

배송 지연, 사전에 대응 할 수 있을까?

- 배송 지연 탐지 및 실시간 알림 시스템 설계 프로젝트

분석 배경

고객의 신뢰도와 구매자의 경험을 좌우하는 **배송 지연**은 단순한 시간 초과 문제가 아닙니다. 반드시 AI 기술과 데이터 기반의 솔루션을 찾을 필요가 있는 **핵심 문제**입니다.

또한, 배송 운영 담당자가 실시간 모니터링 시 **사전 배송 지연 예측 판단의 어려움**이 있습니다.

- 확인하고 판단해야 할 배송 운영 지표가 많음.
- 실시간으로 빠르게 변하는 지역 상황을 인지 하는데 한계가 있음
- 외부 변수(날씨, 집회 등)로 인해 지표의 기준이 일관되지 않음

이에 따라, **이상 탐지** 기법을 활용하여 배송 지연을 사전에 예측하여 **조기 대응**할 수 있는 실시간 알림 시스템을 설계할 필요가 있습니다.

분석 방법

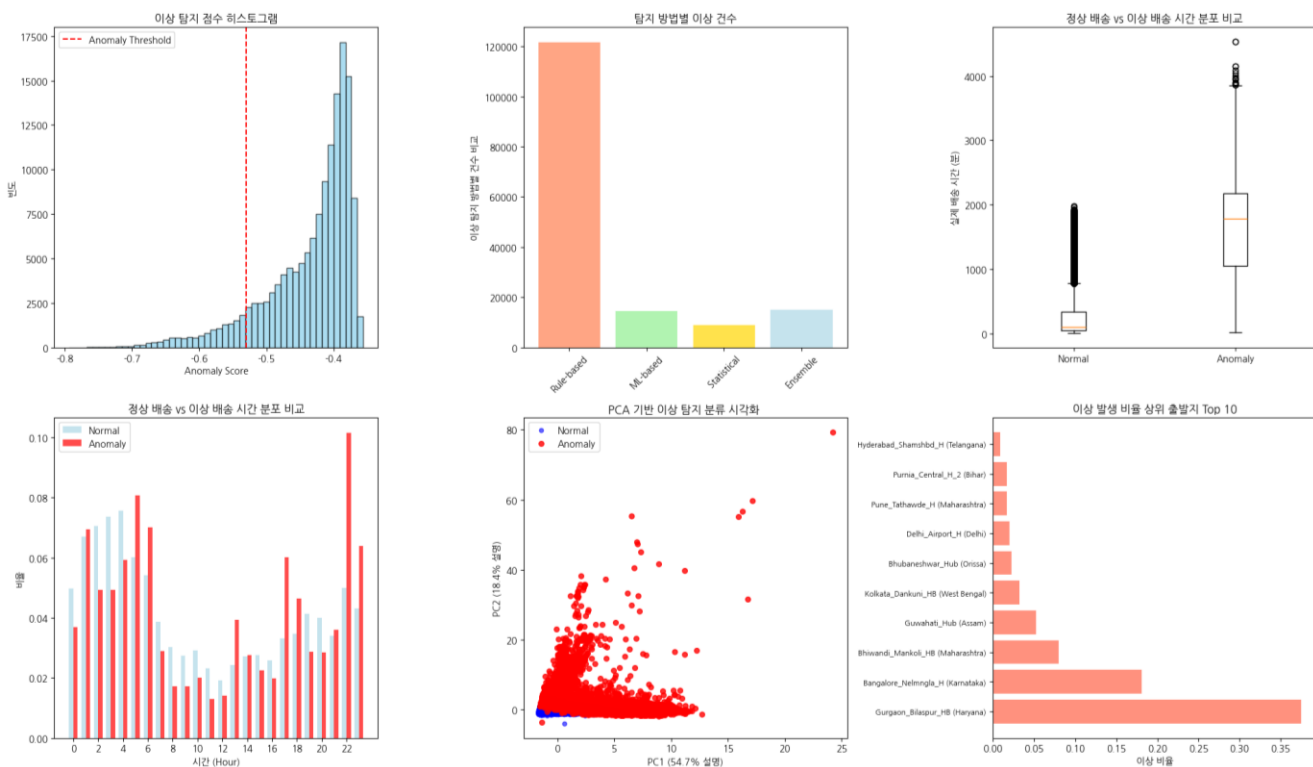
- 데이터: Delhivery Logistics Dataset (Kaggle, 144,867건 배송 이력)
- 주요 피쳐: 배송 시간, 출발지, 목적지, 운송 수단, 거리 등 총 9개
- 이상 탐지 기법: 규칙 기반 조건, Isolation Forest, Z-score를 조합한 앙상블 기법 활용

분석 과정

① 지연 기준 설정 → ② 피쳐 엔지니어링 → ③ 이상 탐지 모델 구성 →
④ 이상 점수 계산 및 분포 분석 → ⑤ 이상 탐지 기반 배송 패턴 분석

분석 결과

이상 탐지 기반 배송 패턴 분석



- 이상 탐지 기반 분석을 통해 전체 데이터의 약 10.5%가 비정상 배송으로 분류된 점 확인
배송 시간, 출발지, 운송 유형, 시간대 등 주요 특성에서 정상/이상 그룹 간 유의미한 차이가 관측됨
- 통계 분석 결과, 이상 그룹은 평균 배송 시간이 현저히 길며, 심야 시간대(22시 전후) 및 특정 출발지(Gurgaon, Bangalore 등)에 집중되는 경향을 보임
- 분석 결과를 바탕으로 **배송 지연 발생 조건에 대한 예측 기반 대응 전략 수립의 필요성**이 도출됨

배송 지연, 사전에 대응 할 수 있을까?

- 배송 지연 탐지 및 실시간 알림 시스템 설계 프로젝트

시스템 설계

배송 지연 기준 및 단계 분류

배송 지연 판단 기준

- actual_time - osrm_time > 기준값

기준값: delay_min > 60분 또는 delay_ratio > 1.5 또는 Z-score > 3 중 하나 이상 충족

분류 단계	분류 내용
위험 단계	- 이상 탐지 조건 3가지 이상 충족 - 이상 점수 하위 5% 이내 (anomaly_score < 5% quantile) - 연속 지연 3회 이상 발생
주의 단계	- 이상 탐지 조건 2가지 충족 - 이상 점수 5~10% 범위 - 고위험 출발지 또는 **피크 시간대(5시/일요일 등)**에 지연 발생



위험 단계 배송 건: 8623건 (6.0%)



주의 단계 배송 건: 6541건 (4.5%)

실시간 알림 시스템 설계

- 주요 운영 지표 배송 지연율, 고위험 주문 수, 평균 배송 시간, 이상 탐지 알림 수
- 시간대별 핵심 성과 지표: 시간별 배송 완료율, 시간별 배송 지연율
- 경고 임계값: - 주의 단계 배송 건: 0.15
- 위험 단계 배송 건: 0.25
- 연속 지연 횟수 기준: 3회

프로세스 설계

운영 대응 매뉴얼 설계

즉시 조치 대응 방안

- 주의 단계 발생: 해당 배송 기사에게 연락하여 작업 중 특이사항 및 지연 사유 확인
- 위험 단계 발생: 배송 지연 이슈 최소화를 위한 대체 배송 경로 또는 인력 배정 즉시 실행
- 기술적 이슈 동반 시: 시스템 이상 여부 확인, 기술팀 긴급 공유, 백업 절차 전환 및 고객 공지

단계별 대응 체계 방안

- Level 1: 실시간 운영 지표 모니터링 담당자 → 15분 이내 실시간 대응 진행
- Level 2: 배송 운영 실무 담당자 → 30분 이내 운영 상 조치 수행
- Level 3: 배송 운영 리더급 담당자 → 60분 이내 운영 대응 판단 및 실행

결론

프로젝트 결론 요약

1. 전체 데이터의 약 10.5%는 이상 배송으로 분류됨
2. 특정 출발지/시간대/운송 유형에서 이상 건 집중 발생
3. 이상 탐지 기반 조건으로 '위험' 및 '주의' 단계 기준 수립
4. 실시간 알림 및 대응 매뉴얼 기반 운영 체계 설계

→ 향후 시뮬레이션 기반 개선 효과 검증 및 운영 지표 추적 필요