

안전을 위한 스웨덴의 지오펜싱 프로젝트

연 복 모 국토연구원 전문연구원

들어가며

지오펜싱 또는 지오펜싱은 지리(Geography)와 울타리(Fence)의 합성어로 실제 위치에 기반하여 가상의 경계나 구역을 만드는 기술로 네트워크 등 다른 기술과 결합해서 사용자의 실시간 위치를 파악하고 출입정보를 기록할 때 활용되는 개념이다(IT WORLD, 2018). 교통시스템에서는 디지털 교통구획 또는 합의된 조건에 따라 차량의 성능을 제한, 제어 또는 정보를 제공할 수 있는 디지털로 정의된 지리적 영역 또는 범위를 총칭하는 용어로 정의될 수 있다(Geosense, 2021). 차량이 특정 지리적 영역에서 특정 특성을 따르도록 하기 위한 적절한 기술의 적용을 포함하며, 지오펜싱은 오늘날의 복잡한 도로교통 환경에서 보호받기 어려운 이용자를 위한 안전한 도로교통시스템 구현의 주요한 도구가 될 수 있다. 또한 오늘날 차량의 연결성 강화로 차량의 특성을 제어할 수 있는 범위가 확대되어 지오펜싱의 활용 가능성은 더욱 커지고 있다.

지오펜싱에 대해 많은 관심을 기울이는 대표적인 국가가 스웨덴이다. 스웨덴은 일찍부터 지오펜싱에 대한 시험을 시작했으며, 오랫동안 차량안전에 관한 혁신을 주도하는 국가 중 하나이다. 안전하고 지속가능한 교통시스템을 위해 지오펜싱 활용방안에 대한 프로젝트도 지속적으로 해오고 있으며, 지오펜싱 기술시험 및 구현을 위한 관련 프로젝트가 현재 진행 중이다. 관련 연구 및 혁신 프로그램의 목적은 대규모 구현 추진의 이니셔티브에만 있는 것이 아니라 프로젝트를 활성화하고 확장하는 것이 포함된다. 여기서는 스웨덴 교통국으로 자금을 지원받아 2019-2022년 추진된 스마트교통구역(Smart Urban Traffic Zone)에 대한 결과와 유럽연합의 Horizon 2020에서 자금을 지원받아 2021-2024년까지 수행되는 지오센스(Geosense) 프로젝트에 대해 소개하고 시사점을 살펴보고자 한다.

스마트 도시교통구역(Smart Urban Traffic Zones)

2017년 스톡홀름의 드로트닝가탄(Drottninggatan)에서 테러 공격이 발생한 후 스웨덴은 도시환경 시범프로젝트로 지오펜싱 테스트를 시작했다. 이 프로젝트는 스톡홀름, 예테보

리뿐만 아니라 자동차 등 관련 산업분야와도 긴밀한 협력이 이루어졌다. 스마트 도시교통구역은 2018년에 발표된 지오펜싱 실행계획을 바탕으로 보행친화적이고 유연한 미래형 도시를 지향하고 있으며, 스마트 도시교통구역을 통해 더 조용하고 안전하며 건강한 도시 환경에 기여하는 것을 목표로 하고 있다. 스웨덴 교통청이 자금을 지원하는 연구 및 혁신 프로그램으로 사회, 산업계 및 학계가 참여하여 교통시스템 관리에서 지오펜싱 사용을 촉진하는 솔루션을 공동으로 개발하는 것이 주요 내용이다. 여기서 중요하게 생각하는 것 중 하나가 지오펜싱의 적용가능성이다.

▶ 스마트 도시교통구역

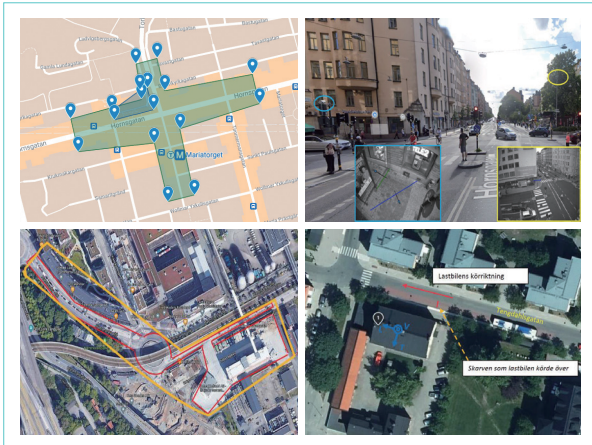


자료: Kristina Andersson et al.(2022)

스톡홀름의 쇠데르말름(Södermalm)에서 두 가지 테스트를 진행했다. 하나는 보행자에 따른 속도 제어이며, 다른 하나는 차량 중량과 관련한 속도 제어다. 보행자에 따른 속도 제어는 지역의 상점과 레스토랑에 배달하는 유통 차량을 통해 테스트되었으며, 속도 규제는 보행자의 교통안전을 높이기 위한 것으로 해당 지역의 보행자 흐름 모니터링을 기반으로 했다. 차량 중량 관련 속도 제어는 콘크리트 트럭이 일반적으로 허용되는 것보다 더 많은 콘크리트를 적재할 수 있도록 허용하여 운행횟수를 줄이되, 속도에 따른 도로 인프라 손상을 줄이기 위해 도심 진입 시 지오펜싱을 통해 속도 제어를 실시했다.

테스트 결과 동적 속도 제어를 위한 스마트 영역을 만드는 것은 기술적으로 가능함을 보여주었으며, 테스트 차량의 운전자도 시스템에 대해 대부분 긍정적이었다. 다만, 응용 프로

▶ 스톡홀름 스마트 도시교통구역



자료: Kristina Andersson et al.(2022)

그램이 교통안전에 미치는 영향을 확인하기 위해서 더 많은 장소와 더 많은 차량에서 데이터를 수집할 필요성이 확인되었다. 차량 중량 관련 속도 제어에서는 지오펜싱 기반의 차량 자동 속도조절을 통해 차량의 저속유지가 보장된다는 전제에서 효과가 있는 것으로 나타났다. 속도가 낮을수록 진동이 덜 발생하므로 중차량으로 인해 주변건물이 손상될 위험도 줄어든다. 역시 스마트 구역 설정에는 문제가 없어, 확대적용을 위해 기술적인 문제보다 차량 중량에 대한 기준을 유연하게 적용할 수 있도록 제도화하는 방안이 중요하다는 것이 시사점이었다.

에테보리는 건설현장 출구 주변에서는 스마트 구역을 만들어 대형차량과 자전거 이용자 사이의 충돌위험을 줄이는 테스트가 수행됐다. 이 프로젝트의 출발점은 현재 건설현장 출구 설계가 충분하지 않다는 점에서 시작되었으며, 건설현장 출구에는 경고시스템에 연결된 스마트 센서가 장착되었다. 공사장에 대형차량이 진입 또는 진출할 때 자전거 이용자가 공사장 출구에 접근하면 경고시스템이 작동하여 자전거 이용자와 차량 운전자 모두에게 경고한다.

▶ 에테보리 스마트 도시교통구역

Signal	Användartyp 1 - prioritet för lastbil	Cykel	Beaktning	Signal	Användartyp 1 - prioritet för lastbil	Cykel	Beaktning
			Ingen risk för kollision, egen signal lastbil				Ingen risk för kollision, egen signal lastbil
			Risk för kollision, på egen signal cykel				Risk för kollision, på egen signal cykel
			Risk för kollision, på egen signal lastbil				Risk för kollision, på egen signal lastbil
			Risk för kollision, på egen signal cykel				Risk för kollision, på egen signal cykel
			Risk för kollision, på egen signal lastbil				Risk för kollision, på egen signal lastbil
			Risk för kollision, på egen signal cykel				Risk för kollision, på egen signal cykel
			Risk för kollision, på egen signal lastbil				Risk för kollision, på egen signal lastbil

자료: Kristina Andersson et al.(2022)

테스트 결과는 경고시스템 배치 방법을 포함하여 건설현장 출구 주변의 물리적 환경이 어떻게 설계되었는지가 자전거 이용자와 운전자가 교통 상황을 인식하고 관리하는 방법에서 중요한 역할을 한다는 것을 보여주었다. 자전거 이용자와 차량 운전자 모두 경고시스템이 안전한 건설현장 출구에 기여한다고 느꼈고, 정보의 대상이 누구인지 도로 사용자가 어떻게 행동해야 하는지 명확하게 하기 위해 경고 시스템의 설계를 개선할 필요성이 확인되었다. 또한, 이러한 종류의 스마트 구역이 건설 출구에 적용되기 전에 시스템 설계를 개발할 필요가 있으며, 이러한 유형의 위치에서 가변형 도로 표지판 사용방법에 대한 개발 요구도 확인했다.

지오센스(GeoSence)

지오센스는 교통 흐름, 안전 및 환경 개선이 가능한 지오펜싱 솔루션을 개발하는 프로젝트로 유럽 연합의 Horizon 2020에서 자금을 지원하는 프로젝트(JPI Urban Europe)이다. 프로젝트 기간은 2021년 4월부터 2024년 3월까지이며 예산은 약 160만 유로다. 독일, 노르웨이, 스웨덴 및 영국 등 프로젝트 파트너가 참여한다. 지역 계획 당국과 긴밀히 협력하여 전체론적 관점에서 지오펜싱의 구현과 그 영향을 조사하는 최초의 프로젝트로 도시의 특정 사례에 대한 새로운 지오펜싱 개념과 솔루션을 설계하고 테스트 및 평가뿐만 아니라 다양한 지오펜싱 애플리케이션을 확대하는 새로운 방법을 제안하는 것이 목적이다.

이 프로젝트와 관련하여 2021년에 교통관리를 위한 지오펜싱에 대한 최신 기술 및 적용사례가 조사되었다. 또한, 2022년에는 도시교통 관리를 위해 지오펜싱을 사용하는 유럽 도시의 과제 및 요구 사항이 도출되었다. 현재 스웨덴의 에테보리와 스톡홀름, 독일의 뮌헨에서 파일럿 프로그램도 동시에 진행 중이다.

2021년 보고서를 보면 교통관리 및 계획을 위한 지오펜싱을 “지오펜싱 내에 위치하거나 진입 또는 진출 시 정보통신기술 또는 모바일장치/차량에 내장되어 사전 정의된 지오펜싱을 사용하여 모니터링, 알람 및 제어를 위한 지오펜싱 생성”으로 개념을 정의하였으며, 그에 해당하는 사례를 조사하였다. 그 결과 실제 적용된 사례로 자가용, 공유 마이크로 모빌리티, 화물 및 물류, 대중교통 및 승차공유 분야에 다양한 사례가 조사·정리되었으며, 자율주행 관련 차량과 공유 자동차와 관련하여서도 테스트되거나 개념적으로 개발되고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 이를 안전, 환경, 효율성, 자료수집이라는 측면에서 구분하여 지오센스가 교통관리 분야에서 어떻게 활용될 수 있는지를 제시하였다.

▶ 교통분야 지오펡싱 적용사례

구분	적용사례	구성 시스템	처리방법
안전	속도제한구역, 사고찾은구역 등	OBU/모바일장치 차량장치 차내장치/API 등	정보제공 속도제한
환경	공해차량제한지역 (LEZ) 등	OBU/모바일장치 차량장치	정보제공, 인센티브 구동방식 변경
효율	승하차구역, 접근제한구역, 주차금지구역, 차등요금부과 등	모바일장치/APP OBU/모바일장치 차내장치 등	정보제공, 페널티, 단속 등
자료수집	경로추적, 통행사실 수집 등	OBU/모바일장치	정보제공 인센티브 등

자료: Lillian Hansen et al.(2021)

2022년 연구에서는 규정 부재(Lack of regulation), 선택적 차량 업그레이드(Selective vehicle upgrading), 시장이해 부족(Lack of market overview), 높은 가격(High price), 핵심기술 부족(Weakness in the core technology), 영향 및 효과분석 필요(Lack of knowledge on impacts and effects)의 6가지 요인을 지오펡싱 도입의 문제점으로 지적하고, 관련하여 대처방안을 제시하였다.

▶ 교통분야 지오펡싱 요구사항에 대한 대처방안

위험요인	대처방안
높은 개발비용 (High development costs)	• 연구 펀딩과 국제 및 EU 공동 프로젝트 활용
관련 지식 및 전문가 부족 (Lack of knowledge and experts)	• 교통 혁신 전문가와 디지털화 전문가가 지오펡싱에 대해 더욱 협력할 수 있도록 지원
GNSS 부정확 (GNSS remains inaccurate)	• GNSS를 보완하는 기타시스템 및 인프라 개발
수용성 부족 (Lack of acceptance)	• 차량에 배출가스 저감 기술을 채택하는 제조 업체에 대한 마케팅 캠페인 및 법적 의무 부여 • 특정 데이터를 도시/시정 간에 공유할 수 있도록 개방성 장려

자료: Lillian Hansen et al.(2021)

또한 현재 스웨덴과 독일에서 파일럿 프로그램이 진행 중이다. 스웨덴 예테보리는 공공 조달에서의 지오펡싱, 즉 지오펡싱 기능에 대한 요구사항을 설명하는 방법과 도시와 교통 운영자 간의 계약에 명시된 요구사항에 대한 준수를 확인하는 방법을 검토한다. 이를 위해 특히 취약한 도로 이용자가 있는 지역 주변에서 속도 제한이 준수되도록 하는 것을 목표로 장애인에게 서비스를 제공하는 특별운송 서비스용 차량으로 테스트가 실시된다. 스웨덴 스톡홀름은 교통 계획/관리 분야에서 지오펡싱 및 기타 연결된 솔루션을 확대하기 위해 새롭고 혁신적인 작업 방식을 개발할 수 있는 방법을 조사한다. 주로 정적 지오펡싱이 대상이지만 동적 및 스마트 지오펡싱 데이터 관리를 위해 수행해야 하는 작업에 대한 지침도 마련할 예정이다. 이는 지오펡싱 관련 지침을 채택하고 통합하는 최초의 사례가 될 것이다. 독일 뮌헨은 지오펡싱 테스트가 목표다. 기존 지리데이터와 공유 마이크로 모빌리티 차량 간의

상호 연결을 통해 디지털 채널에서 지역 교통 규칙을 전달한다. 공유 마이크로 모빌리티를 위한 모니터링 및 데이터 분석 도구는 모빌리티 운행 및 교통 영향에 대한 명시적인 정보를 제공하는 데 사용된다. 지오펡싱은 전기스쿠터의 주차, 주차 금지, 이동금지 구역을 정의하며, 지정된 주차구역에서 GPS 신호 정확도를 향상시키는 다양한 센서기술이 테스트된다. 지오펡싱과 센서기술의 영향과 수용성을 분석하기 위한 설문 조사가 실시될 예정이며, 모니터링 및 평가와 함께 교통법규 위반 여부도 조사한다. 주요내용은 지오펡싱이 교통 및 이동 행태에 미치는 영향, 도입효과, 도시수준으로 확장할 경우 예상되는 영향, 지오펡싱에 대한 이용자 의사(수용성, 개인정보 보호문제 등), 관련 데이터 관리 및 교통 제어가 포함된다.

시사점

지오펡싱 기술은 도로교통분야의 안전 및 환경측면에서 활용될 가능성이 높다. 시·공간 차원에서 접근관리가 가능하다는 것은 기존 인프라를 효율적으로 사용하고, 시스템의 부하를 줄이는데 기여가 가능할 것이다. 다만, 관련 기술 및 법·제도 등 측면뿐만 아니라 수용성 측면에서도 해결해야 될 문제가 많은 것이 현실이다. 스웨덴 도시 지역에서의 지오펡싱 구현을 위한 요구사항을 확인한 세가지 유형의 테스트와 지오펡싱의 중간결과에서도 안전, 속도, 혼잡 및 공해물질 배출과 관련하여 큰 잠재력을 가진 것으로 나타났으며, 도로교통분야 지오펡싱의 확대를 위해 해결해야 할 과제로 제시된 내용은 우리에게 주는 시사점이 크다. 기술 솔루션에 관한 것도 중요하지만 법제도 정비, 데이터 표준화, 데이터 처리 및 데이터 공유에 관한 것이 그것이다. 또한 도로 관리자도 필요한 효과를 달성하고, 교통시스템을 계획하고 모니터링하기 위해서는 스마트 구역에서 생성된 정보를 사용할 수 있도록 설계하는 방법을 알아야 한다. 국내에서도 이러한 시사점을 고려하여 도로교통분야의 지오펡싱에 대한 적용방안을 검토하고 관련 연구가 활성화되길 기대해본다. 🍀

연복모 _ bokmo@krihs.re.kr

참고문헌

1. Lillian Hansen et al., 2021, GeoSence. Current state of the art and use case description on geofencing for traffic management, GeoSence
2. Lillian Hansen et al., 2022, Challenges and needs of European cities in using geofencing for urban traffic management, GeoSence
3. Kristina Andersson et al., 2022, Smarta URBANA Trafikzoner, CLOSER, VINNOVA
4. ITWorld 용어풀이 | 지오펡싱(<https://www.itworld.co.kr/news/110361>)