공유차 흡연 실태분석 보고서:
실시간 흡연탐지 AI를 이용한 A사 실증 사례연구

연구팀 : 알티데이터랩 데이터 분석팀

요약

최근 세계 경기 침체로 자동차를 소유하는 것에서 이용하는 것으로 사용자들의 인식이 변화하고 있는 가운데 공유차 시장이 앞으로도 지속적인 성장을 보일 것으로 전문가들은 예측하고 있다. 하지만 차량 내 흡연으로 인해 다음 사용자가 불편을 호소하는 등의 문제가 매우 빈번하게 발생하고 있어 새로운 차원의 문제해결 방식이 필요한 시점이다.

이에 IoT 기반 차량 내 공기질을 분석하고 실시간으로 흡연을 탐지할 수 있는 AI 모델을 개발하여, 국내 차량 공유기업인 A사를 대상으로 PoC 실험을 진행하였다. 실험대상은 서울 주요 거점 지역 3곳의 30대 차량에 AQS(Air Quality Sensor)를 설치하여 실시간으로 공기질 데이터를 수집하였고 AI 알고리즘을 활용하여 흡연 탐지 및 모니터링 할 수 있는 시스템을 구축하였다.

그 결과 전체 운행 중 13%가 흡연으로 탐지되었고 그 중 50%는 전자담배, 혼합(전자담배+연초)이 34%로 나타났으며 연초담배는 16%로 정확한 실태를 파악할 수 있게 되었다.
그리고 시간대로는 새벽 2시에 흡연이 가장 많이 탐지되는 것으로 나타났고 차량 유형별로도 흡연의 비율을 탐지할 수 있었는데 준대형, 중형차의 흡연 비율이 약 70%로 상당히 높은 수치를 보였다.

이에 공유차 업체 담당자들이 실시간으로 흡연을 모니터링하고 대응 및 조치할 수 있게 되었다. 향후에는 데이터 분석 및 AI 알고리즘에 기반한 기업 차원의 의사결정이 이루어질 수 있을 것이며 나아가 공유차를 운영하는 업무의 방식까지도 개선할 수 있을 것이라 기대한다.

분석 배경

1. 공유차 시장의 확대

최근 세계 경기의 침체로 자동차를 “소유”하는 것으로부터 “이용” 하는 것으로의 유저 마인드 변화와 저 탄소화 사회 실현에 대한 사용자 의식 고양 등으로 공유차 시장이 주목받고 있다. 특히 최근에는 차고지 숫자, 차량 수, 차종이 급증하고 사용자의 인지도 및 편의성이 향상되어, 회원 수가 매년 급격히 증대되고 있다. 사업에 참여하는 기업도 렌터카사업자, 기존 자동차업체, 주차장사업자, 자동차정비사업자, 주택사업자 등 다양한 업종에서 시장 진입이 이루어지고 있다.

KPMG는 2035년부터 완성차 수요가 연평균 4.4%씩 감소하는 반면, 전 세계 공유차 보유 대수는 2040년에는 16%까지 증가함에 따라 공유차 시장은 2040년까지 가파른 성장률을 기록하여 장기적으로는 공유차가 완성차 수요를 앞지를 것으로 전망했다.

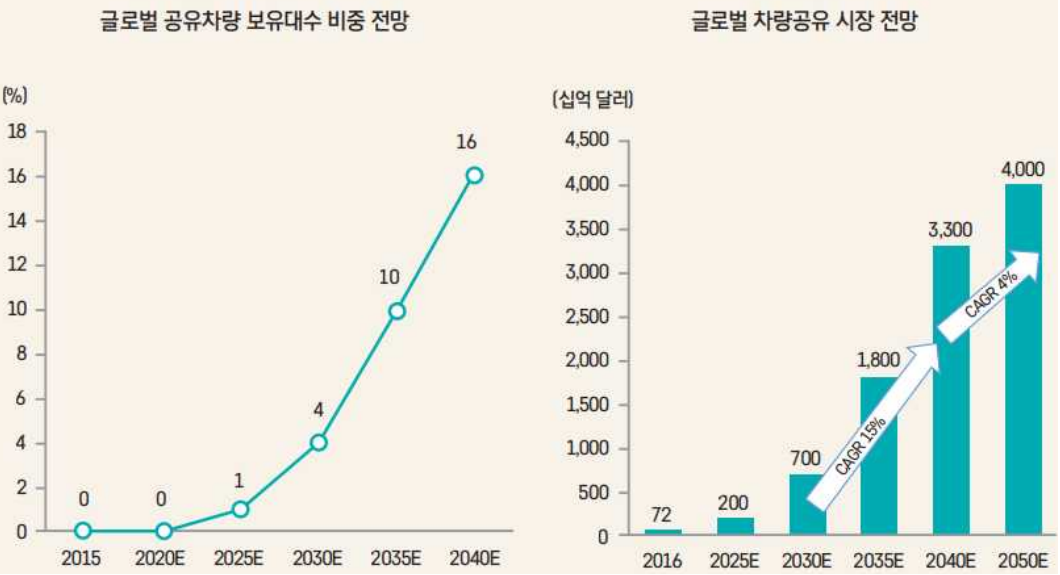

그림 1 KPMG(2019.8). TaaS 투자로 본 모빌리티 비즈니스의 미래

2. 공유차 업체의 “담배와의 전쟁” 선포

빠르게 커지는 시장의 확대와 더불어 많은 문제점이 발생하고 있는데 바로 운전자들의 무분별한 차량 내 흡연이다.

공유차 업체는 차량 내 흡연으로 인한 미세먼지 및 TVOC(총휘발성유기화합물)가 증가함에 따라 사용자들로부터의 제품 인지도 하락, 흡연 차량의 청소 비용 증가, 차량 회전율이 감소하는 등의 피해가 발생하고 있다. 이러한 피해를 줄이기 위하여 차량 내 흡연 근절을 위하여 다양한 캠페인을 펼치고 있다.

공유차 업체들은 담배와의 전쟁을 선포하고 차량 내 흡연자들에게 벌금을 부과하고 있다.

그러나 해당 캠페인은 효과가 미비할 뿐만 아니라 여전히 사용자들은 담배 냄새로 인한 불쾌감과 간접흡연으로 인한 피해를 호소하고 있고 반면 적발된 흡연자들은 흡연을 부인하는 등 양측의 불만이 높아지고 있다.

그림 2 공유차 업체의 캠페인 예시

3. 데이터 기반의 의사결정 및 서비스 운영 개선

공기질 센서를 통해 수집된 데이터를 분석하고 흡연 여부를 탐지할 수 있도록 하는 데이터 분석 기반의 의사결정과 이에 대한 서비스 운영 개선을 위한 체계 마련이 필요한 상황임이 분명하다. 이에 IoT 기반 차량 내 공기질을 분석하고 실시간으로 흡연을 탐지할 수 있는 모델을 개발하여 국내 공유차 기업 A사를 대상으로 3개월간의 PoC 를 진행하였다.

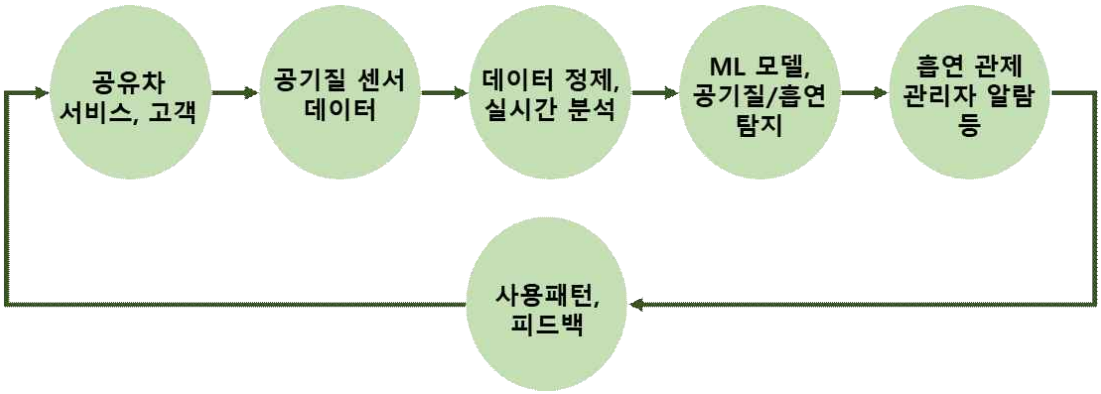

그림 3 데이터 분석 기반의 의사결정 과정

이 기간에 A사의 차량 운행패턴을 분석할 수 있었으며 공유차 사용자들의 흡연을 탐지하여 담당 직원에게 실시간으로 확인할 수 있는 관제 대시보드를 제공하는 등 데이터 분석 기반의 의사결정과 운영 방식 개선에 이바지하였다.

흡연 탐지 알고리즘 개발

1. 머신러닝을 활용한 차량 내 흡연 탐지 알고리즘

흡연 탐지 알고리즘을 만들기 위해 공유차 서비스 업체의 차량 2대를 실험용으로 지정하여 AQS 공기질 탐지 센서를 설치하였고 차량 운행 중 흡연 여부와 흡연일 때 정상 운행 중의 공기질 데이터와 차이점을 비교 및 분석하였다.
또한 화재와 같은 비상상황을 탐지하기 위하여 번개탄을 차량 내부에 직접 피워 실험하는 등 다양한 이벤트에 대한 데이터를 축적하여 머신러닝의 학습데이터로 활용하였다. 흡연 탐지 알고리즘으로는 Random Forest, Decision Tree, SVM, XGBoost 등을 활용하였고 재현율, F1 Score 등 종합적으로 판단하여 탐지 정확도가 95%의 이상의 성능을 보이는 Random Forest 알고리즘을 활용하였다.
흡연 탐지 알고리즘과 더불어 전자담배와 연초를 구분하는 모델도 위와 같은 방식으로 개발하였으며 SVM 이 96% 이상의 정확도로 가장 높은 성능을 보여 최종적으로 모델을 채택하였다. 이렇게 해서 만들어진 모델을 활용하여 흡연의 여부와 흡연의 종류를 탐지할 수 있게 되었다. 공유차 업체의 관리자 또는 차량 사용자에게 알람을 줄 수 있도록 다음과 같은 흡연 탐지 시나리오가 구성되었다.

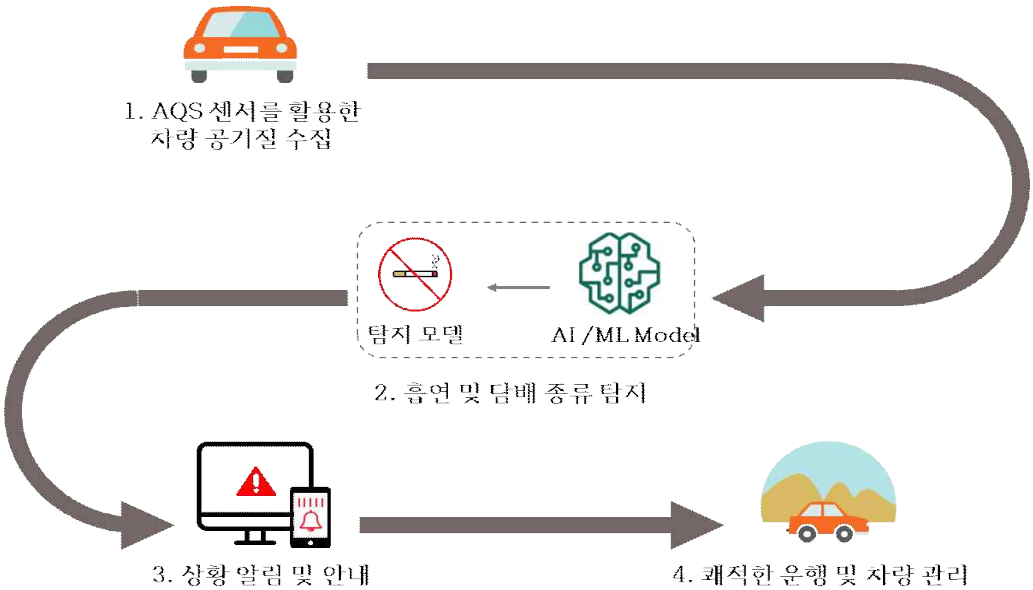

그림 4 차량 내 흡연 탐지 시나리오

2. 흡연상황 관측할 수 있는 대시보드 서비스

A사의 현재 운행 중인 30대의 차량에 AQS 공기질 센서를 부착하고 실시간으로 흡연 탐지 현황을 관찰할 수 있도록 대시보드 구축하였다.
일자별, 시간대별로 운행 차량 수, 흡연 탐지 차량 수, 흡연 탐지 횟수 및 일반/전자담배의 비율 등 흡연 탐지 결과에 대한 전반적인 통계치를 확인할 수 있도록 구성하였다.

흡연 탐지 분석결과

A사의 공유차에 대한 실시간 운행 및 공기질을 모니터링 하면서 얻은 몇 가지 주요한 분석 결과를 제시하고자 한다. 분석을 진행하면서 정의한 운행에 대한 개념도 설명하고자 한다.

운행의 개념정의

센서를 통해 5분 이상 자료수집이 안되는 상황을 별개의 운행으로 보았다. 가령 낮 1시부터 2시까지 센서의 값이 지속해서 수집되다가 5분 이상 데이터가 들어오지 않는다면 2번째 운행이 시작되었다고 간주하고 분석을 진행하였다.
이를 통해 1,090,563건의 센서 수집 데이터를 10,512건의 운행 데이터로 변환하였다.

데이터 수집 주기

AQS 센서를 통해 수집되는 데이터의 주기는 30초이다. 30초마다 차량 내 미세먼지, 초미세먼지, TVOC 등을 측정하여 저장 서버로 전달해주게 된다.

분석 데이터 셋

우리는 CEP(Complex Event Processing) 엔진을 활용하여 실시간 공기질을 정상, 연초, 전자담배, 이상공기질 등으로 탐지하여 분석을 진행하였다.

	TERMINAL_ID	MSG_DATE	PM2_5_MAX	PM10_MAX	TVOC_MAX	ECO2_MAX	DETC_CD
0	0050bc7cad61a77f8bd08ca6c621b5fa	2021-05-06 10:17:40	18	50	2	414	정상
1	0050bc7cad61a77f8bd08ca6c621b5fa	2021-05-06 10:18:39	1	1	12	480	정상
2	0050bc7cad61a77f8bd08ca6c621b5fa	2021-05-06 10:19:39	0	1	3	422	정상

그림 5 AQS 센서 로그 데이터 예시

1. 운행 패턴 분석

1) 운행률 분석

운행률이란 차량이 얼마나 운행되고 있는지를 나타내는 지표이다.
가령 하루에 10대의 차량 중 7대가 운행되었다면 운행률은 70%라고 볼 수 있으며 운행률이 0%이면 30대의 차량이 모두 운행을 하지 않았다는 것을 의미한다.
PoC 기간 동안 A사의 평균 운행률은 87.7%(30대 중 26.3대)로 나왔다.
운행률이 가장 높은 요일은 토요일이며 92.3%의 운행률을 보였으며 가장 낮은 요일은 월요일로 84.1%의 운행률을 보였다.
이를 요일별로 요약해보면 다음과 같다.

요일	평균 운행 차량수	평균 운행률(%)
월	25.23	84.1%
화	26.42	88.1%
수	25.67	85.6%
목	26.08	87.0%
금	26.33	87.8%
토	27.69	92.3%
일	26.69	89.0%

표 1 요일별 평균 운행률

2) 회전율 분석

회전율이란 운행률과 마찬가지로 10대의 차량 중 7대만 운행이 되었다고 하더라고 하루에 몇 번 운행했는지에 따라 회전율은 각기 다르게 나온다.

회전율을 구하기 위해 차량별로 운행한 일자가 다르므로, 차량별 운행 횟수를 운행 일수로 나눠 회전율을 산출하였다.(회전율 = (총 운행 횟수 /총 운행 일수)*100)

회전율이 높을수록 차량이 운행을 많이 했다는 것을 의미하며 다음과 같이 차량별로 회전율이 나타났다.

차량 ID	운행 횟수	운행 일수	회전율(%)
283af	553	87	636 %
1eecc	494	78	633 %
10516	417	75	556 %
…	…	…	…
b630d	293	77	381 %
07d62	256	77	332 %
5e371	174	56	311 %

표 2 차량별 회전율

이러한 방식을 통해 차량별 가장 높은 회전율을 보인 차량은 636%의 회전율을 보였으며 가장 낮은 차량은 311%의 회전율을 보였다. 평균적으로 451%의 회전율을 보였다.

2. 흡연 탐지 분석

1) 운행 중 흡연 차량 비율 분석

2021년 5월부터 7월까지 총 30대의 차량에 AQS 센서를 부착하여 운행 중에 사용자들이 차량 내 흡연을 얼마나 했는지 분석하였다. 그 결과 전체 운행 중 13%가 흡연을 했다는 결과가 나왔다.

2) 흡연의 유형 분석

그렇다면 흡연으로 탐지된 건들에 대해 어떤 유형의 흡연이 탐지되었는지 추가 분석해보았다. 그 결과 전자담배가 49.4%로 가장 높았고 전자담배와 연초를 혼합한 비율이 약 34% 그 외 일반 연초 담배가 16% 순으로 나타났다.

흡연 타입	흡연 횟수	비율(%)	시간
연초	225	16.43%	01:15:07
전자담배	676	49.37%	01:07:03
혼합	468	34.18%	01:54:25

표 3 흡연의 종류

3)시간대별 흡연 탐지 횟수 및 비율 분석

공유차 사용자들이 흡연을 얼마나 하는지를 분석해보았다.

언제 흡연을 가장 많이 하는지 시간대별 공유차 사용자들의 흡연 탐지 횟수를 그래프로 나타내 보았다.

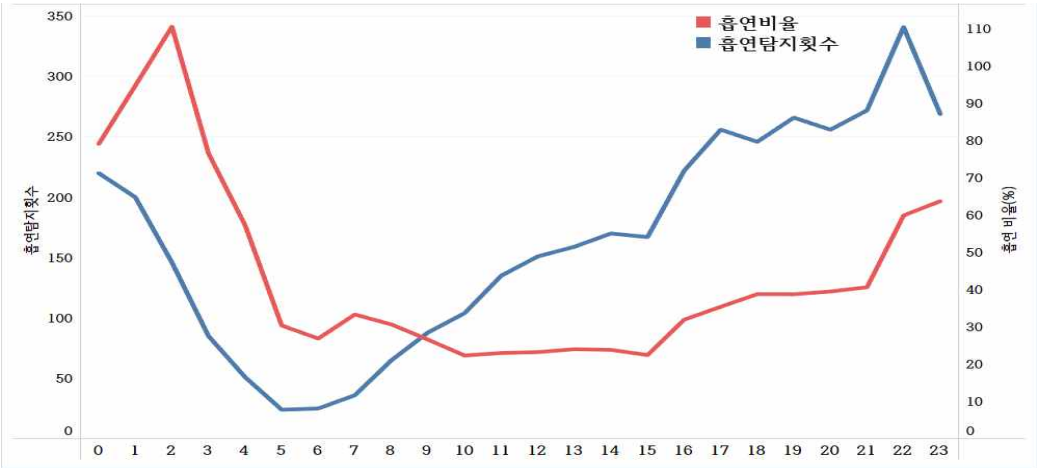

그림 6 시간대별 흡연 탐지 횟수 및 비율

아래 그래프를 살펴보면 흡연이 가장 많이 탐지된 시간대는 22시로 총 341회의 흡연이 탐지된 것을 확인할 수 있었다. 하지만 이를 동 시간대 운행 횟수로 나누어 비율로 나타내 보면 새벽 2시에 111%로 가장 높은 비율로 흡연을 하는 것을 알 수 있었다. 새벽 2시에는 132회의 운행이 있었고 146회의 흡연이 탐지되었다.

4) 차종별 흡연 탐지 횟수 분석

추가로 차종별 흡연 비율에 대해 분석해보았다. 6개의 차종별 총 운행 횟수, 흡연횟수, 이 둘을 나눈 흡연율 등의 값을 산출하였고 차종별 흡연의 유형도 파악할 수 있도록 표를 구성하였다. 준대형과 중형차량의 흡연율이 다른 차종에 비해 65%를 상회하는 것으로 나타났다.

차종	운행횟수	흡연횟수	흡연율(%)	연초	전자담배	공기질나쁨	위험
SUV	3,037	1,049	35%	458	591	1,396	0
경형	2,111	422	20%	108	314	640	0
승합	476	159	33%	85	74	155	0
준대형	392	294	75%	118	176	204	0
준중형	2,725	865	32%	275	590	953	0
중형	1,775	1,165	66%	403	762	995	0

표 4 차종별 흡연 탐지 횟수

결론 및 기대효과

A사 PoC를 진행하는 3개월 동안 30대의 차량에 AQS(Air Quality Sensor)를 부착하여 공기질을 측정하였고 실시간으로 흡연을 탐지하고 모니터링 할 수 있도록 시스템을 구축하였다. 관제 시스템을 통해 담당자들은 실시간으로 차량의 운행 상태와 흡연 여부를 파악할 수 있게 되었다.

1. 데이터 분석을 통해 흡연 실태를 파악하다.

우리는 30대의 차량의 흡연패턴을 분석한 결과 3개월 동안 약 13%가 운행 중에 흡연하고 있다고 나타났다.
A사가 캠페인을 통해 접수되는 흡연 신고 건수가 매월 평균 100여 건이 안 되는 것으로 나타났지만 알고리즘에 의해 탐지된 흡연의 건수는 매월 400여 건이 넘는 것으로 확인되었다. 탐지율이 4배 이상 차이가 나는 것으로 나타났다.
또한 흡연의 유형을 분류함으로써 전자담배의 비율이 50%가 넘는 것을 확인하였으며 공유차 사용자들이 주로 새벽 시간을 이용해 흡연한다는 사실을 알 수 있었다.
이로 인해 전반적인 공유차의 운행현황과 흡연 실태를 정확히 파악할 수 있는 계기가 되었다.

2. AI 분석 기반 의사결정

공유차 사용자들의 흡연실태에 대한 정량적 데이터를 확보할 수 있게 되었으며 기존의 업무수행 방식이 개선될 수 있음을 확인하였다. AI 알고리즘을 활용하여 차량 내 흡연을 탐지하고 이를 실시간으로 관제함으로써 차량을 관리하고 서비스를 제공하는 담당자들의 더욱 정확한 의사결정 및 운영 방식의 개선이 이루어질 수 있을 것이다.

3. 기대효과

AI 기반 의사결정을 통해서 쾌적한 공유차 서비스를 제공할 수 있으며 이는 고객 만족 및 비용절감에 도움되는 선순환의 구조를 만들 수 있을 것이다. 또한 흡연으로 인한 사회문제 해결에 도움을 줄 것으로 기대된다.

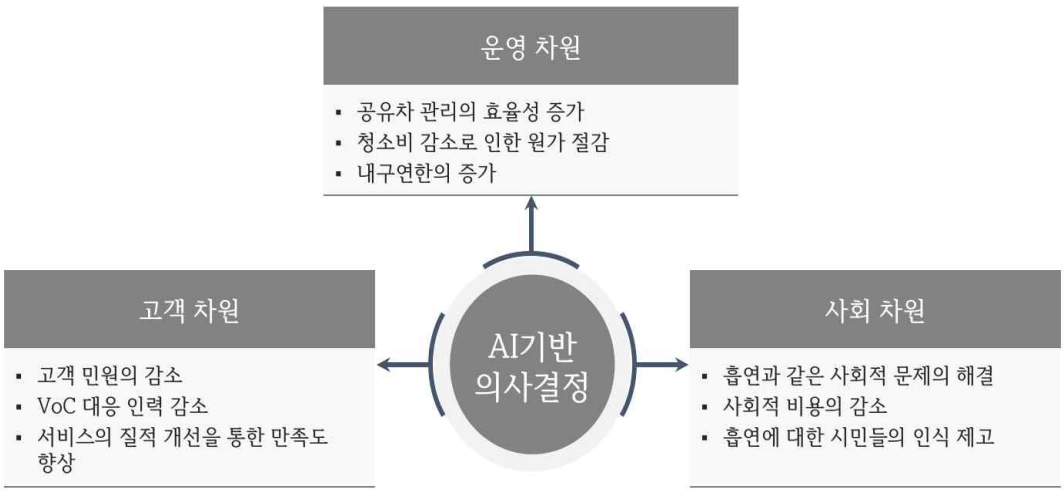

그림 7 AI기반 의사결정으로 인한 기대효과