

시뮬레이션을 통한 실전 교육용

GPS-X 활용

하폐수처리장 운전자들을 위한 비용 효율적인 Model 교육

Spencer Snowing, Oliver Schraa, Rajeev Goel, Hank Andres, Bruce Tole

북미 지역의 하폐수 처리시설은 향후 10 년 동안 상당수의 경력직 직원들이 은퇴하게 되는 현실을 직면하고 있습니다. 관리자들은 신입직원에게 은퇴하는 경력직의 지식과 경험을 인수받기 위해 많은 노력을 하고 있습니다.

2005 년 발간된 보고서 Succession Planning for a Vital Workforce in the Information Age 에서는 미국의 일반적인 산업분야에 비해서 하폐수 분야가 은퇴하는 베이비 붐 세대로 인한 손실이 큰 것으로 예상하고 있습니다. 그 이유로는 회사나 기관의 하폐수 처리 플랜트 종사자들이 평균보다 긴 재직기간 때문인 것으로 파악하고 있습니다.

이런 사실로 인하여 은퇴자들의 노하우와 지식을 보유 습득하기 위한 프로그램을 만들어서 다른 직원들이 전수받도록 하고 있습니다. 노하우의 형태는 다양한 방법으로 이전됩니다. 물리적인 문서전달 방법에서부터 직접 맨투맨 방식의 의사소통 등 다양한 정보전달 방법이 사용되고 있습니다.

플랜트 운전자 교육을 위하여 시뮬레이션 기반의 툴이 인기를 모으고 있습니다. 플랜트의 특정 지식을 습득하고 신입 직원에게 비용 효율적으로 광범위한 노하우를 알려줄 수 있기 때문입니다. 하지만, 이 툴은 기본적으로 기술적인 지식 전달을 목적으로 하지만, 사용자가 손쉽게 모델을 통하여 편한 학습 환경을 제공하고, 사용자 정의를 할 수 있습니다.

사용자 정의 모델

설계 및 공정 엔지니어들은 보통 컨설턴트를 고용하여 활성슬러지 공정의 다이내믹 기계모델을 시뮬레이션 합니다. 생물학적 섭취 및 탄소의 변형, 질소 및 인 처리시스템의 설계와 최적화 등을 모사합니다.

설계 및 최적화를 위한 하폐수처리 모델의 일반적인 적용은 다음과 같습니다.

- 다양한 공정의 비교 (예를 들어, 활성 슬러지 공법 vs. 산화구 방식)
- 동적 부하 조건에서의 플랜트 능력 검증
- 슬러지 라인 혹은 물 라인에서 병목현상이 발생했을 경우의 평가

- 기존의 플랜트 재건시 평가도구 (예를 들어, 기존의 포기조의 부유상 미디어 추가 시 공정의 개선평가)
- 타 운전 제어 조건에 대한 검토
- 유지보수 관련 계획(off-line 을 가동시 공정에 미치는 영향 평가)

활성슬러지, 정화 및 침전 공정은 과거 20 년 동안 계속적으로 개발되었고 운전 직원을 훈련하기 위한 도구로써 시뮬레이션을 사용하는 것이 증가하고 있습니다.

시뮬레이션 베이스의 도구는 문제해결 방식의 학습방법을 사용하고 있습니다. 학습자가 가상의 플랜트를 운전함으로써, 지식을 습득하는 방법입니다. 실제 현장에서는 반복적으로 운전할 수 없는 특정 문제를 해결하기 위해 반복적으로 시도를 해볼 수 있고, 다양한 부하 형태에 따른 슬러지의 결과 및 운전 변화에 대한 결과를 학습하여 알 수 있습니다.

사용자는 운전 비용에 관한 걱정 없이 여러 가지 운전 조건을 실험할 수 있고, 플랜트 능력 초과 한계에 대한 두려움 없이 시도해 볼 수 있습니다. 다양한 종류의 가상 시나리오를 통하여 학습할 수 있습니다.

모델 베이스 학습의 혜택

운전자 훈련을 위한 시뮬레이션을 통하여 최근에는 설계와 공정 최적화 부분까지 모델링이 가능합니다.

- 신속한 결과 : SRT 변화에 따른 결과를 알기 위해 3 주를 기다릴 필요가 없습니다.
- No consequences : 모델링에 실패했다고 해서 벌금이 부과되지 않습니다.
- 저비용의 테스트 : 신규 반응조, 침전조 혹은 제어시스템의 “설치” 비용이 없습니다.
- 입력자료 제어 : 신규 전략을 위해서 습한 기후를 기다릴 필요가 없습니다.

추가적으로 사용자는 필요한 만큼 학습과 반복적인 시뮬레이션을 함으로써 시뮬레이션 설정을 할 수 있고, 사용자가 편리한 곳으로 데스크 탑을 옮겨서 사용할 수 있어 공간에 구애 받지 않습니다.

시작하기

모델링과 시뮬레이션의 상당한 지식을 요구하지 않는 사용자 편의의 인터페이스를 만들기 위해서는 설계 및 계획을 주의 깊게 수행합니다. 성공적인 결과를 위해서 다음의 5 단계를 소개합니다.

1. 목적과 범위의 설정

모든 프로젝트에서 적절한 범위를 설정하는 것은 업무의 집중과 관리를 하는데 있어서 가장 중요합니다. 활성슬러지 공정의 동적 기계모델은 처리장의 물리적 생물학적 공정에 대한 모든 정보를 포함합니다. 이런 공정의 모든 부분을 검토하고자 할 때 목적에 정확히 부합되는 모델링과

시뮬레이션을 사용하는 것이 가장 중요합니다. 따라서, 플랜트 운전의 2 ~ 3 가지 중요한 개념을 설정해두고 작업하는 것이 중요합니다.

범위와 관련된 운전자의 입력은 시스템의 최종적인 사용자의 수요와 우선권을 제대로 파악하는 것이 필수적입니다. 예를 들어, 시뮬레이터를 포기, 고형물 관리 혹은 질산화-탈질화에 집중할 것인지?

이들 각각은 모델 설정과 인터페이스 설계에 있어서 다른 접근방법을 요구합니다. 따라서, 시작할 때 정확히 무엇을 설계할 것인지 확인하는 것이 필요합니다.

2. 처리 시스템의 수치모델의 생성과 보정

훈련 도구의 목적에 따라서 전체 처리 시스템의 한 부분만 모델링을 할 수도 있습니다. 예를 들어, 포기 시스템의 운전에 대해서만 훈련하고자 할 경우에는 포기조와 이차 침전지의 모델만 적용하면 됩니다. 모델 보정을 위해서, 장기간 과거 데이터와 집중적인 샘플링 자료가 복합적으로 사용됩니다. 예산에 여유가 있다면, 데이터들 간의 차이를 모델 보정을 위해서 특별히 샘플링을 하여 보강할 수도 있습니다. 설계 측면에서 볼 때, 이 과정이 지식의 필요가 많이 요구되는 부분입니다. 실제 플랜트와 모델간의 보정을 하는 것은 대부분 능숙한 직원의 경험과 지식을 토대로 합니다.

3. 문제 발생, 교육 및 학습 목적에 따른 가상의 시나리오

사용자에 의해서 설계된 다양한 시뮬레이션 시나리오들은 교육 툴의 범위와 목적에 따라 운전됩니다. 일반적으로, 시뮬레이션 설정의 단기간 시리즈는 사용자가 원하는 교육 프로그램으로 정의할 수 있습니다. 이런 시뮬레이션 시나리오는 사용자가 종종 직면할 수 있는 특정 환경을 만들어서 플랜트가 어떻게 거동할 것인지 예상하도록 하는 교육 프로그램으로 사용할 수 있습니다.

예를 들어, 우기 조건으로 시나리오를 만들어서 유입수의 동적인 변화를 주고 3 일 동안의 농도 시뮬레이션을 합니다. 사용자는 이 시나리오를 모사해서 호우 기간 동안 플랜트의 성능을 관측합니다. 그리고, 가상으로 운전 조건을 바꿔가면서 시뮬레이션을 반복합니다. (바이패스 혹은 계단식 주입 등으로 변경) 이런 방법으로 사용자는 실제 플랜트가 이와 같은 특정 상황에서 반복 시뮬레이션을 통해 플랜트를 이해할 수 있습니다.

숙련된 직원의 지식 및 노하우를 토대로 하여 플랜트가 목적인 대로 모델을 생성하고 보정합니다. 추가로, 경력직 직원들은 신입 직원이 직면하게 될 중요한 시나리오와 최대 가능성이 있는 시나리오를 정의하는데 도움을 줄 수 있습니다.

4. 플랜트 특정 인터페이스 생성

플랜트 직원들은 시뮬레이션 베이스 운전자 교육 툴을 효율적으로 사용할 수 있습니다. 소프트웨어 인터페이스는 별도의 특정 교육 없이 곧바로 적용할 수 있습니다. 대부분의 사용 시뮬레이션 소프트웨어는 가능한 유연성이 있도록 설계되었기 때문에 사용자는 수치 값을 입력하고 결과 옵션을

선택하면 됩니다. 이런 옵션은 대부분 교육 시나리오에서 필요한 것 이상이므로 추가적인 정보를 아는 것이 도움말보다 더욱 절실합니다.

따라서, 사용자 정의 운전자 교육 툴의 최대 강점은 가장 중요하게 정보를 타깃으로 인터페이스를 정의하고 나머지는 필터링 합니다. 최고의 인터페이스는 사용하기 쉽고, 사용자가 최소의 노력으로 입력과 정보를 얻을 수 있도록 하는 것입니다.

예를 들어, 하단의 사례연구 중 의 하나로, 인터페이스는 관리 제어에 기반을 두고 데이터 습득 시스템은 운전자에게 이미 친숙한 스크린으로 하는 것입니다.

5. 시스템 테스트와 현장에서의 효율적 사용

마지막 단계는 테스트와 시스템의 설치입니다. 시스템이 프로젝트의 시작부터 제대로 정의되었다면, 목적인대로 구동됩니다. 그러나 지금까지의 경험으로 보면 인터페이스의 여러 가지 부분에 대한 미세 조정과 시뮬레이션 시나리오가 필요합니다.

실제 현장에서의 경험

운전자 교육에 대한 시뮬레이션 기술이 성공적이기는 하지만, 경험적으로 교육 시스템의 장기적인 성공을 위해서 과거 몇 년 동안 계속적으로 반복되고 중요시 해야 할 사항은 다음과 같습니다.

- 시간이 흘러 플랜트를 변경할 때, 모델과 시뮬레이션 패키지를 최근 것으로 변경 하십시오
- 모델의 예상 가능한 정확도에 관련하여, 사용자의 기대치를 관리하십시오
- 모델링과 시뮬레이션을 유용한 도구로 인식하지 못하는 사용자를 위하여 사전 준비를 하십시오

모델 베이스 운전자 툴의 미래

툴 개발과 관련된 비용은 필요한 교육에 제공할 시뮬레이션 시나리오의 세부사항과 범위에 비례합니다. 북미지역의 사용자들은 이런 종류의 시뮬레이션 베이스 사용자 툴이 가치 있고, 전반적인 지식을 배우는데 있어서 중요하다고 판단합니다.

하폐수 산업에서 시뮬레이션 베이스 툴이 인정을 받음에 따라 신규 및 관심분야의 대한 고급 모델링 기술의 적용과 개발이 요구되고 있습니다. 본 보고서가 과거 데이터를 이용한 오프라인에 해당되는 반면, 온라인 도구는 매 시간 매 분의 플랜트 정보를 이용하여 모델을 개발하고 보정하여 부족한 지식과 경험을 보충 할 수 있습니다.

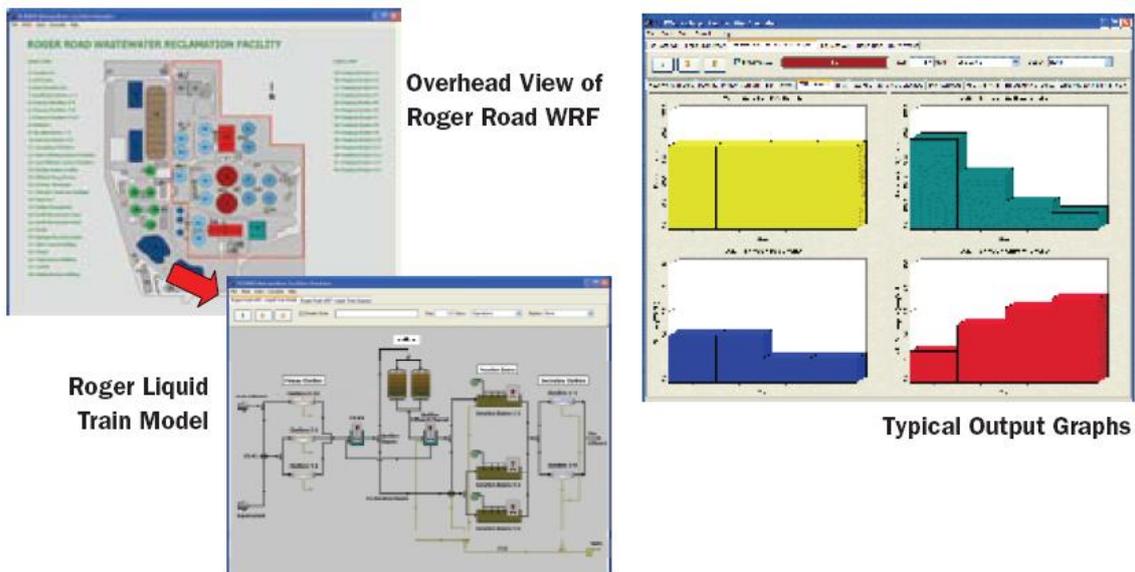
최근의 개발된 시뮬레이션 베이스 보조 도구들은 자동적으로 데이터를 불러와서 온라인 데이터로 사용하게끔 하고 있습니다. 이런 온라인 도구는 데이터를 상호 보완하여 모델을 자동 보정과, 실시간으로 단기간의 예측을 할 수 있습니다. 상당한 개발 비용과 데이터가 필요하지만 운전 직원의 온라인 모델링 보조역할로서 미래를 나타내는 것입니다.

실제 사례 모델

Prima County, Ariz.

Prima County 에서 Roger Road Water Reclamation Facility 플랜트의 현재와 향후 예상 유입유량을 평가하기 위하여 모델 베이스 툴을 설계하여 사용자에게 제공하였습니다. 또한, 운전 조건의 만일의 사태를 위한 시나리오와 비용 최적화 측면의 시나리오를 추가로 개발하였습니다.

소프트웨어 인터페이스에 사용된 그래픽 이미지는 관리 제어측면을 기반으로 하였고, 데이터 습득 혹은 SCADA 는 플랜트에서 이미 적용한 스크린을 이용합니다. 아래 그림은 툴 이용한 입력과 출력의 예시입니다.



Northeast Ohio 지역의 하수 처리장 (Cleveland)

Cleveland 의 Southery Wastewater Treatment Center 에서, 운전 직원을 위한 시뮬레이션 툴을 만들었습니다. 이 툴은 사용자가 다양한 부하조건(우기 조건) 시나리오에서 슬러지 생성량을 검토할 수 있게 하였습니다. 또한, 운전 직원은 유량분배를 최적화하고, 침전지와 탱크를 없애고 반송 슬러지와 폐슬러지 양을 변경하였으며 포기율을 조정하였습니다.

Prima County 시뮬레이션 툴과 같이, 인터페이스는 최대한 사용자 편의 위주로 설계하였습니다. 출력 그래픽은 플랜트 전체 위치 도면을 참고하여 단면도(overhead view)로 설계하였습니다. 그 외의 화면은 공정 도면을 기반으로 하여 공정을 모사하도록 하였습니다.