

범죄 예방 환경 조성을 위한 스마트 가로등

최한영, 김채원, 한중훈
한국산업기술대학교 컴퓨터공학부
{lizamon96⁰, anjh7127, hanbrain2000}@kpu.ac.kr

Smart Street LED Lamps For Crime Prevention

Han-Young Choi⁰, Chae-Won Kim, Jong-Hoon Han
Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

요 약

사람들은 어두운 골목길을 걸어가다 누군가와 마주치거나 누군가가 따라오는 느낌을 받으면 이유 없는 불안과 두려움을 느끼게 된다. 그러나 누군가가 지켜준다는 사회적 인식이나 느낌이 있으면 우리는 그런 상황에서도 안심하고 야간 보행을 할 수 있다. 현대 도시의 범죄 및 범죄 불안감은 급증하는 추세이고 도시 주거단지의 후미진 골목을 중심으로 야간에 발생하는 범죄는 심각하다. 전반적으로 도시의 야간 범죄 안전 환경 조성이 시급하게 필요한 시점이다. 본 프로젝트는 사람들은 인적이 드물고 어두운 곳에서도 안심하고 통행할 수 있는 기술이 가능할 것이라는 가정에서 시작하였다. 여기에는 딥러닝과 아두이노를 사용한 IoT 기술을 이용해 가로등이 주변 밝기와 물체를 감지하여 LED의 밝기를 자동으로 조절할 수 있으며, 인공지능 기반 딥러닝 알고리즘을 통해 카메라를 통해 스트리밍되는 영상을 스스로 학습하여 보행자의 위험 상황을 자동으로 인식할 수 있는 스마트 가로등을 설계하고 구현하는 것을 목표로 한다.

* 외곽의 빨간 선은 메뉴의 보기/안내선을 선택하면 보이며, 출력되지는 않습니다.

1. 서 론

다세대 밀집 지역 중 지주형 가로등을 설치할 수 없고, 빔 공해 등 주민 불편으로 인해 방치되었던 어둡고 좁은 골목길의 심야 보행 환경을 개선해 생활 속 안전 사각 지대를 해소하는 노력이 요구되고 있으며, 법무부가 2015년 실시한 설문조사에서 범죄 불안감을 많이 느끼는 장소를 묻는 질문에 응답자의 55.2%가 ‘어둡고 후미진 골목’을 꼽았다. 2017년 통계청 조사에 따르면 국민 10명 중의 4명은 ‘밤거리를 거닐 때 두려운 곳이 있다’라고 답하였고 여성으로 그 범위를 좁히면 절반 이상인 52.2%가 야간 보행에 두려움을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 이들 중의 31.7%는 밤거리가 무서운 이유로 ‘가로등이 없어서’라고 답했다.

경찰청 통계에 따르면 전체 범죄는 밤 9시부터 자정까지 가장 많이 발생한다고 한다. 전체 일몰 시간인 밤 9시부터 오전 6시까지로 범위를 넓히면 범죄 발생 비율은 28.3%까지 증가했다. 강력범죄 같은 경우 이 시간대에 전체의 40.4%나 발생하는 것으로 나타났다.

이는 이 시간대에 야간 조명 개선만으로도 범죄 예방이 가능하다고 한다. 실제로 조명 개선을 진행한 지역에서 발생하던 범죄 빈도가 감소하고 지역 중심지에서 주로 발생하던 범죄들이 지역 가장자리로 자리를 옮긴 현상도 볼 수 있었다.

이에 보행자의 안전을 고려하면서도 범죄를 예방할 수 있는 방법으로 IoT와 인공지능 기술을 활용할 수 있을 것이라는 생각으로 본 프로젝트를 계획하고 실행하게 되었다.

2. 관련 연구

2.1 기존 연구

독일의 스타트업 회사에서 제작한 스마트 가로등의 경우 레이다를 이용해 물체의 접근을 탐지하고 이를 이용해 조명을 조절한다. 어두운 날엔 조명을 더 밝게 조절하고 또, 전기차 충전용 충전 모듈을 장착하여 전기차 충전소 역할을 한다.

이에 우리 팀은 전기차 보급률이 낮은 한국의 상황에 맞게 전기차 충전 모듈 대신 지역광고를 할 수 있는 광고판과 범죄예방을 위한 CCTV를 추가하여 스마트 가로등 시스템을 구축하는 것이 좋다고 판단하였다.

국내기업 (주)이에스브이가 베트남 달랏시에 스마트 유기 발광다이오드(LED) 가로등 89개를 설치하며 스마트 시티 시범 사업에 본격적으로 나선다고 28일 밝혔다. 이번에 설치된 스마트 LED 가로등은 독창적인 특허기술로 만든 방열 엔진과 듀얼 밴드 Wi-Fi AP, 포토센서, IP 카메라 등을 통합시킨 제품이다. 조도 감지 센서를 통해 한낮이라도 어두우면 등이 켜지고 밤이라도 환하면 등이 꺼지는 실용적 기술을 도입했다. 타이머로 등이 꺼지는 기준 가로등과 차별화 된다. 아울러 가로등 주변에서 와이파이가 가능하며 별도 회선을 설치해야 하는 일반 폐쇄회로(CCTV)와 달리 인터넷 IP 카메라를 사용해 방법 과제의 효율도 높였다.

2.2 기술 동향

에펠은 관제 시스템, 스마트 디바이스, 게이트웨이, 근거리 및 원거리 무선 통신망 등으로 구성되며 스마트 센서는 도플러를 내장하여 5~8m높이에 스마트 가로등을 설치하여 도로구간의 차량과 차량 이동 방향, 속도, 통행량을 실시간으로 감지하고 측정한다. 최근 근거리 무선 통신망을 이중화하는 기술 개발을 완료하고 테스트 중에 있다고 한다. 이에 스마트 가로등 개발 기술력과 운영 경험을 바탕으로 한 ‘스마트 폴’제품도 시장에 공급할 계획이다.

한국의 IoT 스타트업 기업인 아이엘커누스에서는 ‘이노세이버’라는 에너지 절약 시스템을 이용하여 스마트 가로등을 설치하고 있다. 이노세이버에 적용된 PIR 디지털 센서는 좁은 통로 및 특정 공간에서의 물체 또는 인체의 Count 데이터와 그 방향성을 이용하여 In/Out에 대한 Count 누계를 정산할 수 있다. 이 기술을 바탕으로 해당 업체는 인체와 차량의 동작을 감지하여 전기에너지를 절감하는 무선자동절전시스템을 구축하였다. 이 시스템을 이용하여 실제로 줄음쉼터, 공중화장실에 절전시스템을 설치 중이다.

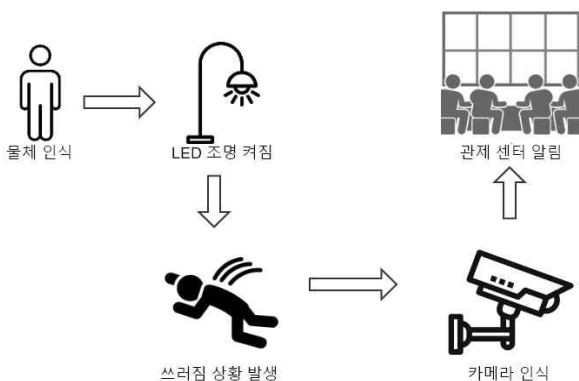
3. 세부 설계 및 구현

3.1 개발환경

본 연구는 Windows 10에서 개발되었고 Pycharm에서 Python을 사용하여 구현되었고 테스트에 사용된 하드웨어로는 조명을 제어하기 위해 아두이노와 적외선 PIR 인체 감지 모션 센서와 영상을 인식하기 위한 고화질 웹캠이 사용되었다.

3.2 시스템 수행 시나리오

시스템의 동작 방식은 먼저 좁은 골목길에서 보행자가 인식이 되면 아두이노의 PIR 센서가 사람을 인식하여 조명을 밝힌다. 그 후 5초의 시간이 흐르면 자동으로 LED가 꺼진다. 본 연구에서는 범죄 상황의 정의를 사람이 쓰러진 순간으로 정의를 하였고 가로등 밑을 지나가는 순간 범죄 상황이 발생하여 사람이 쓰러짐을 인식하게 되면 관제 센터에서는 실시간으로 경고문과 함께 상황을 볼 수 있다.



<그림 1> 시스템 수행 시나리오

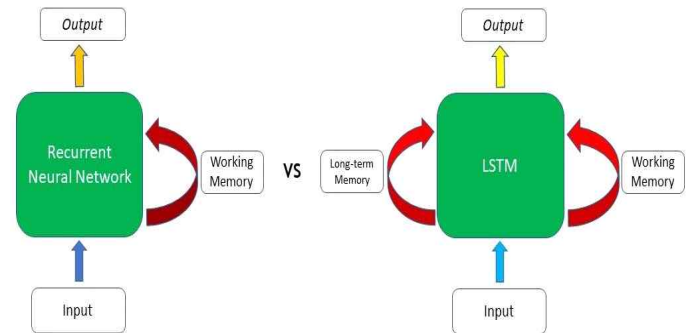
3.3 핵심 알고리즘

3.3.1 LSTM을 이용한 쓰러짐 판단 모델

넘어짐 감지 모듈은 다음과 같다. 파이썬 IDE를 이용하여 종속성을 불러들이고 OpenCV와 Pytorch를 이용하여 동영상 처리하는 코드를 작성하였다. USB 웹캠으로부터 입력된 동영상을 인코딩하여 프레임 단위로 나누고 이를 처리하여 넘어짐을 감지하였다. 넘어짐 감지는 팔다리의 위치와 몸의 각도들을 판단 기준으로 하였다.

본 연구에선 위에서 정의한 분류 문제를 해결하기 위해 가장 높은 확률로 행동을 분류할 수 있는 모델을 구성하고자 하였다. 이러한 이미지 데이터의 문제를 해결하기 위해 LSTM 알고리즘을 활용하였다

LSTM 모델은 인간의 기억체계와 비슷하게 설계된 모델로 장단기 메모리 영역을 하나 더 준비하여 활동 메모리 영역과 장단기 메모리 영역을 구분하여 자주 사용하는 학습데이터를 ROM이나 HDD에 저장하게 된다. LSTM은 피드백 연결을 컴퓨터의 ROM이나 HDD에 저장하기 때문에 이미지 뿐만 아니라 전체 데이터 시퀀스 (예: 음성 또는 비디오)도 처리할 수 있다. 그래서 LSTM은 비분할, 음성 인식 및 네트워크 트래픽 같은 작업에 적용할 수 있다. 일반적인 LSTM 단위는 셀, 입력 게이트, 출력 게이트 및 망각 게이트로 구성된다. 그리하여 세포는 임의의 시간 간격 동안 값을 기억하고 세 개의 게이트는 세포 안팎으로 정보의 흐름을 조절한다. LSTM 네트워크는 시계열의 중요한 이벤트 사이에 알 수 없는 지속 시간의 지연이 있을 수 있으므로 시계열 데이터를 기반으로 분류, 처리 및 예측하는데 적합하다.



<그림 2> RNN과 LSTM 비교

```

class LSTMModel(nn.Module):
    def __init__(self, input_dim=5, h_rnn_layers=2, h_rnn=256, drop_p=0.2, num_classes=1):
        super(LSTMModel, self).__init__()
        self.input_dim = input_dim
        self.h_rnn_layers = h_rnn_layers # RNN hidden layers
        self.h_rnn = h_rnn # RNN hidden nodes
        self.drop_p = drop_p
        if h_rnn_layers < 2:
            drop_p = 0
        self.num_classes = num_classes
        self.LSTM = nn.LSTM(
            input_size=self.input_dim,
            hidden_size=self.h_rnn,
            num_layers=h_rnn_layers,
            dropout=drop_p,
            batch_first=True, # input 6 output will has batch size as 1s dimension. e.g. (batch, time_step, input_size)
        )
        self.fc1 = nn.Linear(self.h_rnn, self.num_classes)

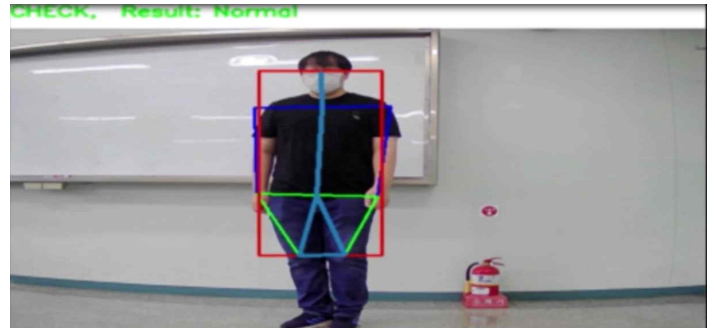
    def forward(self, x, h_s=None):
        # print('forward started')
        self.LSTM.flatten_parameters()
        RNN_out, h_s = self.LSTM(x, h_s)

```

<그림 3> LSTM 모델

3.3.2 아두이노 PIR 센서

가로등 LED의 조명을 제어하기 위해 아두이노 우노를 사용하였고 PIR이라는 적외선 인체감지 모션 센서를 사용하여 보행자가 있는 경우 불이 켜지고 일정 시간이 지난 후 불이 꺼지도록 구현하였다.



<그림 5> 사람이 쓰러지지 않은 경우



<그림 6> 사람이 쓰러진 경우

4. 결론 및 향후 연구과제

스마트 시티의 구성요소인 스마트 가로등을 직접 구현해 봄으로써 다양한 자세를 학습시킬 수도 있었지만 사람이 쓰러진 상황에 대해서만 판단을 하고자 하였다. 단순히 쓰러져 있는 상황에 대해서만 판단을 하기 때문에 자세한 상황에 대해서는 판단하지 못한다는 단점이 있다. 후에 단순히 사람 객체 하나가 아닌 여러 객체를 동시에 인지하고 더 다양한 상황에 대해 인지를 할 수 있게 된다면 더욱 더 강화된 스마트 가로등이 될 것으로 보인다. 또한 더 많은 종류의 데이터를 가지고 학습이 진행된다면 이전 연구보다 더 향상된 정확도와 세밀한 판별이 가능해질 것이고 더 나아가 각종 센서를 부착하여 날씨와 공기질 체크등 환경 정보를 수집, 활용하여 다양한 시민 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1]경찰청 통계(2017), 범죄 시간대별 통계
- [2]법무부(2015), 설문조사
- [3]박정숙·장영호(2015), 지역사회 범죄예방을 위한 야간조명 개선에 관한 연구한국디자인문화학회 제21권 제2호.p. 261-273.
- [4]<https://github.com/quanhua92/human-pose-estimation-opencv>

```

int PIR_pin = 12; // 인체감지센서 12번핀에 연결
int LED_pin = 8; // LED를 8번핀에 연결

void setup() {
    pinMode(PIR_pin, INPUT); // 아두이노의 12번핀을 입력으로 사용
    pinMode(LED_pin, OUTPUT); // 아두이노의 8번핀을 출력으로 사용
}

void loop() {
    int ifIsHuman = digitalRead(PIR_pin); // 인체감지센서의 센서값을 ifIsHuman 변수에 저장
    if(ifIsHuman == HIGH){ // 센서값이 HIGH이면(인체가 감지되면)
        digitalWrite(LED_pin, HIGH); // LED에 불을 켜
        delay(5000); // 이후 5초간 기다림
    } else { // 센서값이 HIGH가 아니면
        digitalWrite(LED_pin, LOW); // LED에 불을 끄
    }
}

```

<그림 4> 아두이노 PIR 센서

3.4 구현 결과

사람이 쓰러지지 않은 경우에는 결과 텍스트가 Normal로 이상이 없는 것으로 뜨는 것을 볼 수 있고 범죄 상황이 발생 후에 사람이 쓰러짐을 인식한 뒤 화면으로 결과 텍스트가 FALL Warning으로 바뀐 것을 볼 수 있다.