ESS 기반의 위치 정보 전송을 위한 AI-VLC 시스템

윤예성, 이인혁, 최재필, 이예슬, 전민수, 이규진

세명대학교

babamba1101@naver.com, mahno2@semyung.ac.kr, jpp877@naver.com,
jmsjjang0428@naver.com, dldptmf040228@gmail.com, kyujin@semyung.ac.kr

AI-VLC System for Location Information Transmission Based on ESS

Ye Seong Yoon, In Hyeok Lee, Jae Pil Choi, Ye Seul Lee, Min Su Jeon, Kyu Jin Lee

Semyung Univ.

요 약

본 논문은 사용자가 비 인터넷 환경에서도 해당 지역에 해당하는 지역 정보를 수신할 수 있으며 기상청 정보를 받아 자체 탑재된 라즈베리파이를 통하여 전력 효율을 개선하는 시스템 개발을 목표로 한다. 이 시스템은 해당 지역 정보를 포함한 데이터를 2진수 형태로 변환하여 구조물에 설치되어 있는 LED Matrix를 통해 가시광 통신으로 개인의 핸드폰에 정보를 송/수신한다. 수신된 데이터는 다시 지역 정보로 디코딩되어 전용 모바일 앱을 통해 조회된다. 추가적으로, YOLO 객체 인식 기술을 활용하여 카메라가 LED Matrix의 정확한 위치와 클래스를 식별하게 함으로써 데이터의 정확한 수신을 보장한다. 또한, 기상청 정보를 통해 장기 예보를 수신받고 해당 내용을 통하여 배터리의 충/방전량을 자체적으로 조절하여 독립적인 환경에서의 효율적으로 운영될 수 있는 시스템 구축을 가능하게 한다.

Ⅰ. 서 론

본 논문에서는 사용자가 인터넷 연결이 불가능한 환경에서도 특정 지역에 관한 정보를 수신할 수 있는 새로운 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다. 이 시스템은 특히 전력 효율을 개선하는 것을 중심으로 구축되며, 기상청에서 제공하는 데이터를 활용하여 장기 예보 정보를 기반으로 한 배터리 관리가 가능하다. 본 시스템은 데이터를 이진수 형태로 변환하여 LED Matrix를 통해 가시광 통신을 이용, 사용자의 핸드폰으로 정보를 송수신하는 방식을 채택하고 있다. 이러한 방식은 전통적인 통신 인프라가 작동하지 않는 지역에서도 유용하게 활용될 수 있다.

또한, 본 연구는 YOLO 객체 인식 기술을 통해 카메라가 LED Matrix의 정확한 위치와 클래스를 식별하게 함으로써 데이터 수신의 정확성을 높이는 방안을 제시한다. 이는 통신의 신뢰성을 보장하며, 시스템의 사용성을 극대화한다. 추가적으로, 이 시스템은 기상 정보를 통해 얻은 데이터를 기반으로 내장된 라즈베리파이를 사용하여 자체적으로 전력 소모를 조절하고, 배터리의 충전 및 방전을 관리한다. 이를 통해 시스템은 독립적이고 지속 가능한 방식으로 운영될 수 있으며, 특히 재난 상황이나 외딴 지역에서의 활용 가능성이 매우 높다.

이 연구는 기술적 진보와 함께 사회적, 환경적 지속 가능성을 동시에 추구하며, 디지털 격차를 해소하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 본 논문은 이러한 새로운 통신 기술의 설계와 구현 방안을 제시하며, 그 효과와 효율성을 심층적으로 분석할 것이다.

Ⅱ. 본 론

2-1 시스템 구성

본 연구에서 제안하는 배터리 전력 효율 향상 기반의 위치 정보 전송을 위한 인공지능 가시광통신 시스템은 사용자가 비 인터넷 환경이더라도 그림 1에 도시화한 바와 같이 인터넷 제한 지역에 설치된 가로등 중 일부 및 정보 전달을 위해 설치된 구조물에 사용자가 접근하여 개인 기기에 설치된 앱을 활성화하면 가까이 있는 구조물이 활성화된다. 별도의 전원 공급원 없이 자체적인 태양광 발전을 사용하기에, 전력 효율을 높이기 위하여 사용이 되지 않는 평상시에는 사용자의 접근을 감지하는 센서와 최소한의 광원만을 유지한다. 가시광 통신을 위해 사용되는 LED Matrix는 픽셀 수가 512개로 제한되어 있기 때문에, 한 번에 송신되는 2진수도 512개로 제한된다. 사용자와 정보 송/수신 값을 정확하게 맞추기 위해 시작 코드를 먼저 전송하고, 이 코드를 수신하였을 때에만 그 이후의 정보를 수신한다. 이 과정에서 사용자가 수신한 이진수 정보를 디코딩 하여 기상 정보를 화면에 출력함으로써, 가로등의 현 위치 정보를 신뢰성 높게 전달할 수 있으며, 조난 및 재난 상황과 같은 재해 상황에서도 즉각적인 대처 방향을 제시한다.

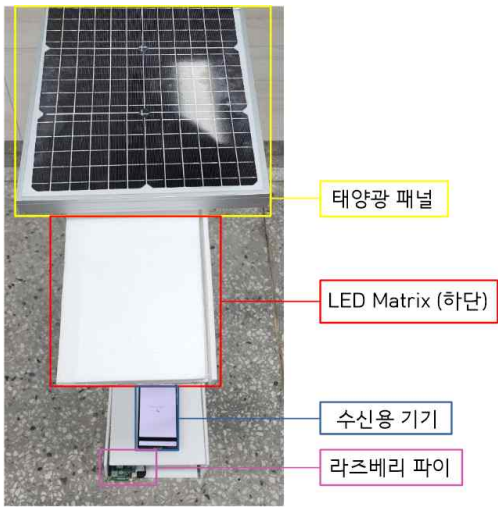

그림 1 구현된 ESS 기반의 VLC 정보 전송 시스템

그림 1은 본 연구에서 개발한 개인 기기를 이용한 가시광 통신 기반 위치 정보 전송 시스템의 구현 결과이다. LED Matrix를 이용하여 신호를 송신하며 LED Matrix를 제어하기 위하여 아두이노를 사용하며 가로등에서의 위치 정보를 저장 및 2진수로의 변화를 위하여 라즈베리 파이를 이용한다. 가로등에서 송신하는 정보는 사용자의 스마트폰에 설치된 전용 앱에 포함된 인공지능 학습 파일이 수신된 이진수 정보를 저장 및 디코딩 하여 위치 정보를 출력한다. 스마트폰의 카메라에서는 구조물에서 일으킨 빛의 깜빡임의 그림 2와 같이 꺼짐을 0, 켜짐을 1로 인식하면서 수신 받는다.

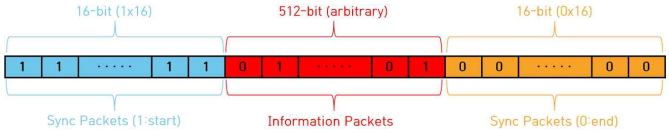

그림 2 가시광통신의 전송 패킷

2-2 배터리 전력 관리 시스템

본 연구에서 개발된 시스템은 태양광 패널과 연결된 효율적인 배터리 시스템을 이용하여 전력을 관리하고 저장하는 데 중점을 두고 있다. 이 구조물은 낮 동안 태양광을 충분히 흡수하여 전력을 축적하고, 이 축적된 전력을 이용하여 밤 시간에도 LED Matrix가 지속적으로 작동할 수 있도록 설계되었다. 추가적으로, 사용자가 없는 시간에는 구조물이 저전력 대기 모드로 전환되어 최소한의 에너지만을 사용하며, 이는 전체적인 에너지 소비를 최소화하는 데 기여한다. 더 나아가, 본 시스템은 기상청으로부터 제공받는 단기 및 장기 기상 예보를 활용하여 더욱 세밀하고 효율적인 에너지 관리를 가능하게 한다. 이 정보를 저장하고, 예보된 날씨 조건에 따라 에너지 사용량을 조절함으로써, 일조량이 풍부한 날에는 에너지 축적을 최대화하고, 흐린 날에는 에너지 소비를 줄이는 방식으로 작동한다. 이 기능은 특히 에너지 자원이 제한적인 환경에서 시스템의 자율성과 지속 가능성을 크게 향상시키며, 극단적인 기상 조건이나 재난 상황에서도 시스템이 효과적으로 기능할 수 있도록 하며 기존의 에너지 관리 방식을 개선하고, 환경적 요구에 능동적으로 대응할 수 있는 배터리 전력 효율 향상 기반의 위치 정보 전송을 위한 인공지능 가시광통신 시스템을 목표로 한다.

또한, 이 배터리 전력 관리 시스템의 경우 셀의 온도와 습도는 배터리의 성능 및 안전성에 직접적인 영향을 미치기 때문에, 본 시스템은 내장된 센서를 통해 실시간으로 이러한 환경 변수를 감지하며 일정값 이상의 센서값이 검출될 경우 즉시 저전력 모드로 전환하고 근처 소방시설에 경고를 발신하여 즉각적인 대처가 이루어 질 수 있도록 한다. 이와 같은 체계적인 관리는 배터리 수명을 연장하고, 시스템 전체의 신뢰성을 높이는 데 기여하며, 특히 외부 환경 변화에 취약한 지역에서의 사용에 있어 필수적인 기능을 수행한다.

2-3. 실험 및 결과

1) 배터리 관리 시스템 성능 평가

배터리 관리 시스템의 성능 평가는 낮 시간 동안 태양광 패널을 통해 충전된 에너지가 밤 시간 동안 어떻게 사용되는지를 분석하였으며, 기상청에서 제공하는 날씨 예보를 토대로 에너지 사용량을 조절하는 시스템의 반응성을 평가하였다. 이는 에너지 자원이 제한적인 환경에서 시스템의 자율성과 지속 가능성을 평가하는 중요한 지표이다. 이 시스템의 평가 결과 기존 배터리의 총량이 20% 미만으로 감소하기 까지의 시간이 15시간 23분 지속되었던 시스템이 16시간 47분까지 LED의 점등 시간이 향상된 성능을 보였다.

위 실험 결과는 일조량이 좋지 않은 시간대에 실험한 결과이므로 일조량이 많은 시간대에 설치되었을 경우 더 높은 효율성 증가가 보일 수 있다.

2) 온습도 감지 센서의 반응성 평가

온습도 감지 센서의 정확성과 반응 속도를 평가하기 위해 다양한 환경 조건에서의 평가를 실시하였다. 센서는 온도와 습도가 임계치에 도달할 때 즉각적으로 저전력 모드로 전환하고, 필요시 경고 신호를 발신하는 기능을 평가하였다. 평가 결과, 센서는 설정된 임계값을 초과하는 조건에서 평균 5초 이내에 반응하여 시스템의 안전성을 보장하였다.

3) 가시광 통신 효율성 평가

본 실험은 가시광 통신을 사용하여 LED Matrix에서 발신된 신호가 사용자의 스마트폰 카메라를 통해 얼마나 정확하고 효과적으로 수신되는지를 평가하기 위해 설계되었다. LED Matrix에서는 다양한 위치 정보가 2진 코드로 변환되어 송출되었으며, 이 코드는 YOLO 기술을 활용한 객체 인식으로 위치와 클래스를 식별하게 하여 정확한 수신을 보장하였다. 평가 결과, 정확한 위치에서의 신호 수신률은 95% 이상으로 나타났으며, 각기 다른 기상 조건 중 낮에는 신호 수신률이 91%까지 떨어지는 문제가 나타났으나, 밤 시간대에는 신호 수신률이 97% 이상까지도 올라가는 현상이 나타났다. 위 평가를 토대로 낮 시간대보다 밤 시간대에 신호 수신률이 높다는 결과가 나타났다.

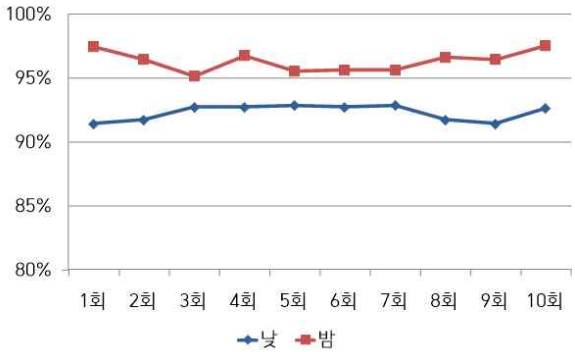

그림 3 낮과 밤의 신호 수신율 비교

Ⅲ. 결 론

본 논문에서는 사용자가 비 인터넷 상태이더라도 가시광 통신을 활용한 현 위치에 대한 위치 정보를 수신받을 수 있으며, 배터리의 효율적인 전력 사용 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 자체적인 태양광 발전을 이용하여 에너지를 공급받고, LED Matrix를 통해 정보를 송신한다. 사용자는 개인 기기에 설치된 앱을 통해 이 데이터를 수신하며, 시작 코드와 종료코드를 활용하여 데이터의 정확성을 보장받는다. 또한, 이 시스템은 낮은 유지 보수 요구와 높은 데이터 정확성이 필요한 환경에 적합하도록 설계되었다. 구조물의 독립성과 전력 효율을 높이기 위해 최소한의 에너지 소비로 운영되며, 사용자 접근 감지 센서와 광원 관리를 통해 에너지 사용을 최적화한다. 데이터 저장과 처리는 라즈베리 파이를 통해 이루어지며, YOLO 모델을 사용하여 객체 인식의 정확도를 높였다. 이러한 접근 방식은 신뢰성 있는 위치 정보의 전송을 가능하게 하며, 실험 결과들은 시스템의 효과성을 입증한다. 이 연구는 사용자가 인터넷을 사용할 수 없는 지역에서도 신뢰할 수 있는 위치 정보 제공이 가능함을 보여주며, 앞으로 이 기술이 더 발전한다면 더욱 광범위한 지역에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 따라서, 본 시스템은 기술적 구현뿐만 아니라 실제 적용 가능성에서도 큰 의미를 가진다.

참 고 문 헌

[1] 표세영, 권오석, and 김기환, "기상예보를 이용한 태양광 LED 가로등의 효율적 운용에 관한 연구," 한국인터넷방송통신학회 논문지 , vol. 15, no. 2, pp. 129-135, 2015.

[2] 윤수근, 전희진, 김병욱, and 정성윤, "후미등의 가시광통신을 이용한 이동상황에서의 영상센서 기반 차량 간 거리 추정 기법," 전기학회논문지, vol. 66, no. 6, pp. 935-941, 2017.