[과제번호 1]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">3차원 나노패터닝 기반 적외선 간섭성 산란 플랫폼 개발</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>☒ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)

연구수행장소</td><td>☒ 융합형
☐ 심화형

☒ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">○ (개요) 주기적으로 배열된 나노구조에서 산란된 빛은 서로 간섭하여 특정 파장·방향에서만 강하게 보강되는'간섭성 산란(coherent scattering)'을 일으킴. 이 특성은 구조의 크기·주기·배열로 결정되므로, 염료나 흡수체 없이 구조 설계만으로 빛을 제어할 수 있음
○ (필요성) 적외선 빛 제어는 적외선 이미지센서, 라이다(LiDAR), 광통신, 보안 인증 등에 필수적임. 층간 간격·적층 각도 등3차원 구조 변수를 활용하면 기존 단층(2차원) 패턴보다 산란 파장·방향·편광을 폭넓게 제어할 수 있으나, 제작이 어려워 연구가 미흡함
○ (연구 내용·목표) 본 연구실의 전사 인쇄(transfer printing) 기반3차원 나노패터닝 기술로 나노선 패턴을 교차 적층한3차원 구조체를 제작하여 근적외선~단파장적외선(약 1~2 μm) 대역의 간섭성 산란 플랫폼을 구현하고, 구조 변수–산란 특성 상관관계를 규명하여 파장·각도 선택형 적외선 광학 소자로의 응용 가능성을 검증함</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">① (설계) 빛의 산란·회절 기초 이론 학습 후, FDTD 전산모사로 주기·선폭·층수·적층 각도별 산란 스펙트럼을 계산하여 목표 구조 설계
② (제작) 포토리소그래피·건식 식각으로 실리콘 몰드를 제작하고, 전사 인쇄로 나노선 패턴을1~4층 교차 적층(클린룸 공정 실습)
③ (분석) SEM 구조 분석, FT-IR·UV-Vis-NIR 분광기를 이용한 투과·반사 및 입사각별 스펙트럼 측정
④ (설계 규칙 도출) 전산모사–실험 결과 비교 및Python 데이터 분석으로'구조–산란 특성' 설계 규칙 정리
※ 이론·설계(3~5월) → 제작·측정 반복(6~11월, 하계 집중연구 포함) → 분석·논문화 및 결과 정리(12~2월), 주1회 개별 연구지도</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">○ (필수 성과) 연구노트 작성, 중간·최종 발표, 결과보고서 제출
○ (학술 성과) 3차원 구조별 적외선 산란 데이터 및 설계 규칙 확보→ 국내 추계 학술대회 포스터 발표1건(학생 발표자), 연간 결과를 바탕으로SCI(E)급 논문 공동저자 참여 추진
○ (기대효과) '전산모사–나노공정–광학 분석'의 연구 전주기 경험으로 대학원 수준의 연구 역량을 조기 확보하며, 적외선 센서·광통신·보안 인증용 광학 소자의 설계 기반 기술 확보</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">1. Chiral 3D structures through multi-dimensional transfer printing of multilayer quantum dot patterns, Nat. Commun. 15, 6996 (2024)
2. High-resolution nanotransfer printing applicable to diverse surfaces via interface-targeted adhesion switching, Nat. Commun. 5, 5387 (2014)
3. Plasmonic surface lattice resonances: a review of properties and applications, Chem. Rev. 118, 5912 (2018)</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">○ 재료공학·물리·전기전자공학 등 관련 전공자, 광학·전자기학·반도체 공정 관련 교과목 수강자 우대</td></tr>
</table>

[과제번호 2]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">고내열성 양자점 발광다이오드를 위한 고효율 양자점 소재 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구분야
(1개 선택)</td><td rowspan="2">☑ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☑ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td>연구수행장소</td><td>☑ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 연구과제 개요
차세대 초고해상도 디스플레이 및 고출력 광원 응용을 위해 높은 작동 온도에서도 광학적 효율과 색 순도를 유지하는 고내열성 양자점(Colloidal Quantum Dot) 소재를 개발한다. 본 과제는 계면 결함을 원천 제어할 수 있는 연속적 조성 구배(Composition-Gradient, cg-QD) 쉘 형성 합성 기술 확립을 핵심 목표로 한다.

• 연구 내용
- 높은 광발광 효율(> 90%) 및 화학적・열적 안정성을 유지하는 두꺼운 껍질(> 5 nm)을 지닌 양자점 합성 프로토콜 확립

• 관련 기술
- cg-QD 기술은 코어 표면부터 최외각 쉘까지 조성이 완만하게 변화하도록 유도함으로써, 격자 변형을 분산시키고 에너지 밴드 구조를 점진적으로 정렬시켜 두꺼운 쉘을 지니면서 고효율 발광을 가능케하는 기술임.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• 연구 수행 방법 및 절차
1) cg-QD 전구체 반응성 제어 및 합성 프로토콜 확립 (실험)
2) 구조 및 광물리학적 특성 평가 (분석)
3) 소자 적용성 검증 (실험/분석) - 융합실험</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">• 성과목표
- SCIE급 논문 (주저자 or 공저자) 1편 이상 게재 (과제완료 후 1년 이내)
- 국내학술대회 포스터 발표 1회 이상

• 기대효과
- 자동차 전장용 디스플레이, 초고휘도 실외용 디스플레이 분야 원천기술 확보</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">• Nature Materials 18, 249-255 (2019)
• Nature Communications 15, 5561 (2024)</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">• 교과목: 일반화학실험/유기화학/무기화학/반도체소재물리 수강자 우대
• 연구/실험 경험: Wet-Lab 합성실험 경험자, 분광 분석장비 사용경험 우대</td></tr>
</table>

[과제번호 3]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	고품질 대면적 Ga_2O_3 단결정/박막 합성 및 물성 연구		
연구분야 (1개 선택)	☑ 물리・화학・신소재 ☐ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	☑ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	☑ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	• 산화갈륨(Ga_2O_3)은 약 4.8~4.9 eV의 초광대역갭을 가지는 차세대 전력반도체 소재로, SiC・GaN 대비 이론적 절연파괴전계가 높아 고전압・고전력 소자에 유리하며, 용융성장법으로 대면적 벌크 단결정 성장이 가능해 웨이퍼 생산단가 측면에서도 경쟁력이 있다. 그러나 실제 소자 응용을 위해서는 결함(산소공공, 도너/억셉터 불순물) 밀도가 낮고 균일한 고품질 대면적 단결정 및 박막 확보가 필수적이나, 성장/증착 조건에 따른 물성 편차와 결함 제어 방법에 대한 연구는 아직 충분하지 않다. • 본 과제에서는 벌크 단결정(또는 이종기판 위 에피택셜 박막) 시료를 대상으로 성장/증착 조건(온도, 산소 분압, 도핑 농도 등)에 따른 결정성, 전기적・광학적 물성 변화를 체계적으로 분석하고, 이를 바탕으로 고품질 대면적 Ga_2O_3 확보를 위한 공정 최적화 방향을 도출한다. 아울러 실험실에서 진행 중인 전극/Ga_2O_3 접촉저항 연구와 연계하여, 물성이 우수한 시료를 활용한 전극 접촉 특성 평가로 확장 가능한 기반을 마련한다.		
연구방법 및 과제수행절차	• 시료 준비: Ga_2O_3 단결정 웨이퍼(또는 박막 시료) 확보, 표면 세정 및 전처리 조건 확립 • 구조・결정성 분석: XRD(결정 방위, 결함 밀도 추정), AFM(표면 거칠기), SEM/EDS(조성 균일도) 를 활용한 시료 특성 분석 • 전기적 물성 평가: Hall 효과 측정(Lake Shore M91 등)을 통한 캐리어 농도・이동도・저항률 분석, 조건별(도핑, 열처리) 전기적 특성 비교 • 광학적 물성 평가: UV-Vis 흡수/투과 측정을 통한 밴드갭 및 광학적 결함준위 분석 • 접촉저항 연계 실험: TLM(Transfer Length Method) 구조를 활용한 전극/Ga_2O_3 접촉저항 예비 평가 • 수행절차: ① 문헌조사 및 Ga_2O_3 기초 이론 학습 → ② 시료 확보 및 구조적 특성 분석 → ③ 시료의 물성 평가 → ④ 접촉저항 실험 → ⑤ 결과 정리 및 발표자료 작성		

성과목표 및 기대효과	• 대면적 Ga_2O_3 단결정/박막의 성장·증착 조건별 물성(결정성, 전기적·광학적 특성) 데이터베이스 구축 • 고품질 시료 확보를 위한 공정 최적화 가이드라인 수립 및 재현 가능한 물성평가 프로토콜 확립 • 향후 전극/Ga_2O_3 접촉저항 연구 및 전력반도체 소자 응용 연구로 확장 가능한 기반 기술 확보
참고문헌	• Compensation-Controlled Adaptive Transport and High-Voltage Operation in β-Ga_2O_3 Single Crystals, H. Kim, *et al.*, Materials Today, *2026* • Observation of impurity band conduction and variable range hopping in heavily doped (010) β-Ga_2O_3, Z. Kabilova, *et al.*, Semiconductor Science and Technology, *2019*, 34, 03LT02
선발시 우대사항	• 전자기학, 양자역학, 고체물리학, 반도체 물리 관련 교과목 수강자 • 박막/단결정 특성평가(XRD, Hall 측정, SEM, AFM 등) 실습 경험자 • 연구실 인턴 또는 학부연구생 경험이 있는 학생 우대 (필수 아님)

[과제번호 4]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">고휘도 양자점 전계발광다이오드 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구분야
(1개 선택)</td><td rowspan="2">☑ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☑ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td>연구수행장소</td><td>☐ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 연구과제 개요
차세대 가상현실(VR/AR), 자동차 헤드업 디스플레이(HUD) 및 옥외용 디스플레이에 요구되는 100,000 cd/m^{2}이상의 초고휘도를 구현하는 양자점 전계발광소자의 구조 설계 및 박막 공정 기술을 개발한다.

• 연구내용
- 100,000 cd/m^2 이상의 최대 휘도 달성 및 고전류밀도 구동 안정성 확보

• 관련 기술
- 초고휘도 달성을 위해서는 박막 간 에너지 장벽 완화, 고휘도 양자점 발광층을 적용하여 고전압/고전류 인가 시에도 전하 주입 균형을 유지하는 소자 아키텍처 기술이 필요함.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• 연구 수행 방법 및 절차
1) 소자 에너지 밴드 구조 설계 (문헌 분석)
2) 박막 균일도 제어 및 소자 제작 공정 최적화 (실험)
3) 전기광학적 특성 평가 및 구동.열화 메커니즘 분석 (데이터 분석)</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">• 성과목표
- SCIE급 논문 (주저자 or 공저자) 1편 이상 게재 (과제완료 후 1년 이내)
- 국내학술대회 포스터 발표 1회 이상

• 기대효과
- 야외 시인성 요구 기기(스마트글래스, 전장용 디스플레이 등)로의 응용 확장</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">• Nano Letters 18 (10), 6645-6653
• Advanced Materials 34 (4), 2106276 (2021)</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">• 교과목 수강: 무기화학/반도체소재물리/반도체공정화학 수강자 우대
• 연구/실험 경험: Dry Lab & Clean room 실험경험, 증착장비 사용경험 우대</td></tr>
</table>

[과제번호 5]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	금속 이온에 의한 리소좀 단백질 분해 효소 활성 조절 기전 탐구		
연구분야 (1개 선택)	■ 물리・화학・신소재 □ 전기・전자・정보 □ 생명・바이오・의공학 □ 기계・모빌리티・항공우주 □ 데이터・산업・시스템 □ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	■ 융합형 □ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 □ 양산캠퍼스 □ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	• 리소좀은 단백질을 분해하고 구성 성분을 재활용하는 세포소기관이며, 카텝신 등의 단백질 분해 효소가 이러한 기능을 수행한다. 본 연구에서는 금속 이온이 효소 활성에 미치는 영향을 정량적으로 분석하여 리소좀 분해 기능의 화학적 조절 원리를 탐구한다. • 시스테인 카텝신 (cathepsin B, L, S, K)를 중심으로 아연과 구리의 농도에 따른 활성 변화를 측정하고, 칼슘·마그네슘 처리 조건 및 다른 카텝신과 비교하여 금속 종류와 효소 종류에 따른 차이를 평가한다. • pH 및 금속 킬레이터 처리에 따른 활성 변화를 분석하여, 금속-단백질 상호작용과 양성자화 상태가 효소 기능에 미치는 영향을 탐구한다. • 형광 기반 효소 활성 측정과 반응속도 분석을 활용하며, 배위화학·산염기 평형·효소학을 연결하는 융합 연구를 수행한다.		
연구방법 및 과제수행절차	• 문헌 조사 및 실험 조건 확립 → 금속 농도별 효소 활성 측정 → pH·킬레이터 조건 비교 → 반복 검증 및 기전 해석의 순서로 수행한다. • 형광 기질의 분해에 따른 초기 반응속도를 측정하고, 농도-반응 곡선과 필요한 경우 반수억제농도(IC50)를 산출한다. • 금속에 의한 형광 간섭과 완충액·환원제의 영향을 대조 실험으로 점검한다. 주요 결과는 독립 반복 실험으로 검증하고, 진행도에 따라 세포 내 단백질 분해 분석으로 확장한다.		
성과목표 및 기대효과	• 금속 종류·농도·pH에 따른 효소 활성 자료를 확보하고, 결과를 정리한 연구보고서 1건과 최종 발표자료 1건을 작성한다. • 금속에 의한 단백질 분해 효소 조절을 설명하는 기초 자료를 확보하여 후속 기전 연구와 학술발표·논문 작성에 활용한다. • 학생의 실험 설계, 정량 분석, 비판적 해석 및 과학적 의사소통 역량을 배양한다.		
참고문헌	• Turk, V. et al. (2012). Cysteine cathepsins: From structure, function and regulation to new frontiers. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1824, 68–88. doi:10.1016/j.bbapap.2011.10.002 • Ballabio, A. & Bonifacino, J. S. (2020). Lysosomes as dynamic regulators of cell and organismal homeostasis. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 21, 101–118. doi:10.1038/s41580-019-0185-4		
선발시 우대사항	• 일반화학 및 생화학 관련 교과목 이수자 및 단백질 기능과 금속 이온의 생체 작용에 관심이 있는 학생. • 기초 생화학 실험 또는 데이터 분석 경험이 있는 학생을 우대하되, 실험 경험보다 성실한 참여와 연구 학습 의지를 중시함.		

[과제번호 6]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	반도체 초미세 패터닝을 위한 유도자기조립의 기판 시뮬레이션 연구		
연구분야 (1개 선택)	■ 물리·화학·신소재 □ 전기·전자·정보 □ 생명·바이오·의공학 □ 기계·모빌리티·항공우주 □ 데이터·산업·시스템 □ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	■ 융합형 □ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 □ 양산캠퍼스 □ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	반도체 초미세 선·공간 패터닝에서 블록 공중합체(BCP)의 유도자기조립(DSA)은 기판의 성긴 유도 패턴을 이용해 더 촘촘한 라멜라를 목표 위치에 배열하는 기술이다. 그러나 유도선의 폭·주기와 표면 친화도가 적절하지 않으면 선의 정렬과 위치 일치가 무너지고 결함이 남을 수 있다. 본 연구는 이러한 기판 영향을 Kremer-Grest(KG)형 비드-스프링 고분자 모델의 3차원 분자동역학(MD)으로 분석한다[1]. 대칭 A-b-B 사슬은 FENE 결합과 LJ/WCA 비결합 상호작용으로 표현하고, 블록 간 비친화성으로 라멜라를 형성한다. 기판은 한 블록에 선택적인 화학적 유도선과 중성 바탕 영역으로 구성한다[2,3]. 먼저 무패턴 기준계의 자연주기 L_0를 얻은 뒤 유도선 폭(W), 주기(P), 표면 선택성 및 기판 패턴 오차가 사슬 이동, 정렬, 결함 형성·소멸에 미치는 영향을 비교한다. MD를 통해 평면에서 보이는 선뿐 아니라 기판 근처부터 자유표면까지의 두께 방향 구조를 확인한다. 목표는 시뮬레이션 조건에서 패턴 밀도 증가와 위치 정합을 동시에 달성하는 기판 설계 범위를 찾는 것이다. KG는 일반화된 고분자 모델이므로 실제 PS-b-PMMA의 절대 길이·시간 예측에는 별도의 물성 보정이 필요하다.		
연구방법 및 과제수행절차	대학원생 지도 아래 학부생이 1-3개월에는 KG형 A-b-B 박막을 구축하고 밀도·상분리·L_0·평형화 상태를 확인한다. 4-6개월에는 선택적 유도선/중성 바탕 기판을 구현해 W/L_0, P/L_0와 표면 친화도의 제한된 조합을 계산한다. 7-9개월에는 유망 조건에 한해 초기배치와 기판 오차를 반복하여 결함 경향을 비교한다. 10-12개월에는 블록별 3차원 밀도장으로 정렬도, 위치 오차, 브리지·단절 결함 및 두께 방향 연속성을 분석하고 문헌 결과와 대조한다.		
성과목표 및 기대효과	필수 성과는 재현 가능한 MD 입력·분석 코드, 조건별 구조·결함 데이터, 기판 설계 지도와 최종보고서 각 1건이다. 학회 포스터 1건을 목표로 하며, 후속 모델 보정 또는 실험 검증과 결합해 공동저자 논문 원고로 발전시킨다.		
참고문헌	[1] K. Kremer and G. S. Grest, *J. Chem. Phys.* 92, 5057-5086 (1990). [2] S. Pinge et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.* 22, 478-488 (2020). [3] G. S. Doerk et al., *Sci. Adv.* 9, eadd3687 (2023).		
선발시 우대사항	Python, LLM 활용 경험 및 분야·방식에 관계없는 컴퓨터 시뮬레이션 경험		

[과제번호 7]

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">양자점 나노패턴 채널을 이용한 단백질 검출 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구분야
(1개 선택)</td><td rowspan="2">☰ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☰ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td>연구수행장소</td><td>☰ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">○ (개요) 질병 조기 진단의 핵심은 혈액 등 시료 속 극미량 단백질(바이오마커)을 빠르고 정확하게 검출하는 것임. 트랜지스터(FET)형 바이오센서는 표적 단백질이 센서 표면에 결합할 때 생기는 전하 변화를 표지 없이 전류 신호로 실시간 검출할 수 있어 차세대 현장진단(POCT) 기술로 주목받음

○ (양자점의 장점) 양자점은 크기에 따라 특성이 조절되는 반도체 나노입자로, 리간드 교환을 통해 항체·앱타머 등 인식 분자를 직접 결합할 수 있고, 표면적이 커 표면 전하 변화에 민감하며, 발광 특성을 함께 지녀 전기·광 이중 신호 검출이 가능함

○ (연구 내용·목표) 본 연구실의 양자점 초고해상도 패터닝(전사 인쇄) 기술로 양자점 나노선 패턴을 트랜지스터 채널로 활용하고, 모델 단백질(비오틴–스트렙타비딘)을 이용해 채널 선폭·표면 처리 조건에 따른 검출 감도·선택성을 평가하여, 질병 바이오마커 검출로 확장 가능한 기반 기술을 확보함</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">① (원리 학습·설계) FET 바이오센서 작동 원리, 디바이 차폐 길이(Debye length) 등 핵심 개념 및 선행 논문 분석, 채널 구조 설계
② (채널 제작) 전극이 형성된 기판 위에 양자점 나노선 패턴을 선폭별로 전사 인쇄, 수용액 환경 안정성을 위한 표면 보호 처리
③ (표면 기능화) 리간드 교환·링커 분자로 인식 분자(비오틴) 고정 및 비특이적 흡착 방지 처리, 형광·FT-IR 분석으로 확인
④ (검출·분석) 용액 게이트 방식 전달 특성 측정으로 농도별 신호 변화·검출 한계·선택성 평가, 발광(PL) 변화 병행 측정 및 선폭–감도 상관관계 분석
※ 원리 학습·설계(3~5월) → 채널 제작·기능화(6~9월, 하계 집중연구 포함) → 검출 측정·분석·논문화(10~2월), 주1회 개별 연구지도</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">○ (필수 성과) 연구노트 작성, 중간·최종 발표, 결과보고서 제출
○ (학술 성과) 양자점 채널 소자의 단백질 농도별 신호 및 검출 한계 데이터 확보→ 국내 추계 학술대회 포스터 발표1건(학생 발표자), 연간 결과를 바탕으로SCI(E)급 논문 공동저자 참여 추진
○ (기대효과) '소재–소자–바이오'를 아우르는 융합 연구 경험으로 전공 경계를 넘는 문제해결 역량을 확보하며, 저비용·고감도 현장진단용 바이오센서 원천기술 확보에 기여</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">1. Nanowire nanosensors for highly sensitive and selective detection of biological and chemical species, Science 293, 1289 (2001)
2. Importance of the Debye screening length on nanowire field effect transistor sensors, Nano Lett. 7, 3405 (2007)
3. Quantum dot bioconjugates for imaging, labelling and sensing, Nat. Mater. 4, 435 (2005)</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">○ 재료·화학·생명과학·의공학·전기전자 등 전공 무관(융합형 과제), 일반화학·생화학·전자소자 관련 교과목 수강자 우대</td></tr>
</table>

[과제번호 8]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">용액공정 산화물 반도체 기반의 뉴로모픽 소자 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구분야
(1개 선택)</td><td rowspan="2">☑ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☑ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td>연구수행장소</td><td>☑ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 본 연구는 용액공정 기반 산화물 반도체를 활용하여 시냅스 모사형 뉴로모픽 소자를 개발하는 것을 목표로 한다. 산화물 반도체는 높은 이동도와 투명성, 저온 공정 적합성을 갖추고 있어 차세대 뉴로모픽 소자의 유력한 후보 물질로 주목받고 있으며, 특히 스핀코팅・잉크젯 프린팅 등 용액공정을 적용하면 진공 스퍼터링 대비 공정 비용을 크게 절감하고 대면적・플렉서블 기판에 적용 가능하다는 장점이 있다.
• 용액공정 박막은 전구체 조성, 열처리 온도・시간・분위기, 용매 종류 등 공정 변수에 따라 산소공공, 하이드록실기(OH^-) 결함 밀도가 민감하게 변화하며, 이러한 결함 구조는 소자의 지속적인 광전도 및 이력현상에 직접적인 영향을 미친다. 본 과제에서는 이 결함 기반 이력현상을 생체 시냅스의 장단기 가소성(short-/long-term plasticity)과 연계하여, 별도의 복잡한 소자 구조 없이 산화물 박막 자체의 결함 공학을 통해 시냅스 특성(PPF, STDP 유사 거동, 전도도 변조 등)을 구현하는 방법을 탐구한다.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• 박막 합성: IGZO/IZO 전구체 용액 제조 → 스핀코팅 → 열처리 조건(온도, 시간, 분위기: 대기/산소/질소)을 변수로 한 박막 제작
• 공정조건 최적화: 열처리 조건별 박막 특성(두께, 결정성/비정질성, 표면 거칠기)을 XRD, AFM, SEM 등으로 분석하여 최적 공정 윈도우 도출
• 전기적 특성 분석: 제작된 박막/소자에 대해 I-V 특성, 광조사 후 퍼시스턴트 광전도 회복 거동 측정
• 뉴로모픽 특성 평가: pulse 전압 인가를 통한 시냅스 가소성 모사 실험(PPF, 장단기 기억 전이, 다중 pulse에 따른 전도도 누적 변화) 및 정량 분석 방법론 수립
• 데이터 분석: 공정조건-결함밀도-시냅스 특성 간 상관관계를 정리하는 분석 프레임워크 구축
• 수행절차: ① 참고문헌조사 및 실험 설계 → ② 박막 제작 및 기본 물성 분석 → ③ 소자 제작 및 전기적 특성 평가 → ④ 뉴로모픽 특성 측정 및 분석 → ⑤ 결과 정리 및 발표자료 작성</td></tr>
</table>

성과목표 및 기대효과	• 용액공정 조건(전구체 조성, 열처리 조건)과 산화물 박막 결함 구조 간의 정량적 상관관계 데이터베이스 구축 • 결함공학 기반 시냅스 특성 구현 가능성 검증 및 재현 가능한 특성평가 프로토콜 확립 • 대면적/플렉서블 뉴로모픽 어레이 소자 연구로 확장 가능한 기반 기술 확보
참고문헌	• Room-temperature fabrication of transparent flexible thin-film transistors using amorphous oxide semiconductors, K. Nomura, *et al.*, Nature *2004*, 432, 488 • Enhanced Visible-Light Response and Optoelectronic Properties of a-IGZO Phototransistors with Dye and PMMA Blend Heterojunctions, Y. Jo, *et al.*, ACS Appl. Electron. Mater. *2026*, 8, 1716
선발시 우대사항	• 전자기학, 양자역학, 고체물리학, 반도체 물리 관련 교과목 수강자 • 박막 증착/특성평가(XRD, AFM, I-V 측정 등) 실습 경험자 • 연구실 인턴 또는 학부연구생 경험이 있는 학생 우대(필수 아님)

[과제번호 9]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	지능형 전자코(e-nose) 구현을 위한 나노소재 기반 다중 가스센서 어레이 개발		
연구분야 (1개 선택)	■ 물리・화학・신소재 □ 전기・전자・정보 □ 생명・바이오・의공학 □ 기계・모빌리티・항공우주 □ 데이터・산업・시스템 □ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	■ 융합형 □ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 □ 양산캠퍼스 □ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	• 단일 가스센서의 선택성 한계를 보완하기 위해 서로 다른 응답 특성을 갖는 센서 소자를 어레이로 구성하고, 복수 가스에 대한 반응 패턴을 분석하여 전자코 원리 구현. • 기능성 나노소재의 조성・표면・계면 제어에 따른 가스 반응 변화를 이해하고, 감도・선택성・응답/회복속도・습도 안정성 등 핵심 성능지표를 체계적으로 평가. • 반도체형/저항변화형 가스센서는 표면 흡착・반응에 따른 전기적 신호 변화를 이용하며, 촉매 기능화・이종접합・다공성 구조 등을 통해 민감도와 선택성 조절. • 전자코는 복수 센서의 교차감응(cross-reactive) 패턴을 결합하여 특정 가스를 식별하므로, 센서소자 설계와 데이터 분석 역량을 동시에 학습.		
연구방법 및 과제수행절차	• 전 과정에서 DBTL(Design-Build-Test-Learn) 방식으로 월별 실험결과를 점검하고 다음 실험조건에 환류 - 선행연구 조사, 목표가스・성능지표 설정, 감지소재/센서 구조 선정, 실험안전 교육 및 측정계획 수립 - 나노소재 합성・기능화, 전극/기판 준비, 감지층 코팅 및 구조・전기적 기초특성 분석 - 농도별 감도, 응답・회복시간, 선택성, 반복성, 습도・온도 영향 및 안정성 평가 - 소재・동작조건 최적화, 오차 및 한계 분석, 결과 재현성 확인, 최종보고서・발표자료 및 학술성과 초안 작성		

성과목표 및 기대효과	• 복수 가스에 대한 센서 반응 데이터와 패턴분석 결과를 포함하는 전자코 개념검증 결과 확보 • 월별 연구노트 및 원자료(raw data) 정리, 중간발표 1회 이상, 최종 연구보고서 및 성과발표 자료 완성 • 나노소재-센서소자-데이터분석을 연결하는 융합 연구경험을 통해 문제정의, 실험설계, 데이터 해석, 학술발표 역량 강화 • 성과 수준에 따라 국내외 학술대회 발표, 논문 초안 또는 특허 가능성을 검토하고 대학원 진학 후 후속 연구주제 확장
참고문헌	•
선발시 우대사항	• 재료공학, 화학, 물리, 전기전자, 반도체, 센서 관련 교과목을 수강했거나 관련 분야에 관심이 높은 학생 • 연구윤리·실험실 안전수칙을 준수하고 1년 동안 연구노트 작성, 정기 멘토링, 발표 활동에 성실히 참여할 학생

[과제번호 10]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">천연물 알칼로이드에 의한 리소좀 단백질 분해 기능 조절 기전 탐구</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>■ 물리・화학・신소재
□ 전기・전자・정보
□ 생명・바이오・의공학
□ 기계・모빌리티・항공우주
□ 데이터・산업・시스템
□ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>■ 융합형
□ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>연구수행장소</td><td>■ 장전캠퍼스
□ 양산캠퍼스
□ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 리소좀의 단백질 분해 기능은 분해 효소와 막단백질, 내부의 pH 및 이온 환경에 의해 조절된다. 본 연구에서는 천연물 알칼로이드가 리소좀 단백질의 기능과 세포 내 단백질 분해에 미치는 영향을 탐구한다.
• 노르니코틴, 마이오스민, 아나타빈 등 구조가 서로 다른 알칼로이드를 비교하여, 리소좀 단백질 분해를 변화시키는 후보물질과 농도 의존성을 평가한다.
• 주요 후보물질에 대해 카텝신 활성, 리소좀 pH 및 금속 이온 유무에 따른 효과를 비교하여, 효소에 대한 직접 작용과 리소좀 환경 변화에 따른 간접 작용 가능성을 구분한다.
• 형광 기반 세포 기능 분석과 정제 효소 실험을 결합하고, 화합물의 구조・염기성・소수성과 생물학적 활성의 관계를 탐구한다.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• 문헌 조사 및 화합물 선정 → 세포 기반 활성 비교 → 주요 후보물질의 농도・시간 의존성 분석 → 정제 효소와 리소좀 환경 분석 → 작용기전 가설 수립의 순서로 수행한다.
• 후보물질의 카텝신 활성 및 리소좀 pH에 대한 영향을 비교하고, 금속 동시 처리 조건에서 효과를 분석한다. 주요 결과는 독립 반복 실험으로 검증한다.</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">• 알칼로이드별 리소좀 기능 변화 자료를 확보하고, 후속 검증할 후보물질의 선정 근거와 작용기전 가설을 제시한다. 연구보고서 1건과 최종 발표자료 1건을 작성한다.
• 천연물의 리소좀 단백질 조절 가능성을 평가하는 기초 자료를 확보하고, 유효한 결과를 후속 표적 검증과 학술발표・논문 작성에 활용한다.
• 학생의 화합물 구조 해석, 생화학・세포 실험, 데이터 분석 및 융합적 문제 해결 역량을 배양한다.</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">• Turk, V. et al. (2012). Cysteine cathepsins: From structure, function and regulation to new frontiers. Biochimica et Biophysica Acta, 1824, 68-88. doi:10.1016/j.bbapap.2011.10.002
• Ballabio, A. & Bonifacino, J. S. (2020). Lysosomes as dynamic regulators of cell and organismal homeostasis. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 21, 101-118. doi:10.1038/s41580-019-0185-4</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">• 유기화학, 생화학 또는 세포생물학 관련 교과목 이수자 및 천연물의 구조와 생체 단백질 조절에 관심 있는 학생.
• 세포배양, 형광 측정 또는 데이터 분석 경험이 있는 학생을 우대하되, 새로운 실험기법을 배우려는 의지와 지속적인 연구 참여 가능성을 중시한다.</td></tr>
</table>

[과제번호 11]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	초미세 패턴 구현을 위한 유도자기조립의 온도 영향 분석 (시뮬레이션)		
연구분야 (1개 선택)	■ 물리·화학·신소재 □ 전기·전자·정보 □ 생명·바이오·의공학 □ 기계·모빌리티·항공우주 □ 데이터·산업·시스템 □ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	■ 융합형 □ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 □ 양산캠퍼스 □ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	반도체 초미세 선·공간 패턴을 위해 블록 공중합체(BCP)의 유도자기조립(DSA)은 화학적으로 패턴된 기판 위에서 자발적으로 형성된 라멜라를 목표 위치에 정렬시킨다. 이 과정에서 열처리 온도는 사슬의 이동과 결함 제거 속도뿐 아니라 상분리의 강도와 기판 유도선의 상대적 친화도에도 영향을 준다. 온도가 너무 낮으면 사슬 재배열이 느려 초기 결함이 남고, 지나치게 높으면 질서 있는 라멜라가 약해질 수 있어 두 효과의 균형을 파악해야 한다[2,3]. 본 과제는 대칭 A-b-B 사슬을 Kremer-Grest(KG)형 비드-스프링 모델로 표현하고, 화학적 유도선과 중성 바탕이 있는 박막의 3차원 분자동역학(MD)을 수행한다[1,4]. 사슬 길이, 박막 두께, 기판 패턴, 상호작용 매개변수는 고정하고 환산온도 $T^* = kBT/\varepsilon$와 열처리 유지 시간만 단계적으로 바꾼다. 각 조건에서 자연주기 L_0, 사슬 이동성, 기판 대비 위치 정합, 정렬도, 선 가장자리 거칠기, 브리지·단절 결함 및 두께 방향 연속성을 비교한다. 이를 통해 계산 범위에서 좋은 패턴 품질을 얻는 온도 영역과 결함 제거가 정체되는 조건을 제시하는 것이 목적이다. KG 결과를 실제 PS-b-PMMA의 섭씨 온도·공정 시간으로 연결하려면 별도 물성 보정이 필요하다.		
연구방법 및 과제수행절차	대학원생 지도 아래 학부생이 1-3개월에는 KG 박막과 화학 패턴 기판의 기준 계산을 재현하고 L_0와 질서-무질서 경향을 확인한다. 4-6개월에는 동일한 초기 상태를 사용해 환산온도 3-5수준에서 같은 시간 동안 열처리한다. 7-9개월에는 유망 온도에서 유지 시간과 초기배치를 제한적으로 반복한다. 10-12개월에는 사슬 이동·정렬·결함의 시간 변화와 냉각 후 구조를 분석해 온도-패턴 품질 지도를 만들고 문헌 결과와 비교한다.		
성과목표 및 기대효과	학회 포스터 1건을 목표로 하며, 후속 실험 검증과 결합해 공동저자 논문 원고로 발전시킨다.		
참고문헌	[1] K. Kremer and G. S. Grest, *J. Chem. Phys.* 92, 5057-5086 (1990). [2] W. Li et al., *Phys. Rev. Lett.* 113, 168301 (2014). [3] C.-Y. Chen and F. A. Escobedo, *Langmuir* 36, 5754-5764 (2020). [4] S. Pinge et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.* 22, 478-488 (2020).		
선발시 우대사항	Python 활용 경험 및 분야·방식에 관계없는 컴퓨터 시뮬레이션 경험		

[과제번호 12]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">AI Agent-ready 기하 모델링 알고리즘 개발</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>☐ 물리・화학・신소재
■ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>■ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>연구수행장소</td><td>■ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">○ 연구 개요 및 목적
- LLM 기반 AI 에이전트가 CAD 작업을 수행하는 Text-to-CAD 기술이 주목받고 있으나, 기존 기하 모델링 커널은 전문가용으로 설계되어 에이전트 호출 시 타입 오류 및 연산 실패가 빈번함(단일 생성 시 실행 성공률 12~33%)
- 기하 모델링 연산을 AI 에이전트가 안정적으로 호출, 검증, 자가 수정할 수 있는 Agent-ready 형태로 재구성하는 알고리즘 개발
○ 관련 기술
- 스크립트 기반 기하 모델링 커널(IRIT), LLM 에이전트의 도구 호출(agent-as-a-tool) 및 검색증강생성(RAG)
- 연구실 선행연구: 인터프리터 피드백 기반 반복 수정으로 실행 성공률 91~98% 달성, 특허 출원
○ 주요 연구 내용
- 기하 연산의 에이전트용 도구 명세(입출력 타입, 제약조건, 구조화된 오류 메시지) 설계
- 생성 형상의 유효성(수밀성, 자기교차, 치수) 자동 검증 알고리즘 개발
- 자연어 요구 → 모델링 스크립트 → 3D 모델 생성 파이프라인 구현</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">① 기초 학습(9~10월): Text-to-CAD 동향 조사, IRIT 및 B-스플라인 학습
② 도구화(10~11월): 주요 기하 연산의 AI 에이전트 도구 구현
③ 검증 모듈(11~12월): 실행, 렌더링, 기하 수치 기반 자동 검증 모듈 구현
④ 실험(12~1월): Text2CAD 등 데이터셋으로 성공률, 반복 횟수, 시간 비교
⑤ 성과 정리(1~2월): 결과 분석, 학술대회 발표 및 논문 초안 작성</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">○ 성과목표: 에이전트용 기하 모델링 커널 활용 및 자동 검증 소프트웨어 1식, 국내외 학술대회 발표 혹은 논문 투고 1건
○ 기대효과: 자연어 기반 CAD 설계 자동화로 제조, 조선 등 CAD 설계 생산성 향상, 참여 학생의 AI, 기하 모델링 융합 연구역량 강화 및 대학원 진학 연계</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">- M. S. Khan et al., “Text2CAD: Generating Sequential CAD Models from Beginner-to-Expert Level Text Prompts,” NeurIPS, 2024.
- X. Chen et al., “Teaching Large Language Models to Self-Debug,” ICLR, 2024.
- S. Yao et al., “ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models,” ICLR, 2023.</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">- 컴퓨터그래픽스, 인공지능, 선형대수 등 관련 교과목 수강자
- Python 프로그래밍 가능자, LLM API, AI 에이전트 개발 또는 3D CAD 사용 경험자 우대</td></tr>
</table>

[과제번호 13]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	B-스플라인 볼륨 기반 인터로킹 알고리즘 개발		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ■ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	■ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	○ 연구 개요 및 목적 - 인터로킹(interlocking)은 부품이 형상의 맞물림만으로 결합되어 접착제, 체결구 없이 조립 및 분해되는 구조로, 3D 프린팅 부품의 분할 출력, 이종소재 결합 등에 활용됨 - 기존 인터로킹 설계는 평면 혹은 이산 메쉬 기반이라 자유곡면에 적용 시 형상 왜곡이 일어나거나 정밀도 저하가 발생하므로, B-스플라인 볼륨으로 자유형상을 정밀 분할하고 맞물림 구조를 자동 생성하는 알고리즘 개발 ○ 관련 기술 - B-스플라인 볼륨(3변수 스플라인) 모델링 및 함수 합성 기반 형상 변형 - 인터로킹 조립체 설계 및 조립 가능성(분해 경로) 분석 - 연구실 선행연구: 공간충전 다면체의 쌍대성을 이용한 B-스플라인 볼륨 격자 타일 합성 ○ 주요 연구 내용 - 인터로킹 단위 조인트 형상을 B-스플라인 볼륨으로 설계 - 자유형상의 B-스플라인 볼륨 분할 및 조인트의 함수 합성 매핑 - 부품 간 간섭, 공차, 조립 순서 검사 알고리즘 구현 및 3D 프린팅 검증		
연구방법 및 과제수행절차	① 기초 학습(9~10월): B-스플라인 곡선, 곡면, 볼륨 이론, IRIT 실습, 문헌조사 ② 조인트 설계(10~11월): 도브테일 등 기본 인터로킹 조인트의 볼륨 모델링 ③ 매핑 알고리즘(11~12월): 자유형상으로의 함수 합성, 경계면 연속성 처리 ④ 검증(12~1월): 간섭, 공차 계산, 3D 프린팅 시제품 출력 및 조립 시험 ⑤ 성과 정리(1~2월): 결과 분석, 학술대회 발표 및 논문 초안 작성		
성과목표 및 기대효과	○ 성과목표: 인터로킹 형상 생성 소프트웨어 1식 및 3D 프린팅 시제품, 국내외 학술대회 발표 혹은 논문 투고 1건 ○ 기대효과: 대형 부품 분할 출력, 무체결 조립 등 적층제조 활용성 확대, 참여 학생의 기하 모델링 및 적층제조 융합 연구역량 강화 및 대학원 진학 연계		
참고문헌	- F. Massarwi and G. Elber, “A B-spline Based Framework for Volumetric Object Modeling,” Computer-Aided Design, 78, 2016. - G. Elber, “Precise Construction of Micro-structures and Porous Geometry via Functional Composition,” MMCS, LNCS, 2017. - Z. Wang, P. Song, and M. Pauly, “DESIA: A General Framework for Designing Interlocking Assemblies,” ACM TOG, 37(6), 2018.		
선발시 우대사항	- 컴퓨터그래픽스, 선형대수, 미적분 등 관련 교과목 수강자 - C/C++ 또는 Python 프로그래밍 가능자, 3D CAD, 3D 프린팅 경험자 우대		

[과제번호 14]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	나노구조 기반 광열에너지 제어 및 열관리 연구		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ■ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	**연구트랙** (1개 선택)	■ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	실리콘 나노와이어 등 나노구조의 광흡수・산란・적외선 투과 특성을 제어하여 태양광 에너지 활용과 열관리를 연구한다. 금속 보조 화학 식각(MaCE) 기반 구조를 중심으로 형상・공정 조건과 광학 응답의 관계를 분석한다. 단면・양면 나노구조의 태양광 흡수와 장파장 적외선 투과를 비교하고 복사냉각 구조와의 결합을 검토한다. 잔류 금속과 산란이 측정에 미치는 영향을 구분하며, 적외선 통로를 유지하면서 흡수된 열을 활용하는 방안을 탐색한다.		
연구방법 및 과제수행절차	선행연구 조사 후 공정 조건별 시료를 제작하고 SEM・EDS, UV-Vis・FTIR로 형상・조성・광학 특성을 분석한다. 실측 형상을 반영한 시뮬레이션과 비교한다. 단면・양면 구조 및 기준 시료를 비교한다. 열관리 실험에서 주변 조건・온도 응답・재현성을 점검하고 광학 응답과 열적 성능의 관계를 해석한다.		
성과목표 및 기대효과	1년 참여자는 공정 개선부터 광학・열적 성능 검증까지, 6개월 참여자는 선정 구조의 특성 비교와 측정・분석을 수행한다. 학생별 보고서・발표자료를 작성한다. 태양광 활용과 적외선 열방출을 고려한 설계 방향을 제시한다. 완성도에 따라 학술발표와 후속 논문화를 추진한다.		
참고문헌	Z. Chen et al., Simultaneously and synergistically harvest energy from the sun and outer space, Joule (2019). Y. Fu et al., Daytime passive radiative cooler using porous alumina, arXiv:1803.07906 (2018).		
선발시 우대사항	전자기학・광전자공학・재료・열전달 관련 교과목 수강자. 나노구조 제작, 광학・열 해석 또는 측정 데이터 분석 경험자. 나노광학과 에너지・열관리 연구에 관심이 있으며 실험 안전수칙을 준수하고 결과를 체계적으로 기록할 수 있는 학생.		

[과제번호 15]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">로봇 적용을 위한 유연・소프트 압력 센서 기술 개발</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td colspan="2">☐ 물리・화학・신소재
■ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)
■ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">연구수행장소</td><td>■ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 압저항형 감지 원리를 중심으로 감지층의 재료・미세구조・두께・전극 구조가 감도, 측정범위, 히스테리시스, 응답속도 및 내구성에 미치는 영향을 분석.
• 2종 이상 소재/구조 조건을 비교하여 로봇 접촉 감지에 적합한 소프트 압력 센서 설계안 도출.
• 정적・동적 압력, 반복하중, 굽힘 조건에서 센서 특성을 정량 평가하고 캘리브레이션 모델 구축.
• 로봇 접촉부/그리퍼에 센서를 장착하여 물체 접촉・파지상태 또는 미끄럼 변화의 실시간 감지 가능성 검증.
• 소프트 로보틱스와 전자피부(e-skin) 분야에서는 높은 순응성, 빠른 응답, 낮은 히스테리시스, 반복 내구성 및 어레이화 기술 개발</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• 전 과정에서 DBTL(Design-Build-Test-Learn) 방식으로 월별 실험결과를 점검하고 다음 실험조건에 환류
- 선행연구 조사, 로봇 적용 시 요구 압력범위와 센싱 방식 정의, 기판・전극・감지층 구조 및 실험계획 수립
- 탄성체/전도성 복합재 또는 미세구조 감지층 제작, 전극 형성・패키징 및 기본 전기특성 확인
- 압력-신호 곡선, 감도, 검출범위, 히스테리시스, 응답/회복시간, 반복성 및 굽힘/반복하중 내구성 평가
- 구조・패키징・캘리브레이션 최적화, 반복 검증, 최종보고서・발표자료 및 학술성과 초안 작성</td></tr>
</table>

성과목표 및 기대효과	• 유연 압력감지 센서 시제품과 로봇 접촉/파지 응용의 개념검증 결과 확보 • 월별 연구노트 및 센서 특성 데이터 구축, 중간발표 1회 이상, 최종 연구보고서 및 로봇 적용 성과발표 자료 완성 • 3종 이상 물체 또는 접촉조건에서 파지/접촉 상태 변화에 따른 신호 차이를 재현성 있게 확보 • 성과 수준에 따라 학술대회 발표, 논문 초안, 소프트 센서 구조/패키징 관련 지식재산 가능성을 검토하고 대학원 후속 연구로 연계
참고문헌	•
선발시 우대사항	• 전기전자, 기계, 재료, 로봇, 센서 관련 교과목을 수강했거나 소프트 로보틱스·전자피부 분야에 관심이 높은 학생 • 연구윤리·실험실 안전수칙을 준수하고 1년 동안 연구노트 작성, 정기 멘토링, 발표 활동에 성실히 참여할 학생

[과제번호 16]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	집적광학 기반 지능형 광신호 처리 소자 연구		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ■ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	**연구트랙** (1개 선택)	■ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	빛의 간섭과 결합을 이용하여 광신호의 세기와 위상을 제어하는 집적광학 소자를 연구한다. 실리콘 도파로, 방향성 결합기와 마하젠더 간섭계를 기본 구조로 삼아 구조・구동 조건에 따른 전달 특성을 분석한다. 소자의 전달 특성을 회로 모델과 연결하여 광신호 가중합 등 기초 신호 처리 기능을 검토한다. 설계 변수와 제작 오차가 동작에 미치는 영향을 정리하고 지능형 광신호 처리 회로로의 확장 가능성을 탐색한다.		
연구방법 및 과제수행절차	도파로 모드와 간섭 원리를 학습한 뒤 전자기 시뮬레이션으로 폭・간격・결합 길이를 비교한다. 전달행렬 모델로 위상 제어와 가중합 동작을 분석한다. 기준・개선 설계의 삽입손실, 소광비, 동작 대역과 연산 오차를 비교하고 제작 오차에 대한 민감도를 검토한다.		
성과목표 및 기대효과	6개월 동안 기본 소자의 설계・해석 자료와 광신호 처리 예제 1건을 확보한다. 최종보고서와 연구발표 자료를 작성하여 소자・회로 해석 능력을 기른다. 결과의 완성도에 따라 학술대회 발표를 추진하고, 후속 검증을 거쳐 논문으로 발전시킨다.		
참고문헌	Y. Shen et al., Deep Learning with Coherent Nanophotonic Circuits, arXiv:1610.02365 (2016). https://arxiv.org/abs/1610.02365		
선발시 우대사항	전자기학・광전자공학・실리콘 포토닉스 관련 교과목 수강자. Python・MATLAB을 활용한 수치해석 또는 광학 시뮬레이션 경험자. 집적광학과 광컴퓨팅 연구에 관심이 있으며 연구결과를 정리하고 토론하는 데 적극적인 학생.		

[과제번호 17]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	차세대 모빌리티 디스플레이 및 조명 응용을 위한 광원 개발		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ■ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	■ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	■ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	• 자율주행 등 차세대 모빌리티에서 차량 간・차량과 보행자 간 정보 전달을 위한 조명 및 디스플레이용 광원 기술의 중요성이 높아지고 있음. • 차량용 광원으로 활용하기 위해서는 높은 발광 효율뿐 아니라, 차량의 고온 환경에서도 효율과 수명을 유지할 수 있는 열적 안정성 확보가 필요함. • 온도 및 고온 노출 시간에 따른 발광 효율, 휘도, 발광색 및 구동 수명 변화를 평가하고, 가열・냉각에 따라 회복되는 특성 변화와 회복되지 않는 열화를 구분하여 분석함. • 전하수송층・계면 처리・봉지 조건 등 주요 공정변수를 선정하여 고온 열화를 줄이는 방법을 탐색하고, 개선 전후의 비교를 통해 차량용 광원 적용 가능성을 평가함.		
연구방법 및 과제수행절차	• 발광다이오드의 작동 원리와 열화 관련 문헌을 조사하고, 기준 소자를 제작・평가하여 비교할 공정변수와 시험조건을 선정함. • 온도별 특성 및 안정성 평가: 25・60・85° C에서 전류-전압-휘도, 외부양자효율(EQE), 발광 스펙트럼을 측정함. 85° C 비구동 열노화와 고온 구동시험을 구분하여 수행하고, 상온 보관 대조군과 비교함. • 공정 개선 및 검증: 선정한 공정변수 1~2개의 조건을 변경하여 소자를 제작하고, 조건별 3개 이상의 소자로 재현성을 확인함. 실험 결과를 바탕으로 개선 조건을 도출하고 연구보고서와 발표자료를 작성함.		
성과목표 및 기대효과	• 85° C에서 비구동 열노화 후, 25° C의 동일 전류밀도에서 측정한 외부양자효율을 열노화 전 대비 90% 이상 유지함. • 85° C의 동일 초기 휘도에서 정전류 구동 시, 개선 전 소자 대비 T90 구동 수명을 20% 이상 향상함. • 고온 열화를 줄이는 공정조건 1종 이상을 도출하고, 효율・발광색・구동 특성의 변화와 개선 효과를 정리함.		
참고문헌	• https://doi.org/10.1038/s41598-023-39952-3		
선발시 우대사항	• 물리전자, 반도체공학 등 관련 교과목 수강자 및 반도체/디스플레이 소자 제작・측정 경험자 우대.		

[과제번호 18]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">차세대 전력반도체 응용을 위한 산화갈륨 소자 개발</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>☐ 물리・화학・신소재
■ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>■ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>연구수행장소</td><td>■ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 전기차 및 전력변환 시스템의 고효율화・소형화를 위해, 높은 전압을 견디면서 전력 손실을 줄일 수 있는 차세대 전력반도체 기술이 요구됨.
• 초광대역갭 반도체인 β-Ga_2O_3를 안정적인 전력소자로 활용하기 위해서는, 밴드갭 내 결함 준위 및 표면・계면 트랩에 의한 문턱전압 변화와 전기적 불안정성을 줄이는 공정 기술이 필요함.
• 열처리 분위기・온도, 표면 처리 및 보호막 형성 조건 중 주요 공정변수를 선정하고, 조건별 비교실험을 통해 트랩의 영향을 줄일 수 있는 공정 방법을 도출함.
• 공정 전후의 전기적 특성과 가시광・자외선에 대한 광응답을 평가하고, 광조사에 따른 문턱전압 변화 및 소등 후 회복 특성을 분석하여 트랩 저감과 소자 안정성 개선 효과를 검증함.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• β-Ga_2O_3의 물성과 트랜지스터 작동 원리, 트랩 관련 문헌을 조사함. 기준 소자의 전달・출력 특성을 측정하여 주요 불안정성과 개선할 공정변수를 선정함.
• 열처리 분위기・온도 또는 표면・보호막 처리 중 공정변수 1~2개를 선정하여 비교실험을 수행함. 무처리 대조군과 비교하여 문턱전압, 문턱밑 기울기(SS), 히스테리시스, 누설전류 및 바이어스 스트레스 후 변화를 분석함.
• 가시광과 자외선의 파장・광세기를 제어하면서 광조사 전・중・후의 전류와 문턱전압을 측정함. 잔류광전류와 암상태 회복시간을 분석하고, 조건별 3개 이상의 소자로 개선 효과의 재현성을 확인함.</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">• 트랩에 의한 전기적 불안정성을 줄일 수 있는 공정조건 1종 이상을 도출함.
• 동일한 바이어스 스트레스 조건에서 1,000초 후 측정한 문턱전압 변화량의 절댓값을 무처리 대조군 대비 30% 이상 감소시킴.
• 가시광 및 자외선 조사에 따른 광응답과 소등 후 회복 특성을 정량화하고, 공정 전후의 전기・광학 측정 결과를 함께 비교하여 트랩 저감 효과를 검토함.</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">• https://doi.org/10.1109/LED.2016.2609202</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">• 물리전자, 반도체공학 등 관련 교과목 수강자 및 반도체/디스플레이 소자 제작・측정 경험자 우대.</td></tr>
</table>

[과제번호 19]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">파장 가변 광원 기반 센서/이미지 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>☐ 물리・화학・신소재
■ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>■ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>연구수행장소</td><td>■ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 파장 가변 광원은 출력되는 빛의 파장을 일정 범위에서 연속적으로 변화시키거나, 필요한 파장 사이를 선택적으로 전환할 수 있는 광원이다. 단일 파장 측정에서는 얻기 어려운 파장별 광학 응답을 수집할 수 있어, 재료의 특성을 분석하거나 거리와 내부 구조를 영상화하는 데 활용된다. 본 과제는 학생이 광원의 구동 원리부터 측정 신호의 해석까지 경험하고, 광원의 성능이 최종 측정 결과에 어떤 영향을 미치는지 이해하는 것을 목적으로 한다.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">
<table>
<tr><td>2026.
9.</td><td>• 파장 가변 광원의 동작 원리와 센서・이미징 응용 분야를 학습하고, 관련 선행연구를 조사하여 멘토링 기간에 수행할 세부 연구 목표를 설정한다.</td></tr>
<tr><td>2026.
10.</td><td>• 광원, 광학계, 검출기 및 데이터 수집 장치의 구성과 역할을 이해하고, 실험실 안전교육과 장비 사용법을 익힌 뒤 기초 광학 측정 실습을 진행한다.</td></tr>
<tr><td>2026.
11.</td><td>• 파장 가변 광원의 구동 조건을 변화시키며 가변 범위, 출력 및 반복성을 측정하고, 획득한 데이터를 정리하여 광원의 주요 특성을 분석한다.</td></tr>
<tr><td>2026.
12.</td><td>• 광원을 센서 또는 이미징 모듈과 연동해 기초 측정 시스템을 구성하고, 시료의 반사・투과 신호를 획득하며 시스템의 정상 동작을 확인한다.</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>2027. 1.</td><td>• 측정 신호의 전처리와 데이터 분석 방법을 익히고, 파장 변화에 따른 센서 응답 또는 이미지 특성을 비교하여 시스템의 주요 성능을 평가한다.</td></tr>
<tr><td>2027. 2.</td><td>• 월별 실험 결과를 종합해 시스템의 성능과 한계를 정리하고, 개선 방향을 논의한 뒤 최종 보고서와 발표 자료를 작성하여 연구 성과를 공유한다.</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>성과목표 및 기대효과</td><td>• 성과목표: 광원 특성 측정 데이터와 그래프, 선택한 응용의 기초 실험 결과, 데이터 처리 코드와 실험 기록, 최종 보고서 및 구두 발표.
• 기대효과: 광원 구동부터 실험 설계와 데이터 분석까지 광학 시스템 연구 과정을 경험할 수 있다. 의미 있는 결과가 확보되면 학부생 연구발표회나 학술대회 발표를 추진하고, 충분한 신규성과 재현성이 확인되면 후속 연구 및 공동논문으로 발전시키고자 함.</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td>• Gyeong Hun Kim, Seongjin Bak, Hyung-Hoi Kim, Jun Geun Shin, Tae Joong Eom, Chang-Seok Kim* and Hwidon Lee*, “Phase-Locked Time-Stretch Optical Coherence Tomography for Contrast-Enhanced Retinal Microangiography”, IEEE Transactions on Medical Imaging, 44, 7, 2906, 2025
• Hwidon Lee* , Markus R. Seeger, and Brett E. Bouma* “Electronically-Controlled Dual-Wavelength Switchable SRS Fiber Amplifier in the NIR-II region for Multispectral Photoacoustic Microscopy“, Laser & Photonics Reviews, 2024, 2400144, 2024 (2024).</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td>• 광학・레이저공학, 광전자공학, 전자계측 또는 프로그래밍 관련 교과목 수강자 우대.</td></tr>
</table>

[과제번호 20]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	다중 시점 영상 기반 생쥐 행동의 3차원 공간정보 분석 기술 개발		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ☐ 전기・전자・정보 ▣ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	▣ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	☐ 장전캠퍼스 ▣ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	본 연구에서는 두 대의 카메라를 이용한 다중 시점 영상 취득 시스템과 DeepLabCut 기반 markerless pose estimation 기술을 결합하여, 생쥐의 움직임을 3차원 공간에서 정량적으로 분석할 수 있는 행동 분석 시스템을 구축하고자 한다. 구축된 시스템은 기준 측정장치와의 비교를 통해 위치 및 운동정보 추출의 정확도와 신뢰성을 검증하고, 최종적으로 동물실험에 적용하여 생쥐의 다양한 행동 및 운동 특성을 정량적으로 평가한다.		
연구방법 및 과제수행절차	**1. 다중 시점 영상 취득 하드웨어 시스템 구축)** 두 대의 카메라를 이용하여 생쥐의 움직임을 다양한 각도에서 동기화 촬영하고, 3차원 공간정보 추출을 위한 영상 취득 환경을 구축한다. **2. DeepLabCut 기반 자세 및 행동 분석 환경 구축)** 생쥐의 주요 신체 landmark를 자동 추적하고, 다중 시점 영상으로부터 3차원 위치, 이동 궤적 및 자세 정보를 추출하는 분석 환경을 구축한다. **3. Reference 장치 기반 측정 정확도 및 신뢰성 검증)** 기준 측정장치와의 비교를 통해 위치, 이동거리, 속도 등 주요 공간정보의 정확도와 반복성을 평가하여 시스템의 신뢰성을 검증한다. **4. 동물실험 기반 행동 분석 및 적용성 평가)** 구축된 시스템을 실제 생쥐에 적용하여 자세 및 주요 행동 특성을 정량화하고, 실험 조건에 따른 행동 변화의 분석 가능성을 평가한다.		
성과목표 및 기대효과	본 연구를 통해 학생들은 다중 카메라 기반 영상 취득 하드웨어 구축, DeepLabCut 기반 AI 분석, 3차원 공간정보 처리 및 동물실험까지 연구 전 과정을 직접 경험할 수 있다. 이를 통해 단일 분야에 국한되지 않고 하드웨어, 소프트웨어, 인공지능 및 바이오메디컬 실험을 연계할 수 있는 융합적 문제해결 역량을 향상시킬 수 있으며, 향후 의료영상, 디지털 헬스케어 및 AI 기반 생체신호・행동 분석 분야의 전문 연구인력으로 성장하는 기반을 마련할 수 있다.		
참고문헌	Using DeepLabCut for 3D markerless pose estimation across species and behaviors. Nature Protocols, 14, 2152-2176 (2019).		
선발시 우대사항	생리학, 파이썬		

[과제번호 21]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">반도체 및 MEMS 공정을 이용한 세포 냉각 자극 및 반응 신호 감지 장치 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구분야
(1개 선택)</td><td rowspan="2">☐ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
▣ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>▣ 융합형
☐ 심화형</td></tr>
<tr><td>연구수행장소</td><td>☐ 장전캠퍼스
▣ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">세포는 온도 변화에 따라 이온채널 활성, 대사활동 및 전기생리학적 특성이 변화하므로, 세포 수준에서 정밀한 냉각 자극을 구현하고 그 온도 변화를 정확하게 측정할 수 있는 기술은 향후 냉각에 따른 세포 반응 및 생체영향을 분석하기 위한 중요한 기반기술이다. 본 연구에서는 반도체 및 MEMS 미세가공 기술을 활용하여 국소적인 냉각 자극이 가능한 마이크로구조와 미세 온도센서를 집적한 소형 바이오칩을 제작하고, 냉각 온도, 냉각・회복 속도, 공간적 온도 변화 및 온도센서의 감도와 반복성 등 핵심 성능을 평가하고자 한다. 이를 통해 향후 세포를 바이오칩에 적용하여 냉각 자극에 따른 세포 반응을 분석할 수 있는 기반 플랫폼을 구축하고자 한다.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">본 연구는 바이오칩 구조 설계 → 반도체・MEMS 공정을 이용한 소자 제작 → 냉각 기능 구현 → 온도센서 특성 평가 → 통합 성능 검증의 순서로 수행한다. 먼저 국소 냉각이 가능한 마이크로구조와 온도센서의 위치 및 크기를 설계하고, photolithography, thin-film deposition, etching 및 soft lithography 등의 공정을 이용하여 바이오칩을 제작한다. 이후 제작된 칩에서 냉각 조건에 따른 최저 도달 온도, 냉각 및 회복 속도, 공간적 온도 분포 등을 측정하여 냉각 성능을 평가한다. 동시에 집적된 온도센서의 감도, 응답속도, 반복성 및 안정성을 평가하고, 외부 기준 온도센서와의 비교를 통해 측정 신뢰성을 검증한다. 최종적으로 냉각부와 온도센서가 통합된 바이오칩의 동작 특성을 종합적으로 분석하여, 향후 세포 배양 및 냉각 자극에 따른 세포 반응 연구에 활용할 수 있는 기반 플랫폼을 구축한다.</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">본 과제를 통해 학생들이 반도체・MEMS 공정, 반도체식 온도센서의 동작 원리, 미세유체 채널의 설계 및 제작 원리를 이해하고, 바이오칩의 설계-제작-성능평가 전 과정을 경험하도록 한다. 특히 바이오・의공학 전공 학생들이 반도체, 센서 및 미세유체 기술과 같은 전통 공학기술을 바이오 응용과 연결하는 융합 연구 경험을 통해 실무형 연구역량과 융합적 문제해결 능력을 향상시키는 것을 목표로 한다.</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">마이크로패브리케이션, 물리전자, 반도체소자</td></tr>
</table>

[과제번호 22]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">위성용 전기추력기 플룸의 위성 영향성 분석</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td colspan="2">☐ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
▣ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)
▣ 융합형
☐ 심화형

연구수행장소
▣ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">연구개요
• 홀 추력기(Hall thruster)는 높은 비추력과 효율을 기반으로 소형위성의 궤도 천이 및 궤도유지 등에 활용되는 대표적인 전기추진시스템임.
• 추력기에서 방출되는 고에너지 이온 플룸(plasma plume)은 위성체 표면 및 탑재체와 상호작용하여 표면 침식, 오염, 대전 등의 영향을 유발할 수 있음.
• 본 연구에서는 저전력 홀 추력기의 플룸을 수치적으로 모델링하고 플룸의 공간적 특성을 분석하여 위성체에 미치는 영향을 평가하고자 함.
연구목적 및 내용
• 저전력 홀 추력기의 플라즈마 플룸 해석 모델 구축
• 추력기 운전조건에 따른 이온 밀도, 에너지 및 발산 특성 규명
• 저전력 홀 추력기의 방전 및 플룸 특성에 대한 이론적 분석
• 이온 및 중성입자의 거동을 고려한 플룸 수치해석 모델 구축
• 운전조건에 따른 플룸 밀도・에너지・발산각 분석</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• 홀 추력기 및 플라즈마 플룸 관련 이론 및 선행연구 조사
• 저전력 홀 추력기의 주요 운전조건 및 해석조건 설정
• 수치해석 기반 플룸 모델 구축 및 플라즈마 입자 거동 해석
• 해석 결과를 이용한 위성체 표면 영향성 평가 및 주요 설계 인자 도출</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">• 저전력 홀 추력기 플룸의 수치해석 모델 구축
• 추력기 운전조건에 따른 플룸 특성 및 공간분포 데이터 확보
• 전기추진시스템의 위성체 배치 및 인터페이스 설계를 위한 기초자료 확보
• 향후 실험 결과와의 비교・검증 및 학술논문 연구로 확장</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">• D. M. Goebel and I. Katz, Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters, Wiley/JPL Space Science and Technology Series, 2008.
• R. G. Jahn, Physics of Electric Propulsion, Dover Publications, 2006.</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">• 항공우주공학, 물리학 관련 전공자
• 전기추진, 플라즈마 및 위성시스템 분야에 관심이 있는 학생
• 우주추진 플라즈마 역학/전자기학/전자공학 이수자
• 수치해석 또는 플라즈마 시뮬레이션 경험자 우대</td></tr>
</table>

[과제번호 23]

서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	저전력 전기 추력기 플라즈마 특성 연구		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ☐ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ▣ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	▣ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	▣ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	**연구개요** • Vacuum Arc Thruster(VAT)는 고체 금속 추진제를 사용하는 펄스형 전기추력기로, 별도의 추진제 공급장치 없이 소형・경량화가 가능하여 초소형위성용 저전력 추진시스템으로 활용 가능함. • 본 연구에서는 10 W 미만급 Vacuum Arc Thruster의 방전회로 및 시험시스템을 설계・구축하고, 진공환경에서의 방전시험을 통해 저전력 전기추력기의 플라즈마 및 성능 특성을 분석하고자 함. **연구목적 및 내용** • 10 W 미만급 Vacuum Arc Thruster 및 구동회로 설계 • VAT의 작동원리 및 진공 아크 플라즈마 특성에 대한 이론적 분석 • 저전력 펄스 방전을 위한 전력처리 및 방전회로 설계・제작 • 방전전압・전류 파형 및 방전 에너지 등 전기적 특성 분석 • 운전조건에 따른 플라즈마 발생 및 추력기 성능 특성 분석		
연구방법 및 과제수행절차	• Vacuum Arc Thruster 및 진공 아크 플라즈마 관련 이론 및 선행연구 조사 • 전력처리회로 및 추력기 전극 구조 설계・제작 • 진공챔버 내 추력기 및 전기・플라즈마 진단시스템 구축 • 방전조건 변화에 따른 반복 점화 및 플라즈마 발생시험 수행 • 전압・전류 파형 및 플라즈마 진단 데이터 분석		
성과목표 및 기대효과	• 10 W 미만급 Vacuum Arc Thruster 시험모델 및 구동회로 구축 • 진공환경에서의 안정적인 VAT 방전 및 작동조건 확보 • 저전력 전기추력기의 성능평가 및 설계 최적화를 위한 기초자료 확보 • 향후 추력 및 이온속도 등 정량적 성능평가와 학술논문 연구로 확장		
참고문헌	• D. M. Goebel and I. Katz, Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters, Wiley/JPL Space Science and Technology Series, 2008.		
선발시 우대사항	• 항공우주공학, 물리학, 전기・전자공학 관련 전공자 • 전기추진, 플라즈마 및 전력전자 분야에 관심이 있는 학생 • 우주추진 플라즈마 역학/전자기학/전자공학 이수자 • 전자회로 제작, 진공실험 또는 플라즈마 실험 경험자 우대		

[과제번호 24]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	데이터 기반 도시 및 지역 불균형 분석		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ☐ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ▣ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	연구트랙 (1개 선택)	▣ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	▣ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	• 인구, 사회, 경제, 산업, 기반시설, 환경 등 도시 및 지역의 불균형을 야기할 수 있는 다양한 공간적 현상에 대해 탐구 • 데이터 기반의 공간 불균형을 파악할 수 있는 다양한 불균형 지표를 설계하고 도시 및 지역 단위의 분석에 적용 • 미래 현상(AI 확대, 기술 변화, 기후변화, 스마트 시티 등)에 대한 국토 및 도시 공간 상의 불균형 확대 현상 분석		
연구방법 및 과제수행절차	• 통계 데이터 분석 및 시뮬레이션		
성과목표 및 기대효과	• 학술대회 발표 및 논문 작성		
참고문헌	• TBA (연구주제에 따라 추후에 제공)		
선발시 우대사항	• 도시공학과, 스마트시티 전공자 (복수 및 부전공 포함) 우대		

[과제번호 25]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	취약계층 추정 및 공공 서비스 최적화 연구		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ☐ 전기・전자・정보 ☐ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ▣ 기타(도시공학)	연구트랙 (1개 선택)	▣ 융합형 ☐ 심화형
		연구수행장소	▣ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ☐ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	• 도시 및 지역에 존재하는 취약계층을 재정의하고 미래 사회에 대비한 공공 서비스 최적화 방안을 연구 • 고령화, 저출산, 다문화, 디지털 디바이드 등 주요 미래사회 충격에 대한 취약계층의 탐색과 이에 따른 공공 서비스 구역의 최적 구성 연구 • 공공 서비스의 공간적 최적화 및 서비스 방식, 모듈 등 스마트시티와 연계		
연구방법 및 과제수행절차	• 통계 데이터 분석 및 시뮬레이션 • 공간분석 및 GIS		
성과목표 및 기대효과	• 학술대회 발표 및 논문 작성		
참고문헌	• TBA (연구주제에 따라 추후에 제공)		
선발시 우대사항	• 도시공학과, 스마트시티 전공자 (복수 및 부전공 포함) 우대		

[과제번호 26]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

연구주제	**미래지능형 인실리코 바이오소재 개발**		
연구분야 (1개 선택)	☐ 물리・화학・신소재 ☐ 전기・전자・정보 ■ 생명・바이오・의공학 ☐ 기계・모빌리티・항공우주 ☐ 데이터・산업・시스템 ☐ 기타( )	**연구트랙** (1개 선택)	☐ 융합형 ■ 심화형
		연구수행장소	☐ 장전캠퍼스 ☐ 양산캠퍼스 ■ 밀양캠퍼스
주요 연구 내용 및 기술 설명	• 연구과제 개요 - 새로운 의약용 바이오소재나 약물 전달체를 개발하려면 물질 합성, 세포 실험, 동물 실험을 평균 10년 이상의 기간과 막대한 비용이 소요됨 - 인실리코(In-silico, 컴퓨터 가상 공간)에서 AI가 수억 개의 바이오소재 구조를 선제적으로 설계하고 물리적・생물학적 성능을 사전 예측함으로써 개발 기간을 획기적으로 단축하고자 함 • 목적 - AI 기반의 바이오소재 분자 구조 설계: 화학 물질 및 생체 분자 데이터베이스를 학습한 생성형 AI를 활용하여, 표적 치료 및 약물 전달 성능이 극대화된 새로운 고분자/나노 바이오소재 분자 구조를 설계함 - 멀티스케일 시뮬레이션을 통한 물성 예측: 나노(분자 수준)에서 마이크로(세포・조직 수준)에 이르는 멀티스케일 모델링을 통해, 소재의 역학적 강도, 생분해성 속도, 약물 방출 거동을 인실리코 상에서 예측 - 생체 안전성 및 독성 사전 검증: 인실리코상의 예측값과 비교하여 실험상 후보물질의 세포독성, 안정성 실험을 수행		
연구방법 및 과제수행절차	• 인실리코 데이터 구축 및 AI 예측 모델링: 기존 논문, 특허, 화합물 라이브러리(ChEMBL, PubChem 등) 및 생체 단백질 구조 데이터를 수집하여 바이오소재 기계학습용 빅데이터를 구축 • 바이오소재 시뮬레이션 및 실증 : 선별된 후보 물질이 체내 환경(수분, 체온, pH)에서 어떻게 거동하고 분해되는지 원자 단위 시뮬레이션을 통해 예측 • 생체 적합성 및 유효성 평가: 세포실험을 통해 바이오소재의 세포 독성, 세포 부착능, 약물 방출 속도를 평가		
성과목표 및 기대효과	• 미래지능형 바이오소재 개발과정(예측모델링설계-실증-유효성 평가)에 대한 이해력 향상 • 학생주도적 연구수행과정 인지		
참고문헌	• Research Progress in Artificial Intelligence-Assisted Preparation of High-Quality Biomaterials, ACS Omega 11, 10971 (2026) • https://www.biospectator.com/news/view/21317		
선발시 우대사항	• 연구실 경험 • 바이오소재 전공 교과목 수강		

[과제번호 27]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">AI 이미징 분석 기반 효모(및 진핵)세포내 단백질 거동분석</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>☐ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☑ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☐ 융합형
☑ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>연구수행장소</td><td>☑ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">진핵세포 내 단백질 항상성(Proteostasis) 및 응집체 동역학 규명:
• 효모(Saccharomyces cerevisiae) 및 포유류 진핵세포 모델을 활용하여 환경 스트레스(열 충격, 산화 스트레스, 번역 저해 등) 조건에서 발생하는 단백질 접힘 이상, 액체-액체 상분리(LLPS), 단백질 응집체(Foci/Condensate)의 형성 및 재용해(Dissolution) 메커니즘을 규명함.
• 단백질 품질 제어(PQC) 시스템의 핵심 인자(샤페론 네트워크, 리보솜 이질성 구성 단백질 등) 결손 시 나타나는 세포 내 단백질 거동 이상을 분자 수준에서 비교 분석함.
AI 기반 고해상도 형광 바이오 이미징 분석 기술 도입:
• 기존 수작업 이미지 분석의 한계(관찰자 편향, 대량 분석 불가능)를 극복하기 위해 최신 컴퓨터 비전 및 딥러닝 알고리즘을 도입함.
• 복잡한 진핵세포 경계를 정밀하게 검출하는 세포 분할(Cell Segmentation) 및 세포 소기관 내 단백질 클러스터의 시계열적 위치 변화를 초고속・객관적으로 수치화하는 자동화 분석 파이프라인을 구축함.
진핵세포 단백질 응집 기전의 진화 보존성에 대한 이해를 확보하고 이를 통한 단백병증 기전의 이해 가능성을 확보
• 이를 위해 단백질 응집에 관여하는 상동 유전자의 효모 및 포유류 세포주의 교차 발현을 유도하고 이에 대한 응집 특이성을 생화학 및 이미징 분석을 통해 규명함</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">1단계: 진핵세포 형광 리포터 시스템 구축 및 대량 이미징 데이터 수집 (1~2개월차)
단백질 응집 및 스트레스 반응 마커(GFP/mCherry 융합 단백질)가 도입된 효모 변이주 라이브러리 및 진핵세포주 배양.
공초점 형광 현미경(Confocal Microscopy)을 활용하여 스트레스 조건별, 시간 경과별 실시간 타임랩스(Time-lapse) 고해상도 이미지 대량 획득.
2단계: AI 기반 이미지 세그멘테이션 및 정량화 파이프라인 최적화 (3~4개월차)
사전 학습된 세그멘테이션 딥러닝 모델(Cellpose, StarDist 등)을 효모의 단단한 세포벽 및 고등 진핵세포의 다양한 모폴로지에 맞춤형으로 미세조정(Fine-tuning).
단일 세포별 응집체(Foci) 수, 형광 강도, 세포질 대 핵 내 축적 비율, 응집 속도 등을 자동 산출하는 Python 기반 배치 프로세싱 알고리즘 구축.
3단계: 단일 세포 이질성(Heterogeneity) 분석 및 생물학적 메커니즘 검증 (5~6개월차)
AI 정량 데이터를 바탕으로 세포 집단 내 단백질 거동의 이질성을 통계적으로 모델링하고, 세포 생존율 및 스트레스 저항성 표현형과의 상관관계 도출.
발굴된 핵심 타깃 유전자의 기능을 생화학적・유전학적 교차 검증을 통해 규명하고 연구 성과</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">학술 발표 및 연구 실적: 참여 학부생 주도의 국내외 전문 학술대회(생화학분자생물학회, 한국유전학회 등) 포스터 발표 1건 이상 달성 및 SCI(E)급 논문 공저자 참여 추진.
인재 양성 및 진학 연계: 사업 종료 후 본교 일반대학원 진학(학・석연계 Bridge 장학 연계) 및 석・박통합과정으로의 안정적 정착률 100% 달성.</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">Stringer, C., Wang, T., Michaelos, M., & Pachitariu, M. (2021). Cellpose: a generalist algorithm for cellular segmentation. Nature Methods, 18(1), 100-106.
Schmidt, U., Weigert, M., Broaddus, C., & Myers, G. (2018). Cell detection with star-convex polygons. In Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI), 265-273.
Mogk, A., Bukau, B., & Kaimer, C. (2018). Principles of Protein Aggregation: Mechanisms and Cellular Defense. Molecular Cell, 69(2), 214-226.
Sontag, E. M., Samant, R. S., & Frydman, J. (2017). Mechanisms and Functions of Spatial Protein Quality Control. Annual Review of Biochemistry, 86, 97-122.
Franzmann, T. M., & Alberti, S. (2019). Prion-like aggregation as an adaptive mechanism for cellular stress responses. Current Opinion in Cell Biology, 57, 107-114.</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">• 학부 3~4학년 재학생 (생명과학, 분자생물학, 의생명공학, 인공지능/데이터사이언스 관련 전공)</td></tr>
</table>

[과제번호 28]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">천연유래소재의 대사이상지방간질환 보호 효과 연구</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구분야
(1개 선택)</td><td rowspan="2">☐ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
■ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☐ 융합형
■ 심화형</td></tr>
<tr><td>연구수행장소</td><td>■ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 대사이상 지방간질환(Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease, MASLD)은 비만, 인슐린 저항성 및 이상지질혈증 등 대사 이상과 밀접하게 관련되어 발생하며, 지방간에서 염증 및 섬유화로 진행될 수 있는 대표적인 대사성 질환임.
• 본 연구에서는 천연물 유래 소재가 간세포의 지방 축적 및 이로 인한 대사 이상을 개선할 수 있는지를 세포 수준에서 확인하고, 관련 작용 가능성을 탐색하고자 함.
• 연구 내용은 천연 유래 소재를 선정하고 문헌조사를 통해 소재의 생리활성 및 MASLD와 연관성을 조사한 후, 간세포를 이용한 지방간 모델을 구축하여 소재의 보호 효과를 평가함.
• 지방간 모델 구축 후 지질 대사, 당대사, 산화적 스트레스, 염증 등 관련된 주요 지표를 분석하여 천연유래소재의 MASLD 개선 가능성과 작용 기전을 탐색함.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">① 문헌조사 및 연구계획 수립
• MASLD의 발생 및 진행 과정에 대한 기초 학습
• 천연유래소재의 MASLD 관련 대사 조절 효과 조사
• 선행 연구 분석 및 연구가설 설정
② 세포 기반 MASLD 모델 구축
• 간세포 또는 간성상 세포 배양 및 세포 상태 확인
• 지방산 처리 등을 이용한 지방간 세포 모델 구축
• 천연유래소재의 적정 처리 농도 및 세포독성 확인
③ 천연유래소재의 보호 효과 평가
• Oil Red O staining 등을 통한 세포 내 지질 축적 정도 분석
• 세포 내 중성지방 및 지질 축적 변화 분석
• 지방산 합성 및 산화 관련 주요 유전자・단백질 변화 분석
• 실시간세포대사분석기를 통한 대사 변화 분석
④ 결과 분석 및 연구 결과 해석
• 대조군, 지방간 유도군 및 소재 처리군 비교</td></tr>
</table>

	• 실험 결과의 통계적 분석 • 관련 문헌과 결과 비교하여 작용 가능성 해석 ⑤ 연구 성과 정리 • 연구 결과 포스터 또는 학부생 연구발표회 발표 • 우수한 결과가 확보될 경우 학술대회 초록 및 논문 작성으로 연계
성과목표 및 기대효과	① 필수 성과 • 천연유래소재의 간세포 지방 축적 개선 효과 확인 • MASLD 관련 주요 대사 지표 변화 분석 • 학부생 연구 결과 보고서 작성 및 연구 발표 ② 추가 성과 • 학부생 학술대회 포스터 또는 구두 발표 • 우수한 연구 결과 확보 시 국내외 학술대회 초록 제출 • 후속 연구를 통한 학술논문 작성 및 대학원 연구과제로의 연계 ③ 기대효과 • 천연유래소재와 대사성 질환의 연관성에 대한 이해 증진 • 세포 실험, 분자생물학적 분석 및 데이터 해석 능력 함양 • 실제 연구 과정의 경험을 통한 대학원 진학 및 연구자 진로 탐색 기회 제공
참고문헌	• Lipotoxicity-driven metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD). *Atherosclerosis*. 2025. 400:119053 • Updated mechanisms of MASLD pathogenesis. *Lipids Health Dis*. 2024. 23(1):117
선발시 우대사항	• 향후 대학원 진학 또는 연구 관련 진로를 탐색하고자 하는 학생 • 연구 활동에 관심이 많고 새로운 주제를 탐구하고자 하는 학생 • 실험 및 데이터 분석 과정에 적극적으로 참여할 수 있는 학생 • 논문 및 학술자료 탐색 등 자기주도적 학습에 관심이 있는 학생 • 연구 과정에서 책임감과 성실성을 갖고 지속적으로 참여할 수 있는 학생 • 연구 결과의 발표 및 공유에 관심이 있는 학생

[과제번호 29]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">천연유래소재의 비만 관련 대사 및 염증 개선 효과 연구</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구분야
(1개 선택)</td><td rowspan="2">☐ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
■ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
☐ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☐ 융합형
■ 심화형</td></tr>
<tr><td>연구수행장소</td><td>■ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 비만은 체내 에너지 섭취와 소비의 불균형뿐만 아니라 지방세포의 분화 및 지방 축적, 지질대사 이상 등 다양한 생물학적 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 대표적인 대사성 질환임. 특히 지방세포의 과도한 분화 및 지질 축적은 비만의 발생 및 대사적 합병증과 밀접하게 관련되어 있음.
• 본 연구에서는 식품 및 천연물 유래 소재가 지방세포의 분화와 지질 축적 및 비만 관련 염증 반응에 미치는 영향을 세포 수준에서 평가하여 천연유래 소재의 비만 개선 가능성을 탐색하고자 함.
• 연구 내용은 비만 및 지방세포 대사에 대한 기초 문헌 조사 수행 후, 지방세포 모델을 이용하여 천연유래소재의 효과를 평가함.
• 지방세포 분화 및 세포 내 지방 축적 정도를 분석하고, 지질 생성 및 지질 대사 관련 주요 지표와 염증 관련 지표를 분석하여 천연유래소재의 작용을 탐색함.</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">① 문헌조사 및 연구계획 수립
• 비만의 발생 및 지방세포 분화 과정에 대한 기초 학습
• 지방세포의 지방 축적 및 지질대사에 대한 문헌조사
• 천연유래소재의 비만 및 염증에 대한 보호 효과에 대한 선행연구 조사
• 선행연구를 바탕으로 연구가설 및 실험계획 수립
② 지방세포 모델 구축 및 실험 조건 설정
• 지방전구세포 배양 및 기본적인 세포배양 방법 습득
• 지방세포 분화 유도 및 분화 과정 관찰
• 천연유래소재의 세포독성 및 적정 처리농도 확인
• 대조군 및 소재 처리군을 설정하여 실험 수행
③ 천연유래소재의 지질 축적 개선 효과 평가
• Oil Red O staining 등을 이용한 세포 내 지질 축적 정도 분석
• 세포 내 중성지방 함량 변화 분석
• 지방세포 분화 및 지질 생성 관련된 주요 인자 발현 변화 분석
• 비만 관련 주요 염증성 인자의 발현 변화 분석
• 대조군과 소재 처리군 간 지질 축적 및 분화 정도 비교 분석</td></tr>
</table>

	④ 결과 분석 및 연구 결과 해석 • 실험 결과의 정리 및 통계적 분석 • 실험군 간 차이 및 주요 지표 간 연관성 분석 • 관련 문헌과 결과 비교하여 작용 가능성 해석 • 결과 바탕으로 천연유래소재의 비만 개선 가능성 및 후속 연구방향 도출 ⑤ 연구 성과 정리 • 연구 결과 보고서 작성 • 학부생 연구발표회 또는 학술대회 포스터 발표 • 우수한 결과가 확보될 경우 학술대회 초록 및 논문 연구로 연계
성과목표 및 기대효과	① 필수 성과 • 천연유래소재의 지방 세포 분화 및 지질 축적에 대한 영향 확인 • 세포 기반 비만 연구 모델 구축 및 실험 수행 • 지방 세포 분화 및 지질 대사 관련 주요 지표 분석 • 연구결과 보고서 작성 및 연구성과 발표 ② 추가 성과 • 학부생 학술대회 포스터 또는 구두 발표 • 우수한 연구 결과 확보 시 국내외 학술대회 초록 제출 • 후속 연구를 통한 학술논문 작성 및 대학원 연구과제로의 연계 ③ 기대효과 • 비만 및 지방 세포 대사에 대한 기초적인 연구 역량 함양 • 세포 실험, 분자생물학적 분석 및 데이터 해석 능력 함양 • 실제 연구 과정의 경험을 통한 대학원 진학 및 연구자 진로 탐색 기회 제공
참고문헌	• Inflammation-mediated metabolic regulation in adipose tissue. *Obes Rev*. 2024. 25(6):e13724. • Understanding Adipose Tissue Dysfunction. *J Obes Metab Syndr*. 2024. 33(4):275-288.
선발시 우대사항	• 향후 대학원 진학 또는 연구 관련 진로를 탐색하고자 하는 학생 • 연구 활동에 관심이 많고 새로운 주제를 탐구하고자 하는 학생 • 실험 및 데이터 분석 과정에 적극적으로 참여할 수 있는 학생 • 논문 및 학술자료 탐색 등 자기주도적 학습에 관심이 있는 학생 • 연구 과정에서 책임감과 성실성을 갖고 지속적으로 참여할 수 있는 학생 • 연구 결과의 발표 및 공유에 관심이 있는 학생

[과제번호 30]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">선박 ETA/RTA 변경에 따른 선석운영 계획 기반 항만 운영 예측</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>☐ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
▣ 데이터・산업・시스템
☐ 기타( )</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☐ 융합형
▣ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>연구수행장소</td><td>▣ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• 부정확한 선박 ETA/ETD 예측에 따른 선석 계획 최적화 기술의 연쇄적 비효율화를 극복하기 위한 AIS+TOS 연계 ETA 예측 및 ETD 예측 고도화
• 플래너 경험 기반 선석배정의 한계를 보완하기 위해, 초기 입력을 기반으로 최적해 탐색(탐색 알고리즘) 및 다목적 의사결정 프레임워크 기반 선석계획 최적화
• 터미널 관점 ETA/RTA 예측 및 변경 선석운영 계획(Deep Q-Learning 등 활용) 기반의 운영 예측 모형 개발</td></tr>
<tr><td>연구방법 및
과제수행절차</td><td colspan="3">• (예측) ETA 예측: AIS+혼잡(TOS 변수) 반영 모델 구성 / ETD 예측: 접안 전・후 구간 동적 예측 모델 구성
• (최적화) 선석・Bitt・QC 제약(가용범위/간섭/중복 등)과 ETA/작업시간 제약을 포함한 선석 배정 최적화 로직 구현
• (운영예측) 변경 ETA/RTA 시나리오에 대한 선석운영 계획 재수립(강화학습 기반 접근) 및 결과 비교 리포트 도출</td></tr>
<tr><td>성과목표 및
기대효과</td><td colspan="3">• 선박 ETA/ETD 예측 알고리즘(AIS 단독 vs AIS+TOS 연계 포함) 개발 및 성능 검증
• 선석계획 최적화 알고리즘(다목적 의사결정 프레임워크/탐색 기반) 구현 및 계획 자동 보정 로직(입력 오류 자동 수정 등) 검토
• 터미널 ETA/RTA 예측 및 변경 선석운영 계획 기반 항만 운영 예측(Deep Q-Learning 적용 사례 기반) 고도화</td></tr>
<tr><td>참고문헌</td><td colspan="3">• Ran, L., Cheng, Y., & Zhang, G. (2025). Two-stage robust optimization for the integrated dynamic berth allocation and quay crane scheduling problem under uncertainty. Engineering Optimization, 57(11), 3378-3400.</td></tr>
<tr><td>선발시 우대사항</td><td colspan="3">• TSB 기업과 연계하여 산업체 현장 직원과 과제를 수행
• 최적화 알고리즘 연구실에서 관련 최적화 스터디 수행</td></tr>
</table>

[과제번호 31]

[서식 4] 멘토교수 연구과제 제안서

「이공 우수인재 성장경로 지원 사업」
멘토교수 연구과제 제안서

<table>
<tr><td>연구주제</td><td colspan="3">이종 크레인 기반 강판 적재 및 재취급 최적화 알고리즘 개발</td></tr>
<tr><td>연구분야
(1개 선택)</td><td>☐ 물리・화학・신소재
☐ 전기・전자・정보
☐ 생명・바이오・의공학
☐ 기계・모빌리티・항공우주
▣ 데이터・산업・시스템
☐ 기타(　　)</td><td>연구트랙
(1개 선택)</td><td>☐ 융합형
▣ 심화형</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>연구수행장소</td><td>▣ 장전캠퍼스
☐ 양산캠퍼스
☐ 밀양캠퍼스</td></tr>
<tr><td>주요 연구 내용
및 기술 설명</td><td colspan="3">• Steel plate를 원자재로 사용하는 작업장은 Steel plate의 크기와 무게로 인해 이를 적재하기 위한 넓은 부지를 필요로 한다. 이러한 공간적 제약으로 인해 Steel plate는 다단으로 적재될 수밖에 없는데, 이 경우 입고 순서와 출하(생산 투입) 순서가 일치하지 않으면 하나의 목표 Steel plate를 반출하기 위해 그 위에 적재된 Steel plate들의 위치를 여러 차례 변경해야 하는 재취급(rehandling) 문제가 필연적으로 발생한다.
• 구체적으로, Steel plate 야드에서는 입고 순서와 생산 투입 순서가 일치하지 않는 경우가 빈번하여, 먼저 사용해야 할 Steel plate가 다른 Steel plate 하부에 적재되는 상황이 발생한다. 이러한 경우 목표 Steel plate를 반출하기 위해서는 상부에 적재된 Steel plate를 다른 위치로 이동시키는 재취급 작업이 불가피하다. 더욱이 이동된 Steel plate가 이후 생산 대상 Steel plate의 반출을 재차 방해하게 되면 재취급이 연쇄적으로 발생하여, 크레인 가동시간 증가와 현장 작업 부담 가중으로 이어진다.
• 적재 작업은 대표적인 노동집약적 작업으로, 적재 및 원자재 투입의 효율성은 후속 공정을 포함한 전체 생산 프로세스의 작업능력(capacity)을 좌우하는 핵심 요인이다. 따라서 적재 단계에서 발생하는 비효율은 개별 작업장의 문제에 그치지 않고 전체 생산 흐름의 병목으로 이어질 수 있다.
• 이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 신규 입고 Steel plate의 적재 위치와 방해 Steel plate의 이동 위치를 결정하는 과정에서 향후 입・출고 계획을 함께 고려하는 접근이 필요하다. 즉, 당면한 작업의 편의성만을 기준으로 적재 위치를 정할 것이 아니라, 이후 생산 과정에서 발생할 수 있는 재취급 가능성까지 사전에 반영하여 적재 상태를 체계적으로 관리해야 한다.
• 한편 이러한 적재 및 재취급 문제는 Steel plate 야드에 국한되지 않고 조선업, 항만 컨테이너 터미널 등 자재나 화물을 다단으로 적재・보관하는 다양한 산업 분야에서 공통적으로 나타나는 문제로서, 본 연구에서 개발하는 방법론은 이들 분야로의 확장 적용 가능성 또한 높다.</td></tr>
</table>

연구방법 및 과제수행절차	• 첫째, Steel plate의 규격・중량・현재 적재 상태, 입고・생산계획, 적재구역 및 크레인 정보를 정리한다. 이를 바탕으로 적재높이와 하중 제한, Steel plate 간 적층 가능 여부, 상부 접근 조건, 크레인 접근범위 등 현장 제약조건을 구체화한다. • 둘째, 주별 생산 투입계획을 하나의 사이클로 설정하고, 현재 사이클의 재취급과 이후 사이클의 예상 재취급 및 크레인 작업시간을 고려하는 평가 기준을 수립한다. 이후 여러 알고리즘을 구현한 후에 적용하여 작업계획을 개선한다. • 셋째, 작업에 따른 적재 상태 변화를 재현하는 시뮬레이터를 구축한다. 동일한 조건에서 알고리즘별 재취급 횟수, 크레인 작업시간, 계산시간 및 제약조건 준수 여부를 비교・검증한다. 최종적으로 Steel plate별 이동 위치와 작업순서, 작업 후 적재 상태 및 작업 기록을 제공한다.
성과목표 및 기대효과	• 본 연구에서는 적재 조건과 생산계획을 동시에 반영할 수 있는 최적화 방법론을 개발하고자 한다. 이를 통해 현장 작업자의 경험에 의존해 온 기존의 적재 의사결정 방식을 데이터 기반 의사결정 체계로 전환하고, 불필요한 Steel plate 재취급을 최소화할 수 있는 체계적인 작업계획 수립 기반을 마련하고자 한다. 나아가 장기적으로는 적재계획을 생산계획과 통합적으로 연계함으로써, 적재 단계에서의 의사결정이 전체 생산 일정 및 효율성과 유기적으로 연동되는 통합 최적화 체계로 발전시키고자 한다.
참고문헌	• Stacking problem, Stowage problem 등 관련 문헌
선발시 우대사항	• LS 메탈 기업과 연계하여 산업체 현장 직원과 과제를 수행 • 공장 견학 및 실제 데이터 기반의 과제 수행 • 최적화 알고리즘 연구실에서 관련 최적화 스터디 수행