

연구 주제명	생산 공정에서 수집된 시계열 센서 데이터에 대한 연속 학습 기반 시계열 이상 탐지 모델 개발
지도 교수명	백준걸 교수님
개요	1. 연구 목표 및 목적 - 다변량 시계열 센서 데이터에서 시간의 흐름에 따라 변화하는 정상 및 이상 패턴을 효과적으로 탐지하는 연속 학습(Continual Learning) 기반의 이상 탐지 모델을 개발하는 것을 목표로 함 - 실제 산업/제조 환경처럼 데이터 분포가 시간에 따라 변화하는 상황에서도, 기존에 학습한 정상·이상 패턴을 잃지 않고 새로운 패턴을 지속적으로 학습할 수 있는 모델링 프레임워크를 구축 - 모델 성능 저하의 원인이 되는 Catastrophic Forgetting(기존 정보의 소실)을 최소화하며, 실제 생산 공정 모니터링 및 조기 이상 탐지에 활용할 수 있는 실질적인 인공지능 모델을 제시 Key Distribution A Distribution B Network Class-IL Class 0 vs. 1 Class 2 vs. 3 f_w [0,1] Time-IL Winter Data Summer Data f_w [0,1,2,3] Domain-IL Lead I Lead II f_w [0,1,2,3] Institute-IL Institute A Institute B f_w [0,1,2,3,4,5] 2. 주요 연구 내용 [1] 특징 공학 및 시계열 데이터 표현 추출 - 센서 시계열 데이터에서 통계적 특성(평균, 분산, 상관관계 등)과 시계열 기반 임베딩 특징을 함께 추출하여 데이터의 정상/이상 패턴을 효과적으로 구분 [2] 연속 학습 기반 이상 탐지 모델링 - Elastic Weight Consolidation(EWC), Knowledge Distillation 등 연속 학습 기법을 활용하여 시간에 따라 변화하는 데이터 분포에도 기존 정상/이상 패턴을 잃지 않고 새로운 패턴을 학습 - 시계열 데이터의 분포 변화에 따라 이상 탐지 기준(Threshold)을 동적으로 조정 [3] 실험 및 성능 평가 - 다양한 공개 시계열 센서 데이터셋을 활용하여, 연속 학습 전후의 이상 탐지 성능 변화와 분포 변화(Distribution Shift) 대응 능력 평가 - 이상 탐지 결과 해석 및 실제 산업 환경 적용 가능성 분석

연구 주제명	머신러닝을 활용한 주요 공항 주차장 단기수요 추정 연구 (Short-term Airport Parking Lot Demand forecasting Using ML/DL Techniques)
지도 교수명	이철웅
개요	1.연구 배경 및 필요성 공항 주차장과 같은 대규모 시설에서 발생하는 수요의 급격한 변화는, 사회적·산업적 변화와 맞물려 매우 중요한 관리 이슈로 부상하고 있습니다. 특히 대형 연휴(설, 추석 등)나 비정상적 이벤트가 발생할 때는 기존의 경험적 운영만으로는 한계가 있으며, 과학적 예측에 기반한 효율적인 자원 배분이 필수적입니다. 그러나 현실적으로 활용 가능한 가용치 데이터는 최근 3년치의 차량 입·출입 기록으로 한정되어 있고, 공항별 주차장 특성·입지·이용객 패턴이 상이해 통일된 모형으로는 예측 정확도가 떨어질 수 있습니다. 또한, 주차장이 만차인 상태 이후의 초과 수요는 실제로 데이터에 기록되지 않으므로 '숨겨진 수요'(Truncated Demand) 문제 역시 함께 해결해야 합니다. 2.연구 목표 1) 공항별 특성을 반영한 맞춤형 단기 수요예측 모형 개발 각 공항별 입지, 접근 교통, 고객군의 차이를 고려하여, 단일화된 모델이 아닌 '맞춤형 예측모형'을 개발합니다. 2) 초과 수요 문제의 정량적 예측 실제 데이터에 기록되지 않는 초과 수요 문제(만차 이후 발생한 수요 미측정)에 대응하기 위해, Truncated Regression 등 통계적 기법을 적용하여 실질적 수요를 복원하는 방법을 연구합니다. 3) 다양한 외생변수와 복합 변수 기반 예측 정확도 향상 단순 주차장 입·출입 데이터 외에도, 공항별 항공기/여객 통계, 기상 데이터(강수량, 강설, 풍속 등), 접근 교통 및 주변 인프라, 연휴, 공휴일, 주변국 휴일 등 다차원적 데이터를 결합하여 복합적 수요 패턴을 반영하고, One-hot encoding, 결측치 보정, 데이터 리샘플링 등 다양한 데이터 전처리 기법을 활용합니다. 4) 특정 이벤트(설·추석 등)별 수요 예측과 시나리오 분석 명절·특송기간 등 반복적이지만 매년 시기/패턴이 달라지는 '이벤트 수요'에 대해 연도별 시나리오 코딩, 비선형적 수요 패턴 반영, 장기적인 패턴 변화 분석을 통해 일반화된 예측이 아니라 '실제 현장에서 활용 가능한 예측'을 목표로 합니다. 3.예측 모형 설계 전략 예측 모형은 크게 네 가지 축에서 접근합니다. 첫째, 통계 기반 모형(예: ARIMA, Prophet 등)은 전형적인 선형회귀 모델들로 시계열의 추세 및 계절성을 해석 가능하며, 간단한 구조로 직관적인 분석에 유리합니다. 둘째, 머신러닝 기반 모형(예: Random Forest, XGBoost 등)은 다양한 외생 변수들을 효과적으로 통합하며, 변수 중요도 분석을 통해 의사결정에 도움을 줍니다. 셋째, 딥러닝 기반 모형(예: LSTM, TCN, Transformer 계열)은 비선형 구조나 장기 의존성을 학습하는 데 강점을 가지고 있으며, 대규모 다변수 데이터를 효과적으로 처리할 수 있습니다. 넷째, 하이브리드 인공지능 모형(예: Prophet-TFT)은 선형회귀 모형과 딥러닝 모형을 결합한 뒤 적용하여 선형성과 비선형성을 모두 고려하는 새로운 모델입니다.

4.데이터 구성 및 전처리 방안

본 연구는 3년치 공항 주차장 입출입 데이터라는 제한된 자료를 출발점으로, 항공 여객 수와 비행 스케줄, 기상(강수, 강설, 풍속 등) 정보, 교통량, 연휴·이벤트 등 다양한 외생변수를 결합한 멀티모달 시계열 데이터셋을 구축합니다. 현실 데이터에는 결측이나 불일치, 노이즈 등 다양한 문제가 존재하는데, 이를 해결하기 위해 One-hot encoding, 업샘플링과 다운샘플링, 이동평균 기반 보정, Truncated Regression 등 실무에서 사용하는 데이터 전처리와 복원 기법을 직접 적용해 볼 수 있습니다. 특히, 만차 이후 기록되지 않아 숨겨지는 초과 수요 문제(Truncated Demand)는 전통적인 분석에서는 다루기 어려운 주제이지만, 본 연구에서는 고급 통계적 접근으로 실제 수요를 복원하는 경험을 쌓게 됩니다. 학생들은 이러한 복잡한 데이터 환경에서 데이터를 표준화하고, 다양한 변수와 패턴을 AI가 학습할 수 있도록 직접 설계·구축하는 과정을 통해 데이터 사이언스의 실전적 감각을 키울 수 있습니다.

5.기대효과 및 활용 가능성

본 연구에 참여하는 학생들은 실제 공항 현장에서 발생하는 복잡한 문제를 데이터로 풀어내는 전 과정을 직접 경험하게 되며, 단순한 모델 구현을 넘어 현실적 의사결정과 자원 운영에 영향을 미치는 AI 시스템을 구축하게 됩니다. 개발한 예측모형은 단기 주차 수요뿐만 아니라 명절·이벤트 등 특수 상황까지 정확히 예측하여 임시주차장 확보, 인력 배치, 요금 정책 등 다양한 현장 적용 방안으로 연결될 수 있고, 예측 결과는 시각화와 실시간 반영이 가능한 데이터 플랫폼에 탑재되어 실제 운영에 활용됩니다. 이 과정에서 얻는 기술과 경험은 주차장 외에도 유통, 교통, 에너지 등 다양한 산업으로 확장할 수 있는 범용적 역량으로 이어지며, 데이터 분석부터 AI 모델 구현, 실무 적용, 결과 해석, 그리고 후속 연구와 포트폴리오 구축까지, 데이터사이언스와 인공지능 분야에서 성장할 수 있는 특별한 기회가 될 것입니다.

연구 주제명	자율주행 시스템 글로벌 안전기준 대응을 위한 가상운전자 인지모델 기반 DMS 성능평가 시스템 개발
지도 교수명	명노해
개요	<연구 목적 및 내용> 본 연구의 목적은 실제 운전자의 인지적 반응 특성을 반영한 가상운전자 인지모델을 구축하고, 이를 활용해 운전자 모니터링 시스템(DMS)의 성능을 평가하는 것입니다. 우선, 다양한 주행 상황에서 운전자의 주의, 판단, 억제와 같은 인지 반응을 측정하기 위한 실험을 설계하고 수행합니다. 이 실험 데이터를 기반으로 가상운전자를 구현하고, 다양한 시나리오에서 DMS의 성능을 정량적이고 반복 가능한 방식으로 평가할 수 있는 시뮬레이션 기반 평가 환경을 개발합니다. 또한, 본 연구는 운전자 상태 평가에 대한 국제 안전기준의 요구사항을 충족할 수 있는 신뢰도 높은 DMS 평가 체계 수립에 기여하는 것을 목표로 합니다. <참여 학생의 역할> 참여 학생은 운전 시뮬레이터를 활용한 실험 설계 및 데이터 수집 과정에 참여하고, 실험을 통해 확보된 데이터를 정리·전처리하는 역할을 수행하게 됩니다. 또한, 인지모델 구축을 위한 기초 자료 조사와 모델 구현 과정에 보조 연구원으로 참여하며, 시뮬레이션 테스트 운영 및 결과 해석 등의 연구 전반에 실질적인 기여를 하게 됩니다.

연구 주제명	사용자-시스템 상호작용 중심의 시스템 설계 방식과 설명 효과성 연구
지도 교수명	이상원
개요	1. 사용자 행동 데이터 내 내재적 요소 간 관계성 도출 사용자와 시스템 간의 상호작용이 발생할 때, 시스템은 사용자에게서 직접적인 제안 또는 요청을 받을 수도 있지만, 사용자의 행동 패턴이나 사용자 여정(user journey)과 같이 간접적으로 사용자의 선호나 취향을 나타내는 암시적 피드백(implicit feedback) 역시 존재함. 실제로 현실 세계에서 대부분의 데이터는 이러한 암시적 데이터들로 이루어져 있으며, 이 데이터들은 별도의 처리가 필요함. 본 연구에서는 사용자의 이벤트 로그(event log)를 비롯한 암시적 데이터 내 사용자 특성을 파악하기 위해 사용자의 일련의 행동 속 전이 패턴의 관계성을 파악하고자 함. 이를 위해 사용자 행동 데이터 내 발생하는 프로세스 맵을 알파, 휴리스틱, 퍼지 등 다양한 알고리즘에 근거하여 추상화하고, 사용자의 전이 패턴에 강한 영향력을 가진 요소들을 XAI 알고리즘을 통해 포착하고자 함. 2. 암시적 데이터를 통한 사용자 행동 예측 모델 개발 기존 XAI는 연산이나 알고리즘 측면에서의 효율성이나 효과성보다 이를 수행하는 사람의 인지 과정에서의 타당성과 논리성을 강조함. 암시적 피드백 기반의 개인화된 XAI 인터페이스는 사용자의 잠재적 특성을 파악함으로써, 사용자의 문제 해결(problem solving) 과정과 인공지능 처리 과정이 양립(compatible) 할 수 있도록 함. 본 연구에서는 암시적 피드백 내 요소 간 관계성과 사용자 행동 분석을 위한 다양한 방법들(예. process mining, session-based recommendation)을 활용하여 사용자의 향후 행동을 예측함. 즉, 사용자 특성을 고려한 모델을 통해 다음 행동 패턴을 예측하고, 이에 대한 적절한 설명을 제공함으로써 사용자의 신뢰를 높이고 의사결정에 도움을 줄 수 있음. 사용자가 제안된 행동을 수행하지 않더라도, 이는 다시 새로운 암시적 피드백으로서 시스템을 개선하고, 새로운 개인화 전략 도출을 위한 순환 루프를 형성함. 3. 사용자의 직접적 피드백 반응을 통한 시스템 개선 방식 개발 IML(Interactive Machine Learning)은 시스템을 구성하는 과정에 인간이 개입하는 human-in-the-loop 방식을 기반으로, 모델 학습 과정에 중간 결과에 대한 인간의 피드백을 반영하여 성능을 개선함. 이러한 워크플로(workflow)는 사용자와 시스템이 양방향의 직접적 영향을 주고 받는다는 점에서, 본질적으로 서로 적응하게(co-adaptive) 됨을 의미함. 변화하는 사용자 응답 데이터의 수집 및 수용은 인간-인공지능 상호작용의 핵심 속성으로 작용함. 본 연구에서는 상호작용적 머신러닝을 바탕으로, 인터페이스를 통한 사용자-시스템의 상호작용을 고려하고 사용자의 반응으로부터 명시적인 피드백을 추출할 계획임. 확보한 사용자의 직접적 피드백을 시스템에 새롭게 반영하여, 사용자와 시스템 간의 양방향성 영향을 중심으로 모델을 개선할 수 있는 상호작용적 시스템을 설계하고자 함. 4. Multi-turn 상호작용 기반의 즉각적 피드백 반영 방식 설계 사용자와 시스템 간의 상호작용이 여러 회에 걸쳐 반복되는 multi-turn 대화 모델링은 시스템의 출력에 따른 사용자의 피드백으로부터 최신의 직접적 데이터를 즉각적으로 추출할 수 있으며, 자연어 이해(natural language understanding) 모듈을 활용하여 사용자의 의도와 맥락 정보를 파악할 수 있음. 이는 생성형 AI(generative AI) 기반 챗봇(chatbot) 같은 시스템에도 적극 활용될 수 있음. 앞서 연구한 상호작용적 머신러닝을 바탕으로, 대화 상태 관리 모듈(dialogue statement management) 또는 자연어 생성 모델(natural language generation) 등을 함께 활용하여 사용자와 시스템 간의 지속적인 상호작용이 가능한 모델을 개발함. 이를 통해 시스템의 결과값에 대한 사용자의 피드백을 수집하여 사용자에게 실시간으로 개인화된 정보를 제공할 수 있는 피드백 반영 방식을 설계함.