
Global Report

지능형 도시 구축을 위한 콜롬비아의 스마트 교통 사례연구

1. 개요
2. 스마트시티_신형 스마트시티의 강조 모델
3. 지능형 도시의 두뇌인 인공지능_
인공 신경망
4. 세계적인 지능형 도시
5. 지능형 모델 제안
6. 결과검토 및 결론

1. 개요

도시는 한 지역의 인구의 상당부분이 집합되어 있어 한 국가의 다양한 경제, 문화 및 사회 부문에서 큰 도전요인들이 발생한다. 특히 교통시스템 및 시민의 이동성 등에 대한 결정요인으로 인해 많은 시간과 예산이 소요되면서 커다란 재정적 손실이 발생하고 있다. Colombia의 수도인 Bogota시는 세계에서 가장 혼잡한 도시 중 하나로서 이러한 사례의 표본이라 할 수 있다[1]. 2017년 교통 전문기업인 Inrix는 전 세계 38개국 1,360개 도시의 교통 혼잡 상태를 분석한바 있다. 그 결과, 콜롬비아는 교통상황이 세 번째로 가장 혼잡한 나라인 것으로 나타났다. 밀려드는 인파로 인해 최대 혼잡시간은 1년에 48시간을 보내고 있는 것으로 조사되었다[2]. 이 연구의 동인은 Bogota시의 교통문제에서 발생하는 낭비시간을 줄이기 위한 것이다. 거리의 변위는 Caracas Avenue 45/46/47번가를 대상으로 하였으며, 첫 번째 단계는 도시의 다른 지점 간 예상 이동시간을 검토하는 것이다. 이 주제에 대한 문헌을 분석한 결과, IoT(Internet of Things : 사물인터넷)를 이용한 최신 기술이 전 세계 도시들을 상호 연결하려는 것으로 관찰되었으며, 이로 인해 스마트 시티(Smart city)가 확산되었다. 이는 지구와 사람의 지속가능한 발전을 유지하기 위한 목적으로 운송, 건강 및 경제를 개선하는 데 도움이 되는 기술이다[3]. 이 연구의 근본적인 목적은 Colombia의 수도인 Bogota시에 살고 있는 수천 명의 시민의 안전을 구호하기 위한 지식을 구현하여 생성할 수 있는 긍정적인 영향에 신경망(neural network)을 통해 생성된 분석결과를 제시한다.

2. 스마트 시티_신흥 스마트 시티의 강조 모델

현재 디지털화된 대부분의 도시는 충분한 인프라를 보유하고 있어 신흥 도시와 개발도상국을 중심으로 가장 눈에 띄고 진보된 모델을 만들고 있다는 점을 명심하는 것이 중요하다. 스마트 시티의 프로토타입으로 Model Boyd Cohen에서는 다음과 같은 6가지 핵심지수를 제시한다:

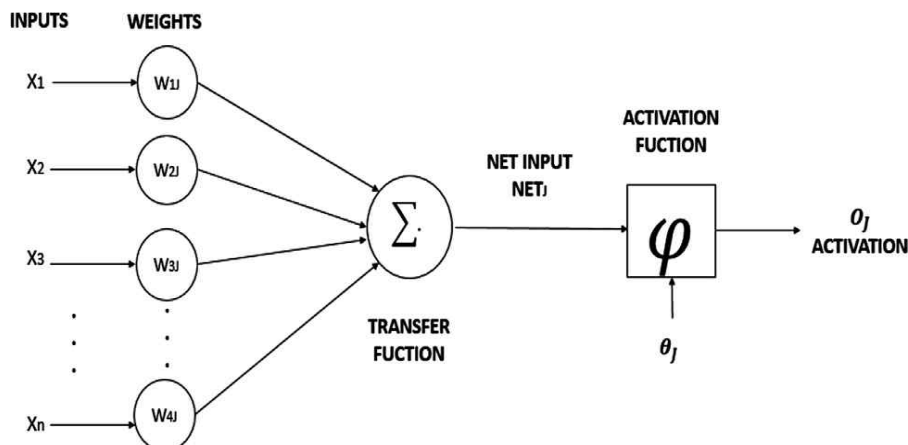
- 지능형 경제 : 이는 기업가 정신, 혁신, 생산성 및 국내/국제 시장에서의 상호작용과 같은 경제경쟁력 요인을 의미한다.
- 지능형 환경 : 이는 건물, 에너지 및 녹색도시 계획을 통해 책임 있는 환경보호를 확립하는 것을 목표로 하는 지능형 환경의 중요한 역할을 의미한다.
- 지능형 정부 : 이는 정치적 공급 및 수요 측면, 투명성 및 개방형 데이터, ICT 및 전자정부(electronic government)의 활성화 측면을 의미한다.
- 지능형 생활 : 이는 기술개발을 통해 구현된 건강, 안전 및 행복의 측면에서 시민의 삶의 질을 향상시킴으로써 문화적으로 활기찬 공동체의 건설을 의미한다.
- 지능형 이동성 : 이는 기술개발에 통합된 정보통신의 가용성과, 선진화된 교통시스템을 혼합하여 깨끗한 모달 액세스를 촉진하는 것을 의미한다.
- 지능형 인간 : 이는 21세기 신교육에 의해 훈련받은 광범위한 창의력의 교육수준을 받은 시민들을 의미한다.

이러한 여섯 가지 구성요소를 활용하여 모델링을 통해 성능을 조절하고 분석하는 일련의 지표 및 제어 방법을 도입하였다[4]. 특히 IBM에서 구현한 스마트 시티 플랫폼은 인적 서비스, 인프라 서비스 및 도시계획 및 관리와 관련된 세 가지 기본 서비스를 제공하는 지능형 솔루션으로 평가받고 있다. 여기서 인적 서비스는 사람, 인프라, 운영기동성 등을 포함하여 스마트 도시를 구축하는 핵심 지수이다.

3. 지능형 도시의 두뇌인 인공지능_인공 신경망

1943년 McCulloch와 Pitts는 인공 신경(artificial neuron) 모델을 설계하여 시냅스에서 생물학적 뉴런이

뒤따르는 생리학적 시스템을 기술한바 있다. 인공 신경(artificial neuron) 모델의 구성요소 간 상호작용 관계를 [그림 1]에 나타낸다. 이는 뉴런의 추상적이고 단순한 모델을 인공적으로 처리하는 기본 요소라는 것을 제시한 것이다.



* 자료 : Ricardo Alirio Gonzalez et al., “Government and governance in intelligent cities, smart transportation study case in Bogotá Colombia”, Ain Shams Engineering Journal xxx (xxxx) xxx, p.3.

[그림 1] 인공 신경(artificial neuron) 모델의 구성요소 간 상호작용

인공 신경(artificial neuron) 모델의 가중치(W)는 활성화 임계값인 $W=(W_1, W_2, \dots, W_d)$ 의 가중치 벡터로 구성된다. 여기서 Y는 뉴런의 출력함수, U는 활성화 함수, X는 입력함수를 의미하며 뉴런의 출력 함수 Y는 식(1)과 같이 계산할 수 있다[6].

$$Y = U\left(\sum_{i=1}^m X_i W_i - W_0\right) \dots\dots\dots (1)$$

1958년 Rosenbla에 의해 제시된 인지론(Perceptron)은 1960년 Widrow와 Hoff에 의해 인공 신경망의 가장 단순한 아키텍처로 설계되었다. 이후 1969년 Minsky와 Papert는 공동연구를 통해 이에 대한 몇 가지 주요사항을 제시한바 있다. 인지론(Perceptron)은 XOR(Exclusive OR : 배타적 논리합) 게이트에 대한 해결책을 제시하고 있다, 특히 이 모델은 XOR 게이트를 이용하여 선형적으로 분리가 가능하여 1986년 Rumerhart는 입/출력과 관련된 첫 번째 단계를 이용하여 이를 해결할 수 있는 기반을 제시한바 있다.

4. 세계적인 지능형 도시

도시를 지능형으로 구축하기 위해서는 클라우드 컴퓨팅(Cloud computing), 빅 데이터(Big data) 및 ICT(Information and Communication Technologies)를 효과적으로 접목한 아키텍처를 통해 지속가능한 다양한 목표를 수행할 수 있도록 잘 정의된 구조를 충족해야 한다. 이를 통해 기존 자원을 적절히 사용하여 삶의 질을 크게 높일 수 있을 것이다. 이 연구에서는 이러한 사실에 기초하여 새로운 특성을 제시하고 있는 세계적인 대도시들을 설명한다:

■ 도쿄(일본)

- 기술활용을 극대화하는 지능형 에너지 절약형 스마트 시티로 꼽힌다.
- 탄소 및 분산 에너지 자원을 이용하여 저소비 시스템을 추구하고 있다.

- 에너지의 지능형 관리를 통해 도시 에너지의 공급과 수요의 최적 제어를 구현하고 있다.

■ 뉴욕(미국)

- 데이터 수집 및 감시 서비스를 통해 도시 폭력, 이동성 및 교통관리 문제를 해결하는 일련의 정보를 통해 분석전략을 수행하고 있다.
- 특정 장소에서 다양한 센서와 카메라를 사용하여 각 관할 당국에 전송함으로써 실시간 제어 서비스를 제공하고 있다.

■ 파리(프랑스)

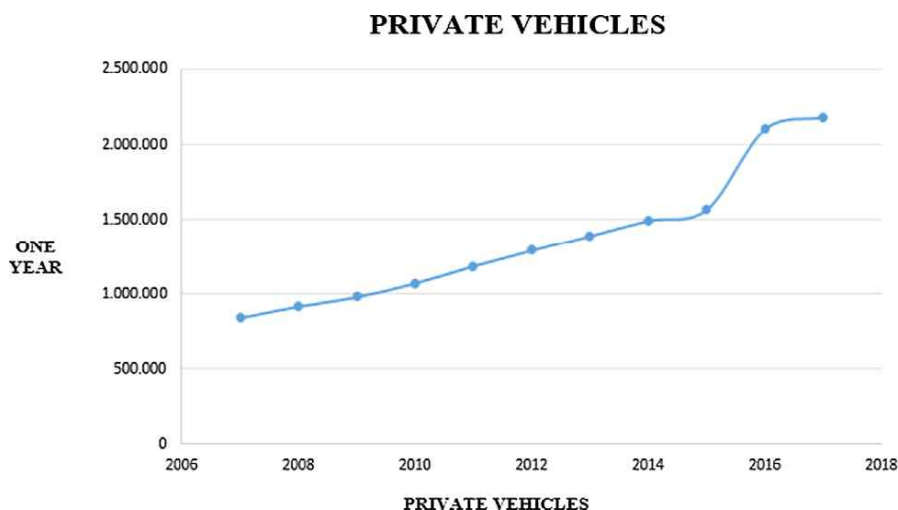
- 교통, 녹지, 비즈니스 팀 및 거버넌스를 통합하는 다양한 기능을 제공하여 여러 문제 간의 균형을 찾기 위해 지속가능성 전략을 수행하고 있다.
- 시민의 비전을 확장시키고, 참여적인 플랫폼을 통해 데이터 수집 및 저장을 가능하게 하고 있다.

■ 암스테르담(네덜란드)

- 스마트 시티를 위해 스마트 시민에 중점을 두고 있으며, 다양한 프로젝트를 통해 시민의 안전을 위한 AHM(Agile Hybrid Methodology)을 제안하였다.

5. 지능형 모델 제안

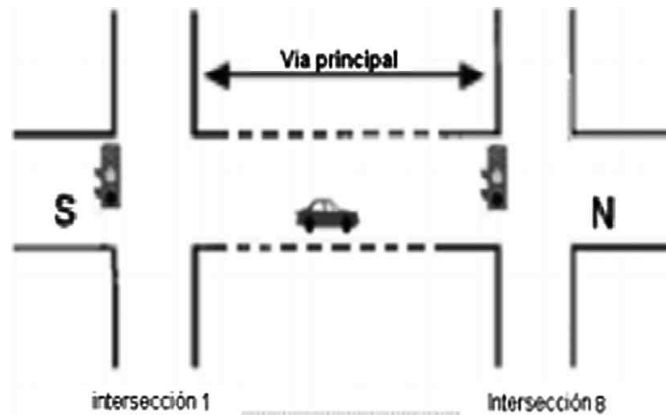
이 연구에서는 Colombia의 수도인 Bogota시에 설치예정인 스마트 세마포어(smart semaphores)의 성능을 개선하기 위해 선택한 입력 파라미터와 결합될 수 있는지를 확인하여 신경망을 통해 제어 및 예측이 가능한 형태로 구현하였다. 차량 흐름의 지속적인 변화를 파악하기 위해 무엇을 해야 하는지, 아울러 Bogotá시의 Caracas Avenue와 같은 주요 도로에 '도로'라는 온라인 교통 시뮬레이션 소프트웨어를 적용하여 기존의 트래픽 모델을 참조하였다. 트래픽 Matlab에서 설계된 신경망에 대한 일부 입력데이터를 얻을 수 있는 시뮬레이터는 문헌분석을 수행한 것과 같은 방식으로 진행하였다. 2017년 Colombia의 수도인 Bogota시에는 2,180,000대의 자가용 차량이 있었으며, 점차 증가하는 추세를 [그림 2]에서 알 수 있다.



* 자료 : Ricardo Alirio Gonzalez et al., "Government and governance in intelligent cities, smart transportation study case in Bogotá Colombia", Ain Shams Engineering Journal xxx (xxxx) xxx, p.7.

[그림 2] Bogota시의 연간 차량 증가추세

차량통행량이 항상 가변적이며, 주요도로의 일반적인 구조가 관찰되는 이유를 고려하여 Colombia의 수도인 Bogota시의 Caracas Avenue 45/46/47번가를 대상으로 교통량을 분석하였다. (그림 3 참조)



* 자료 : Ricardo Alirio Gonzalez et al., “Government and governance in intelligent cities, smart transportation study case in Bogotá Colombia”, Ain Shams Engineering Journal xxx (xxxx) xxx, p.7.

[그림 3] Caracas Avenue 45/46/47번가 도로의 구조

6. 결과검토 및 결론

Bogota시의 Caracas Avenue 45/46/47번가를 대상으로 한 교통량 분석결과를 토대로 20대와 40대의 차량을 도로교통 시뮬레이터 플랫폼을 통해 생성된 데이터와 가장 가까운 네트워크 아키텍처(10 10 10 3)을 설계하였다. 여기에는 시스템의 숨겨진 부분의 모양을 증가시킬 수 있는 방법을 볼 수 있다.

집중적인 교통량의 증가는 시스템의 시간제한, 잘못된 응답 및 교통 혼잡의 원인을 야기할 수 있는 가능성을 증가시킬 수 있다는 점을 확인하였다. 각 항목별 기준지수를 이용하여 가장 최적의 솔루션을 찾기 위해서는 여러 아키텍처를 설계해보는 시도가 중요하다. 아울러 네트워크(Bogota시의 Caracas Avenue 45/46/47번가를 대상으로 한 인공 신경(artificial neuron) 모델)의 차량흐름 개선책을 간단히 요약하면 다음과 같다:

- 대용량 데이터를 갖는 신경망을 이용하여 낮은 오차율과 양호한 아키텍처 시뮬레이션을 가능하게 하는 입력 값을 적절히 선택하는 것이 중요하다.
- 스마트 시티는 ICT를 통해 연결되어야 하며, 이러한 기준의 지속적인 흐름을 최적화하고 도시개발을 용이하게 하여 시민의 삶의 질을 크게 향상시키는 다양한 기준의 평가 및 선택을 지원할 필요가 있다.
- 향후에는 도시의 기온 및 기후, 공기 질, 피크 및 플레이트와 같은 다양한 파라미터를 이용하여 조사에 더 많은 가중치를 부여하는 데 주력할 필요가 있다. 이를 통해 도시의 혼잡지점을 분석하여 최적의 차량흐름을 구현할 수 있을 것이다.

이 연구에서 제시한 인공지능 및 거버넌스를 통해 여러 분야에서 지역사회의 요구를 충족시키기 위한 다양한 방법들은 Colombia의 수도인 Bogota시의 스마트 교통시스템 구현에 기여하였다. 특히 Bogota시는 최근 몇 년 동안 얻은 각 기술적 성과 및 특정 사례연구를 통해 교통시스템의 선진화를 구현할 수 있었다. 이 연구결과는 국내 대도시의 스마트 교통 구축을 위한 정책에 벤치마킹 자료로 활용할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] Revista Semana “Cosas que no sabía sobre la velocidad en Bogotá”, Available: 2019.
<<https://www.semana.com/nacion/articulo/velocidad-enbogota-y-cifras-de-accidentes/597191>>
- [2] Inrix “TRAFFIC CONGESTION COST UK MOTORIST OVER £37.7 BILLION IN 2017”. Available, 2017.
<<http://inrix.com/press-releases/scorecard-2017-uk/>>
- [3] Amini MH, Boroojeni KG, Iyengar SS, Pardalos PN, Blaabjerg F, M. Madni A, Sustainable Interdependent Networks II, 2019:23-41.
- [4] Lekamge S, Marasinghe A, Developing a smart city model that ensures the optimum utilization of existing resources in cities of all sizes, 2013; p.6.
- [5] Srivastava S, Bisht A, Safety and security in smart cities using artificial intelligence- a review., 2017; p.4.
- [6] Hernández D, Susana, Córdova, Teodoro F, Simulación de una red neuronal con mapas autor-organizados (som) de kohonen, vol. 3, 2017; p.4.
- [7] Muñoz E, Seijas C, Análisis comparativo de ajuste en entrenamiento de redes neuronales artificiales a partir de las librerías open nn y alglib, 2015; p.12.

<원문제목> Government and governance in intelligent cities, smart transportation study case in Bogotá Colombia

<원문출처> Ain Shams Engineering Journal xxx (xxxx) xxx