

| | | | | |
|---|--|-----|--|---|
| 논문 제목 | Digital transformation for the water industry: how a data-driven business intelligence platform can improve operations | | | |
| 저자 | Alessandro Bettin | | | |
| 발행년도 | 2023 | 발행처 | IWA Publishing 저널 이름 Water Practice & Technology | |
| Key word | business intelligence, data integration, digitalization, utility management, water management system | | | |
| 요 약 | | | | |
| - 본 연구는 과학적 연구와 실무 관점에서 디지털 및 지속 가능한 유지보수 서비스 접근 방식을 설명하고 있다. 사례 연구 접근법을 통해 디지털 및 지속 가능한 유지보수 서비스 모델을 검증하고, 디지털 제공 요소를 설명하며, 디지털화의 중요성과 디지털 유지보수의 성과를 제시했다. 해당 연구에서는 디지털 유지보수의 초기 사례인 Metso Outotec의 ‘Connected Service’가 포함되었다. 이 연구는 디지털 유지보수가 주는 경제적 절감, 생산 손실 감소, 시간 절약, 현장 방문 감소, 결함 예방을 통한 안전 보장을 보장한다. | | | | |
| 내 용 | | | | |
| <서론> <ul style="list-style-type: none">○ 최근 20년간, 데이터 분석과 IoT 기술 발전으로 유지보수의 중요성이 커졌으며 유지보수의 방법이 크게 변화하였다. 유지보수는 장비 고장을 예측하고 예방하는 데 중요 역할을 한다<ul style="list-style-type: none">→ 주요 기능으로는 모니터링, 예측, 진단, 문제 해결, 최적화 등이 있다.○ 기업들은 디지털 유지보수를 통해 신뢰성, 생산성 향상과 다운타임 감소 등의 혜택을 보고 있다. | | | | |
| <Flow> <ul style="list-style-type: none">① 디지털 기술과 분석은 급속한 발전을 이루었다. 이는 유지보수 서비스를 단순한 반응형 프로세스에서 완전한 형태의 디지털 솔루션으로 변화시켰다.② 해당 논문에서는 디지털 유지보수 서비스의 기능적 블록을 제시하고, 이를 실무적으로 검증하기 위해 Metso Outotec의 사례를 분석하였다. | | | | |
| <방법론> <table><tr><td>사례 연구 접근 방식을 통해 디지털 유지보수 서비스의 기능적 모델을 검증하였다. 이를 위해 Metso Outotec의 Connected Service를 중심으로 데이터를 수집하고 분석했습니다. 주요 기능적 블록으로는 모니터링, 진단 및 문제 해결, 예측 및 최적화를 포함시켰다. 이러한 기능적 블록은 실시간 및 과거 자산 데이터를 기반으로 작동하며, 이를 통해 유지보수의 효율성을 극대화한다. 사례 연구는 다양한 현장에서 수집된 데이터를 활용하여 서비스의 효과성과 지속 가능성을 평가했다.</td></tr></table> | | | | 사례 연구 접근 방식을 통해 디지털 유지보수 서비스의 기능적 모델을 검증하였다. 이를 위해 Metso Outotec의 Connected Service를 중심으로 데이터를 수집하고 분석했습니다. 주요 기능적 블록으로는 모니터링, 진단 및 문제 해결, 예측 및 최적화를 포함시켰다. 이러한 기능적 블록은 실시간 및 과거 자산 데이터를 기반으로 작동하며, 이를 통해 유지보수의 효율성을 극대화한다. 사례 연구는 다양한 현장에서 수집된 데이터를 활용하여 서비스의 효과성과 지속 가능성을 평가했다. |
| 사례 연구 접근 방식을 통해 디지털 유지보수 서비스의 기능적 모델을 검증하였다. 이를 위해 Metso Outotec의 Connected Service를 중심으로 데이터를 수집하고 분석했습니다. 주요 기능적 블록으로는 모니터링, 진단 및 문제 해결, 예측 및 최적화를 포함시켰다. 이러한 기능적 블록은 실시간 및 과거 자산 데이터를 기반으로 작동하며, 이를 통해 유지보수의 효율성을 극대화한다. 사례 연구는 다양한 현장에서 수집된 데이터를 활용하여 서비스의 효과성과 지속 가능성을 평가했다. | | | | |
| <결과> <ul style="list-style-type: none">○ Metso Outotec의 디지털 유지보수 서비스는 고객의 운영 효율성을 크게 향상시켰으며, 특히 예기치 않은 다운타임을 줄이고 운영 비용을 절감하는 데 효과적이었다. 연구 기간 동안 약 16만 7천 톤의 생산 손실을 방지하고, 이를 통해 약 53만 3천 달러의 비용 절감 효과를 거두었다. 또한, 12일간의 모니터링 기간 동안 448개의 이벤트가 감지되었으며, 대부분의 문제가 원격으로 해결되었다. 이러한 결과는 디지털 유지보수 서비스가 자산 가용성 향상, 운영 최적화, 비용 절감에 크게 기여함을 보여준다. | | | | |

<고찰>

○ 디지털 유지보수 서비스는 경제적 이점뿐만 아니라 환경적, 사회적, 기술적 영향도 긍정적으로 미치며, 지속 가능한 발전에 중요한 역할을 하고 있다. 연구 결과는 이러한 서비스가 예기치 않은 다운타임을 줄이고, 안전한 작업 환경을 조성하며, 에너지 효율성을 개선하는 데 기여한다는 점을 강조한다. 또한, 연구는 디지털 유지보수 서비스가 산업 전반에 걸쳐 채택될 경우, 더욱 큰 경제적 및 환경적 혜택을 제공할 수 있음을 시사하며, 더 많은 산업에서 이러한 디지털 접근 방식을 채택해야 할 필요성을 제기한다.

총 평

○ Metso Outotec의 사례 연구를 통해 디지털 유지보수의 기능적 블록이 어떻게 적용되고 있는지, 어떤 효과가 있는지 구체적으로 이를 제시하여 알 수 있었다. 특히, 다운타임을 줄이고 운영 비용이 절감되는 것을 직접적으로 제시하여 경제적 이점은 우리가 디지털 유지보수 서비스를 사용해야 함을 강력하게 뒷받침한다. 본 논문에서는 디지털 유지보수는 경제적 이점뿐만 아니라, 환경적 지속 가능성과 안전한 작업 환경 조성에도 기여할 수 있다고 언급한다. 이는 디지털 유지보수 서비스의 채택 필요성을 잘 제시하고 있음을 보였다.

| | | | |
|--|--|-----|---|
| 논문 제목 | Machine Learning and Data Analytic Techniques in Digital Water Metering: A Review | | |
| 저자 | Md ShamsurRahim 외 4인 | | |
| 발행년도 | 2020 | 발행처 | MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute 저널 이름 Water |
| Key word | data analytics, digital metering data, machine learning, personalisation, recommender system, residential water, smart metering data, water conservation | | |
| 요 약 | | | |
| - 이 논문은 Digital Water Metering 데이터를 활용하여 물 보존과 수요 관리에 기여할 수 있는 머신러닝 및 데이터 분석 기법을 분석하였다. 물 수요 예측, 사회경제적 분석, 행동 분석, 물 사용 피드백 등의 주요 주제를 나누어 관련 연구들을 정리하고 평가하였다. 또한, 고급 데이터 관리 솔루션의 필요성을 강조하였다. | | | |
| 내 용 | | | |
| <서론> <ul style="list-style-type: none">○ 세계경제포럼(WEF)은 물 부족을 가장 큰 글로벌 리스크 중 하나로 지적하였다. 물 부족 문제 해결을 위해서는 스마트 기술을 기반으로 한 물 관리 인프라가 필요하다. Digital Watr Metering은 실시간으로 물 소비 정보를 전송하고 이를 분석하여 물 보존 및 수요 관리 전략을 구현하는데 중요 역할을 한다.○ 하지만, 기존 연구에서는 머신러닝 기법과 데이터 분석 기법의 활용 정도가 낮은 상태이다. | | | |
| <Flow> <ul style="list-style-type: none">① 주요 주제: 물 수요 예측, 사회경제적 분석, 행동 부нк, 물 이벤트 분류, 물 사용 피드백로 나누어 연구 동향을 분석한다. | | | |
| <방법론> | | | |
| | Digital Water Metering에 대한 연구는 기존 Scopus, IEEE Xplorer, ProQuest Science & Technology와 같은 데이터베이스에서 키워드 분석을 통해 논문 수집 및 분석을 진행했다. 연구 결과 위에서 언급된 다섯가지 주요 주제로 분류되었으며, 연구의 주요 성과와 한계점을 분석하고 있다. | | |
| <결과> <ul style="list-style-type: none">○ 현재 연구들은 기본적인 머신러닝 기법이나 데이터 분석 기법에만 의존하고 있다. 고급 기법들의 활용도가 낮은 것으로 나타났다.○ 개인화된 피드백 시스템이나 고급 데이터 관리 솔루션이 물 보존을 증가시키는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것이라 강조하였다. 이러한 고급 머신러닝 기법을 활용하여 물 수요 예측의 정확성을 높이고, 물 소비 패턴을 분석하여 보다 효과적인 물 관리 전략을 개발하는 데 집중할 필요가 있다고 말한다. | | | |
| <고찰> <ul style="list-style-type: none">○ 이러한 기법들이 어떻게 물 소비를 줄이고 효율적인 물 관리에 기여할 수 있는지 제시하였다. 그러나, 연구는 현재의 기술적 한계와 고급 분석 기법의 부족함 정도를 지적하였고 향후에 어떤 방향성을 가지고 연구를 진행해야 하는지에만 초점을 맞추고 있다. | | | |

총 평

○ 논문에서 지적한 바와 같이, 현재의 연구들은 기본적인 분석 기법이 아닌 고급 기법을 사용하는 방향으로 나아가야 하며 이와 관련된 연구의 필요성이 강조된 것으로 보였다. 미래의 Digital Water Metering에서는 더 고도화된 분석 기법을 활용하여 물 관리 효율성을 높이는 방안을 모색해야 된다고 생각했다.

| | | | | | |
|--|--|-----|--------------------------------------|---------------------|--|
| 논문 제목 | Digital maintenance and the functional blocks for sustainable asset maintenance service - A case study | | | | |
| 저자 | Bishal Raj Karki 외 4인 | | | | |
| 발행년도 | 2022 | 발행처 | Elsevier B.V. 저널 이름 Digital Business | | |
| Key word | | | | | |
| 요 약 | | | | | |
| <p>- 이 논문은 이탈리아의 주요 수도 사업체인 Gruppo CAP을 사례로, 물 관리 산업에서의 디지털 전환의 중요성과 이로 인해 운영 효율성과 투자 최적화가 어떻게 개선될 수 있는지를 탐구한다. 특히, 데이터 기반의 비즈니스 인텔리전스(BI) 플랫폼을 도입하여 수도 관리 시스템을 통합하고, 실시간 대시보드와 주요 성과 지표(KPI) 시각화를 통해 운영의 신속한 대응과 더 나은 의사 결정을 지원하는 방법을 제시한다. 이를 통해 수도 사업체가 보다 효율적이고 지속 가능한 방식으로 운영될 수 있음을 보여준다.</p> | | | | | |
| 내 용 | | | | | |
| <p><서론></p> <ul style="list-style-type: none">○ 기후변화로 인한 물 자원의 질적, 양적인 변화는 수도 사업체에게 중요한 도전 과제가 되었다. 또한, 인구 증가로 인한 수요 증가는 물 관리의 복잡성을 증가시키고 있으며, 이에 따라 수도 사업체는 보다 높은 수준의 운영 효율성과 신뢰성을 요구받고 있다.○ 이러한 배경에서 물 관리의 디지털 전환이 수도 관리에 어떻게 적용될 수 있는지를 탐구하고, 데이터 통합의 도입이 수도 산업의 운영 효율성을 어떻게 향상시킬 수 있는지 또한 제시하고자 한다. | | | | | |
| <p><Flow></p> <ul style="list-style-type: none">① 수도 산업에서의 데이터 통합은 기존의 부서별로 분리되어 있던 데이터를 하나의 통합된 data lake로 모으고, 이를 BI 플랫폼에서 분석하고 시각화하는 과정을 설명한다. 이러한 시스템을 통해 실시간 데이터를 기반으로 수도 네트워크를 관리하고, 효율적인 유지보수의 최적화를 가능하게 한다.② 이탈리아 수도 사업체인 Gruppo CAP에서 진행된 물 관리 디지털 전환 프로젝트는 이러한 접근 방식의 실질적인 효과를 보여주며, 통합된 운영이 가능함을 보여준다. | | | | | |
| <p><방법론></p> <table><tr><td>수도 관리 시스템 플랫폼 개발 과정</td><td><ul style="list-style-type: none">1. 데이터 수집 및 분석: 다양한 운영 및 비즈니스 관련 데이터 수집 후 이러한 데이터를 분석하여 적절한 데이터 모델을 구성한다. 데이터 구조, 형식, 품질 등을 고려하여 적절하게 접근하고 관리하기 위한 절차를 수립한다.2. 사용자 요구 사항 분석 및 기술 사양 정의: 수도 사업체의 비즈니스 요구 사항을 분석하고, 대시보드나 보고서 도구 설계를 통해서 사용자가 필요로 하는 정보를 제공할 수 있도록 시스템을 설계한다.3. 백엔드 데이터 준비: 데이터-> data lake로 통합하기 위한 데이터 수집 및 블렌딩, 준비 과정을 거쳐 대시보드 구현을 위한 데이터 마트를 생성한다. 오픈 소스 데이터베이스 관리 시스템(PostgreSQL과 같은)을 사용하여 데이터 저장소를 구축한다.4. 사용자 인터페이스 개발: 대시보드 개발과 기능 테스트를 통해 사용자에게 필요한 정보를 시각적으로 제공한다.5. 사용자 수용 및 배포: 최종 사용자 테스트를 통해 시스템의 완성도 확인 후 배포한다.</td></tr></table> | | | | 수도 관리 시스템 플랫폼 개발 과정 | <ul style="list-style-type: none">1. 데이터 수집 및 분석: 다양한 운영 및 비즈니스 관련 데이터 수집 후 이러한 데이터를 분석하여 적절한 데이터 모델을 구성한다. 데이터 구조, 형식, 품질 등을 고려하여 적절하게 접근하고 관리하기 위한 절차를 수립한다.2. 사용자 요구 사항 분석 및 기술 사양 정의: 수도 사업체의 비즈니스 요구 사항을 분석하고, 대시보드나 보고서 도구 설계를 통해서 사용자가 필요로 하는 정보를 제공할 수 있도록 시스템을 설계한다.3. 백엔드 데이터 준비: 데이터-> data lake로 통합하기 위한 데이터 수집 및 블렌딩, 준비 과정을 거쳐 대시보드 구현을 위한 데이터 마트를 생성한다. 오픈 소스 데이터베이스 관리 시스템(PostgreSQL과 같은)을 사용하여 데이터 저장소를 구축한다.4. 사용자 인터페이스 개발: 대시보드 개발과 기능 테스트를 통해 사용자에게 필요한 정보를 시각적으로 제공한다.5. 사용자 수용 및 배포: 최종 사용자 테스트를 통해 시스템의 완성도 확인 후 배포한다. |
| 수도 관리 시스템 플랫폼 개발 과정 | <ul style="list-style-type: none">1. 데이터 수집 및 분석: 다양한 운영 및 비즈니스 관련 데이터 수집 후 이러한 데이터를 분석하여 적절한 데이터 모델을 구성한다. 데이터 구조, 형식, 품질 등을 고려하여 적절하게 접근하고 관리하기 위한 절차를 수립한다.2. 사용자 요구 사항 분석 및 기술 사양 정의: 수도 사업체의 비즈니스 요구 사항을 분석하고, 대시보드나 보고서 도구 설계를 통해서 사용자가 필요로 하는 정보를 제공할 수 있도록 시스템을 설계한다.3. 백엔드 데이터 준비: 데이터-> data lake로 통합하기 위한 데이터 수집 및 블렌딩, 준비 과정을 거쳐 대시보드 구현을 위한 데이터 마트를 생성한다. 오픈 소스 데이터베이스 관리 시스템(PostgreSQL과 같은)을 사용하여 데이터 저장소를 구축한다.4. 사용자 인터페이스 개발: 대시보드 개발과 기능 테스트를 통해 사용자에게 필요한 정보를 시각적으로 제공한다.5. 사용자 수용 및 배포: 최종 사용자 테스트를 통해 시스템의 완성도 확인 후 배포한다. | | | | |
| <p><결과></p> <ul style="list-style-type: none">○ 대시보드는 수도 네트워크의 실시간 운영 상태를 감시하고, 유지보수 작업의 우선순위를 정하며, 예상치 못한 문제 발생 시 신속하게 대응할 수 있도록 한다.○ 이러한 사례는 데이터 기반의 비즈니스 플랫폼이 수도 관리의 다양한 측면에서 운영 효율성을 어떻게 향상시킬 수 있는지 확인하고자 했다. 통합 시스템은 운영 및 유지보수 활동을 최적화하고, 실시간으로 이상을 모니터링하여 문제 발생 시 신속하게 대응할 수 있게 한다 | | | | | |

<고찰>

○ 해당 논문에서는 수도 관리 산업에서의 디지털 전환이 필수적이며, 특히 데이터 통합과 비즈니스 플랫폼의 도입이 중요한 역할을 강조한다. 디지털화된 관리 시스템을 통해 비용 절감뿐만 아니라 지속 가능한 운영 및 관리가 가능함을 언급했다. 그러나, 데이터 통합 과정에서 발생할 수 있는 문제들이 있기 때문에 추가적인 연구가 필요하다.

총 평

○ 데이터 기반의 플랫폼 도입이 산업의 운영 효율성을 향상시킬 수 있는지 구체적으로 제시했다. 이를 통해서 물산업 외에도 다양한 산업에 동일하게 적용이 가능하지 않을까라는 생각을 했다. 그러나 가장 중요한 데이터를 통합하는 과정에서 발생할 수 있는 문제들의 해결 가능성이 중요하기 때문에 지속적으로 연구가 되어야 한다고 보인다. 다른 형식과 품질의 데이터는 통합될 경우 어떤 방식으로 관리되는지 이러한 부분이 중요하게 작용할 것이다.

| | | | |
|---|--|-----|-------------------------------|
| 논문 제목 | The Total Component (or vector magnitude) and the Energy Envelope as tools to interpret airborne electromagnetic data: A comparative study | | |
| 저자 | Jacques K. Desmarais, Richard S. Smith | | |
| 발행년도 | 2015 | 발행처 | Journal of Applied Geophysics |
| Key word | Airborne electromagnetic; Dipole; Conductor; Energy Envelope; Total Component | | |
| 요 약 | | | |
| 항공 전자기(AEM) 데이터를 해석하기 위해 에너지 엔벨로프(EE)와 T-컴포넌트 반응을 비교 연구하였다. 에너지 엔벨로프는 힐버트 변환을 포함한 세 개의 컴포넌트 AEM 데이터의 제곱합의 제곱근이며, T-컴포넌트 반응은 힐버트 변환 항을 포함하지 않는 유사한 양이다. 이 양들은 콤팩트 이상 타겟의 대략적인 기하학적 매개변수를 결정하는 데 사용될 수 있으며, 이러한 매개변수는 자동 해석 알고리즘을 제한하는 데 유용하다. 합성 예제는 딥폴 도체 모델을 사용하여 생성되었다. 힐버트 변환 항을 포함한 에너지 엔벨로프는 AEM 데이터 해석에 있어 추가적인 이점을 제공하지 않으며, T-컴포넌트 반응이 더 효율적이라는 결론을 도출했다. | | | |
| 내 용 | | | |
| <서론> | | | |
| ○ 항공 전자기(AEM) 방법은 광물 탐사에서 중요한 도구로 사용된다. | | | |
| → 최근 사례 연구와 관련된 다양한 문헌을 통해 AEM 방법의 중요성과 도전 과제를 소개하였다. | | | |
| <Flow> | | | |
| ① Desmarais와 Smith가 개발한 자동 해석 알고리즘은 딥폴 도체의 기하학적 매개변수를 결정할 수 있지만, 큰 데이터셋에 적용할 경우 시간이 많이 소요된다. | | | |
| ② 초기 단계에서 대략적인 매개변수를 결정한 후 자동 해석 알고리즘을 적용하면 더 효율적일 수 있다. | | | |
| <방법론> | | | |
| | 본 연구에서는 합성 예제를 생성하여 EE와 T-컴포넌트 반응을 비교하였다. 딥폴 도체 모델을 사용하여 각 반응의 효율성을 평가하였다. | | |
| <결과> | | | |
| ○ T-컴포넌트 반응의 피크 위치를 사용하여 측정된 반응과 일치하는 콤팩트 타겟의 위치를 추정할 수 있다. 특히, MEGATEM 구성과 향로 바로 아래에 타겟이 있을 때, 위치 예측 오차는 200m 이내였다. 향로 간격이 줄어들거나 도체가 향로에서 오프셋 될 때 오차는 줄어든다. 도체의 방향도 일련의 피크가 방향을 따라 정렬되어 추정할 수 있다. | | | |
| <고찰> | | | |
| ○ T-컴포넌트 반응은 EE보다 더 날카로운 피크를 생성하며, 이는 대부분의 가능한 타겟 방향에서 동일하다. 따라서, T-컴포넌트 반응은 도체 위치를 찾는 데 있어 더 유용하다. 또한, 깊이와 경사를 결정하는 데 사용할 수 있는 참조표를 생성하여 더 정확한 해석을 할 수 있다. | | | |

Airborne Electromagnetic (AEM) Data - 항공 전자기 데이터
 Energy Envelope (EE) - 에너지 엔벨로프
 T-component Response - T-컴포넌트 반응
 Hilbert Transform - 힐버트 변환
 Compact Anomalous Targets - 콤팩트 이상 타겟
 Geometrical Parameters - 기하학적 매개변수
 Automatic Interpretation Algorithms - 자동 해석 알고리즘
 Synthetic Examples - 합성 예제
 Dipole Conductor Model - 쌍폴 도체 모델
 Peak Position - 피크 위치
 MEGATEM Configuration - MEGATEM 구성
 Flight Line - 항로
 Offset - 오프셋
 Strike - 방향
 Dip - 경사
 Forward Modeling - 순방향 모델링
 Regularize Inversion Algorithms - 역산 알고리즘을 정규화하다
 Practitioners - 실무자
 Computational Resources - 계산 자원
 Asymmetry - 비대칭성
 Potential Fields - 잠재장
 Exploration - 탐사
 Mineral Deposits - 광물 매장층
 Constraining - 제한하는
 Narrower Anomaly - 더 좁은 이상 신호

총 평

○ 본 논문은 AEM 데이터 해석에서 EE와 T-컴포넌트 반응을 비교하여 T-컴포넌트 반응이 더 효율적이라는 결론을 도출하였다. 특히, T-컴포넌트 반응은 힐버트 변환 항을 포함하지 않아 계산이 더 간단하며, 대부분의 타겟 방향에서 더 날카로운 피크를 생성하므로, AEM 데이터를 해석할 때 더 유용하게 사용될 수 있다. 이 연구는 대략적인 매개변수를 통해 자동 해석 알고리즘의 효율성을 높이는 방법을 제시하여, 광물 탐사에서의 AEM 데이터 활용을 향상시키는 데 기여할 수 있다.

| | | | |
|----------|---|-----|--|
| 논문 제목 | A Review: TiO ₂ based photoelectrocatalytic chemical oxygen demand sensors and their usage in industrial applications | | |
| 저자 | Bersu Bastug Azer, Ahmet Gulsaran, Joel R. Pennings, Resul Saritas, Samed Kocer, Jessica L. Bennett, Yash Devdas Abhang, Michael A. Pope, Eihab Abdel-Rahman, Mustafa Yavuz | | |
| 발행년도 | 2022 | 발행처 | Journal of Electroanalytical Chemistry, Volume 918 |
| Key word | TiO ₂ ; Photoelectrocatalysis; PeCOD; Water quality sensing; PeCOD sensing housing design and fabrication; Chemical oxygen demand | | |

요 약

세계 인구 증가, 산업화 및 수자원 보안에 대한 필요성은 수처리 및 정화와 관련된 새로운 기술에 대한 수요를 촉진시켰다. 특정 수질 매트릭스의 산소 요구량은 샘플 내 유기 화합물의 존재에 대한 유용한 정보를 제공하고, 수자원 사용 및 처리에 대한 결정을 내리는 데 도움을 줄 수 있다. 전통적인 산소 요구량 측정 방법은 시간이 많이 걸리고 유해한 시약을 사용해야 한다. TiO₂ 기반 광전기화학적 산소 요구량(PeCOD) 방법은 전통적인 분석 과정보다 더 빠르고 효율적이며 정확한 대안을 제공한다. 이러한 방법은 TiO₂를 매개체로 한 광전기촉매(PEC)를 사용하여 유기 오염 물질을 산화시킨다. 이 논문은 COD 센서에서 전극 준비와 관련하여 TiO₂ 나노물질의 최근 합성 방법, TiO₂ 광/광전기촉매의 기본 원리, TiO₂ 기반 PeCOD 센서, 그리고 PeCOD 센서 시스템 셀 설계를 검토한다. PEC는 광촉매와 전기화학적 방법을 결합하여 다양한 응용 분야에서 향상된 광촉매 성능을 제공한다. TiO₂ 기반 PeCOD 센서는 본질적으로 저비용, 비독성, 화학적 안정성 및 감지 응용에서의 가용성으로 인해 유망하다. 본 논문에서는 혁신적인 PeCOD 센서 시스템 셀 설계 시스템을 시연한다. 이 리뷰 논문은 대규모 환경, 토양 및 가스 감지 응용을 위한 TiO₂ PeCOD 센서 시스템에 대한 과학적 및 기술적 개요를 제공하는 것을 목표로 한다.

내 용

<서론>

- 급증하는 인구와 산업화는 물 정화 기술의 수요를 증가시켰으며, 이는 광전기촉매(PEC) 기술의 발전을 촉진했다.
- PEC 기술은 물 정화와 폐수 관리의 높은 표준 및 요구사항을 충족시키기 위해 개발되었다.

<Flow>

- ① 광전기촉매(COD) 센서: COD 측정을 위한 광전기촉매 기반 센서의 개념을 설명하며, TiO₂가 주요 재료로 사용된다.
- ② TiO₂ 광촉매 및 광전기촉매의 기초 메커니즘: TiO₂의 광촉매 작용과 광전기촉매 메커니즘을 설명한다. 빛을 받으면 TiO₂가 어떻게 반응하여 오염 물질을 분해하는지에 대한 기초 지식을 다룬다.
- ③ TiO₂ 기반 PeCOD 센서 시스템 설계 및 테스트: TiO₂를 이용한 PeCOD 센서 시스템의 설계와 그 테스트 과정을 상세히 설명한다. PeCOD 센서의 구조, 기능, 성능 시험 결과 등을 포함한다.
- ④ TiO₂ 나노구조의 합성 방법: TiO₂ 나노구조의 다양한 합성 방법(예: 전기화학적 산화, 열수합성, 전기방사 등)에 대해 설명하며, 각 방법의 장단점과 그 결과물의 특성을 논의한다.

<방법론>

- 다양한 TiO₂ 나노구조의 합성 방법 (예: 전기화학적 산화, 열수합성, 전기방사 등)
- PeCOD 센서 시스템의 미세유체 설계 및 작동 제어 방법

<결과>

- TiO₂ 기반 PeCOD 센서는 낮은 비용, 비독성, 화학적 안정성, 널리 사용 가능한 장점을 가지고 있으며, 산업용으로 적합하다.
- PeCOD 시스템은 환경, 토양, 가스 감지 응용 분야에서 효과적이다.

<고찰>

- TiO₂의 다양한 형태(아나타제, 루틸, 브루카이트)와 혼합 상 시스템이 광전기촉매 성능에 미치는 영향을 고찰했다.
- 나노스케일에서의 합성 과정 설계 시 부피 대비 표면적 비율 및 루틸-아나타제 비율을 고려해야 한다.

- Photoelectrocatalysis (PEC): 광전기촉매

: 빛과 전기적 자극을 이용하여 화학 반응을 촉진하는 기술, 주로 물질 분해나 오염 물질 제거에 사용됨.

- Titanium Dioxide (TiO₂): 이산화 티타늄

: 화학식 TiO₂를 가진 무기 화합물로, 광촉매, 도료, 화장품 등 다양한 분야에서 사용되며, 광촉매 반응에서 중요한 역할을 함.

- Anatase: 아나타제

: 이산화 티타늄의 결정형 중 하나로, 광촉매 성능이 뛰어나며, 태양광을 이용한 화학 반응에서 효과적.

- Rutile: 루틸

: 이산화 티타늄의 또 다른 결정형으로, 열적 안정성이 높고, 색소와 도료에 사용됨. 아나타제와는 물리적, 화학적 특성이 다.

- Brookite: 브루카이트

: 이산화 티타늄의 세 번째 결정형으로, 다른 두 결정형(아나타제, 루틸)과는 다른 구조적 특성을 가지고 있으며, 광촉매 응용에서 상대적으로 덜 사용됨.

- PeCOD (Photoelectrocatalytic Chemical Oxygen Demand): 광전기촉매 화학적 산소 요구량

: 광전기촉매 기술을 이용하여 화학적 산소 요구량을 측정하는 방법. 물의 품질을 빠르고 정확하게 평가하는 데 사용.

- PeCOD sensing housing design and fabrication: 광전기촉매 화학적 산소 요구량 센서 하우징 설계 및 제작

: PeCOD 센서를 보호하고 안정적인 측정을 위한 하우징(케이스)을 설계하고 제작하는 과정

총 평

- TiO₂ 기반 PeCOD 센서의 발전은 환경 감시와 물 정화 기술의 혁신을 가능하게 한다. 특히, 전통적인 방법보다 신속하고 정확하며, 유해 시약을 사용하지 않아 환경 친화적이다. 앞으로 다양한 나노구조와 혼합 상 시스템의 연구가 더 필요하며, 이를 통해 더욱 효율적인 PeCOD 센서가 개발될 수 있을 것이다.

| | | | |
|---|---|-----|---|
| 논문 제목 | Securing Water and Wastewater Utilities: Cybersecurity for the Water and Wastewater Systems Sector | | |
| 저자 | National Cybersecurity Center of Excellence (NCCoE) | | |
| 발행년도 | 2023 | 발행처 | National Institute of Standards and Technology (NIST) |
| Key word | Access management, asset management; data integrity; network segmentation; remote access; SCADA; water and wastewater utility | | |
| 요 약 | | | |
| <p>미국의 물 및 폐수 시스템(WWS) 부문은 디지털 전환을 겪고 있다. 많은 부문 조직들이 데이터 기반 기능을 활용하여 유틸리티 관리, 운영 및 서비스 제공을 개선하고 있다. 자동화, 센서, 데이터 수집, 네트워크 장치 및 분석 소프트웨어의 지속적인 채택은 사이버 보안 관련 취약성과 이에 따른 위험을 증가시킬 수 있다. NCCoE는 WWS 유틸리티 간의 사이버 보안 위험에 대한 공통 시나리오를 파악하기 위한 프로그램을 시작했다. 이 프로젝트는 자산 관리, 데이터 무결성, 원격 액세스 및 네트워크 분할을 포함한 여러 영역을 프로파일링할 것이다. 또한, NCCoE는 기존의 상용 제품을 활용하여 이러한 위험을 완화하고 관리하는 방법을 탐구할 것이다. 이러한 결과는 WWS 유틸리티가 특정 생산 환경에서 사이버 보안 위험을 완화하는 데 출발점으로 사용할 수 있다. 이 프로젝트는 자유롭게 이용 가능한 NIST 사이버 보안 실무 가이드를 제공할 것이다.</p> | | | |
| 내 용 | | | |
| <p><서론></p> <p>○ 이 문서는 NCCoE에서 WWS 부문을 위한 예시적인 사이버 보안 솔루션을 개발하는 프로젝트를 설명한다.</p> <p>→ WWS 부문에서 네트워크 기반 기술의 채택 증가로 인한 사이버 보안 위험 증가를 해결하기 위한 것이다.</p> <p><Flow></p> <p>① 자산 관리</p> <p>OT 및 사이버 관련 자산의 관리와 보안 설정 갭을 식별하고 해결한다. 네트워크에 연결된 장치의 보안 상태를 파악하고 업데이트 상태를 유지한다. 운영 환경의 백업 및 보안 패치를 관리한다.</p> <p>② 데이터 무결성</p> <p>전송 중인 데이터와 저장된 데이터의 무결성을 보호한다. 안전한 통신 방법을 도입하여 시스템 침해를 방지한다. 운영 소프트웨어 업데이트의 안전성을 확인하고 테스트한다.</p> <p>③ 원격 액세스</p> <p>다단계 인증을 통해 원격 액세스의 보안을 강화한다. 권한에 따라 액세스를 제한하고 시스템 로그를 중앙에서 관리한다.</p> <p>④ 네트워크 분할</p> <p>네트워크를 논리적으로 분할하여 보안성을 높인다. 네트워크 분할을 통해 위협을 격리하고 보안 제어를 강화한다.</p> <p><방법론></p> <div><p>이 프로젝트는 네트워크 연결 기술의 채택 증가로 인한 WWS 부문의 사이버 보안 문제를 해결하기 위해 설계되었다. 상용 제품을 활용하여 네 가지 주요 시나리오(자산 관리, 데이터 무결성, 원격 액세스, 네트워크 분할)에 대한 참조 디자인을 개발한다.</p></div> | | | |

<결과>

○ NCCoE는 상용 제품과 서비스를 활용하여 WWS 부문의 사이버 보안 문제를 해결하기 위한 참조 디자인을 제시한다. 이 디자인은 소규모, 중규모 및 대규모 WWS 시설에서 적용 가능하다.

<고찰>

○ WWS 부문에서 발생하는 주요 사이버 보안 문제를 해결하기 위한 실용적인 접근 방안을 제시한다.

- Access Management (접근 관리): 네트워크나 시스템에 대한 접근 권한을 제어하고 관리하는 것. 사용자 인증, 권한 부여 등을 포함한다.
- Asset Management (자산 관리): 네트워크에 연결된 장치와 시스템의 보안 상태를 파악하고 관리하는 것. 자산 목록 작성, 상태 모니터링 등을 포함한다.
- Data Integrity (데이터 무결성): 데이터의 정확성과 신뢰성을 유지하는 것. 데이터가 손상되거나 변경되지 않도록 보호한다.
- Network Segmentation (네트워크 분할): 네트워크를 작은 서브네트워크로 분할하여 보안을 강화하는 것. 위협을 격리하고 접근 제어를 용이하게 한다.
- Remote Access (원격 액세스): 원격지에서 네트워크나 시스템에 접근할 수 있는 기능. VPN, 다단계 인증 등을 포함한다.
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, 감시 제어 및 데이터 수집): 산업 제어 시스템으로, 센서 데이터를 실시간으로 수집하고 제어하는 시스템. 주로 에너지, 수처리 분야에서 사용된다.
- Water and Wastewater Utility (물 및 폐수 유틸리티): 물 공급 및 폐수 처리를 담당하는 공공 또는 민간 기관. 식수 공급, 하수 처리, 물 재사용 등을 제공한다.

총 평

○ 물 및 폐수 시스템 부문의 디지털화로 인해 증가하는 사이버 보안 위협을 효과적으로 관리하기 위한 참조 디자인을 제공한다. 자산 관리, 데이터 무결성, 원격 액세스, 네트워크 분할과 같은 주요 문제를 다루고 있으며, 상용 제품을 활용한 실질적인 해결 방안을 제시하고 있다. 이러한 접근 방식은 WWS 부문의 다양한 규모의 시설에 적용 가능하여, 사이버 보안 위협을 줄이는 데 큰 기여를 할 것으로 기대된다.