

## 파이로단위공정 모델링을 위한 데이터 구조 설계

이효직, 고원일, 조용진, 박양정, 이한수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

hyoijk@kaeri.re.kr

### 1. 서론

파이로시설 시뮬레이터 개발을 위한 모델링 아키텍처로서 단위공정모델, 운전모델, 시설수준모델로 이루어진 3-수준 개발 방법을 지향하고 있다. 시설 시뮬레이터 개발을 위한 프레임워크[1]로서 동적물질흐름, 데이터베이스 등의 기본요소들이 포함되어야 한다. 본 연구에서는 단위공정모델링 단계에서 고려해야할 데이터들에 대한 분류 및 이를 데이터베이스화하기 위한 데이터 구조에 대해 다루고자 한다.

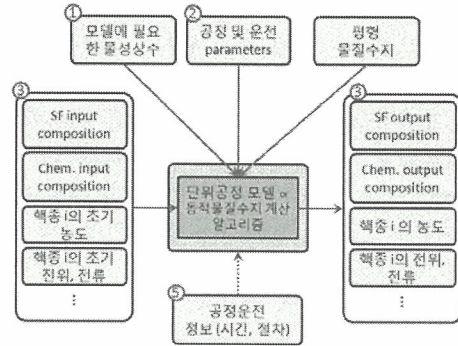


Fig. 1. 단위공정모델링을 위한 데이터구조.

### 2. 단위공정모델

#### 2.1 파이로시설 구성

파이로시설 시뮬레이터를 구성하는 단위공정은 크게 전처리, 전해환원, 전해정련, 전해제련, 염폐기물처리, 배기체처리, 금속폐기물처리 공정으로 분류할 수 있으며, 각 공정은 또 세분화되어 많게는 예닐곱개 이상으로 분류될 수 있다. 각 단위공정은 화학반응 및 전기·화학반응에 대한 지배방정식 및 실험식으로 이루어지거나 기계적인 운전절차에 해당하는 세부공정 등으로 분류된다. 화학반응 및 전기·화학반응에 대한 모델링은 연속시스템(continuous system)으로 모델링 되며, 기계적인 운전절차에 해당하는 부분은 이산사건시스템(discrete event system)으로 모델링 될 수 있다.

#### 2.2 단위공정모델 데이터

단위공정 모델링을 위해 필요한 데이터를 체계적으로 분류하고, 수집하여 데이터베이스화하면 상위모델링, 즉, 단위공정모델들의 취합 및 연계 모델링을 하는 데 요긴하게 사용될 수 있다. 데이터 수집 및 분류가 시뮬레이션 프로젝트의 가장 어렵고 도전적인 부분이라는 것은 이 부분의 중요성을 잘 말해준다.

단위공정모델 및 코드를 위한 데이터 분류체계를 총 5 가지로 분류하였다. 첫째 물성상수 데이터이며, 이는 불변의 상수로 취급되는 것으로 폐

리데이 상수, 기체 상수, 교환전류 밀도 등이 이에 해당한다. 둘째, 공정 및 운전 파라미터이며, 이는 공정 결과에 영향을 미치는 조업변수로서 온도, 압력, 인가 정련류, 인가 정전압 등이 이에 해당한다. 셋째, 전기·화학 데이터이며, 인과관계에 있는 변수들로서 전·후 공정의 결과에 영향을 받거나 영향을 미치는 중요 변수이다. 예를 들면 특정 핵종의 평형전위, LCC bulk에서 특정 핵종의 농도 등이 이에 해당한다. 넷째 코드(프로그램) 관련 변수로서 위 첫째~셋째 데이터에는 해당하지 않으나, 수치 계산 알고리즘, 공정모델 및 코드 관련된 변수로서 시간증분, 매개변수 등이 이에 해당한다. 마지막 다섯째는 공정운전정보이며, 이는 운전모델링 시 필요한 데이터들로서 공정시간, 운전절차, 사용장비, 소요인력, 전·후 공정간 상대운전 절차 등이다.

#### 2.3 단위공정모델 데이터베이스

단위공정모델을 위한 DB는 ExtendSim[2]이 내장하고 있는 DB 관리 기능을 사용하여 상급 언급한 데이터들을 취급 관리할 것이다. 위 데이터구조에서 가장 복잡하고 가변적인 부분이 셋째에 해당하는 전기·화학 데이터이며, 단위공정의 입·출력 수와 연동한 데이터구조 설계가 필요하다. 입력물질의 상태에 해당하는 부분은 전공정의 영향을 받아 이루어진 인과관계 결과물이며, 출력물질은 현 단위공정의 계산 결과에 영향을 받아 생

성될 인과관계 결과물이다. 특히 출력에 해당하는 데이터는 출력개수(출력 물질흐름 경로수)에 해당하는 수만큼의 같은 구조를 갖는다.

### 3. 데이터베이스

#### 3.1 단위공정모델 블록

ExtendSim에서 단위공정모델에 연계된 데이터베이스의 설계된 모습을 보여주기 위해서는 개발된 단위공정모델용 사용자블록 라이브러리에 대해서 간단히 소개한다. 공유용 폐기물 처리공정에 대한 모델을 위해 Fig. 2와 같은 ExtendSim 블록 라이브러리를 개발하였고, 이는 ModL 프로그래밍을 이용하여 Fig. 1에서 언급한 데이터들을 관리한다. 특히 세번째 인과관계를 갖는 전기·화학 데이터들은 공정모델과 연계하여 데이터구조 테이블을 생성, 삭제, 변경, 기록하게 된다.

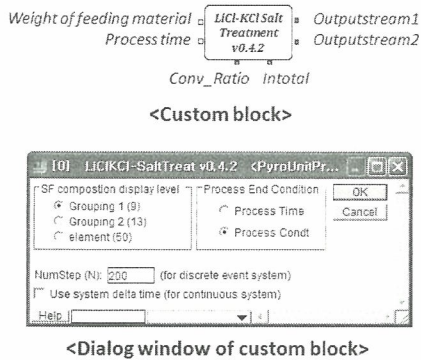


Fig. 2. 단위공정모델용 라이브러리 블록.

#### 3.2 데이터 관련 함수

위 Fig. 2 라이브러리 블록의 소스 코드는 12개의 주요 함수들로 구성되어 있으며, 각 함수간의 호출 관계는 Fig. 3과 같다. 여기서 세 가지 함수 DBTablesManagement(), WriteToDBDispLev(),

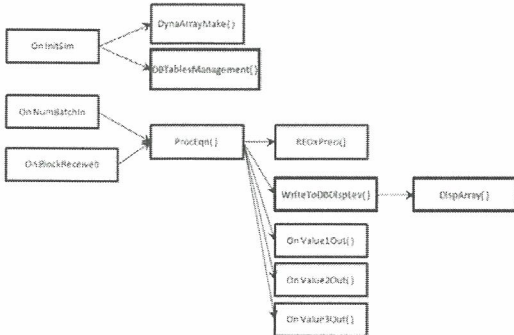


Fig. 3. 라이브러리 블록의 함수 호출 관계.

DispArray()가 데이터베이스와 관련된 함수들이며 DBTablesManagement()는 데이터테이블 생성, 크기변경, 삭제에 관련된 일을 하고, WriteToDBDispLev()는 Fig. 2의 dialog window에서 선택된 SF 조성표시수준을 따라 그룹별 핵종의 합을 계산하기 위한 함수이며, DispArray()는 출력과 관련된 배열 연산에 관한 함수이다. ExtendSim은 데이터베이스와 관련된 많은 ModL 함수를 제공[3]하고 있고, 위 세 함수는 ExtendSim에서 제공하는 함수들을 사용하여 그 기능을 구현하고 있다.

#### 3.3 모델연계 테스트

현재 개발된 라이브러리 블록은 데이터베이스 관련된 부분과 관련하여 모델 출력 경로 연계 테이블 생성, 조성표시수준에 따른 테이블크기 연계 변경 등의 완료되었고, 현재 code debugging을 통해 검증이 완료된 상태이다.

### 4. 결론

파이로시설 시뮬레이터 개발을 위한 데이터 구조설계 및 DB와 연계한 단위공정모델용 라이브러리 블록을 개발하였다. 향후에는 추가적으로 상수, 조업 파라미터, 코드변수 등을 고려하기 위한 데이터 구조를 라이브러리에 반영할 예정이다.

### 5. 감사의 글

본 연구는 연구재단의 원자력연구개발 사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 6. 참고문헌

- [1] 한국방사성폐기물학회, 2012년 추계학술발표회 논문요약집, pp. 121-122, 2012
- [2] ExtendSim 8 User Guide, Imagine That Inc. 2012
- [3] ExtendSim 8 Developer Reference, Imagine That Inc. 2012