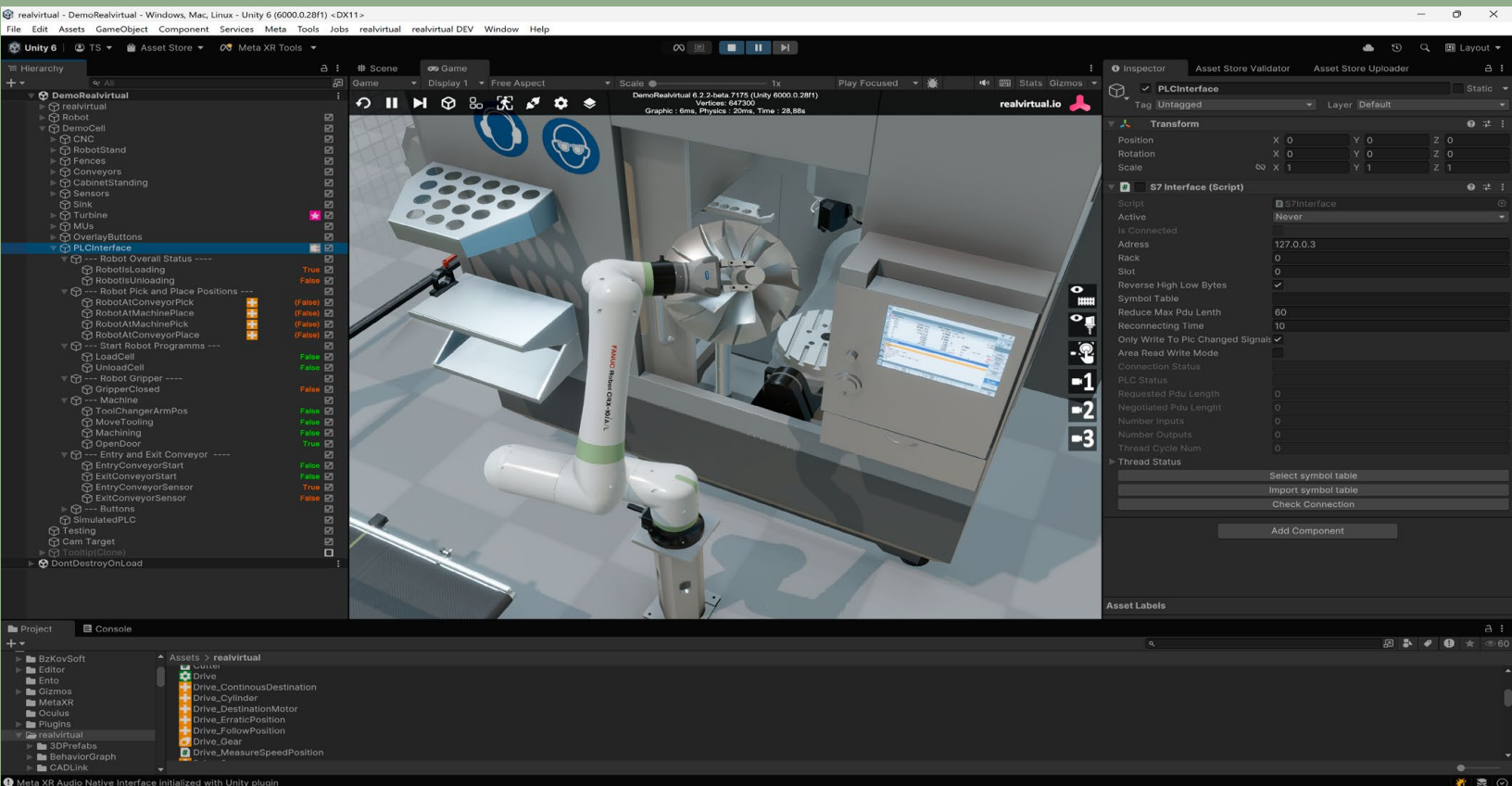




설계, 시뮬레이션, 배포: Unity로 확장성 있는 산업용 디지털 트윈 제작

저자: 토마스 스트리글, Realvirtual.io CEO

공동 저자: 토마스 포쉬피에흐, 하일브론 응용과학대학 교수 겸 OPTIMA pharma CTO



Unity 에디터를 사용하는 SEW MQTT SimInterface를 통해 SEW PLC 및 모션 컨트롤러에 연결된 가상 시운전 모델.

목차

설계, 시뮬레이션, 배포:

Unity로 확장성 있는 산업용 디지털 트윈 제작 3

로보틱스, 자동화 및 제조 팀을 위한 실무 가이드 3

예측형, 자율형 산업으로의 전환 4

산업용 디지털 트윈의 정의 및 오해 6

산업용 디지털 트윈에 Unity를 사용해야 하는 이유 8

Unity 기반 디지털 트윈의 핵심 아키텍처 11

산업용 시스템을 연동하는 방법 14

디지털 트윈의 업데이트 주기 17

디지털 트윈을 3D HMI로 사용하기

- 디지털 새도우가 사용되는 방식 18

디지털 트윈의 동작 시뮬레이션 20

Unity의 로보틱스 및 머신 모델링 베스트 프랙티스 22

AI와 디지털 트윈 - 데이터에서 의사 결정까지 26

비전 하드웨어의 대체재로 가상 카메라 사용 28

1. 실시간 피드백 루프 28

2. 비전을 넘어: 예측형 모델과 최적화 28

3. AI 지원 플랫폼으로서의 Unity 29

다양한 플랫폼에 배포 30

경험을 통해 얻은 교훈 및 흔히 발생하는 문제 32

1. 과잉 모델링을 지양하고 중요한 사안에 집중 32

2. 실시간 ≠ 프레임 속도 33

3. 단절된 사고 지양 33

4. 작게 시작하고 미리 고민하기 33

5. 경영진의 지원 유도하기 34

산업용 Unity 생태계 35

시작하기 - 첫 번째 디지털 트윈 만들기 37

저자 39



설계, 시뮬레이션, 배포: Unity로 확장성 있는 산업용 디지털 트윈 제작

로보틱스, 자동화 및 제조 팀을 위한 실무 가이드

산업 시스템이 더 스마트하고 자율적인 커넥티드 운영으로 발전함에 따라 디지털 트윈의 역할이 크게 확장되었습니다. 디지털 트윈은 단순한 정적 3D 모델이나 개별 시뮬레이션을 넘어 컨셉 구상 및 시운전부터 운영, 최적화, 교육까지 머신 및 제작 시스템의 라이프사이클 전체를 지원하는 실시간 인터랙티브 툴 역할을 수행합니다.

본 전자책은 [Unity](#) 플랫폼을 이용해 차세대 디지털 트윈을 제작하려는 로보틱스 엔지니어, 자동화 전문가, 산업 혁신가를 위한 가이드와 베스트 프랙티스를 제공합니다. 실제 활용 사례와 업계 전반의 경험을 토대로 디지털 트윈의 개념뿐만 아니라 효과적인 구현 방법을 설명하여, 디지털 트윈을 일시적인 유행어로 넘겨 버리거나 부서 간 단절이라는 한계에 부딪히는 일이 없도록 합니다.

이 가이드에서는 핵심 아키텍처 개념과 CAD(컴퓨터 지원 설계) 임포트, 키네마틱, 동작 시뮬레이션, PLC (프로그래머블 로직 컨트롤러) 연동의 베스트 프랙티스를 살펴봅니다. [Unity의 실시간 엔진](#), 개방형 C# 스크립팅 및 멀티 플랫폼 지원이 산업 응용 분야에서 어떻게 활용되는지 알아보세요. [realvirtual.io](#)와 같은 툴이 Siemens, Beckhoff, Fanuc 등과의 연동에 즉시 사용 가능한 컴포넌트와 인터페이스를 제공해 개발을 가속화하는 방법도 확인해 보겠습니다.



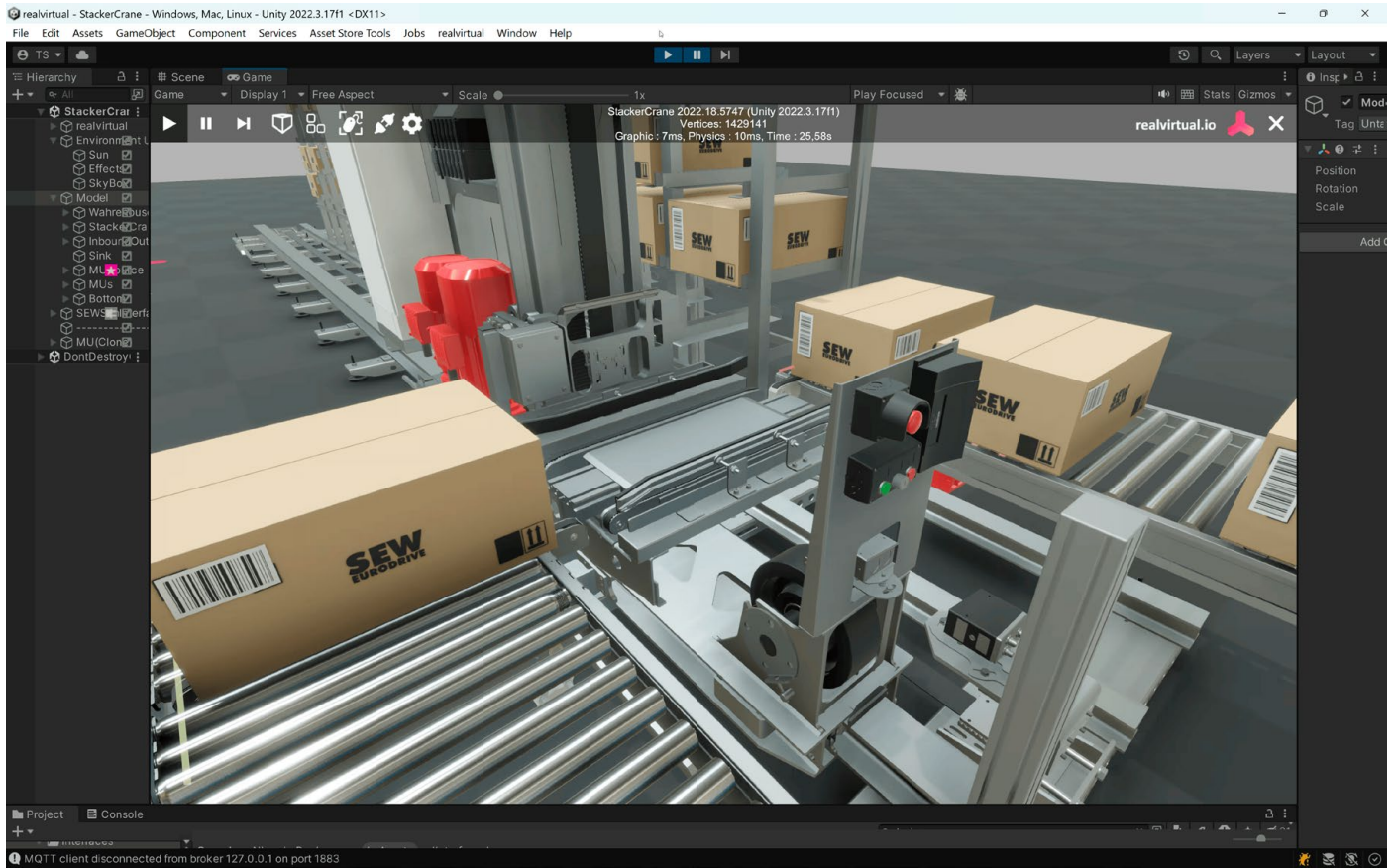
예측형, 자율형 산업으로의 전환

산업 분야의 제작은 대대적인 혁신을 겪고 있습니다. 효율을 높이고, 인건비를 감축하고, 변화하는 시장 수요에 대응할 방법을 모색하는 제조업체들이 늘어나면서 자동화 시스템은 갈수록 복잡해지고 있습니다. 로봇틱스, 자율 시스템 및 머신 기반 의사 결정이 과거에는 사람의 개입이 필요했던 작업을 대신 수행합니다.

이와 동시에 인공 지능과 같은 신기술을 통해 여러 새로운 기능이 생겨나고 있습니다. 실시간 운영 최적화, 이상치 감지 및 데이터 해석을 위해 머신러닝, 컴퓨터 비전, 대규모 언어 모델을 사용하는 경우가 갈수록 늘고 있습니다. 이러한 시스템은 더 이상 서로 격리되어 있지 않으며, 서로 연결되어 있고 동적이며 지능적으로 작동합니다.

이러한 전환이 이루어짐에 따라 해결해야 할 과제도 부상하고 있습니다. 숙련된 작업자를 찾고 유지하기가 점점 어려워지고 있으며, 공급업체와 기술이 다양해짐에 따라 상호 호환성과 모듈식 구성이 시스템의 필수 조건으로 자리 잡고 있습니다. 제작 라인에 독일의 라인 설계자, 중국의 로봇 공급업체, 멕시코의 제작 팀, 미국의 이해관계자와 제작 계획 팀과 같이 전 세계에 분산된 팀을 지원할 수 있을 만큼 유연하고 견고해야 합니다. 산업 운영은 더 이상 국지적이거나 정적이지 않습니다.

지금과 같은 새로운 현실에서, 실시간 인터랙티브 3D 환경은 더 이상 선택이 아닌 필수 요소가 되었습니다. Unity로 구동되는 디지털 트윈은 실제 세계와 디지털 세계를 연결하여 실제 생산이 시작되기 전에 시각화, 시뮬레이션, 테스트 및 의사 결정을 지원할 수 있습니다.



이미지 제공: SEW-EURODRIVE 및 [Realvirtual.io](https://realvirtual.io).



산업용 디지털 트윈의 정의 및 오해

‘디지털 트윈’이라는 용어가 지금처럼 널리 알려지기 전부터 업계에서는 이미 디지털 트윈을 사용해 제작을 계획하고 최적화했습니다. ‘디지털 팩토리’라는 개념은 1990년대 말과 2000년대 초에 컴퓨터 기술과 그래픽 카드, CAD, PLM(제품 라이프사이클 관리), 3D 모델링의 발전과 함께 부상했습니다. 이러한 툴은 실제 시운전이 시작되기 훨씬 전에 제작 환경을 가상으로 검증하는 데 사용되었습니다.

디지털 팩토리는 3D 레이아웃 계획, 머티리얼 플로 시뮬레이션, 로봇틱 시뮬레이션, 인체공학 연구와 같은 솔루션을 포괄하는 개념으로, 물리적인 위험과 비용을 최소화하면서 제작 환경을 테스트하고 설계를 개선하는 용도로 사용되었습니다.

그러나 지금은 ‘디지털 트윈’이라는 개념이 훨씬 더 포괄적인 의미로 사용됩니다. 간단한 3D 애니메이션조차 디지털 트윈으로 분류되곤 하는데, 이러한 오용이 반복되면 디지털 트윈은 실질적으로 기대할 수 있는 가치로부터 동떨어진 공허한 유행어로 전락할 수 있습니다.

진정한 산업용 디지털 트윈은 그 자체를 목적으로 만들어지지 않습니다. 제작 계획 개선, 처리량 증대, 시스템 안정성 향상, 교육 사이클 가속화, 운영 인사이트 확장이라는 구체적인 목표하에 제작됩니다. 산업용 디지털 트윈은 실제 시스템을 그대로 재현하여 동작하는 복제본으로, 실제 데이터를 반영하여 현실의 용도에 맞게 작동합니다.



디지털 트윈의 실제 **활용 사례**는 다음과 같습니다.

- **시뮬레이션:** 애니메이션뿐만 아니라 기술 데이터를 기반으로 시스템 동작을 정확하게 모델링하여 시스템의 빌드나 주문이 이루어지기 전에 문제와 병목 지점, 개선 기회를 파악합니다. 세일즈 단계 또는 초기 시스템 계획 단계에 유용합니다.
- **가상 시운전:** 실제 하드웨어에 연결하기 전에 자동화 로직, 로봇틱스 및 PLC 시스템을 테스트합니다. 더 빠른 초기 가동, 테스트 기반 자동화 개발, 안전 개념의 검증을 실현할 수 있습니다.
- **교육:** 머신 및 라인 작업자와 PLC 및 로봇틱스 프로그래머가 운용, 조작, 프로그래밍 작업을 미리 학습하도록 몰입형 교육 환경을 제공합니다.
- **AI 개발:** 합성 데이터를 학습한 머신러닝 또는 AI 비전 시스템을 사용합니다. 디지털 트윈은 최적의 AI 모델 성능을 구현하기 위한 대규모 시뮬레이션과 데이터 생성을 지원합니다.
- **운영:** 실제 시스템(디지털 새도우)에 연결되는 3D HMI(휴먼-머신 인터페이스)로 머신을 운영하여 상태, 유지 관리 요구 사항, 문제 해결 방안에 대한 실시간 피드백을 하나의 3D 컨텍스트로 통합하여 제공합니다.

디지털 트윈의 역량은 단순한 3D 키프레임 애니메이션을 크게 능가합니다. 그뿐 아니라 ‘디지털 트윈’은 예측형 유지 관리 대시보드부터 데이터 관리 표준이나 클라우드 머신 데이터 관리까지 다양한 대상을 지칭하는 경우가 많으며, 그중 다수는 3D 환경과 직접적인 관련이 없습니다.

본 가이드에서는 3D 데이터 및 실시간 시뮬레이션에 기반한 산업용 디지털 트윈에 대해 다룹니다. 본 가이드의 목표는 디지털 트윈의 일반적인 정의나 과학적인 정의를 제공하는 것이 아니라 시각화, 상호 작용, 운영 통합을 중심으로 시스템을 구축하려는 실무자에게 명확한 가이드와 인사이트를 제공하는 것입니다.

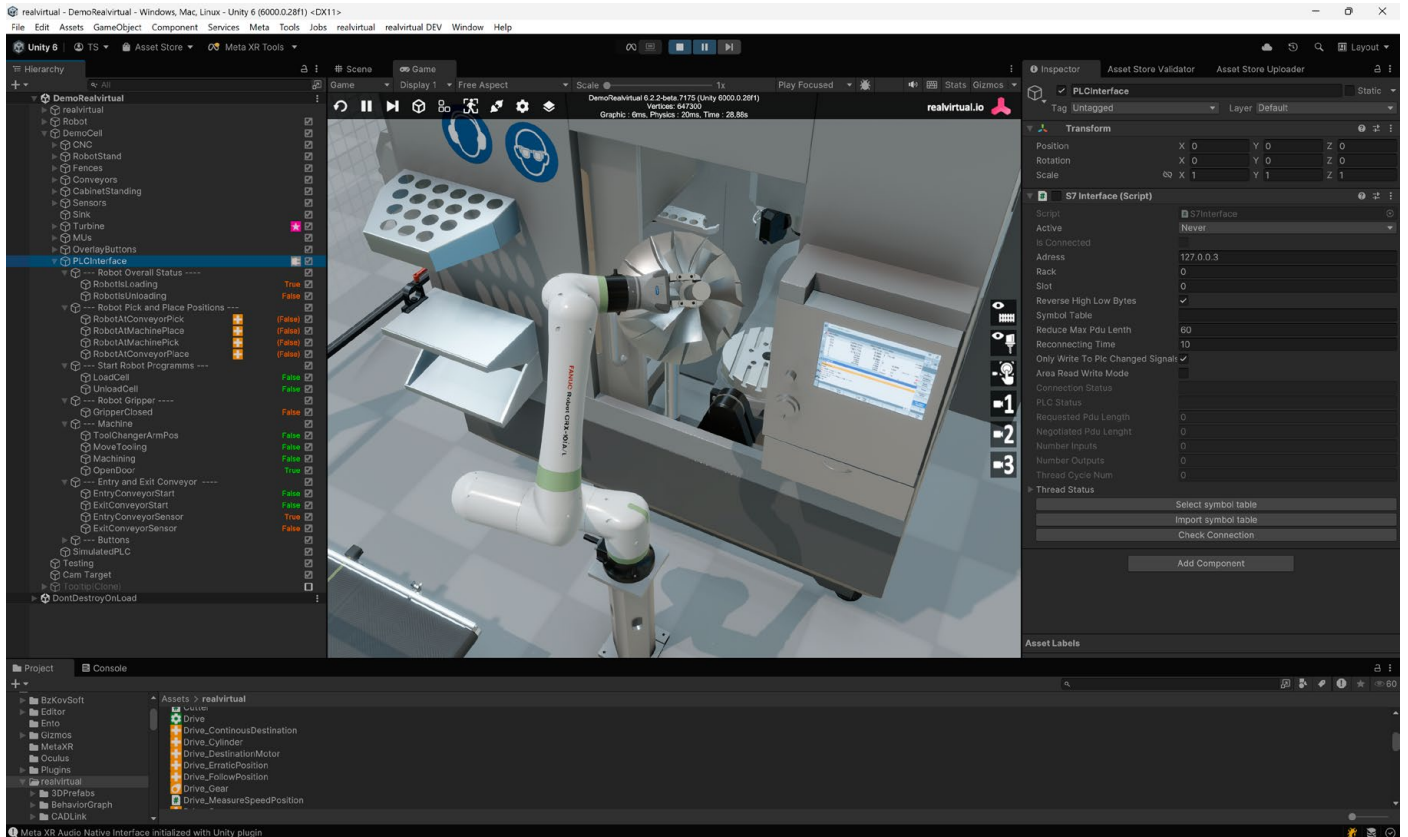


산업용 디지털 트윈에 Unity를 사용해야 하는 이유

디지털 트윈은 초기 컨셉 구상 및 세일즈 자료 시각화부터 엔지니어링과 자동화, 운영, 교육 및 서비스까지 산업 라이프사이클 전반에서 사용됩니다. 머신 또는 제작 시스템의 고성능 인터랙티브 3D 복제본은 라이프사이클의 모든 단계에서 매우 큰 가치를 지닙니다. 디지털 트윈이 세일즈 프레젠테이션, 작업자 교육 시나리오, 라이브 HMI 시스템 중 무엇에 사용되든, 그 기저에는 고품질 3D 모델이 필요합니다.

Unity는 바로 이 영역에서 뛰어난 역량을 갖추고 있습니다. Unity 제품은 본래 게임 업계를 위해 제작되었으나, 점차 Windows, Linux, macOS, Android, iOS, WebGL과 HoloLens, Quest, 산업용 AR 헤드셋 같은 XR 기기 등 다양한 하드웨어와 플랫폼의 실시간 성능을 향상하도록 설계되었습니다. 동일한 3D 모델 및 시뮬레이션 로직을 이 모든 하드웨어와 플랫폼에 최소한의 수정만으로 배포할 수 있습니다.

이러한 멀티 플랫폼 지원으로 **한 번만 빌드하면 어디에서나 재사용**할 수 있다는 강력한 워크플로가 실현됩니다. 완성도 높은 Unity 기반 3D 디지털 트윈은 세일즈 데모와 엔지니어링 테스트, 교육 모듈, 실시간 머신 모니터링 등 **조직 전체의** 여러 부서와 활용처를 지원합니다.



Unity 에디터를 사용하는 SEW MQTT SimInterface를 통해 SEW PLC 및 모션 컨트롤러에 연결된 가상 시운전 모델.

반면에 디지털 팩토리의 레거시 툴 중 대다수는 전문화·사일로화되어 있습니다. 인체공학 시뮬레이션이나 로봇의 가동 범위 연구 같은 정해진 영역에서는 우수한 성능을 내지만, 본래의 컨텍스트를 벗어나면 결과물을 쉽게 재사용하거나 연동하기 어렵습니다. 업데이트 가능한 인터랙티브 3D 환경이 아니라 정적 스크린샷이나 익스포트된 동영상을 통해서만 결과를 공유할 수 있는 경우가 많습니다.

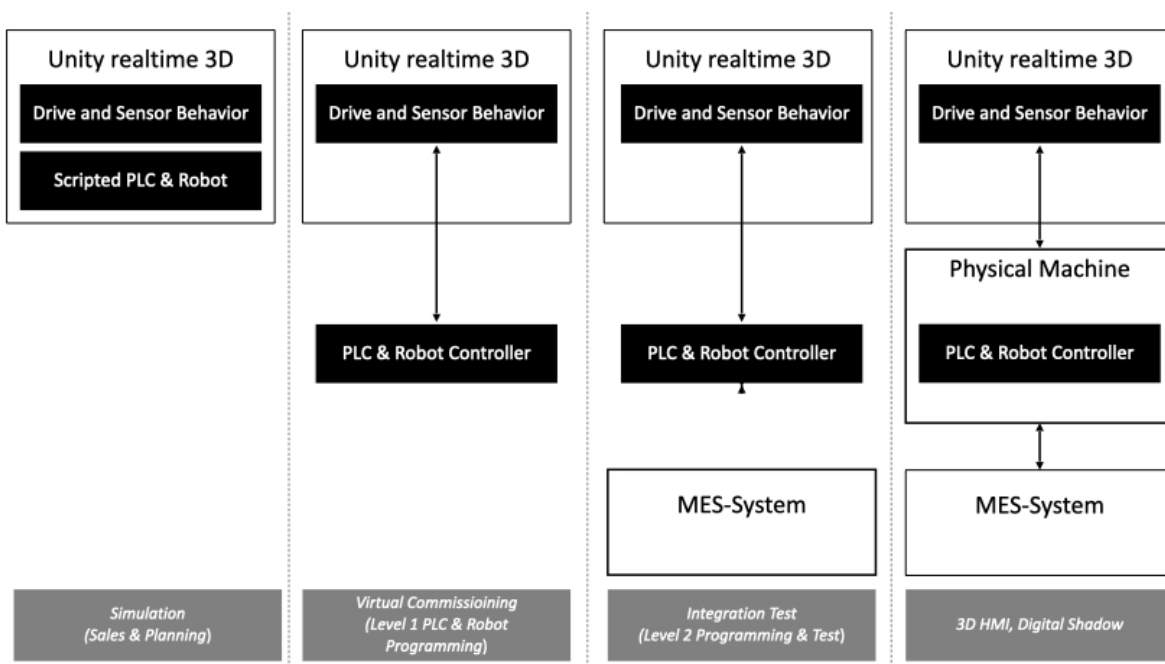
Unity의 또 다른 강점은 바로 확장 가능한 개방형 아키텍처입니다. 강력한 C# 스크립팅 API를 사용하여 모든 커스텀 로직, 인터페이스 또는 타사 시스템을 연동할 수 있습니다. 커스텀 PLC 프로토콜 핸들러나 AI 모델 런타임, 독자적인 UI 레이어 등 무엇을 빌드하든, Unity는 요구 사항을 정확히 구현하는 데 필요한 뛰어난 유연성을 제공합니다. 이 접근 방식은 사전 구성된 폐쇄형 시스템보다 복잡할 수 있지만, 이는 그만큼 제한이 없다는 의미이기도 합니다. Unity가 제공하는 기반을 바탕으로 정확히 필요한 결과물을 품질에 대한 타협 없이 제작할 수 있습니다.

Unity 개발 생태계도 마찬가지로 중요합니다. Unity는 활발하고 규모가 큰 세계적인 수준의 개발자 커뮤니티를 자랑합니다. Unity뿐 아니라 독립 개발자, 산업 파트너, 오픈 소스 기여자로 이루어진 활발한 생태계에서 제공하는 튜토리얼, 플러그인, 에셋 라이브러리, 템플릿과 기술 자료를 활용할 수 있습니다. 프로젝트를 처음부터 시작할 때도, 엔터프라이즈급 솔루션으로 확장해야 할 때도, 홀로 힘들게 고민할 필요가 없습니다.

게다가 여는 SaaS 기반 플랫폼과 달리 Unity에서는 자유롭게 배포할 수 있습니다. 특히 머신 및 자동화처럼 민감한 산업 분야에서는 클라우드 기반 인프라에만 의존하기 어려울 수 있습니다. Unity를 사용하면 디지털 트윈을 온프레미스 하드웨어로 또는 오프라인으로 로컬에서 실행할 수 있습니다.

Unity 기반 디지털 트윈의 핵심 아키텍처

디지털 트윈은 각자 다르게 제작되며, 세일즈 및 계획, 시운전, 운영 등의 응용 단계에 따라 서로 다른 통합 레벨과 기술 전문성이 요구됩니다. Unity를 사용하면 간단한 동작 기반 3D 시뮬레이션부터 라이브 제작 시스템과의 완전한 연동까지, 각 단계를 거치면서 점진적으로 아키텍처를 확장할 수 있습니다.

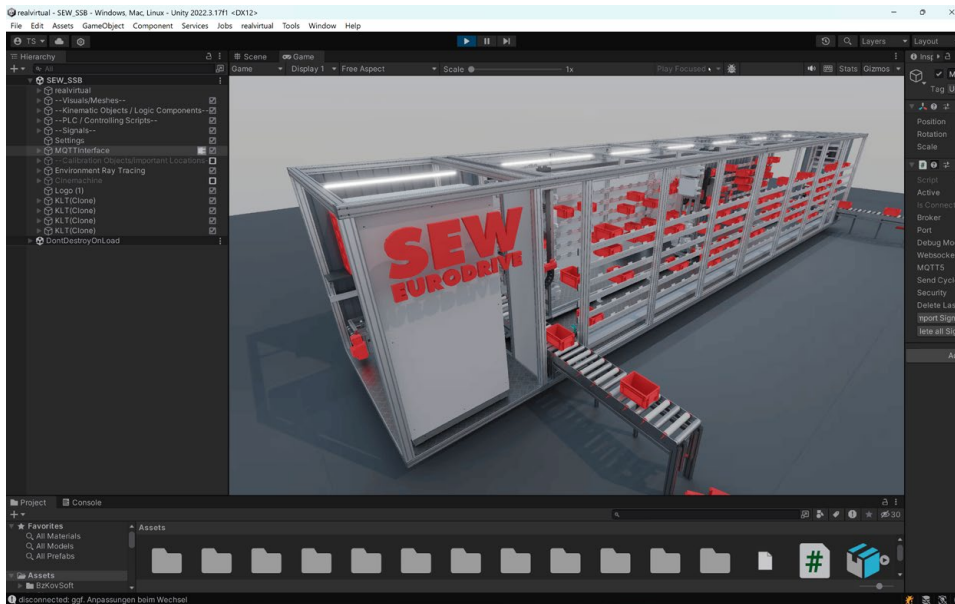


시뮬레이션부터 디지털 색도우까지: 산업용 디지털 트윈의 4가지 레벨. 이미지 제공: 토마스 스트리글



- 첫 번째 레벨에서 디지털 트윈은 **계획, 세일즈 및 시뮬레이션** 툴 역할을 수행합니다. Unity를 이용하여 스크립팅된 로직과 이벤트 기반 컴포넌트를 통해 동작을 시뮬레이션하는 인터랙티브 3D 환경을 만들 수 있습니다. 여기서 디지털 트윈과 단순한 키프레임 애니메이션의 차이를 설명할 필요가 있겠습니다. 기본적인 로직은 나중에 PLC 또는 MES 레벨에서 구현될 사항을 미리링해야 합니다. 드라이브, 액추에이터, 축은 시스템의 실제 동작을 반영하여 실제 모션 파라미터(가속, 감속, 한계, 센서 상태, 타이밍)로 모델링됩니다. 그러면 엔지니어링이 최종적으로 확정되기 전에 모션 시퀀스, 타이밍 조율 및 공간 요구 사항을 초기에 검증할 수 있습니다.
- 다음 레벨에는 실제 자동화 시스템이 연동됩니다. **가상 시운전**을 수행하면 OPC UA, Beckhoff ADS, Siemens S7과 같은 인터페이스를 통해 Unity를 실제 PLC와 로봇 컨트롤러에 연결할 수 있습니다. 제어가 시뮬레이션되는 대신 실제 제어 소프트웨어가 3D 시뮬레이션으로 테스트되어 디버깅 및 로직 검증과 현장 시운전 시간 단축이 효율적이고 안전하게 이루어집니다.
- 시스템의 성능도가 높아짐에 따라 **연동 테스트**의 중요성도 커집니다. 이 단계에서는 Unity의 디지털 트윈이 컨트롤러뿐 아니라 MES(제조 실행 시스템)에도 연결됩니다. 따라서 제작 지시 실행, 데이터 교환, 머신 간 통신을 비롯한 전체 프로세스를 시뮬레이션하고 검증할 수 있습니다. Unity는 머신, 데이터 시스템 및 실제 작업자가 어떻게 상호 작용할지 시각화하고 검증하는 실시간 오케스트레이터가 됩니다.
- 마지막으로, 가장 높은 성능도 레벨에서는 Unity가 라이브 제작 환경에서 **디지털 새도우 또는 3D HMI**로 사용됩니다. 이때 Unity는 시뮬레이션하는 것이 아니라 실재를 반영합니다. 실제 시스템이 데이터 기반 라이브 3D 환경에 미리링되어 실제 머신 상태, 센서 수치, 경보, 성능 표시기를 보여 줍니다. 작업자는 로컬에서 또는 원격으로 이 시각화 정보와 상호 작용하며 시스템 상태를 파악하고, 문제를 진단하고, 컨텍스트 정보에 시각적으로 액세스할 수 있습니다.

Unity는 모든 단계에서 실제 데이터를 연동하고, 실제 물리적 작동 방식과 머신 동작을 시뮬레이션하고, 콘텐츠를 확장 가능한 모듈식 방식으로 구성합니다. 오프라인에서 계획에 사용되든 온라인에서 실시간 운영에 사용되든, Unity 기반 디지털 트윈은 시스템과 함께 성장하며 팀, 단계, 기술을 하나의 플랫폼으로 통합합니다.



SEW MOVI-C® 컨트롤러에 연결된 realvirtual.io 및 Unity를 기반으로 가상 시운전에 사용되는 디지털 트윈(자동화 및 설계 개발: INperfection GmbH).
이미지 제공: SEW-Eurodrive 및 [Realvirtual.io](https://realvirtual.io)

산업용 시스템을 연동하는 방법

산업용 시스템을 연동하려면 PLC, 로봇, MES(제조 실행 시스템)뿐만 아니라 산업 환경에서 연결된 컴포넌트와의 통신을 설정해야 합니다. 여기에는 하나의 답이 정해져 있지 않으며, 올바른 방식은 어떤 데이터를 얼마나 자주 교환해야 하는지, 지연 시간 요구 사항은 어떠한지에 따라 달라집니다.

OPC UA(개방형 플랫폼 통신 통합 아키텍처)와 같은 표준화된 통신 프로토콜은 견고한 구조와 시맨틱 상호 호환성이 실시간 속도보다 중요한 MES 레벨 데이터 교환에 효과적입니다. 반면에 실제 로봇 또는 축 모션을 시뮬레이션하는 경우처럼 빠르고 주기적인 통신이 필요한 경우에는 Siemens S7 TCP-IP나 Beckhoff ADS와 같은 벤더 전용 프로토콜이 더 나은 성능을 제공하는 경우가 많습니다.

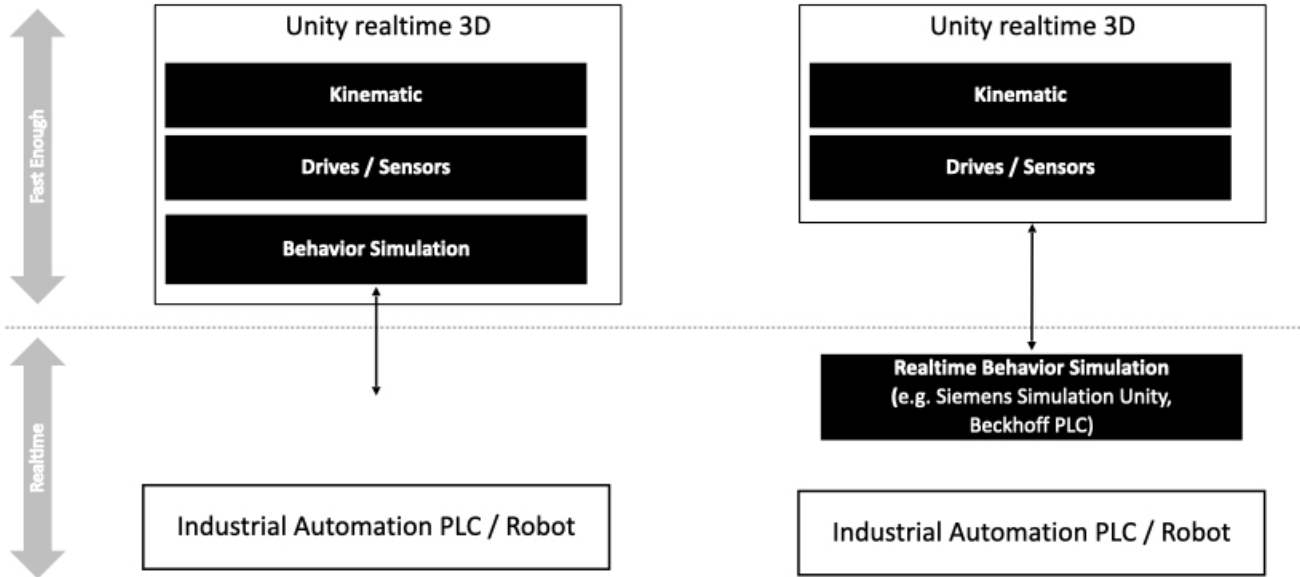
높은 수준의 시간 정확도로 현실의 빠른 프로세스를 미러링해야 하는 디지털 트윈의 경우, 올바른 프로토콜을 선택하는 것이 중요합니다. 부드럽고 사실적인 모션과 실시간 피드백을 구현하려면 지연 시간이 낮고 빈도가 높은 통신이 요구되는데, 범용 산업 프로토콜로는 이를 효율적으로 지원하기 어렵습니다.

이 컨텍스트에서 '실시간'이 실제로 무엇을 의미하는지 파악해야 합니다. 산업 자동화에서 실시간 통신은 결정론적 타이밍(지정된 시간 안에 데이터가 안정적이면서 예측 가능하게 제공된다는 보장)을 가리킵니다. Windows 같은 대부분의 범용 운영 체제는 기본적으로 실시간 통신을 지원하지 **않습니다**. 다양한 시나리오에서 좋은 성능을 보일 수 있으나, 특정 폐쇄 루프 응용 분야에 요구되는 마이크로초 또는 밀리초 단위의 일관성을 보장하도록 설계되지 않았습니다.

그렇기는 하지만, 대부분의 디지털 트윈 사용 사례에서는 완전 실시간 시뮬레이션이 **필요하지 않습니다**. 많은 산업용 모션 컨트롤러가 높은 정확도로 내부 드라이브 동작을 시뮬레이션합니다. 이러한 시나리오에서는 빠르고 안정적인 업데이트 속도로 드라이브 위치와 상태 데이터를 교환할 수만 있으면 충분한 경우가 많습니다.

시뮬레이션의 정확도는 Unity에서 엄격한 실시간 실행을 달성하는 것보다 업데이트 빈도와 제어 구조에 더 많은 영향을 받습니다.

Siemens SIMIT 및 **시뮬레이션 유닛**이나 **Beckhoff의 EtherCAT Simulation** 같은 산업 솔루션은 전용 시뮬레이션 하드웨어나 미러링된 PLC 아키텍처를 통해 높은 정확도로 실시간 동작에 대한 데이터를 제공합니다. Unity는 이러한 시뮬레이션 레이어에 대해 시각적인 인터랙티브 프런트엔드 기능을 수행할 수 있으며, 시뮬레이션 레이어의 정밀한 타이밍을 활용하는 한편 검증과 시각화 및 교육을 위해 고성능의 유연한 3D 환경을 제공합니다. 이러한 이유로 디지털 트윈 연동 시스템을 설계할 때는 프로토콜 성능과 런타임 환경이 모두 중요합니다.



실시간 또는 '충분히 빠른' 동작 시뮬레이션. 이미지 제공: 토마스 스트리글

Unity는 산업용 통신 프로토콜에 대한 빌트인 지원을 제공하지 않습니다. 그러나 개발자는 확장성 있는 개방형 C#/.NET 환경을 사용하여 거의 모든 커스텀 또는 표준 통신 레이어를 연동할 수 있습니다.

이 개방형 접근 방식은 개발자가 독자적인 하드웨어 연결, 에지-디바이스 인터페이스 구현 등의 응용 분야에 맞게 통신 로직을 구현할 수 있는 완전한 유연성을 제공합니다. Unity는 여러 폐쇄형 또는 사일로화된 시스템과 달리 인위적인 제약을 적용하지 않기 때문에 개발 팀은 원하는 솔루션을 제한 없이 제작할 수 있습니다.

realvirtual.io와 같은 툴은 로우레벨 PLC 전용 채널(S7, Beckhoff ADS, 이더넷/IP 등)부터 하이레벨 IoT 및 클라우드 지원 프로토콜(MQTT(Message Queuing Telemetry Transport) 등)까지 다양한 산업용 프로토콜에 대한 Unity 네이티브 액세스를 제공하여 이러한 간극을 해소합니다.

Unity는 이처럼 뛰어난 유연성을 갖추고 있어, 빠른 실시간 애플리케이션과 비교적 느린 이벤트 기반 시스템 레이어 중 어느 쪽에도 적합하게 설정할 수 있습니다. 라이브 시운전 환경을 제작하든 분산 MES 인터페이스를 제작하든, Unity는 아키텍처를 사전 정의된 통신 모델에 억지로 맞추지 않고 통합 요구 사항에 맞게 구성할 수 있습니다.



▶ realvirtual.io 6: 산업용 고성능 개방형 시뮬레이션

정리하면, 올바른 통신 프로토콜을 선택하려면 구현 편의성, 성능 특성, Unity 측과 자동화 시스템 측에서 사용 가능한 기술 솔루션과 같은 여러 요인을 고려하고 타협해야 합니다. 모든 경우에 적합한 만능 프로토콜은 존재하지 않습니다. 최적의 프로토콜은 활용처, 기술 환경, 디지털 트윈에 요구되는 정확도에 따라 달라집니다.

전문가 팁: Unity 애플리케이션에 자동화 프로토콜을 연동하려는 OEM(오리지널 장비 제조업체)은 WebSocket 기반 통신 레이어로 시작하는 것이 권장됩니다. 이 방식은 모바일, 데스크톱 및 WebGL 배포 등 높은 수준의 플랫폼 유연성을 제공하는 동시에 탄탄한 성능과 실시간 응답성을 발휘합니다. realvirtual.io Beckhoff HMI 인터페이스나 MQTT 같은 솔루션에서 이러한 유연성을 볼 수 있습니다.



디지털 트윈의 업데이트 주기

디지털 트윈을 설계할 때 흔히 제기되는 질문은 통신 속도를 어느 수준으로 설정해야 하는지입니다. 응용 분야에 따라 다르지만, 일반적으로는 대부분의 산업용 사용 사례에서 부드러운 모션과 정확한 상태 피드백을 보장하려면 **10~50밀리초**의 업데이트 주기가 적당합니다. 모션 시각화, 드라이브 동기화, 센서 에뮬레이션 같은 응용 분야에서는 일반적으로 이 정도면 적합합니다. 느린 제어 레이어나 모니터링 전용 시스템의 경우에는 **100~200밀리초**의 업데이트 주기로도 충분할 수 있습니다.

반면에 안전 시뮬레이션이나 HIL(하드웨어 인 더 루프)처럼 시간이 중요한 시나리오나 폐쇄 루프 제어 시나리오에는 **5밀리초** 미만의 업데이트 주기가 필요합니다. 이러한 시나리오에서는 신중한 엔지니어링을 바탕으로 시뮬레이션 아키텍처 및 플랫폼을 선택해야 합니다.



디지털 트윈을 3D HMI로 사용하기 - 디지털 새도우가 사용되는 방식

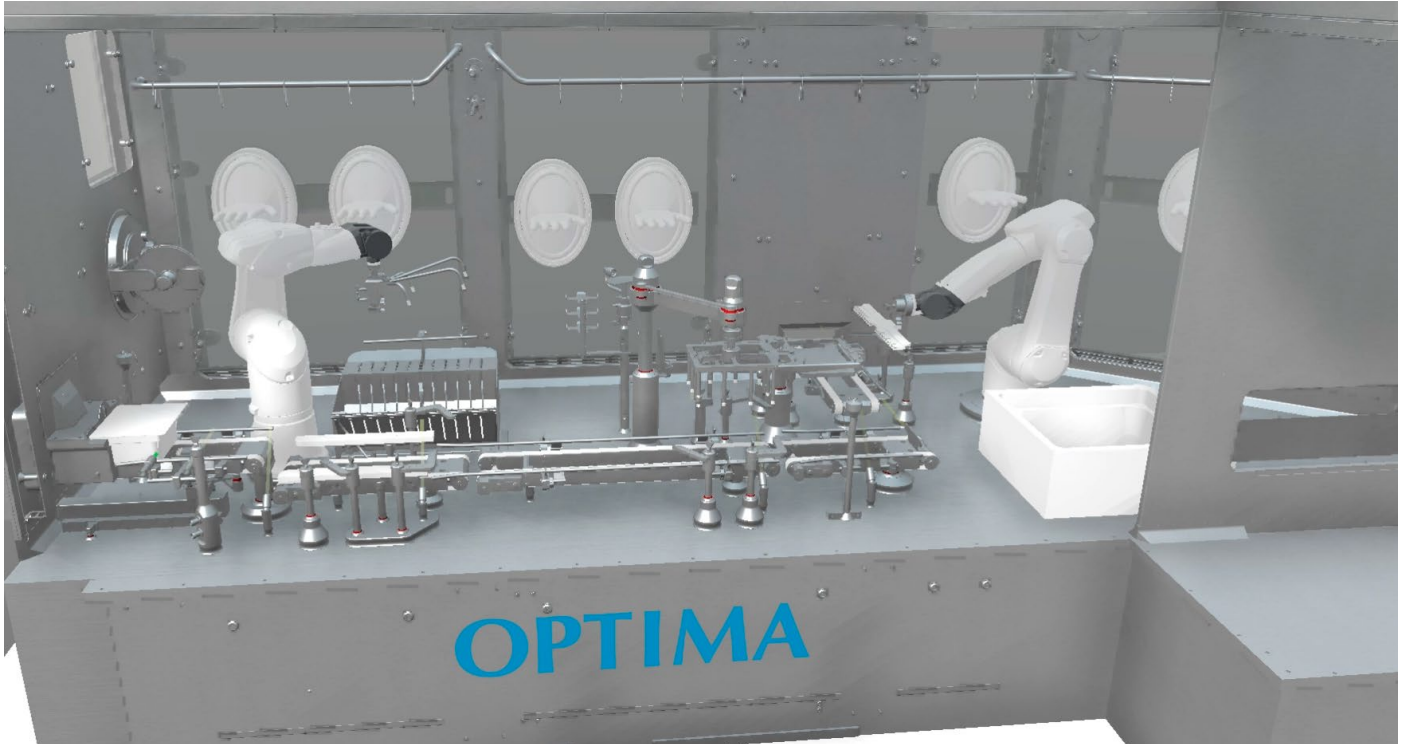
디지털 트윈은 단순히 시뮬레이션과 시운전에만 사용되는 것이 아닙니다. 실제 자동화 시스템에 연결하면 머신 및 프로세스를 위한 실시간 인터랙티브 비주얼 인터페이스 역할을 수행하는 강력한 운영 톨로 진화합니다. 이러한 역할을 수행하는 디지털 트윈을 ‘디지털 새도우’(머신 또는 라인의 실제 상태, 로직 및 성능을 반영하는 실시간 3D 표현)라고 합니다.

Unity 기반 3D HMI는 평면 패널에 기호 데이터를 표시하는 기존의 HMI와 달리 시스템에 대한 몰입형 공간 뷰를 제공합니다. 머신의 구조와 레이아웃이라는 컨텍스트에서 무슨 일이, 언제, 어디서, 왜 일어나는지 보여 줍니다. 따라서 작업자 또는 기술자가 화면에서 수치만 볼 수 있는 것이 아니라, 실제 위치에서 상태가 변경된 머신, 트리거된 센서, 움직이는 드라이브와 현재 발생한 오류를 디지털 트윈으로 확인할 수 있습니다.

3D 인터페이스는 머신에 있는 센서와 컴포넌트의 ID, 센서 상태, 부품 위치, 오류 메시지를 표시합니다. 또한 유지 관리 지침을 표시하고, PLC 변수에 액세스하고, 실시간 데이터와 과거 데이터를 표시합니다. 확장된 시나리오에서는 문제를 예측하고, 조치를 추천하고, 복잡한 시스템 동작을 설명하는 등 AI에 의해 생성된 인사이트를 제공할 수도 있습니다.

콘텐츠를 뒷받침하는 실시간 3D 컨텍스트를 연결할 수 있다는 것도 큰 장점입니다. 예를 들어 결함이 발생했을 때 3D 뷰에서 영향을 받는 머신 컴포넌트를 클릭하면 서비스 매뉴얼, 유지 관리 지침 또는 문제 해결 가이드에 즉시 액세스할 수 있습니다. 이 기능은 검색에 드는 시간을 최소화하고, 아직 숙련도가 낮은 작업자가 HMI 내에서 더 효율적으로 문제를 해결하도록 도와 줍니다.

Unity는 여러 플랫폼을 지원하기 때문에 다양한 방식으로 3D HMI를 경험하게 될 수 있습니다. 데스크톱이나 작업 현장 패널에서는 3D HMI가 기존 인터페이스의 일부일 수 있습니다. 태블릿이나 모바일 기기에서는 3D HMI가 휴대용 진단 툴이 됩니다. VR 헤드셋이나 AR 안경에서는 교육, 지원, 고도로 복잡한 문제 해결에 활용할 수 있는 몰입형 협업 환경으로 발전합니다.



제약 부문 제작의 가상 시운전을 위한 디지털 트윈. 이미지 제공: Optima Pharma GmbH

임베디드 및 산업용 사용 사례에서는 Unity 애플리케이션을 Linux 기반 산업용 PC에 배포할 수 있으며, 특정 구성에서는 커스텀 또는 컨테이너화된 런타임 환경을 지원하는 최신 PLC 하드웨어에서 곧바로 실행할 수 있습니다.

Unity의 WebGL 빌드 옵션을 사용하면 3D HMI를 기존 웹 기반 HMI 플랫폼에 직접 연동하여 별도의 애플리케이션 없이 브라우저 기반 대시보드로 실시간 3D 시각화를 구현할 수 있습니다.

3D HMI는 복잡하지 않은 방식으로도 충분히 가치를 창출할 수 있습니다. 몇 가지 신호를 시각화하거나 상태 표시기를 3D 레이아웃으로 표시하는 것만으로도 기존의 HMI로는 창출할 수 없었던 가치를 제공합니다. 다양한 산업용 인터페이스와 전용 HMI 기능을 제공하는 [realvirtual.io Professional](https://realvirtual.io) 같은 툴을 사용하면 곧바로 라이브 PLC에 연결하고, 실제 센서 데이터를 컨텍스트와 함께 표시하고, 디지털 새도우를 제작할 수 있습니다.

현재의 3D HMI는 실시간 센서 상태와 작업자 피드백에 초점을 맞추고 있지만, 이는 다음 단계를 여는 통로로서의 역할을 합니다. 앞으로는 AI 기반 의사 결정 지원, 원격 협업, 그리고 현재 상황을 파악할 뿐만 아니라 미래의 상황까지 예측하는 컨텍스트 인식 인터페이스로 발전하게 될 것입니다.



디지털 트윈의 동작 시뮬레이션

디지털 트윈은 일반적으로 Unity로 임포트되어 키네마틱 구조체로 변환되는 3D CAD 모델에서 출발합니다. 각각의 축, 액추에이터 또는 기계적 연결 구조는 모션 방향, 물리적 한계 및 계층 관계를 사용하여 정의됩니다. 하지만 이러한 트윈이 단순한 시각화 툴 이상의 역할을 수행하게 만들려면 **동작 시뮬레이션 레이어**, 즉 PLC 또는 로봇 컨트롤러에서 제공된 제어 신호가 물리적인 움직임으로 변환되는 방식을 정의하는 로직이 필요합니다.

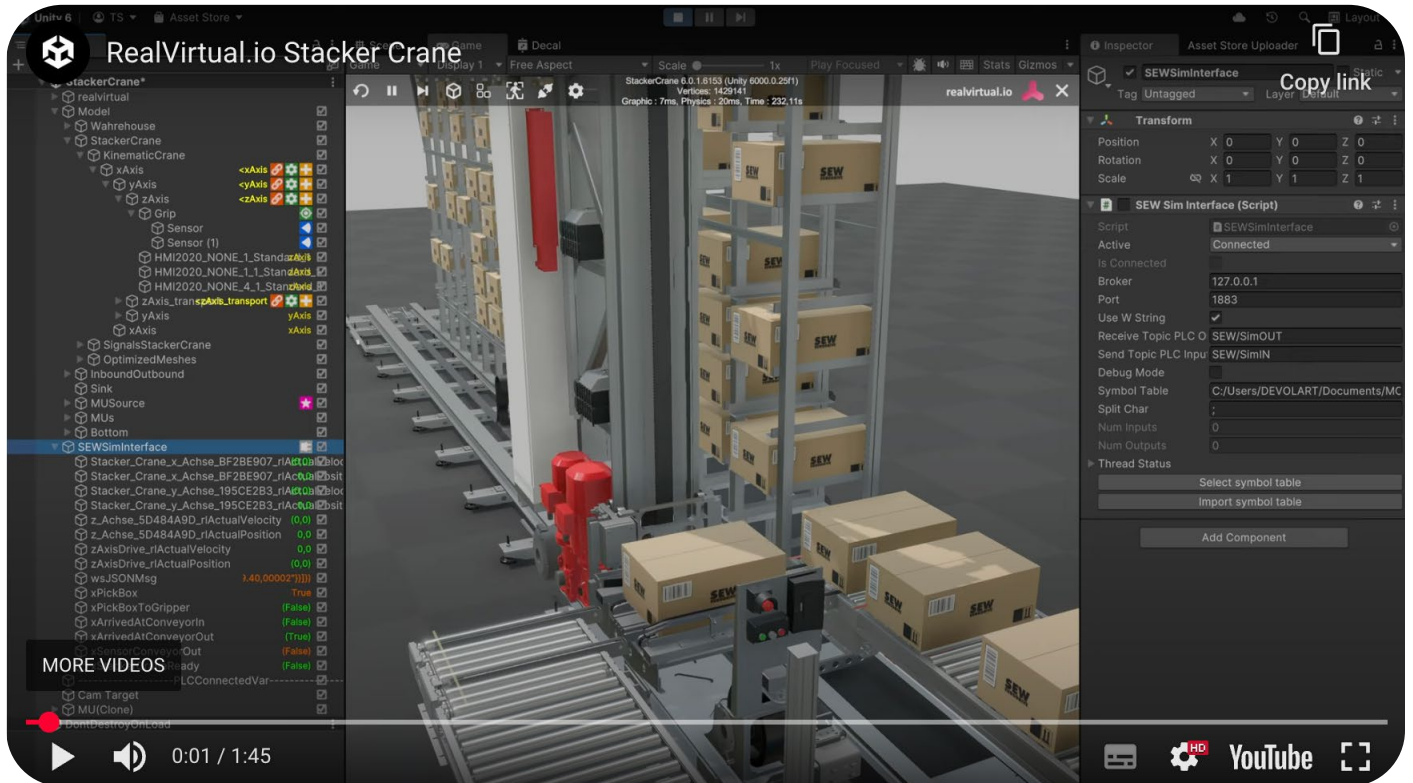
동작 시뮬레이션은 디지털 트윈의 동적 응답(드라이브가 가속 또는 감속되는 속도, 타겟 위치에 도달하는 방법, 센서 상태가 트리거되는 방식, 기계적 제약이 적용되는 방식)을 나타냅니다. 이를 통해 시뮬레이션이 자동화 제어하에 이루어지는 시스템 동작을 현실적으로 반영할 수 있으며, 배포에 앞서 초기 검증, 기능 테스트, 성능 분석을 진행할 수 있습니다.

동작 시뮬레이션은 시퀀스, 인터록, 타이밍의 테스트를 위해 정밀한 동작이 필수적인 상세한 시스템 시뮬레이션과 가상 시운전에서 특히 중요합니다. 반면에 교육 애플리케이션이나 3D HMI 시스템에는 대체로 드라이브의 상세한 내부 시뮬레이션이 요구되지 않습니다. 외부 컨트롤러나 시뮬레이션 시스템으로부터 하이레벨 위치나 상태 데이터를 수신할 수만 있으면 됩니다.

동작 시뮬레이션은 Unity 내부에서 C# 스크립팅과 물리 기반 로직을 사용하거나, 외부에서 표준 시뮬레이션 툴을 사용해 구현할 수 있습니다. [MATLAB/Simulink](#)와 같은 솔루션, [FMI/FMU 기반 모델](#), Siemens SIMIT와 Beckhoff 시뮬레이션 유닛 같은 시스템은 Unity에 3D 시각화 및 상호 작용 레이어로 연결된 상세한 동작 시뮬레이션을 제공합니다.



시스템의 복잡도와 검증된 시뮬레이션 모델의 유효성에 따라 최적의 옵션은 다를 수 있습니다. 예를 들어 테스트를 거친 상세한 드라이브나 프로세스 시뮬레이션이 시스템 엔지니어링 워크플로의 일부로 MATLAB Simulink에 이미 존재한다면 해당 모델을 재사용하여 Unity의 3D 환경에 연결하는 것이 효과적일 수 있습니다.



<https://www.youtube.com/watch?v=EaAk8iWKfUg>

realvirtual.io 같은 툴킷은 Unity 내부의 동작 시뮬레이션과 Simulink 또는 SIMIT 같은 외부 툴과의 연동에 대한 지원을 바탕으로 이러한 유연성을 제공합니다. 개발자와 OEM은 이를 모듈식 아키텍처로 활용할 수 있으며, 여기서 Unity는 기존 엔지니어링 툴에 맞게 조정되고 여러 시뮬레이션 덤스에 걸쳐 확장되는 실시간 3D 플랫폼 역할을 수행합니다.



Unity의 로보틱스 및 머신 모델링 베스트 프랙티스

Unity로 산업용 머신의 정확하고 관리하기 쉬운 디지털 트윈을 제작하려면 3D 모델을 임포트하는 것뿐만 아니라 실제 기능, 구조와 제어 로직을 반영하는 엄격한 모델링 접근 방식이 필요합니다. 목표는 단지 머신을 시각화하는 것이 아니라 계획, 엔지니어링, 교육, 운영 등 라이프사이클 전반에 걸쳐 머신을 시뮬레이션하고 의미 있는 방식으로 상호 작용하는 것입니다.

1. 스마트 CAD 임포트로 엔지니어링과 시뮬레이션 연결

먼저 [Unity Industry](#) 또는 [realvirtual.io](#)에 포함된 [Unity Asset Transformer](#)(이전 명칭: Pixyz) 같은 툴을 사용하여 CAD 데이터를 임포트합니다. 양측 모두 [STEP](#)(제품 데이터 교환 표준), [SolidWorks](#), [CATIA](#) 등의 다양한 표준 CAD 포맷을 지원합니다. 이러한 툴은 네이티브 CAD 파일에 직접 액세스하도록 지원하는 동시에 최적화된 실시간 사용을 위해 필터링, 테셀레이션 제어 및 머티리얼 할당 기능을 제공합니다. 올바른 CAD 임포트는 안정적이고 효율적인 디지털 트윈의 기반입니다.

임포트 과정에서 파라메트릭 CAD 지오메트리가 (실시간 렌더링 및 시각화에 필요한) 테셀레이션된 메시로 변환됩니다. Unity는 이 변환을 통해 복잡한 산업용 모델을 뛰어난 성능으로 시각화하고 상호 작용할 수 있습니다.

시각적 명확도와 시뮬레이션 성능이 균형을 이루는 메시 품질을 선택하세요. 목표는 나사 홈이나 정밀한 챔퍼 하나까지 모두 묘사하는 것이 아닌, 머신 또는 컴포넌트의 핵심적인 시각적 정체성과 공간 정확도를 보존하는 것입니다. 메시가 지나치게 상세하면 렌더링 부하를 증가시켜 성능에 큰 영향을 줄 수 있습니다. 모바일 기기나 WebGL 배포처럼 제약이 있는 플랫폼에서는 그 영향이 한층 커집니다. 대부분의 실시간 활용 사례에서는 간결하고 단순한 지오메트리가 가장 효과적입니다.

적절한 임포트 툴과 파이프라인을 사용한다면 CAD 측에서는 수동 데이터 준비 작업이 필요 없습니다. CAD 시스템은 항상 신뢰할 수 있는 기준 데이터 역할을 하며 지오메트리에 대한 소유권을 유지해야 합니다. 그렇기 때문에 빠르고 원활하며 업데이트 가능한 임포트 파이프라인이 매우 중요합니다.

2. 키네마틱 계층 정의

사실적인 모션 및 자동화 동작을 구현하려면 실제 머신의 기계적 구조를 미러링하는 키네마틱 계층 구조를 정의해야 합니다. CAD 모델이 움직이는 컴포넌트를 반영하도록 구성되어 있다면(예: 각 회전축 또는 선형축이 별도의 트랜스폼 노드에 배치되어 있음) 좋겠지만 실제 환경에서는 이런 경우가 드뭅니다. 대부분의 CAD 어셈블리는 실시간 시뮬레이션이 아니라 제조를 위해 구성되어 있으므로 추가적인 준비 작업이 없으면 곧바로 사용하기가 어렵습니다.

한 가지 방법은 올바른 키네마틱 체인이 설정되도록 Unity에서 **게임 오브젝트 계층 구조**를 수동으로 재구성하는 것입니다. 그러나 원본 CAD 데이터에 대한 연결이 끊긴다는 단점이 있습니다. Unity에서 구조가 변경되면 더 이상 자동 업데이트가 작동하지 않는데, 이는 CAD 모델이 빈번하게 변경되는 프로젝트에서 큰 걸림돌이 됩니다.

이때 realvirtual.io 같은 툴을 사용하면 상당한 도움이 됩니다. realvirtual.io는 원본의 구조를 수정하지 않으면서 임포트된 CAD 계층 구조와 동일한 키네마틱 계층 구조를 정의하는 기능을 제공합니다. 즉, CAD 데이터는 그대로 유지하고 그 위에 모션 로직, 동작 및 축 관계를 오버레이할 수 있습니다.

더욱 중요한 것은 realvirtual.io가 비파괴식 CAD 업데이트를 지원한다는 점입니다. 새로운 CAD 파일이 임포트되어도 기존 시뮬레이션 로직, 축 구성 및 컴포넌트 레퍼런스가 그대로 유지됩니다. 따라서 수동 재작업이나 재구성 없이도 디지털 트윈이 기계 설계와 함께 진화하는 연속적이고 애자일한 개발 프로세스를 구현할 수 있습니다.

Unity에서 키네마틱을 구현할 때는 두 가지 아키텍처 접근 방식을 사용할 수 있습니다.

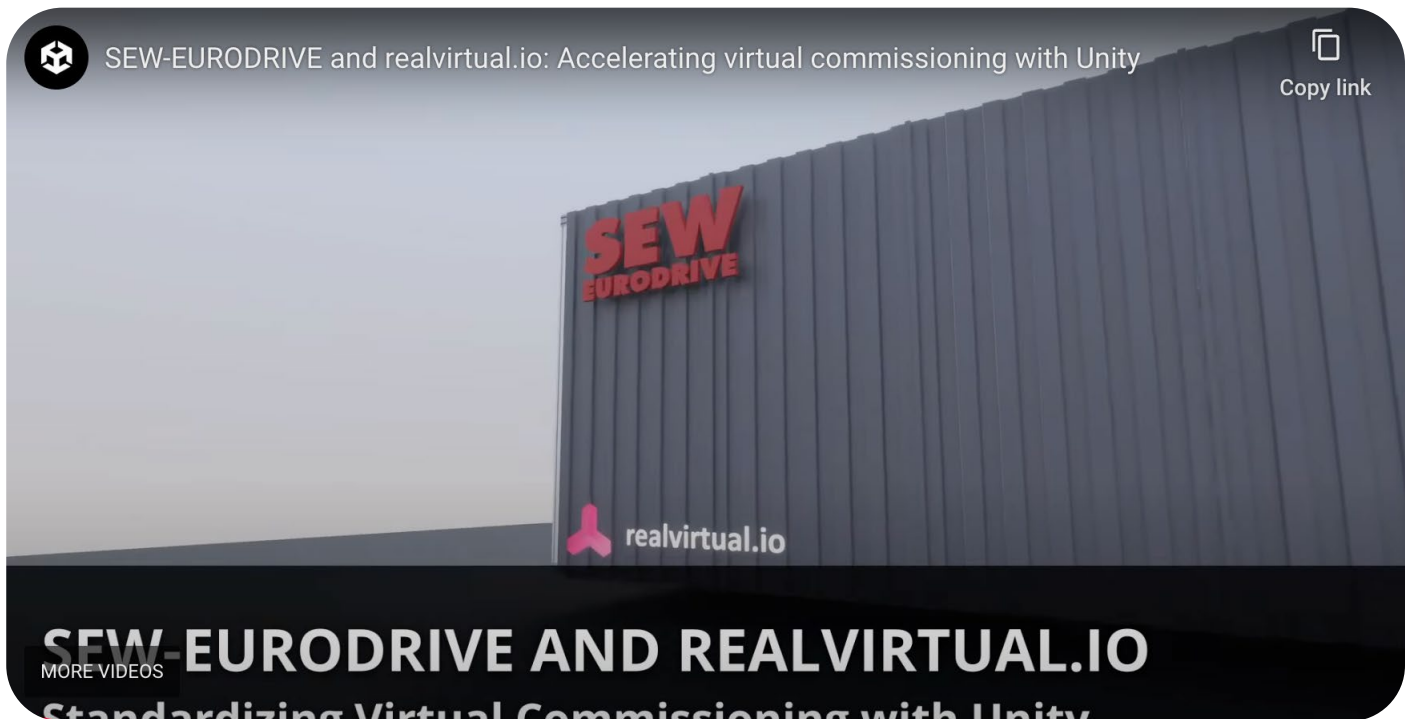
- **게임 오브젝트 트랜스폼 계층 구조:** 대부분의 산업용 애플리케이션에서 가장 현실적이고 안정적인 접근 방식입니다. 로봇, 갠트리, 픽 앤 플레이스(pick-and-place) 메커니즘 같은 정의된 모션 경로가 있는 시스템에서 중첩된 단순한 게임 오브젝트 트랜스폼을 사용하면 모션 컨트롤러 또는 로봇 프로그램의 주기적 위치 업데이트를 통한 정밀한 제어가 가능합니다. 관리하기 쉽고 성능이 뛰어나며 모든 플랫폼에서 안정적으로 작동합니다.
- **PhysX 조인트 기반 키네마틱:** Unity의 물리 엔진은 리지드바디와 조인트(예: 힌지 조인트, 구성 가능한 조인트)를 사용하여 기계적 제약을 시뮬레이션할 수 있습니다. 실시간 물리적 상호 작용, 충돌 또는 유연한 동작이 필요한 사용 사례에서 유용합니다. 단, 외부 제어 시스템에 의해 구동될 때는 더 복잡하고 덜 결정론적이라는 단점이 있습니다.

대체로 가장 좋은 접근 방식은 예측 가능한 고성능 키네마틱 제어에는 게임 오브젝트 계층 구조를 사용하고, 충돌 또는 유연한 기계 동작 시뮬레이션처럼 물리적 반응 동작이 필요한 때는 PhysX 기반 키네마틱을 사용하는 것입니다.

적절한 키네마틱 아키텍처를 선택하고 유연한 비파괴식 업데이트를 지원하는 툴을 사용하면 디지탈 트윈이 확장 가능하고 관리하기 쉬우며 엔지니어링 데이터 및 자동화 시스템과 동기화된 상태로 유지되도록 할 수 있습니다.

3. 동작 시뮬레이션을 위한 설계

전자책 1부에서 설명하는 대로, 동작 시뮬레이션은 디지탈 트윈에 모션 로직을 더해 줍니다. 편하게 관리할 수 있도록 드라이브 로직을 시각화로부터 분리하세요. 또한 모듈식 스크립트나 상태 머신을 사용하여 각 컴포넌트가 제어 입력에 응답하는 방식을 정의합니다. 비슷한 머신에는 동작 템플릿을 재사용하고, 트윈이 시뮬레이션 입력과 실제 입력 간에 손쉽게 전환할 수 있도록 라이브 컨트롤러 통합으로부터 시뮬레이션 로직을 분리합니다. 이 작업은 realvirtual.io로 간편하게 처리할 수 있으며, C# 스크립팅 기반에서 자체적으로 이러한 방식을 개발할 수도 있습니다.



<https://youtu.be/z7Y7FRSfQVc>

4. 씬의 모듈성 구성

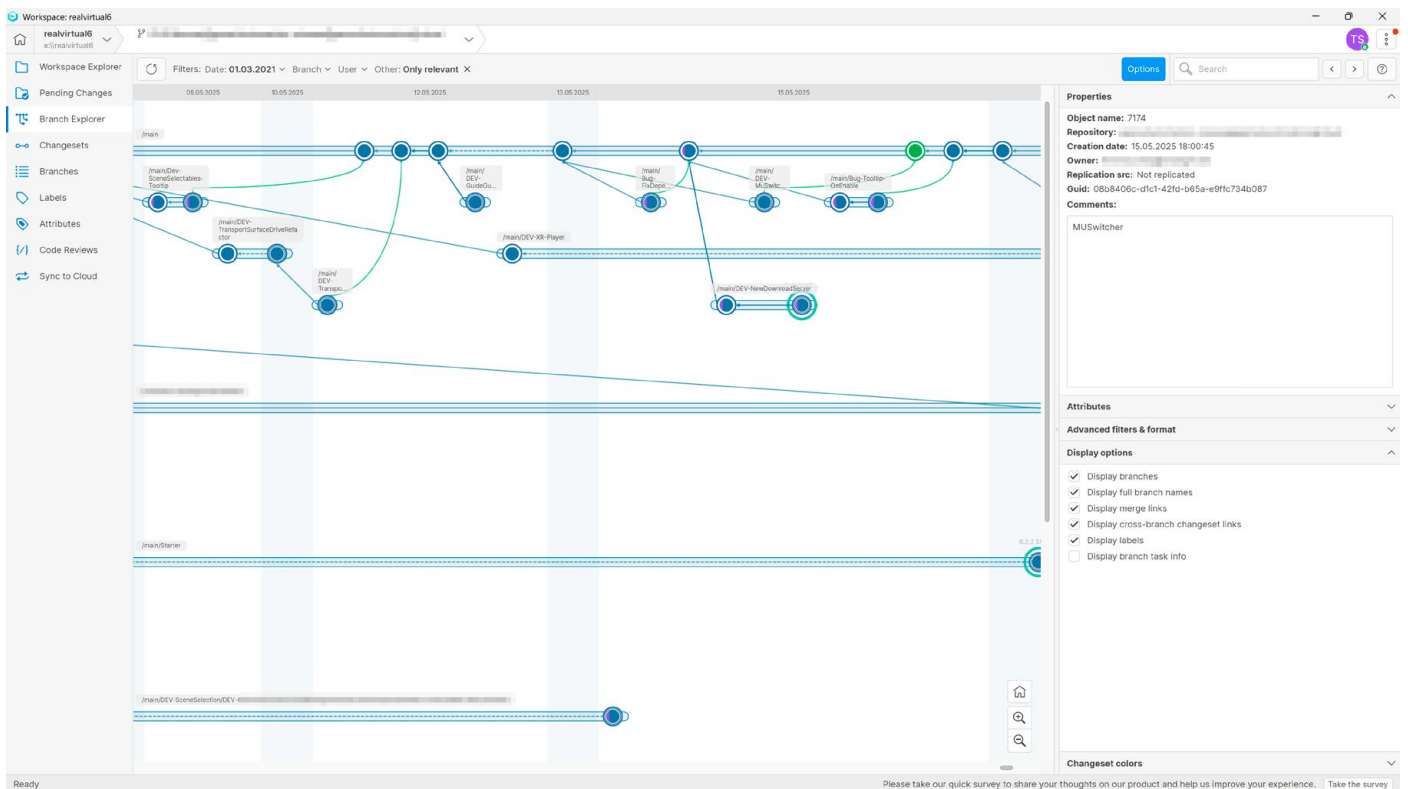
Unity 프리팹과 재사용 가능한 컴포넌트를 사용하여 머신 모듈, 센서 설정, 제품 운반 장치 또는 로보틱스 툴을 정의합니다. 그러면 새로운 시스템에 빠르게 조립할 수 있는 테스트된 에셋으로 구성된 라이브러리를 구축할 수 있습니다. 이는 재사용 가능한 표준 컴포넌트를 사용하는 프로젝트에서 특히 중요합니다.

5. 센서 및 피드백 루프 연동

Unity의 모델 센서는 시각적 표시기이자 기능적인 요소입니다. 레이캐스트, 콜라이더 트리거 또는 커스텀 로직을 사용하여 근접 센서, 라이트 배리어, 인코더와 안전 스위치를 시뮬레이션하세요. 이러한 요소의 상태는 동작 로직이나 외부 제어 시스템에서 사용할 수 있는 신호를 통해 출력할 수 있습니다. 이는 사실적인 상호 작용과 테스트 기반 시운전을 지원합니다.

6. 모델 기록 및 버전 관리

산업 분야 프로젝트는 시간이 흐름에 따라 변화하는 경우가 많으며, 팀 작업으로 실행됩니다. 디지탈 트윈의 컴포넌트, 로직 및 인터페이스를 기록하세요. **Unity의 Version Control**(이전 명칭: Plastic SCM)과 같은 버전 관리를 사용하여 변경을 추적하고, 스크립팅 가능한 오브젝트 기반 설정을 사용하여 구성을 하나의 위치로 일원화하세요. 적절하게 유지되는 트윈은 실제 시스템이 변화하더라도 계속 사용하고 확장할 수 있습니다.



Plastic을 사용한 버전 및 수정본 관리. 이미지 제공: [토마스 스트리글](#)



AI와 디지털 트윈 - 데이터에서 의사 결정까지

AI(인공 지능)는 산업용 시스템이 설계, 운영, 최적화되는 방식을 빠르게 혁신하고 있으며, 이러한 변화의 중심에는 디지털 트윈이 있습니다. Unity 기반 디지털 트윈은 풍부한 데이터를 바탕으로 제어되는 인터랙티브 3D 환경을 제공하여, 제조 및 자동화 분야에서 AI 솔루션을 개발, 테스트 및 배포하기 위한 이상적인 플랫폼 역할을 합니다.

AI라는 단일 주제로 전자책 한 권을 쉽게 채울 수 있을 정도로, AI는 광범위하고 빠르게 변화하는 분야입니다. 이 섹션에서는 AI와 Unity 기반 디지털 트윈의 연결 관계, 즉 시뮬레이션, 합성 데이터와 실시간 3D 환경이 더 스마트한 시스템과 더 빠른 구현을 지원하는 방식을 집중적으로 살펴봅니다.

1. 비주얼을 비전으로: AI 추론을 위한 Unity + ONNX

디지털 트윈에서 AI가 특히 유용하게 사용되는 사용 사례로는 컴퓨터 비전이 있으며, 그중에서도 검사, 물체 인식, 정렬, 로봇 유도를 예로 들 수 있습니다. ONNX(개방형 신경망 교환)에 대한 [Unity의 Sentis](#) 지원으로, 사전 훈련된 머신러닝 모델을 시뮬레이션에 직접 연동할 수 있습니다. Unity가 이를 바탕으로 AI 모델을 사용하여 실시간 추론을 수행할 수 있는 분야는 다음과 같습니다.

- 컨베이어 벨트 위의 물체 감지
- 제품 유형 또는 품질 수준 분류
- AI 비전 출력을 기반으로 픽 앤 플레이스 로봇 유도
- 가동 중인 환경의 이상치에 반응



AI 모델은 배포 타겟 및 성능 요구 사항에 따라 Unity 씬에 로컬로 임베드되거나 외부 Python 런타임 및 추론 서버를 통해 액세스할 수 있습니다.

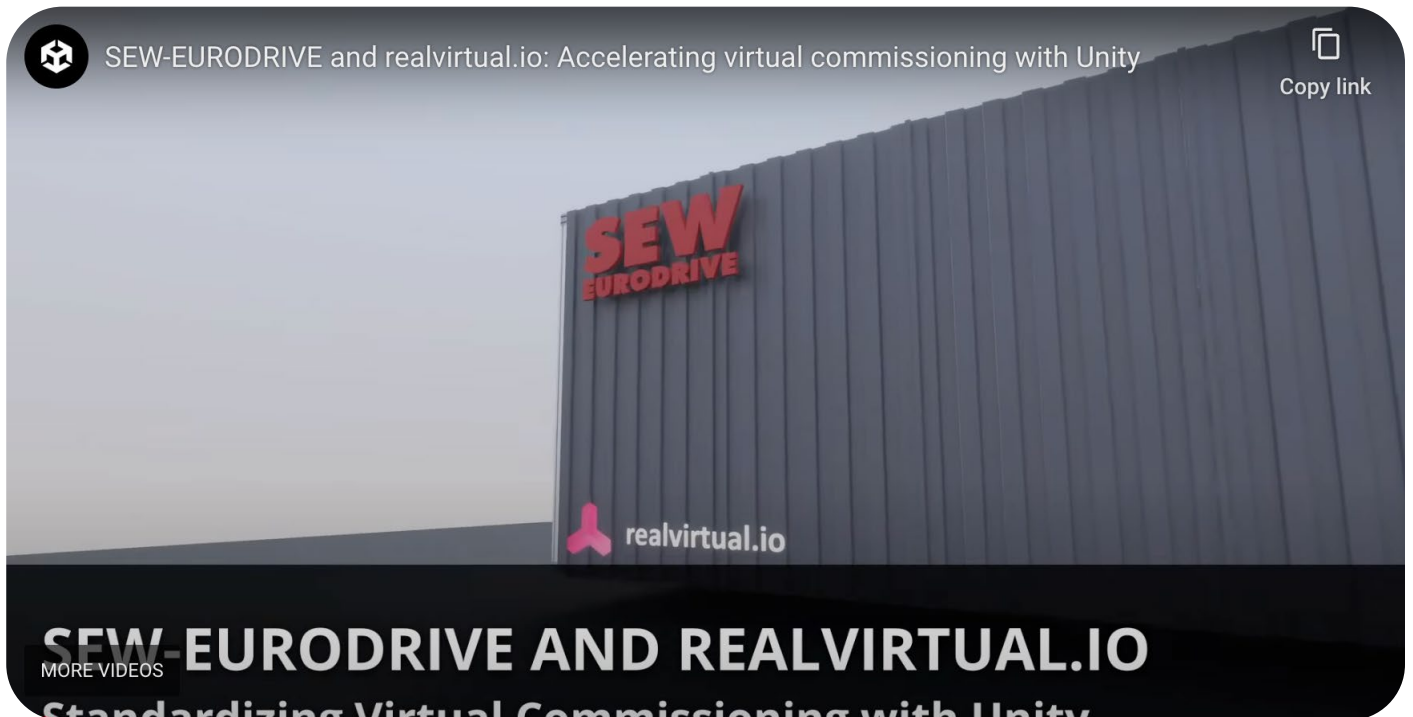
2. AI 모델 훈련용 합성 데이터

산업 분야에서 AI 기반 시스템을 배포할 때 겪는 심각한 어려움 중 하나는 사용 가능한 훈련 데이터의 부재입니다. 대부분 제품 라인이 아직 존재하지 않으며, 비전 모델의 훈련에 필요한 실제 이미지나 레이블이 지정된 데이터 세트가 없습니다. 바로 이 지점에서 디지털 트윈의 필요성이 대두됩니다.

Unity의 디지털 트윈 환경은 조명, 텍스처, 오브젝트 배리에이션, 카메라 시점의 시뮬레이션을 통해 합성 훈련 데이터 세트를 대규모로 생성할 수 있도록 지원합니다. 이러한 이미지는 완벽하게 정렬된 실측 레이블과 함께 익스포트하여 다음과 같은 용도로 AI 모델을 훈련시키는 데 사용할 수 있습니다.

- 물체 감지
- 분류
- 세그먼트화
- 포즈 추정

이 방법은 특히 초기 설계 단계에서 AI 솔루션을 구축하는 데 필요한 시간, 비용, 실무적인 문제를 크게 줄여 줍니다.



운영 디지털 트윈용 IoT에 대한 설명 | 유나이티드 2024

비전 하드웨어의 대체재로 가상 카메라 사용

Unity의 가상 카메라는 실제 산업용 카메라처럼 배치하고 시야각(FOV), 해상도, 시점, 렌즈 왜곡을 구성할 수 있습니다. 이를 통해 제작 라인에 실제 비전 하드웨어가 설치되기 전에 앞서 AI 비전 시스템이 '보게' 될 상황을 모사할 수 있습니다.

실제 AI 파이프라인에 시뮬레이션된 이미지 스트림을 입력하거나 사전에 비전 시스템을 개발 및 구성하는 데 가상 카메라를 사용하여 엔지니어가 설정과 검증을 미리 시작하도록 지원할 수 있습니다.

1. 실시간 피드백 루프

훈련된 AI 모델을 Unity 디지털 트윈에 배포하여 실시간 피드백 루프를 구성할 수 있습니다. 예를 들어 AI 기반 정렬 시스템은 컨베이어 벨트 위의 품목을 분류하여 드라이버 액추에이터로 제어 신호를 전송할 수 있습니다. 모두 하드웨어에 배포하기 전에 [Unity](#) 내에서 시뮬레이션됩니다. 그러면 안전하고 반복 가능한 가상 환경에서 로직을 테스트하고, 의사 결정 품질을 검증하고, 시스템 응답성을 측정할 수 있습니다.

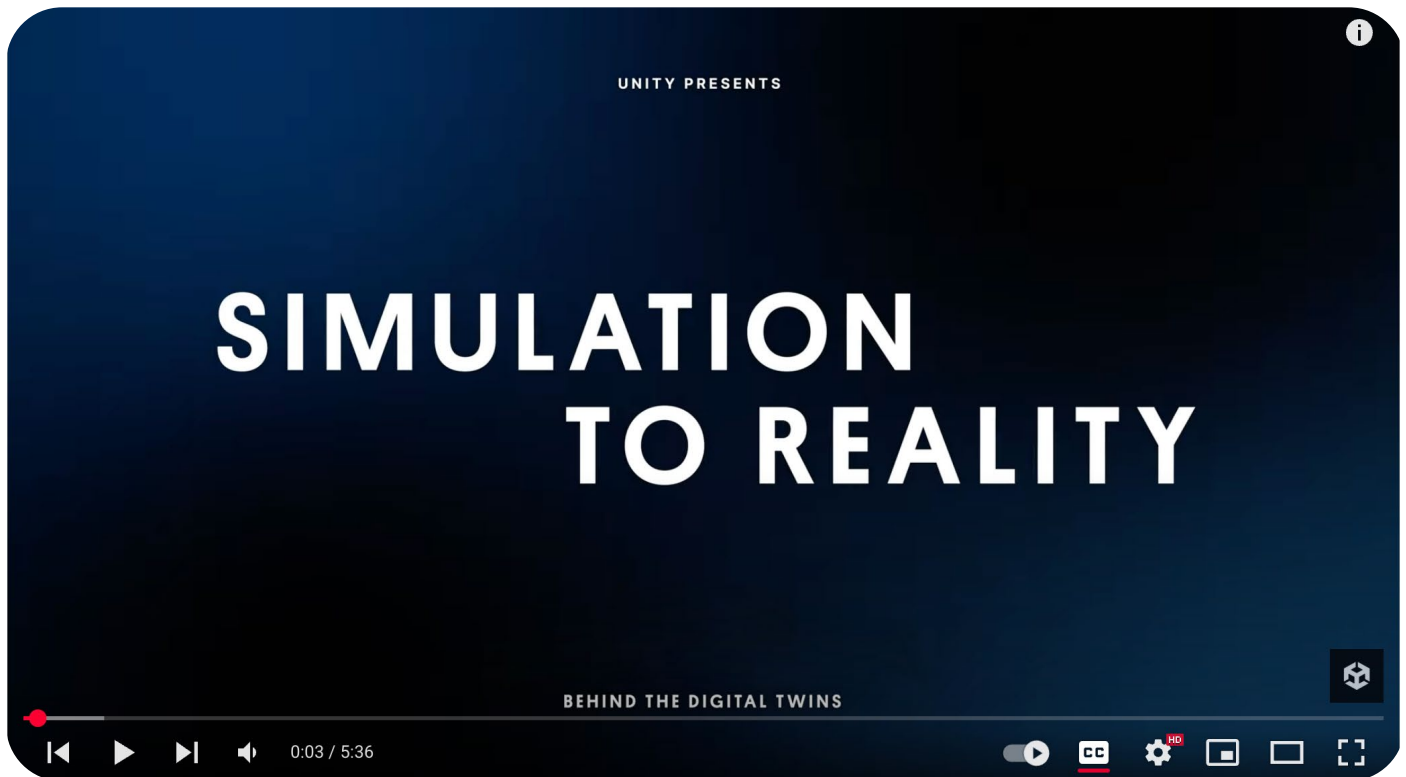
2. 비전을 넘어: 예측형 모델과 최적화

디지털 트윈의 AI는 이미지 처리에만 국한되지 않습니다. 과거 데이터나 시뮬레이션 데이터로 훈련된 AI 모델은 예측형 유지 관리, 에너지 최적화 및 제작 계획에 활용될 수 있습니다. 훈련된 모델은 결함을 예측하고, 이상치를 감지하고, 더 효율적인 머신 설정을 제안할 수 있습니다.

Unity를 사용하여 이러한 예측을 실시간으로 시각화하고 상호 작용할 수 있습니다. 일례로 Python으로 훈련된 예측형 모델을 백그라운드에서 실행하여 Unity 트윈에 알림이나 최적화 제안을 전송하면 사용자가 관련 컨텍스트를 바탕으로 검토하고 조치를 취할 수 있습니다.

3. AI 지원 플랫폼으로서의 Unity

Unity의 진정한 강점은 AI 로직을 직접 호스팅하거나 외부 AI 프레임워크로 연결해 주는 역할을 수행할 수 있다는 점입니다. Unity는 C# API와 Unity Sentis를 통한 ONNX 지원을 바탕으로 시뮬레이션에 임베드된 AI 추론을 실행하거나, 클라우드 기반 추론 시스템 또는 에지에 배포된 추론 시스템에 대한 유연한 프론트엔드 역할을 수행할 수 있습니다.



시뮬레이션에서 현실로: 디지털 트윈으로 안전과 운영 개선하기



다양한 플랫폼에 배포

산업 응용 분야에서 Unity의 강력한 이점 중 하나는 다양한 플랫폼에 디지털 트윈을 배포할 수 있다는 것입니다. Unity 기반 시뮬레이션은 Windows 데스크톱에서 실행되는 것만큼 쉽게 Linux 기반 산업용 PC, 생산 현장의 Android 태블릿, WebGL 브라우저 인터페이스, 스탠드얼론 AR/VR 헤드셋에서 실행됩니다.

이러한 멀티 플랫폼 지원은 **한 번 빌드해서 여러 번 사용**한다는 주요 전략적 원칙을 뒷받침합니다. 엔지니어링 검토를 위해 개발된 디지털 트윈은 향후 교육 톨, 세일즈 시각화, 가상 시운전 환경 또는 라이브 3D HMI로도 사용할 수 있으며, 이때 핵심 로직과 구조를 다시 구축해야 할 필요가 없습니다. 여러 기기와 부서에서 재사용할 수 있어 개발 비용이 크게 줄어들고 ROI가 증대됩니다.



멀티뷰어 AR 세션에서 자동화 컨트롤러에 연결된 산업용 디지털 트윈. 이미지 제공: SEW-Eurodrive 및 [Realvirtual.io](https://realvirtual.io)

이러한 인사이트는 경영진에게 매우 중요하데, 디지털 트윈에 투자할 때는 확장성이나 적응성이 떨어지는 사일로화된 일회성 솔루션을 피해야 합니다. 재사용과 상호 호환성을 지원하는 통합된 플랫폼 전략은 조직 전반에서 장기적인 가치를 창출합니다.

Unity의 빌드 시스템은 하나의 프로젝트를 다음과 같은 다양한 플랫폼과 시스템에 스탠드얼론 애플리케이션으로 익스포트할 수 있도록 지원합니다.

- Windows, Linux, macOS
- Android 및 iOS
- WebGL(브라우저 기반 배포)
- XR 플랫폼(Meta Quest, HoloLens, HTC Vive, Varjo, Apple Vision Pro)
- 에지 또는 임베디드 시스템(IL2CPP 빌드를 통해)

OEM과 솔루션 제공 업체는 디지털 트윈을 고객용 제품에 임베드하거나, 라이선싱 모델을 연동하거나, 특정 머신 또는 워크플로에 맞게 설정된 런타임 환경으로 배포하여 상업용 제품으로 만들 수 있습니다. 코드베이스, 브랜딩, 데이터 처리, 기능 범위에 대한 완전한 제어를 바탕으로 디지털 트윈을 기업의 가치 제안에 맞게 구성할 수 있습니다.

Unity를 사용하면 하나의 벤더 생태계에 묶이지 않습니다. Unity는 디지털 트윈 전략을 원하는 방식으로 구성하고, 확장하고, 상업화할 수 있는 툴을 제공합니다.

경험을 통해 얻은 교훈 및 흔히 발생하는 문제

Unity에서 디지털 트윈을 구축하면 다양한 기회의 문이 열리는 동시에 각종 문제도 발생합니다. 산업 분야 프로젝트에 참여하는 팀은 시간이 지나면서 비슷한 문제에 직면하게 됩니다. 이 섹션에서는 의사 결정자, 개발자, 시스템 통합자를 위한 실무적인 조언을 제안합니다.

1. 과잉 모델링을 지양하고 중요한 사안에 집중

흔히 발생하는 문제로 과잉 모델링이 있습니다. 지나치게 상세한 3D 지오메트리를 만들고, 모든 기계적倪앙스를 시뮬레이션하며, 불필요하게 완전한 물리적 정확도를 구현하는 것입니다. 디지털 트윈의 목표는 나사 하나, 볼트 하나까지 현실과 가깝게 미러링하는 것이 아니라, 가치를 창출하는 것입니다.

용도에 필요한 기능적 정확도에 집중하세요. 세일즈 데모에는 대략적인 모션만 필요할 것이고, 가상 시운전에는 정밀한 드라이브 동작이 필요할 수는 있으나 표면 텍스처는 필요하지 않을 것이며, 교육 시스템에는 사실적인 UI와 작업자 상호 작용이 필요하나 완벽한 지오메트리는 필요하지 않을 것입니다.

흔히 발생하는 또 다른 문제는 불필요한 경우에도 콜라이더와 리지드바디를 모든 곳에 기본적으로 추가하는 것입니다. 물리적 컴포넌트는 상호 작용, 충돌 또는 사실적인 물리적 응답이 필요한 경우에만 사용해야 합니다. 불필요한 물리 오브젝트는 CPU 오버헤드를 늘리고, 성능을 저하하며, 시뮬레이션에 가치가 아닌 불안정성만 더하는 경우가 많습니다.

전문가 팁: 디지털 트윈으로 어떤 문제를 해결해야 하는지 자문해 보고, 그 답에 따라 얼마나 디테일하게 구현할지 결정하세요.

2. 실시간 ≠ 프레임 속도

Unity에서는 ‘실시간’이라는 개념을 60FPS, 부드러운 카메라 모션과 같은 시각적 지표로 생각하기 쉽습니다. 그러나 산업 자동화에서 실시간이란 빠른 I/O 주기, 일관된 업데이트 간격, 외부 컨트롤러와의 안정적인 동기화 같은 결정론적인 시스템 동작을 의미합니다.

프레임 속도와 로직 속도는 서로 다릅니다. 시각적으로 부드럽게 실행되는 60FPS의 시뮬레이션이라 하더라도 자동화 로직을 정확하게 테스트하거나 실행하는 데 필요한 정밀도 또는 응답성을 유지하지 못할 수 있습니다.

올바른 타이밍을 위해 항상 제어 로직과 통신 레이어에 [Unity의 고정된 업데이트 루프](#)를 사용하세요. 산업용 통신(예: PLC 신호 교환)과 동작 시뮬레이션(예: 드라이브 응답)은 시각적 업데이트 루프로부터 완전히 분리되어야 합니다. 그래야만 시뮬레이션이 자동화 주기 시간(일반적으로 10~20밀리초)과 일치하는 일관되고 예측 가능한 시간 단위로 실행됩니다.

실제 산업용 제어 시스템을 시뮬레이션하거나 그러한 시스템과 연동해야 하는 Unity 애플리케이션을 설계할 때는 반드시 렌더링과 로직을 분리해야 합니다.

3. 단절된 사고 지양

디지털 트윈은 엔지니어링, 자동화, IT, 교육, 서비스 등 여러 조직의 경계를 넘나듭니다. Unity 기반 시스템이 이후의 활용처나 시스템 확장을 고려하지 않고 오직 한 팀을 위해 제작되는 경우가 많습니다. 이는 작업 중복, 데이터 모델 충돌, 기회의 낭비로 이어집니다.

당장은 일회성으로 그칠 시스템을 만들더라도 모듈식 설계로 시작하세요. 쉽게 재사용할 수 있도록 명명 규칙, 프리팹 구조체, 구성 파일을 사용하세요. 가장 중요한 것은 초반에 관련 부서들과 협업하는 것입니다.

4. 작게 시작하고 미리 고민하기

흔히 발생하지만 간과되기 쉬운 문제가 바로 초반에 목표를 지나치게 크게 잡는 것입니다. 라이프사이클 전반을 포괄하며 완전히 연동된 3D 디지털 트윈이라는 비전으로 시작하고 싶을 것입니다. 하지만 모든 기능을 포함하려면 진행이 지지부진해지고, 의사 결정이 불필요하게 복잡해지며, 구체적인 성과 도출이 지연될 수 있습니다.

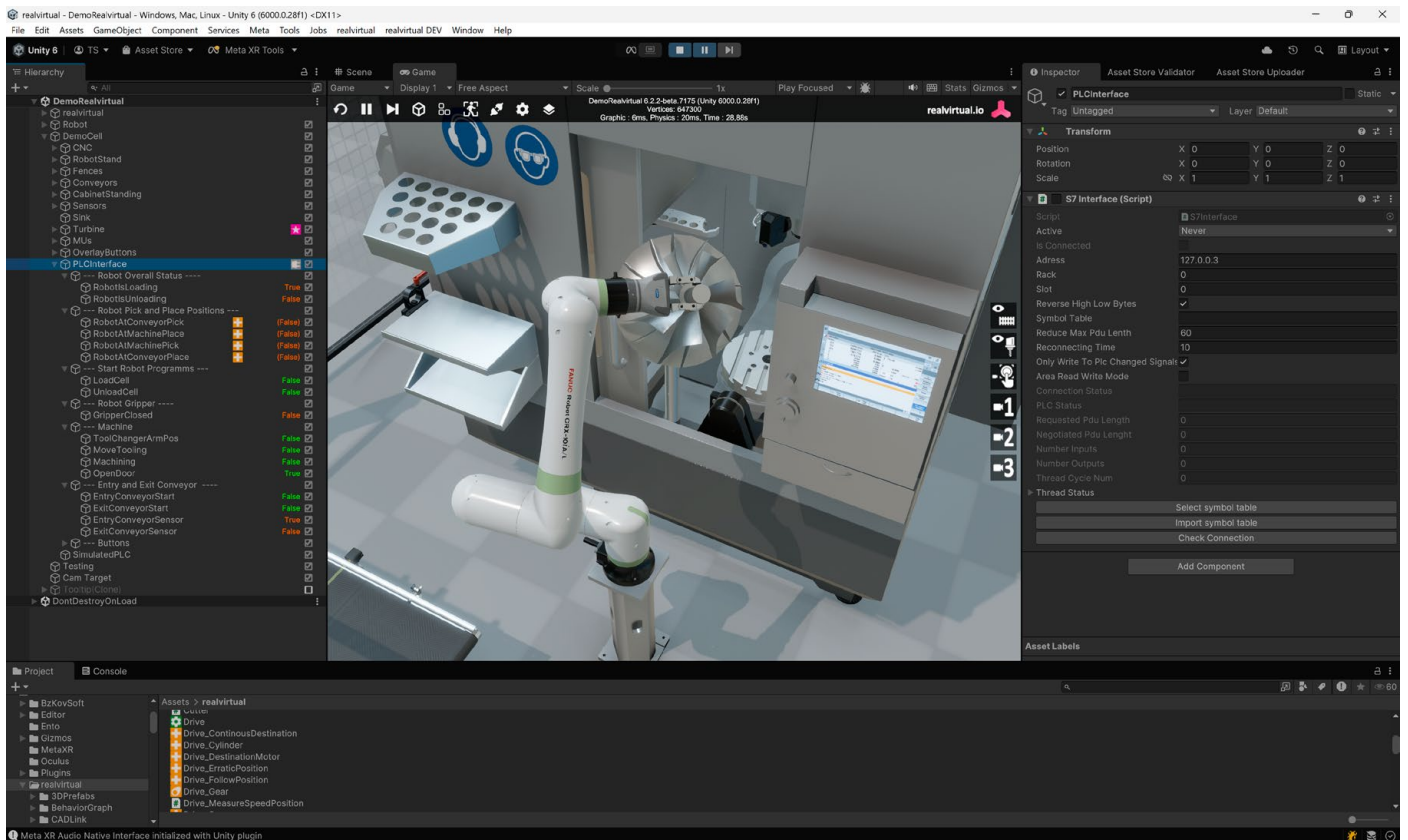
대신 구체적인 하나의 용도를 정하고 시작하세요. 구체적이고, 달성 가능하고, 팀에 가치를 제공하는 사례로 정하는 것이 좋습니다. 단일 로봇 셀 시뮬레이션, 프로세스 플로 시각화, AI 모델을 위한 훈련 데이터 생성과 같이 작은 사용 사례로 시작하면 더욱 빠르게 진행하면서 쉽게 조직 내 합의를 끌어낼 수 있습니다.

나중에 더 큰 전락으로 발전시킬 수 있도록 기술적인 기반은 마련해 두되, 빠르고 구체적인 성과를 내는 것이 중요합니다. Unity는 빠른 프로토타이핑, 확장 가능한 아키텍처, 디지털 트윈 라이프사이클 전반에 걸친 재사용성을 바탕으로 그 실현 가능성을 높입니다. 통합된 대규모의 미래에 대한 원대한 꿈이 지금의 실질적인 가치를 창출하는 데 방해가 되지 않도록 주의하세요.

5. 경영진의 지원 유도하기

가상 시운전 같은 디지털 트윈의 대표적인 응용 사례에는 기술 외에도 프로세스와 사고방식의 전환이 필요합니다. 이미 고객 측에서 가동 중인 머신은 시뮬레이션하기에 너무 늦습니다. 진정한 가치는 하드웨어가 출고되기 훨씬 전에 로직을 테스트하고, 오류를 발견하고, 연동을 검증하는 초기 단계에 이끌어낼 수 있습니다.

이러한 변화에는 경영진의 관심과 지원이 필요합니다. 조직에서는 초기 시뮬레이션을 먼저 진행하고, 테스트 기반 자동화 개발을 위한 시간을 할당해야 하며, 무엇보다도 이러한 전환을 이끌어 나갈 유능한 인력을 투입해야 합니다. 디지털 트윈은 단순한 기술 프로젝트가 아니라 더 스마트하게, 보다 초기에 기반을 마련해 두기 위한 조직 차원의 투자입니다.



realvirtual.io Starter의 데모 씬 - [Unity 에셋 스토어](#)에서 무료로 다운로드 가능

산업용 Unity 생태계

디지털 트윈은 기술의 구현으로 끝나는 것이 아니라 톨과 사람, 집단의 지식이 있어야 성공할 수 있는 솔루션입니다. Unity가 지닌 최고의 장점 중 하나는 바로 방대하고 탄탄한 생태계입니다. [에셋 스토어](#)부터 타사 플러그인까지, 그리고 오픈 소스 [라이브러리](#)부터 [엔터프라이즈 지원 플랜](#)까지, Unity는 산업용 애플리케이션을 위한 유연한 환경과 지원을 제공합니다.

1. 개발 리소스에 액세스

Unity는 활발한 대규모 개발자 [커뮤니티](#)를 보유하고 있습니다. 각종 튜토리얼, 기술 자료, 샘플 프로젝트, 기술적인 질문에 대한 답변을 쉽게 찾아볼 수 있습니다. PLC를 통합하거나 로봇 시뮬레이션을 만들 때, 또는 WebGL용으로 셰이더를 최적화할 때, 이미 누군가 해당 작업을 진행하고 공유했을 수 있습니다.

2. 계속 늘어나는 산업용 톨

산업 분야 개발자들은 [Unity Asset Transformer](#) 같은 패키지와 Unity Industry를 사용해 Unity 에디터에서 고품질 CAD 임포터, 메시 옵티마이저 및 데이터 관리 톨에 직접 액세스할 수 있습니다. 이러한 톨은 워크플로를 간소화하고 기계적 설계와 인터랙티브 시뮬레이션 사이의 장벽을 낮춰 줍니다.

3. 플러그인과 프레임워크

realvirtual.io 같은 타사 프레임워크는 Unity의 산업 분야 관련 역량을 한층 더 확장합니다. realvirtual.io는 우선 무료인 스타터 버전으로 시작하고, 이후 필요한 경우 프로페셔널 에디션으로 업그레이드할 수 있습니다. 이 톨킷은 키네마틱 정의, 드라이브 및 센서 모델링, 주요 PLC 브랜드 (Siemens, Beckhoff, Rockwell 등)와의 연결을 위해 즉시 사용할 수 있는 컴포넌트를 제공합니다. 사용자는 CAD에서 완전히 통합된 시뮬레이션으로 전환하여 빠른 속도, 유연성, 확장성이라는 이점을 얻을 수 있습니다.



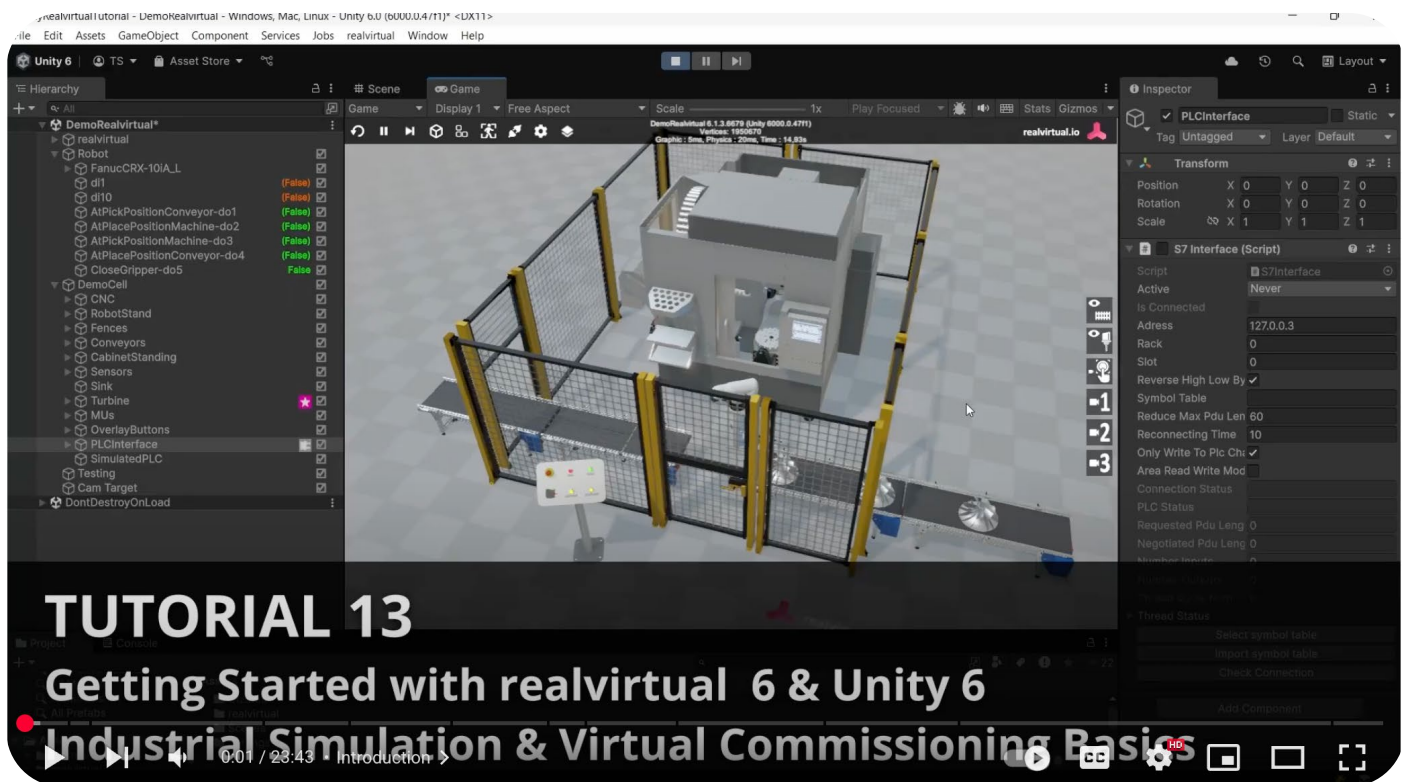
4. 에셋 관리와 재사용

Unity에는 강력한 프리팹 및 에셋 관리 시스템이 있습니다. 여기에 Addressables 같은 패키지와 외부 솔루션을 함께 사용하면 재사용 가능한 머신, 기기 및 제어 로직으로 구성된 대규모 라이브러리를 관리할 수 있습니다. 엔터프라이즈급 워크플로를 위해 새롭게 선보이는 [Asset Manager](#)는 3D 콘텐츠를 안전하게 저장하고, 구성하고, 버전 관리를 처리하고, 글로벌 팀으로 대규모 배포하도록 설계된 클라우드 기반 시스템입니다. Asset Manager는 제품 배리언트, 현지화된 에셋이나 여러 부서와 사이트 간에 공유되는 시뮬레이션 컴포넌트를 관리할 때 특히 유용합니다.

5. 커스텀 워크플로와 자동화

완전한 스크립팅 및 확장을 지원하는 Unity를 사용하여 Unity 엔진 기반의 자체적인 워크플로, UI 시스템, 에디터 및 자동화 로직을 구현할 수 있습니다. Unity는 폐쇄적인 블랙박스 방식을 강요하지 않으며, 프로젝트 요구 사항에 꼭 맞는 톨과 파이프라인을 직접 만드는 데 필요한 기반을 제공합니다.

시작하기 - 첫 번째 디지털 트윈 만들기



튜토리얼 13-realvirtual 및 Unity 6 시작하기: 설치 및 산업용 시뮬레이션 기초

Unity를 사용하여 산업용 디지털 트윈을 만드는 작업은 어렵지 않습니다. 적절한 툴을 사용하면 모든 것을 처음부터 시작할 필요 없이 실시간 시뮬레이션, 동작 로직, PLC 연동을 둘러볼 수 있습니다.

Unity 에셋 스토어에서 [realvirtual.io Starter 패키지](#)를 무료로 다운로드하여 간편하게 시작할 수 있습니다. 이 패키지에는 드라이브 컴포넌트, 동작 시뮬레이션 모델, 센서 로직, 실제로 작동하는 Siemens S7 PLC 인터페이스 등 모든 것이 사전에 구성된 완전한 데모 셀이 포함되어 있습니다. 한곳에서 씬을 실행하고, 시스템의 동작을 관찰하고, 실제 산업 로직을 Unity로 시뮬레이션할 수 있습니다.

이를 통해 디지털 트윈의 전체 작동 과정을 즉시 파악할 수 있습니다. Starter 패키지는 사용법을 익히고, PLC 코드를 가상으로 테스트하고, 내부 팀을 대상으로 디지털 트윈의 개념을 설명하는 데 유용합니다. CAD를 임포트하거나 복잡한 통합을 직접 설정하지 않고도, 모델과 상호 작용하고, 신호 플로를 관찰하고, 동작 변화의 효과를 살펴볼 수 있습니다.

Starter 설정에 익숙해진 후에는 Beckhoff, OPC UA, Fanuc를 비롯한 인터페이스와 고급 기능을 제공하는 [realvirtual.io Professional](#)로 업그레이드하거나, Starter를 통해 알게 된 내용을 바탕으로 Unity의 유연성과 스크립팅 환경을 사용하여 특정 사용 사례에 맞는 디지털 트윈 시스템을 처음부터 제작할 수 있습니다.

중요한 것은 실제로 시작해 보는 것입니다. 지금 바로 툴을 사용해 시작하고, 계속 개선해 보세요.

저자



토마스 스트리글은 시뮬레이션 배포 및 소프트웨어 솔루션 시운전 분야에서 18년 이상의 경력을 쌓았습니다. 최신 로봇틱스 및 기계 산업에는 혁신적인 솔루션이 필요하다는 인식을 바탕으로, 복잡한 자동화 시스템의 난제를 해결하는 게이밍 기술을 개발하기 위해 2018년에 realvirtual.io를 설립했습니다.



토마스 포쉬피에흐는 자동화 기술 분야에서 20년 이상의 경력을 보유하고 있습니다. 지난 15년간 기계 엔지니어링 분야에서 산업 로봇을 통합하고 메카트로닉 시스템의 최적화 알고리즘을 찾는 데 매진했습니다. 또한 2016년까지 OPTIMA pharma GmbH에서 엔지니어링 디렉터를 역임한 다음, Heilbronn University of Applied Sciences에서 자동화 및 제어 기술 분야 교수로 임용되었습니다. 포쉬피에흐는 디지털 트윈이 특히 기계 엔지니어링 분야에서 시스템과 머신에 더 많은 가치를 선사할 수 있다고 믿습니다.



unity.com/kr