HET 실험 수행(2): 보강 조건 시험 추가 수행 | 10 |
| 7주차 | • HET 실험 수행(2): 보강 조건 반복 시험 및 데이터 확보 | 10 |
| 8주차 | • HET 실험 수행(2): 보강 조건 시험 마무리 및 결과 정리 | 10 |
| 9주차 | • HET 실험 결과 통합 및 데이터베이스 구축 | 10 |
| 10주차 | • 데이터 통계 분석 수행 • 부족 데이터 조건 도출 및 보완 실험 계획 수립 | 10 |
| 11주차 | • 부족 데이터 확보를 위한 추가 실험 수행 | 10 |
| 12주차 | • 침식률 예측을 위한 머신러닝 모델 개발 • 다중 모델 적용 및 예측 성능 1차 비교 | 10 |
| 13주차 | • 모델 Fine-tuning 수행 • 모델별 성능 비교 및 최적 모델 선정 • PT 평가 자료 제작 및 PT 평가 수행 | 10 |
| 14주차 | • 최종 모델 확정 및 성능 향상 방향성 검토 | 10 |
| 15주차 | • 모델 최종 보완 및 SHAP 기반 영향인자 분석 수행 | 10 |
| 16주차 | • 연구 결과 종합 정리 • 최종 성과 도출 및 발표자료 작성 | 10 |