

I. 매칭 의뢰 연구실 정보

기 본 정 보	
연구실명	다상복합유체연구실
중점 연구분야	다양한 복합유체의 유변 및 흐름 특성 연구
주요기술 설명	본 연구실에서 컨설팅을 원하는 연구 주제는 '공 충돌 실험을 이용한 고분자의 유리 전이 온도 측정 기술 및 관련 장비 개발'임. 본 기술의 핵심은 기존에 측정이 어려웠던 다양한 고분자 물질들의 <i>in-situ</i> 유리 전이 온도 측정이 가능하다는 것임. <u>연구 배경</u> 유리 전이 온도는 고분자 사슬 segment가 움직일 수 있는 열에너지가 공급되는 온도로, 유리 전이 온도 이하에서는 딱딱한 유리와 같은 상태인 반면, 유리 전이 온도 이상에서는 부드러운 고무와 같은 상태임. 따라서 유리 전이 온도를 기준으로 고분자의 물성이 크게 변하기 때문에 고분자 물질의 유리 전이 온도를 측정하는 것은 가공 및 열 안정성 분석에 있어 매우 중요함. 그러나 현재 고분자의 유리 전이 온도를 측정하는 대표적인 기술인 DSC(Differential Scanning Calorimetry, 시차 주사 열량계)와 DMA(Dynamic Mechanical Analysis, 동적 기계 분석)의 경우 별도의 시편을 제작해야하거나 상대적으로 많은 양의 시편이 필요하거나, 측정 온도 범위에 제약이 있거나, 가공된 고분자 물질에 대해 현장 (<i>in-situ</i>) 측정이 불가능함. 현재 고분자의 유리 전이 온도 <i>in-situ</i> 측정 기술은 존재하지 않음. 따라서 본 연구는 이러한 제약을 극복하고, 신물질이나 고분자 박막, 복잡한 고분자 구조체의 합성 및 스크리닝시에 빠르게 현장에서 유리 전이 온도를 측정할 수 있는 기술 개발을 목표로 하고 있음. <u>현재 기술 및 특징</u> DSC: 기존에 비해 측정하고자 하는 시편의 온도를 상승시키는데 필요한 열량의 차이로부터 시편에 출입한 열 흐름을 측정하는 방법으로, 열 흐름이 흡열로 급격하게 변화하는 구간을 고분자의 유리 전이 온도로 측정함. DMA: Linear한 범위에서 주기적인 stress 또는 strain 조건을 주어 modulus를 측정하는 방법으로, 일반적으로 loss modulus 혹은 tangent delta 값이 극대가 되는 지점을 유리 전이 온도로 측정함. (각 기술 및 본 연구에서 개발하고 있는 기술의 특징을 [표 1]에 정리함) <u>본 기술의 특징</u> 본 기술은 고분자의 유변 물성이 유리 전이 온도에서 극단적으로 변화하는 점에 착안하여, 간단한 공 충돌 실험을 통해 그 지점을 찾는 기술임 [그림 1]. 온도를 변화시키며 공을 고분자 물질에 충돌시키며 다시 튀어 오르는 높이를 측정하면, 외부에서 전달된 에너지를 가장 많이 소산시켜 튀어 오르는 높이가 최소가 되는 지점을 유리 전이 온도로 판단할 수 있음. 이는 고분자 물질이 유리 전이 온도에서 segmental 거동을 보일 수는 있지만 분자간 거리가 가깝고, 서로 얽혀 있기 때문에 외부에서 전달된 에너지를 사슬 사이의 마찰이나 열에

너지로 대부분 소산시키기 때문에 발생하는 현상임.

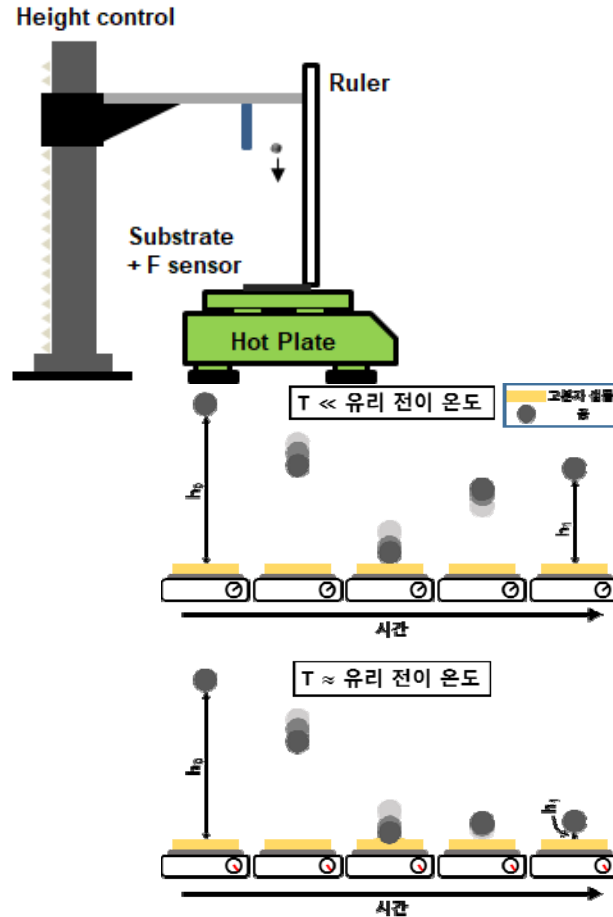


그림 1. 공 충돌 실험 장치 및 실험 모식도

본 기술은 크게 아래의 세 가지 장점을 지니고 있음.

1. *In-situ* 측정 가능

원하는 소재에 *in-situ* 측정을 통해 유리 전이 온도를 현장에서 바로 측정할 수 있다는 점은 기존에 없던 새로운 기술로, 현재 측정 장비에 비해 큰 장점임. DSC의 경우 시편을 홀더에 담을 수 있도록 별도 제작을 해야 하며, DMA의 경우 측정 가능한 규격의 freestanding 필름 혹은 시트의 제작이 필요함. 본 방법은 추가적인 별도의 시편 제작 없이 가공된 후 실제 활용되는 형태 그대로 유리 전이 온도 측정이 가능함.

2. 넓은 측정 범위 (적은 양의 필요 시편, 넓은 온도범위에서의 측정 가능)

기존 측정 장비에 비해 측정 범위의 제약이 적음. 본 기술의 경우 시편과 충돌시키는 물체의 접촉 면적이 매우 작음. 따라서 측정에 필요한 최소 시편의 양은 1 mg 정도로 매우 적음. DSC와 DMA의 경우 일반적으로 각각 10 mg, 100 mg 정도의 시편이 측정에 이용됨. 또한 DMA의 경우 유리 전이 온도 이상에서는 시편이 freestanding한 형태를 유지하기 어렵기 때문에 측정이 어려우며 DSC의 경우 측정 rate를 바꾸는 것이 불가함. 각 장비를 이용한 방법의 장단점

을 [표 1]에 정리함.

표 1. 고분자 측정 시 각 장비의 측정 범위

	본 기술	DSC	DMA	AFM (nano-indentation)
온도	전 범위	전 범위	T _g 이하	T _g 0
샘플의 양 [mg]	< 1	약 10	약 100	<< 1
측정 rate [Hz]	조절 가능	~ 0	0.01 ~ 100	조절 가능

3. 현재 기술로 측정 불가능한 소재 측정 가능

본 기술의 경우 잘 알려진 비정질 고분자 외에도 현재 기술로 유리 전이 온도 측정이 불가능한 소재의 유리 전이 온도 측정이 가능할 것으로 기대됨. 1) 고분자 composite 2) 화학적으로 cross-link된 고분자 3) 결정성이 있는 고분자 4) 무기 소재 표면에 bound된 고분자 5) Free standing 1차원, 2차원 고분자 6) 고분자 초박막 등이 가능할 것으로 예상됨. 복잡한 구성 성분 혹은 복잡한 구조를 지닌 고분자 물질들의 경우에 적절한 충격량을 전달하는 것으로 해당 소재들의 전체 구조가 평균적으로 갖게 되는 유리 전이 온도를 측정할 수 있을 것으로 예상됨. 특히 본 방법의 경우 충격을 전달하는 방향을 바꿀 수 있으며 시편에 떨어뜨리는 물질을 다양하게 변화시킬 수 있어 적절한 충격량 전달에 용이함. 이는 기존 기술과 차별화된 방법이며, 진행된 실험을 통해 결정성 고분자의 경우 측정이 가능하다는 것을 밝혀냄 [그림 2].

한편, 본 기술로 측정하는 유리 전이 온도는 높은 진동수에서의 값임을 고려해야함. 고분자의 물성은 측정 rate에 따라 다르게 측정되며 유리 전이 온도 또한 측정 rate에 의존적임. 본 기술은 공과 시편이 충돌하는 시간이 수십~수백 μs 정도로 매우 짧아 DSC나 DMA가 일반적으로 사용하는 방법에 비해 상대적으로 높은 진동수 범위에서 측정이 이루어지기 때문에, 기존의 잘 알려진 이론인 TTS(Time-Temperature Superposition)이론을 이용해 낮은 진동수 영역으로 변환하는 과정이 추가로 필요함. 이는 기존 기술들과의 비교를 위해서도 필요한 과정임. TTS 이론을 활용하면 최종적으로 큰 진동수에서 높게 측정된 유리 전이 온도를, 공이 최저로 튀어 오른 온도로부터 고분자가 실제로 이용되는 영역에서의 유리 전이 온도로 변환할 수 있음. 예상되는 결과를 [그림 4]에 나타냄. 본 연구에서는 다음 식 (1)의 TTS 이론을 설명하는 모델 중 하나인 WLF(Williams Landel Ferry)모델을 이용해 유리 전이 온도 값을 보정할 것임.

$$\log a_T = -\frac{C_1(T - T_0)}{C_2 + (T - T_0)} \quad \dots (1)$$

a_T 는 shift factor로서 유리 전이 온도를 보정하는데 사용될 수 있는 parameter임. C_1 과 C_2 는 물질에 따라 정해지는 상수이며, T_0 는 기준온도로 본 연구에서 결과적으로 알고자하는 낮은 진동수 영역에서의 유리 전이 온도로 설정할 수 있으며 T는 충돌 실험을 통해 얻어진 높은 진동수에서의 온도 값임. 이 때, a_T 는 식 (2)에서와 같이 충돌시간을 통해서도 구할 수 있음.

$$a_T = \frac{f_{reference} T}{f_{shifted} T} \quad \dots (2)$$

식 (2)의 분자는 일반적으로 고분자가 사용되는 영역에서의 진동수이며, 분모는 본 충돌 실험에서 측정된 진동수로, 충돌 시간의 역수임. 따라서 미지의 시료에 대해 공의 재질, 충돌면의 곡률 등을 변화시키며 충돌 시간을 다르게 하여

최소 3번의 충돌 실험을 하게 되면 식 (1)의 미지수를 모두 결정지을 수 있어 일반적으로 고분자가 사용되는 낮은 진동수 영역의 유리 전이 온도를 구할 수 있음.

본 기술을 통한 유리 전이 온도 측정 진행 상황

현재 상업적으로 많이 이용되는 4종류의 고분자들에 대해 실험을 진행했음 [그림 2]. 각각 온도에 따라 공이 충돌 이후 튀어 오르는 정도가 다를 수 있으며, 가장 낮게 튀어 오르는 지점이 확연하게 구분됨을 확인할 수 있음. 특히 DSC나 DMA로는 유리 전이 온도가 거의 측정이 되지 않는 결정화도가 있는 나일론의 경우[그림 3]에도 본 기술로는 유리 전이 온도 측정이 가능하다는 것을 알 수 있음.

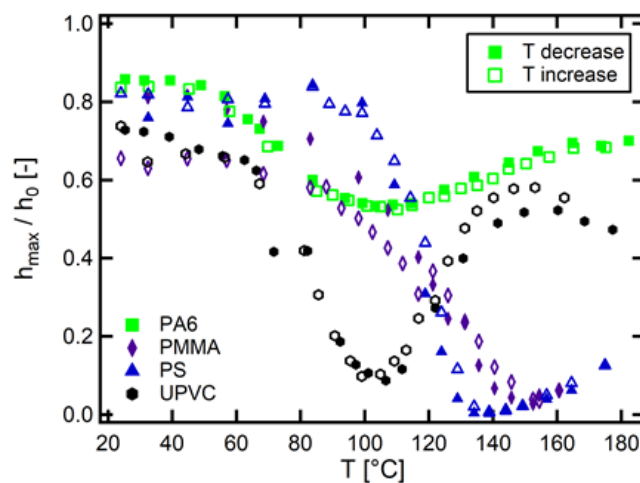
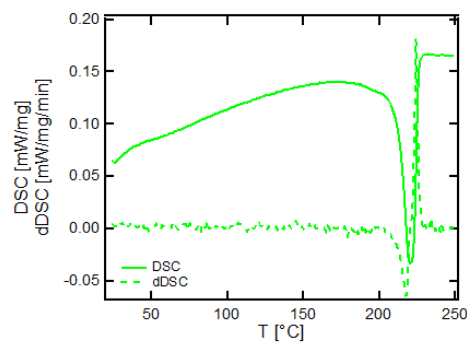


그림 2. 두께 1 mm의 다양한 고분자들에 대한 충돌 실험 결과. 가장 낮게 튀어 오르는 지점이 존재하며, 온도를 높이는 것과 낮추는 경우 모두 거의 동일한 결과를 보임. (PA6: Polyamide 6 (6-Nylon), 결정화도 ~ 50%; PMMA: Polymethyl methacrylate, 비정질; PS: Polystyrene, 비정질; UPVC: Unplasticizedpolyvinylchloride, 비정질)



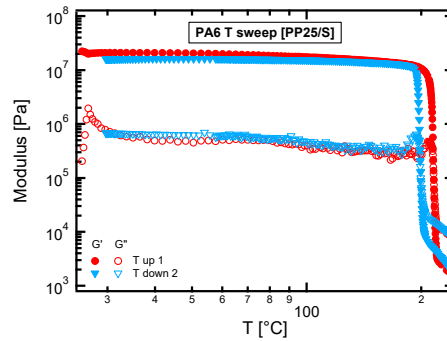


그림 3. PA6에 대한 DSC(좌)와 DMA(우) 데이터. 알려진 유리 전이 온도는 약 48 °C 정도임.
두 결과 모두 유리 전이 온도 부근에서 각각 열 흐름 특성과 modulus 값 변화를 거의 보이지 않아 유리 전이 온도 판단이 불가함.

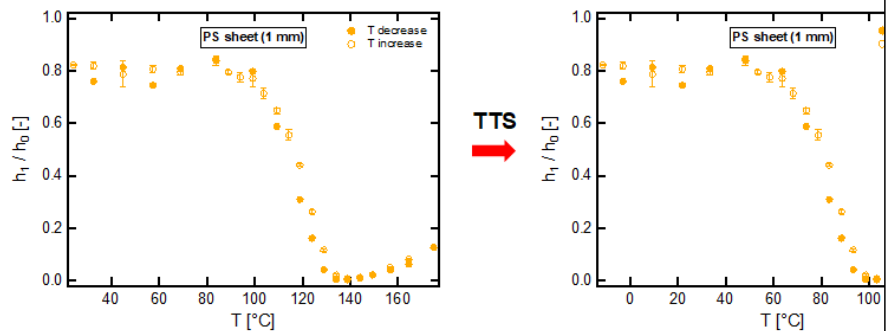


그림 4. 공 충돌 실험 raw data(좌)와 TTS 이론을 통해 온도를 보정한 data(우).
높은 진동수에서의 유리 전이 온도는 약 138 °C로 측정된 반면, 변환한 값은 약 102 °C로 잘 알려진 유리 전이 온도인 약 100 °C와 거의 일치하는 것을 확인함.

본 연구의 사업성 및 성장 가능성

본 유리 전이 온도 측정 기술은 학문적, 기술적으로 한 단계 진보를 이룰 수 있다는 점에서 기대되는 효과가 큼. 학문적인 관점에서는 기존의 측정 장비로는 측정이 어려웠던 물질의 유리 전이 온도를 측정할 수 있음. 복잡한 composite 이나 nano scale의 고분자 필름, 1차원 또는 2차원 구조의 고분자 foam등의 유리 전이 온도를 측정할 수 있게 되어 관련 분야 연구에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 기대됨.

기술적인 관점에서는 다양한 사업 분야에 활용되는 고분자의 유리 전이 온도를 *in-situ*로 측정함으로써 많은 장점을 가질 수 있음. 반도체, 배터리, 코팅 등 다양한 산업분야에서 고분자 박막은 필수적인 재료임. 현재 산업계에서 유망한 flexible display, wearable display의 생산을 위해서는 고분자의 가공이 필수적이며, 전자기기기기에 필연적으로 따라오는 발열이 있음. 발열이 제품의 온도를 고분자의 유리 전이 온도 이상으로 올리면 성능 저하 및 사용자의 안전에 큰 문제를 초래하기 때문에 유리 전이 온도를 통하여 사용되는 고분자의 물성을 정확히 예측해야 하며, 적절한 유연성을 유지하며 열적으로 안정한 범위를 잘 선택해 조절해야 함. 유기태양전지에 이용되는 고분자 필름 또한 전지의 효율성과 발열에 대한 안정한 운용 범위를 고려하는데 있어 유리 전이 온도의 측정이

	필요함. 자동차의 조립에 사용되는 고분자 구조접착제의 경우 본 기술의 높은 진동수 범위에서의 정보와 이를 통한 유리 전이 온도 측정을 이용하면, 충동이 일어났을 때 충격량을 최대한 차체로 흡수하도록 구조접착제를 디자인할 수 있을 것으로 생각됨. 위 예시를 포함한 다양한 고분자 산업 분야에 본 유리 전이 온도 측정 기술의 적용이 가능할 것으로 생각됨. 따라서, 새로운 방식으로 기존 기술들의 한계를 극복하여 유리 전이 온도를 측정하는 본 기술 개발에 성공하게 되면, 이후 차세대 산업인 flexible display, wearable display, 유기태양전지 등과 관련해 원천 기술을 확보하고, 다양한 고분자 관련 제품의 세계 시장에서의 경쟁력 확보에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 예상됨.																																																																																																				
컨설팅을 희망하는 내용	(특허 관련) - 본 기술에 대한 국내 특허 출원은 완료된 상태임(2019.08.06./출원번호: 10-2019-0095661). 국내 특허 보완 및 해외 특허 출원을 위한 컨설팅 (기술 사업화 및 연구 전략 관련) - 사업화에 초점을 맞추어 본 기술에 대한 보완 및 개선 방안 컨설팅 - 장비 개발 및 상업화를 위한 연구 방향 컨설팅																																																																																																				
연구기반 확보정도	현재 본 연구실은 최시영 교수님 지도 아래 10명의 박사과정 학생과 4명의 석사과정 학생이 있음. 본 연구실의 현재까지의 연구 수행실적은 다음과 같음. <table><thead><tr><th>연구과제명</th><th>연구비 (원)</th><th>연구기간</th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>미세먼지 유해성 연구</td><td>300,000,000</td><td>2019.07.16~2019.12.31</td><td></td></tr><tr><td>지질분자의 자기조립을 이용한 초박형 거울상 이성질체 분리막 개발</td><td>50,000,000</td><td>2019.06.01~2020.05.31</td><td></td></tr><tr><td>피부자극이 저감된 SPF 30, PA +++ 성능의 자외선 차단제용 이중 피커링 에멀전 기술 개발 및 상업화</td><td>97,000,000</td><td>2019.06.01~2020.05.31</td><td></td></tr><tr><td>이방성 분체 입자를 활용한 특이제형 에멀전 연구</td><td>70,000,000</td><td>2019.05.01~2020.04.30</td><td>(국</td></tr><tr><td>단분자막 구조 제어 및 유변물성 연구</td><td>45,454,546</td><td>2019.05.01~2019.12.31</td><td>한</td></tr><tr><td>공 중돌 실험을 이용한 고분자의 유리 전이 온도 측정 기술 개발</td><td>40,000,000</td><td>2019.05.01~2019.12.31</td><td></td></tr><tr><td>아토피 완화를 위한 active ingredient를 포함한 새로운 제형 개발</td><td>42,500,000</td><td>2019.04.01~2019.12.31</td><td></td></tr><tr><td>3D 프린팅 타이어용 Elastomer Base 소재 기술 개발</td><td>100,000,000</td><td>2018.09.01~2020.08.31</td><td></td></tr><tr><td>반도체 공정에서의 유기 잔여물 제거를 위한 세정제 평가 방법 개발 및 최적 계면활성제 탐색</td><td>60,000,000</td><td>2018.06.01~2019.05.31</td><td></td></tr><tr><td>이방성 분체 입자를 이용한 특이제형 에멀전 연구</td><td>45,000,000</td><td>2018.06.01~2019.05.30</td><td>(국</td></tr><tr><td>건식, 습식 동시 공급 가능한 가스화기 버너 설계</td><td>27,272,728</td><td>2018.05.04~2018.11.02</td><td>한</td></tr><tr><td>나노셀룰로오스 피커링 에멀전을 이용한 투명강화복합소재 개발</td><td>43,636,364</td><td>2018.01.01~2018.12.31</td><td></td></tr><tr><td>코팅제 안의 고분자 및 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구</td><td>49,303,000</td><td>2017.11.01~2018.10.31</td><td></td></tr><tr><td>유화제 무첨가 나노피커링 에멀전을 이용한 친환경 도료 개발</td><td>100,000,000</td><td>2017.06.01~2018.07.31</td><td>(국</td></tr><tr><td>고 방열 고분자 복합재 개발을 위한 레진, 필러, 복합재 개발</td><td>70,000,000</td><td>2017.03.01~2019.02.28</td><td>한</td></tr><tr><td>코팅제 안의 고분자 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구</td><td>49,050,000</td><td>2016.11.01~2017.10.31</td><td></td></tr><tr><td>평평한 인지질 이중막을 이용한 세포막의 기계적 특성 제어</td><td>122,000,000</td><td>2016.09.01~2017.08.31</td><td></td></tr><tr><td>고방열 폴리이미드 복합 다공체 개발</td><td>30,000,000</td><td>2016.06.01~2016.11.30</td><td></td></tr><tr><td>액체금속을 이용한 고내상 피커링 에멀전 제작</td><td>70,000,000</td><td>2016.03.01~2018.02.28</td><td></td></tr><tr><td>높은 내부 기공을 갖는 고흡수성 수지개발</td><td>60,000,000</td><td>2016.03.01~2016.12.31</td><td></td></tr><tr><td>코팅제 안의 고분자 및 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구</td><td>49,050,000</td><td>2015.11.01~2016.10.31</td><td></td></tr><tr><td>평평한 인지질 이중막을 이용한 세포막의 기계적 특성 제어(1차)</td><td>122,000,000</td><td>2015.09.01~2016.08.31</td><td></td></tr><tr><td>높은 내부상을 갖는 피커링 이멀전의 대량 생산 기술</td><td>50,000,000</td><td>2015.07.01~2015.12.31</td><td></td></tr><tr><td>생체막막의 유변학적 특성에 관한 연구</td><td>200,000,000</td><td>2015.05.01~2018.12.31</td><td></td></tr></tbody></table>	연구과제명	연구비 (원)	연구기간		미세먼지 유해성 연구	300,000,000	2019.07.16~2019.12.31		지질분자의 자기조립을 이용한 초박형 거울상 이성질체 분리막 개발	50,000,000	2019.06.01~2020.05.31		피부자극이 저감된 SPF 30, PA +++ 성능의 자외선 차단제용 이중 피커링 에멀전 기술 개발 및 상업화	97,000,000	2019.06.01~2020.05.31		이방성 분체 입자를 활용한 특이제형 에멀전 연구	70,000,000	2019.05.01~2020.04.30	(국	단분자막 구조 제어 및 유변물성 연구	45,454,546	2019.05.01~2019.12.31	한	공 중돌 실험을 이용한 고분자의 유리 전이 온도 측정 기술 개발	40,000,000	2019.05.01~2019.12.31		아토피 완화를 위한 active ingredient를 포함한 새로운 제형 개발	42,500,000	2019.04.01~2019.12.31		3D 프린팅 타이어용 Elastomer Base 소재 기술 개발	100,000,000	2018.09.01~2020.08.31		반도체 공정에서의 유기 잔여물 제거를 위한 세정제 평가 방법 개발 및 최적 계면활성제 탐색	60,000,000	2018.06.01~2019.05.31		이방성 분체 입자를 이용한 특이제형 에멀전 연구	45,000,000	2018.06.01~2019.05.30	(국	건식, 습식 동시 공급 가능한 가스화기 버너 설계	27,272,728	2018.05.04~2018.11.02	한	나노셀룰로오스 피커링 에멀전을 이용한 투명강화복합소재 개발	43,636,364	2018.01.01~2018.12.31		코팅제 안의 고분자 및 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구	49,303,000	2017.11.01~2018.10.31		유화제 무첨가 나노피커링 에멀전을 이용한 친환경 도료 개발	100,000,000	2017.06.01~2018.07.31	(국	고 방열 고분자 복합재 개발을 위한 레진, 필러, 복합재 개발	70,000,000	2017.03.01~2019.02.28	한	코팅제 안의 고분자 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구	49,050,000	2016.11.01~2017.10.31		평평한 인지질 이중막을 이용한 세포막의 기계적 특성 제어	122,000,000	2016.09.01~2017.08.31		고방열 폴리이미드 복합 다공체 개발	30,000,000	2016.06.01~2016.11.30		액체금속을 이용한 고내상 피커링 에멀전 제작	70,000,000	2016.03.01~2018.02.28		높은 내부 기공을 갖는 고흡수성 수지개발	60,000,000	2016.03.01~2016.12.31		코팅제 안의 고분자 및 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구	49,050,000	2015.11.01~2016.10.31		평평한 인지질 이중막을 이용한 세포막의 기계적 특성 제어(1차)	122,000,000	2015.09.01~2016.08.31		높은 내부상을 갖는 피커링 이멀전의 대량 생산 기술	50,000,000	2015.07.01~2015.12.31		생체막막의 유변학적 특성에 관한 연구	200,000,000	2015.05.01~2018.12.31	
연구과제명	연구비 (원)	연구기간																																																																																																			
미세먼지 유해성 연구	300,000,000	2019.07.16~2019.12.31																																																																																																			
지질분자의 자기조립을 이용한 초박형 거울상 이성질체 분리막 개발	50,000,000	2019.06.01~2020.05.31																																																																																																			
피부자극이 저감된 SPF 30, PA +++ 성능의 자외선 차단제용 이중 피커링 에멀전 기술 개발 및 상업화	97,000,000	2019.06.01~2020.05.31																																																																																																			
이방성 분체 입자를 활용한 특이제형 에멀전 연구	70,000,000	2019.05.01~2020.04.30	(국																																																																																																		
단분자막 구조 제어 및 유변물성 연구	45,454,546	2019.05.01~2019.12.31	한																																																																																																		
공 중돌 실험을 이용한 고분자의 유리 전이 온도 측정 기술 개발	40,000,000	2019.05.01~2019.12.31																																																																																																			
아토피 완화를 위한 active ingredient를 포함한 새로운 제형 개발	42,500,000	2019.04.01~2019.12.31																																																																																																			
3D 프린팅 타이어용 Elastomer Base 소재 기술 개발	100,000,000	2018.09.01~2020.08.31																																																																																																			
반도체 공정에서의 유기 잔여물 제거를 위한 세정제 평가 방법 개발 및 최적 계면활성제 탐색	60,000,000	2018.06.01~2019.05.31																																																																																																			
이방성 분체 입자를 이용한 특이제형 에멀전 연구	45,000,000	2018.06.01~2019.05.30	(국																																																																																																		
건식, 습식 동시 공급 가능한 가스화기 버너 설계	27,272,728	2018.05.04~2018.11.02	한																																																																																																		
나노셀룰로오스 피커링 에멀전을 이용한 투명강화복합소재 개발	43,636,364	2018.01.01~2018.12.31																																																																																																			
코팅제 안의 고분자 및 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구	49,303,000	2017.11.01~2018.10.31																																																																																																			
유화제 무첨가 나노피커링 에멀전을 이용한 친환경 도료 개발	100,000,000	2017.06.01~2018.07.31	(국																																																																																																		
고 방열 고분자 복합재 개발을 위한 레진, 필러, 복합재 개발	70,000,000	2017.03.01~2019.02.28	한																																																																																																		
코팅제 안의 고분자 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구	49,050,000	2016.11.01~2017.10.31																																																																																																			
평평한 인지질 이중막을 이용한 세포막의 기계적 특성 제어	122,000,000	2016.09.01~2017.08.31																																																																																																			
고방열 폴리이미드 복합 다공체 개발	30,000,000	2016.06.01~2016.11.30																																																																																																			
액체금속을 이용한 고내상 피커링 에멀전 제작	70,000,000	2016.03.01~2018.02.28																																																																																																			
높은 내부 기공을 갖는 고흡수성 수지개발	60,000,000	2016.03.01~2016.12.31																																																																																																			
코팅제 안의 고분자 및 입자의 계면활성도에 따른 스킨레이어 유변특성 연구	49,050,000	2015.11.01~2016.10.31																																																																																																			
평평한 인지질 이중막을 이용한 세포막의 기계적 특성 제어(1차)	122,000,000	2015.09.01~2016.08.31																																																																																																			
높은 내부상을 갖는 피커링 이멀전의 대량 생산 기술	50,000,000	2015.07.01~2015.12.31																																																																																																			
생체막막의 유변학적 특성에 관한 연구	200,000,000	2015.05.01~2018.12.31																																																																																																			
컨설팅 필요성	본 연구실의 특허 및 기술 이전 실적은 아래의 표와 같음.																																																																																																				

기관관리번호	구분	출원후 발명의 명칭	출원기관	출원구분	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
P-17798	국내	고분자의 유리 전이 온도 측정 방법 및 유리 전이 온도 측정 장치	한국과학기술원	특허	10-2019-0095661	2019-08-06		국
P-17668	국내	셀룰로오스 나노섬유 및 고분자의 복합입자 및 그 제조 방법	한국과학기술원	특허	10-2018-0167773	2018-12-21		국
P-17180	국내	피커링 에멀전 및 이를 포함하는 수성 도료 조성물	한국과학기술원	특허	10-2018-0135351	2018-11-06		국
P-16498	국내	상전이법에 의해 제조된 이중 에멀전 및 이의 제조방법	한국과학기술원	특허	10-2018-0010142	2018-01-26		국
P-16379	국내	고흡수성 수지의 제조 방법 및 고흡수성 수지	한국과학기술원	특허	10-2019-0008137	2019-01-22		국
P-16097	국내	다중-상 액상 조성물, 약물의 투과도 측정 장치 및 약물의 투과도 측정 방법	한국과학기술원	특허	10-2017-0182395	2017-12-28		국
P-16097	우선권	다중-상 액상 조성물, 약물의 투과도 측정 장치 및 약물의 투과도 측정 방법	한국과학기술원	특허	10-2018-0155497	2018-12-05		국
P-16097-US	해외	MULTI-PHASE LIQUID COMPOSITION, DEVICE FOR MEASURING PERMEABILITY OF DRUGS, AND METHOD FOR MEASURING PERMEABILITY OF DRUGS	한국과학기술원	특허	16229006	2018-12-21		해
P-15791	국내	열전도성 고내부상 에멀전 및 이를 이용한 방열 복합소재	한국과학기술원	특허	10-2017-0101322	2017-08-09		국
P-15279	국내	비이온성 물리머를 이용한 상화동량의 부유선별 공정	KAIST	특허	10-2016-0088189	2016-07-12	10-1765897-0000	2017-08-01 국
P-15145	국내	기공 표면에 입자가 부착된 다공성 고분자, 이의 제조방법 및 이의 용도	KAIST	특허	10-2016-0136336	2016-10-20	10-1971658-0000	2019-04-17 국
P-13635	국내	학수솔러지 연소가스용 다공성 구형 흡수제 제조방법	KAIST	특허	10-2015-0104630	2015-07-23	10-1833775-0000	2018-02-23 국
P-13634	국내	비표면적 및 공분해성이 증가된 이산화티탄 촉매의 제조 방법	KAIST	특허	10-2015-0104631	2015-07-23	10-1792333-0000	2017-10-25 국
P-13486	국내	피커링 에멀전 및 그 제조 방법	KAIST	특허	10-2015-0106317	2015-07-28	10-1757245-0000	2017-07-06 국
P-13486-DE	해외	피커링 에멀전 및 그 제조 방법	KAIST	특허	11 2016 003 407.5	2016-01-25		해
P-13486-US	해외	피커링 에멀전 및 그 제조 방법	KAIST	특허	15576232	2017-11-21		해
P-13486-PCT	PCT	피커링 에멀전 및 그 제조 방법	KAIST	특허	PCT/KR2016/004289	2016-04-25		PC

'피커링 에멀전 및 그 제조 방법'과 '다중-상 액상 조성물, 약물의 투과도 측정 장치 및 약물의 투과도 측정 방법'은 해외출원을 마친 상태이며, 이 외에 4개의 국내등록 특허가 있음. 본 기술의 경우 국내출원을 완료한 단계이며, 해외출원을 목표로 실험 및 관련 연구를 진행 중에 있음. '피커링 에멀전 및 그 제조 방법'과 '상전이법에 의해 제조된 이중 에멀전 및 이의 제조방법'은 2019년 국내 기업 '에이스틴'에 기술이전을 했음.

I. 매칭 의뢰 연구실 정보

기 본 정 보	
연구실명	자연언어처리 및 계산언어학 연구실
중점 연구분야	언어 인공지능, 자연언어처리, 계산언어학
주요기술 설명	본 연구팀은 자연언어처리 및 계산언어학을 연구하며, 특히 이 중에 강 인공지능의 필요조건 중 하나인 신뢰 판단 기능을 연구함. 신뢰 판단 중 텍스트를 기반으로 한 신뢰 가능성 판단에 대한 세부 기술을 연구하며, 구체적으로는 주어진 문서에 대한 신뢰도 예측 및 신뢰도 증강을 위한 자동 문서 탐색 기술을 개발함. 신뢰도 예측 기술은 주어진 텍스트를 어떤 종류의 사람들이 신뢰할 지, 어떤 종류의 사람들이 반발할 지에 대한 분석을 인구통계학적 특징, 정치 성향, 문화적 지표 등에 근거하여 상세히 분석 제공해주는 기술임. 신뢰도 증강 기술은 문서(혹은 짧은 텍스트)를 작성할 때에 독자들에게 보다 신뢰받기 위해 어떤 종류의 문서 탐색이 필요할 지에 대한 피드백을 자동으로 제공하는 기술임. 현대 사회 내에서의 커뮤니케이션이 채팅, SNS, 인터넷 게시글 등의 텍스트에 점차 의존하고 있기 때문에, 본 기술은 매우 파급력이 높은 기술이 될 것이라 예상함. 해당하는 신뢰도 예측 및 증강 기술 개발은 그 잠재력을 높이 인정받아 대한민국 정보통신기획평가원(IITP)에 의해 SW스타랩 과제로 선정되어 지원을 받고 있으며, 이에 힘입어 본 연구팀은 매우 빠른 속도로 이 기술을 개발할 것으로 예상함. 본 연구팀은 신뢰도 예측 및 증강 어플리케이션의 개발의 기반 기술에 해당하는 언어 인공지능, 자연언어처리, 계산 언어학 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있음. 본 연구실은 (교수님을 포함하여) 14명의 전문 인력으로 구성되어 있으며, 모든 구성원이 해당하는 기반 기술을 통한 신뢰도 예측 및 증강 기술 개발에 임하고 있음. 본 연구팀은 신뢰도 예측 및 증강 어플리케이션 개발 및 배포를 통한 시장 선점을 위해 해당 어플리케이션의 구체적인 활용 가능 사례 각각에 대한 특허를 출원/등록하였음. 출원/등록된 특허들은 다음과 같음(총 7개). - 신뢰도 분포 기반 논지 및 뒷받침 증거자료의 군집화를 통한 신뢰 가능성 판단 가속화 방법 및 시스템 (국내 특허 출원됨.) - 주어진 문서가 독자에게 보다 높은 신뢰를 받을 수 있도록 하는

	문서 신뢰도 증강 방법 및 시스템 (국내 특허 등록됨, PCT 국제출원 됨.) - 주어진 문서 내의 주장과 연관된 이해관계를 자동으로 파악하는 방법 및 시스템 (신뢰도 판단에 필수적인 실출처 자동 분별 기능 및 이해관계 연관성 자동 판단 기능에 해당함. 국내 특허 출원됨.) - 문서 내 언급되지 않은 정보를 가시화하기 위한 방법 및 시스템 (신뢰도 판단에 필수적인, 문서 내 미언급 내용 파악 기능에 해당함. 국내 특허 출원됨.) - 담화 구조 분석을 기반으로 동일 주제의 여러 문서에 대한 대조 방식의 독해를 보조하는 방법 및 시스템 (신뢰도 예측 및 증강 시스템의 사용자 우호도 증진 방안에 해당함. 국내 특허 출원됨.) - 독자 신뢰 패턴 기반 문서 추천 방법 및 시스템 (신뢰도 예측 및 증강 시스템의 사용자 우호도 증진 방안에 해당함. 국내 특허 출원 됨.) - 주어진 문서에 대한 독자의 신뢰도 분포를 예측하기 위해 웹 문서에서 저자가 사건을 언급한 방식을 분석하고 활용하는 방법 및 시스템 (신뢰도 예측 및 증강 시스템의 학습 데이터 수집 자동화를 위한 가상 독자 활용안. 국내 특허 출원됨. 금년 중 등록 예상함.) 신뢰도 예측 및 증강 어플리케이션 개발 및 관련 기반 기술에 있어 본 연구팀은 다년간 (S급 학회를 포함한) 국내외 학회와 SCI 저널에 활발하게 관련 논문을 발표/게재하고 있음. 특히 오는 11월에 S급 학회에서 신뢰도 측정 기법에 대한 연구를 발표할 예정임. - Chung et al. Unsupervised inference of implicit biomedical events using context triggers. BMC Bioinformatics, Under Review. (체 기반 사건 정보 추출이 전문가 도메인의 문서에 대해 높은 성능을 보인다는 점을 입증한 논문. 투고 이후 논문 심사 진행 중.) - Yoon et al. Computer Assisted Annotation of Tension Development in TED Talks through Crowdsourcing. 1st Workshop on Aggregating and analysing crowdsourced annotations for NLP (AnnoNLP), Hong Kong SAR, November 2, 2019. (주관적 지표에 대한 주석 중 기계 보조 기술이 주석 품질에 미치는 영향에 대한 연구. S급 국제학회인 EMNLP의 워크샵에 발표 예정임.) - Park et al. Generating Sentential Arguments from Diverse Perspectives on Controversial Topic. 2nd Workshop on NLP for Internet Freedom (NLP4IF): Censorship, Disinformation, and Propaganda, Hong Kong SAR, November 3, 2019. (신뢰도 증강을 위한 다각화된 의견 자동 생성 기술에 대한 연구. S급 국제학회인 EMNLP의 워크샵에 발표 예정.) - Yang et al. Nonsense!: Quality Control via Two-Step Reason Selection for Annotating Local Acceptability and
--	---

	Related Attributes in News Editorials. 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP 2019), Hong Kong SAR, November 3-7, 2019. (신뢰도 측정 품질 향상 방법에 대한 연구. S급 국제학회 메인 프로그램에 발표 예정임.) - . Yang et al. Assessing the multi-level knowledge prominence perceived by the authors as revealed on their writings. Language and Information, Vol. 23, No. 2, 2019. (저자가 사실로 상정하는 정보 추출을 위해 문법 구조를 활용하는 방안 에 대한 연구. 국내 저널 게재.) - . Yang et al. A Corpus of Sentence-level Annotations of Local Acceptability with Reasons. 33rd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC 33), Hakodate, Japan, September 13-15, 2019. (신뢰도 측정 결과로서의 말뭉치를 소개하는 연구. 국제 학회에 발표함.) - . Kim et al. Automatic Scoring of Semantic Fluency. Frontiers in Psychology, Vol. 10, pp. 1020, 2019. (위키피디아의 백링크 메타 정보를 활용한, 특정 주제에서 화자의 일관된 표현 정도 및 유의미한 주제 변화 정도에 대한 분석에 대한 연구. 화자의 특징에 대한 인구통계학적 정보를 파악하기 위해 활용. SSCI 저널 게재함, IF 2.089.) - . Yang et al. A Corpus of Sentential Annotations on News Editorials with Multi-dimensional Credibility Metrics. Human-Computer Interaction Korea (HCI), Jeju ICC, Korea, February 13-15, 2019. (신뢰도 측정을 통해 말뭉치를 구축하는 중간 과정에 대한 소개. 국내 학회에 발표함.) ... - . Chung et al. Inferring Implicit Event Locations from Context with Distributional Similarities. Proceedings of the 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-17), pp. 979-985, Melbourne, Australia, August 19-25, 2017. (체 기반 사건 정보 추출에 대한 연구. 사건 정보의 정밀한 추출 시도로서 신뢰도 예측 및 증강을 위한 사건 정보 수집에 대한 기반 기술에 해당함. S급 국제 학회 메인 프로그램에 발표함.) ... - . Yang et al. Neural Theorem Prover with Word Embedding for Efficient Automatic Annotation. Journal of KIISE, Vol. 44, No. 4, pp. 399-410, April, 2017. (인공 신경망 기반 정리 증명계에 대한 연구. 인공 신경계 형태의 시스템을 통해 문장 정보에 대한 증명 계를 구축하는 것이 현실적으로 가능하다는 것을 보이기 위해 간단한 실험을 진행함. 해당하는 아이디어가 발전하여 신뢰도 예측 및 증강에 대한 연구로 이어짐. 국내 학회 최우수 논문 수상 이후 국내 저널에 게재함.)
컨설팅을	본 연구팀은 현재 본 연구팀에 의해 활발히 개발되고 있는 텍스트 기

희망하는 내용	반 인공지능 기술을 통한 문서 신뢰도 분포 예측 및 신뢰도 증강 기술에 대한 기술이전을 추구함. S급 학술대회 발표를 포함하여 활발하게 해외 학술대회에 신뢰도 예측 및 증강에 집중된 논문들을 발표하였고, 신뢰도 예측 및 증강 기술에 대한 국내외 특허 출원/등록을 활발히 진행해왔기 때문에, 기술 이전의 가능성이 매우 높다고 판단함. 그러나, 본 연구팀은 연구 기술 개발에 중점을 두어왔기 때문에 사업화 측면에 대한 구체적인 전략 구성 중 어떤 요소를 검토해야할 지 상세히 알 지 못함. 이에 있어 본 연구 기술 개발이 사업화될 수 있도록 기술 이전을 시행함에 전문가 컨설팅이 필요함. 현재 본 연구팀은 본 연구팀이 기술 개발 중인 신뢰도 예측 및 증강 어플리케이션의 예시 시나리오들의 카탈로그를 보유하고 있음. 본 연구팀은 각각의 시나리오를 실현 가능케 할 수 있는 어플리케이션 일반이 필요로 할 기술들을 분할하여 특허 출원 및 등록하였음. 본 연구팀은 이러한 예시 시나리오들에 대한 성공적인 사업화를 위한 구체적인 컨설팅을 필요로 함. 예시 시나리오들은 다음과 같음. - 상품/기술 개발 대상 선정 및 광고 대상 선정 보조: 많은 사람들이 이견 없이 신뢰하는 정보들만을 선별하여, 더욱 효과적인 제품/서비스 개발 및 광고 계획을 수립하는데 활용할 수 있음. 각각의 개별 정보마다 자동으로 신뢰도 분포를 예측하여 이 결과를 빅데이터 분석대상에 포함시킬 경우 더욱 정확한 수요자 분석이 가능할 것으로 판단함. 결과적으로 보다 수익성이 높아지도록 제품/서비스 개발 및 광고 제작을 하는 것을 가능케 함. - 텍스트 콘텐츠 품질 관리: 텍스트 정보를 기반으로 하는 서비스 콘텐츠(예, 인터넷 뉴스, 잡지, 텍스트를 매개로 한 추천 시스템 등)에 대한 자동 품질 평가를 위해 활용 가능함. 제공하는 텍스트 콘텐츠의 신뢰 가능성은 콘텐츠의 품질과 직접적으로 연결되는 문제이기 때문에, 텍스트 콘텐츠 기반 서비스 개선에 있어 직접적인 영향을 발휘함. - 교육 보조: 신뢰도 분포 자동 예측 및 증강 시스템은 사용자의 의사소통 훈련에 활용 가능함. 사람들에게 더 신뢰받을 수 있게 말할 수 있는 능력은 한 개인의 사회생활에 있어 중요한 능력임. 신뢰도 자동 증강 시스템을 통해, 상대방이 사용자의 말을 더 신뢰하도록 사용자의 발화 습관을 교정할 수 있음. 스마트폰 + 웨어러블 디바이스와 결합될 경우 매우 큰 시장 가치를 예상함. - 의사결정 보조: 새로운 법안에 대한 심의 과정에서 찬성/반대 의견 검토 등에 있어 개개인의 의사결정은 스스로의 신념에 의해 결정됨. 그러나 스스로의 신념과 정확히 일치하는 의사결정 선택지가 없는 경우에는 주변 정보의 영향을 받게 됨. 이런 상황에서 신뢰도 예측 시스템은 사용자가 의사결정을 할 때에, 다른 많은 사람들이 주어진 의사
-----------------------	---

결정과 관련된 정보들 각각에 어떤 신뢰를 보이는 지, 각각에 대해서 해당하는 신뢰의 원인과 추가적인 뒷받침/반박자료는 어떤 것들이 있는지 사용자에게 보여줄 수 있음. 이를 통해 사용자의 합리적 의사결정을 보조할 수 있음. 인터넷 브라우저의 플러그인 형태로 제공될 경우 매우 큰 시장 가치를 예상함.

- **독해/청해 보조:** 신뢰도 판단을 위한 광범위한 사고 실험은 정신적 피로를 수반함. 독해/청해 과정 중 “주어진 말이 신뢰할 수 있는 말인가”라는 판단을 위해서는 광범위한 범위의 사고 실험이 필요함. 이에 있어 신뢰도 분포 자동 예측 시스템은 사용자가 듣는 모든 말, 읽는 모든 문서에 적용되어 사용자가 오직 신뢰할 수 있는 정보만 독해하고 청해하도록 개개인을 보조함. 신뢰할 수 있는 정보를 제외한 나머지에 대해 시간과 노력을 적게 투자하더라도 총체적 정보 습득의 양과 질에 있어서 손실이 없도록 시스템이 개개인을 보조함. 스마트폰 + 웨어러블 디바이스와 결합될 경우 매우 큰 시장 가치를 예상함.

해당하는 어플리케이션 활용 시나리오에 있어 구체적으로 컨설팅을 받고자 하는 사안은 다음과 같음.

- 기술 이전 실제 진행 이전에, 현재 보유하고 있는 신뢰도 예측 및 증강에 대한 7개 특허들에 허점이 있는 지 혹은 보완하거나 분리해야 할 특허가 있는 지와 관련하여 본 연구팀 사례 기반 구체적인 전문가 컨설팅이 필요함.

- 현재 보유하고 있는 특허 및 개발 중에 있는 기술의 시장 가치에 대한 상세 분석과, 본 연구팀이 보유한 신뢰도 예측 및 증강 어플리케이션을 기술 이전하게 될 경우 어느 수준의 기술료가 적정일 지에 대하여 본 연구팀 사례 기반 구체적인 전문가 컨설팅이 필요함.

- 본 연구실이 보유한 신뢰도 예측 및 증강 어플리케이션이 사회 전반에 광범위하게 배포되게 한다는 목표 추구에 있어, 본 연구실의 학생 연구원 중 한 명이 직접 창업을 하는 것이 보다 효과적일 지, 중소기업에 해당 기술에 대한 기술 이전 및 기술 배포 장려 및 이에 대한 지원이 보다 효과적일 지, 대기업 산하 R&D팀과의 협업을 통해 해당 기술 배포 추진을 하는 것이 보다 효과적일 지에 대하여 본 연구팀 사례 기반 구체적인 전문가 컨설팅이 필요함.