이 논문의 핵심은 **HSCND + HFSP** 한 모델을 만드는 것!

공급원료 공급, 수소 시설의 설치 및 운영을 고려한 모델

두 가지 주요 수소 연료 공급 기술, 즉 현장 연료 공급(현장에서 수소가 생산됩니다.) 과 표준 연료 공급(수소는 도로로 운송)

이 두가지는 수소를 최소 비용으로 만드는 혼합 정수 선형 계획법(MILP)을 사용

**수소 충전소를 지을때 고려해야 하는 점…**

1. 수소 생산을 위한 58개의 공급원료의 지리적 분포 및 주유소에서 예상되는 수소 수요와 같은 것들

2. 모든 유형의 인프라(수소 생산 공장, 충전소, 탄소저장소 등) 동시 고려해야 함 => 이러한 것은 네트워크의 서로 다른 부분 간에 기술 및 공간 상호 작용이 존재하기 때문에 수학적 모델을 사용하지 않고는 대답하기 어렵습니다.

**HSCND(수소 공급망 네트워크 설계) 모델**: 이러한 모델에는 공급원료, 생산, 저장 및 운송과 같은 여러 구성 요소가 포함됩니다. 그 모델들은 장기간 계획에 초점을 맞춥니다. 그리고 일반적으로 국가적 규모로 실행됩니다.

**HFSP(수소 주유소 계획) 모델**: 이 모델은 수소 주유소의 최적 위치를 결정합니다. 인프라의 초기 개발에 중점을 두며 일반적으로 도시 또는 지역 수준에서 적용됩니다.

**★ 위 두개 모델은 한계점이 있음...**

두 모델 모두 전체 수소 공급망을 고려하지 않기 때문입니다. 대부분의 HSCND 모델은 주유소 문제와 관련된 결정 변수를 포함하지 않습니다.

HSCND는 스테이션의 수, 유형(기체 또는 액화 수소) 및 크기만 필요한 고려사항으로 취급함.

반면에! HFSP 모델은 "수소는 어디에서 올까요?"와 같은 질문에 대답하지 않습니다…

HFSP 모델은 수소 충전소의 기술에 덜 관심이 있으므로 상류 기반 시설 문제를 포함하지 않습니다.

**따라서 이 두 가지 유형을 결합하여 내부의 모든 유형의 인프라를 포괄할 수 있는 새로운 모델을 구축하는 것은 합리적으로 보인다.**

**또한 이 두 모델 클래스의 특성을 조정하려면 시간 지평과 지리적 규모를 신중하게 선택해야 합니다.**

이러한 우려에 비추어 이 문서의 주요 기여는 다음과 같습니다.

- 전체 수소 공급 네트워크(원료 공급에서 주유소까지)를 포괄하는 수학적 모델을 처음으로 제안합니다.

- 단일 프레임워크 내에서 다양한 구성 요소를 고려해야 할 필요성을 보여줍니다.

문제의 특성을 고려하여 MILP 모델을 개발하였다. 모델 가정은 다음과 같습니다. 목적 함수와 제약 조건은 이후에 특성화됩니다.

**모델 가정**

이 연구는 다음 가정을 기반으로 합니다.

1. 각 노드 쌍 사이의 최단 경로 길이는 입력 데이터로 제공되는 두 노드 사이의 거리로 간주됩니다.
2. 두 가지 유형의 고정 위치 수요가 고려됩니다. 유형 A는 열병합 전력 시스템과 같은 고정 응용 프로그램을 나타내고 유형 B는 함대 차량을 나타냅니다. 전자의 경우 필요한 양의 수소만 제공하면 되지만 후자의 경우 고정 위치 수요를 충족하는 것 외에도 해당 노드의 연료 수요를 충족할 수 있는 표준 주유소를 구축해야 합니다.
3. 수소와 공급원료를 운송하는 데 필요한 차량을 임대합니다.
4. 탄소 지을 수 있는 저장 장소는 모델 입력으로 제공됩니다.
5. CO만2 수소 생산 공장의 배출은 CCS 시스템에 의해 포착 및 처리될 수 있습니다.
6. HSCN의 탄소 배출 총량은 선택한 공급원료의 유형과 CCS 시스템의 채택 여부에 따라 또는 음수일 수 있습니다 (예: 바이오매스가 공급 원료로 선택될 때 CCS 시스템도 적용됩니다). 마이너스 배출은 수익을 창출합니다. 단순성을 위해 탄소 가격은 양수 및 음수 배출 모두에 대해 동일하게 유지됩니다.

**목적 함수**

1. 일일 자본 비용(CC)

자본 비용은 시설 자본 비용(FCC)과 탄소 운송 자본 비용(TCC)으로 구성됩니다.

1. 일일 공급원료 구매 비용(EC)
2. 일일 운영 비용(OC)

일일 운영 비용(OC)에는 시설 운영비(FOC), 수소 관련 운송 운영비, 공급원료 운송 운영비(HTOC, FTOC)가 포함됩니다.

1. 일일 배출 비용(EMC)

EMC = 탄소 가격 \* 총 배출량

**제약 조건**

1. 물질 수지 제약 : 물질은 고립계에서 창조되거나 파괴되지도 않는다는 질량보존의 법칙(law of conservation of mass)을 응용한 개념임. 물질의 도입과 배출 그리고 축적 사이의 균형이 맞아야 한다는 것이 물질수지의 개념임.

* 수소
* 공급원료
* 탄소

1. 공급원료 제약
2. 생산 제약
3. 주유소 제약
4. 운송 제약
5. 배출 제약
6. 수요 제약