

FCN-BLA 모델에 기반한 교통량 분석 시스템

Traffic Analysis System based on FCN-BLA model

권태윤¹ 윤찬웅² 손홍일³ 김기태⁴
^{1,2} 한양대학교 ERICA 소프트웨어융합대학 소프트웨어학부 소프트웨어전공
^{3,4} 한양대학교 ERICA 소프트웨어융합대학 소프트웨어학부 컴퓨터전공
^{1,2,3,4} {kwonconnor101, qicqockqvqiq, hongil7626, kimkt0155}@gmail.com

(1) 서론

지능형교통체계(ITS) :

- (정의)교통수단의 실시간 관리, 제어와 교통 정보의 실시간 수집 및 활용을 통해 시민들의 교통편의 증진과 교통안전을 도모할 수 있도록 교통체계의 운영, 관리를 자동화 및 과 학화하는 환경 친화적 미래형 교통체계 [국토교통부, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=406]

지능형교통체계(ITS)를 구축하기 위해서는 **교통량의 실시간 수집 및 분석**은 필수적으로 요구됨.

기존 ITS 서비스

교통량 측정법

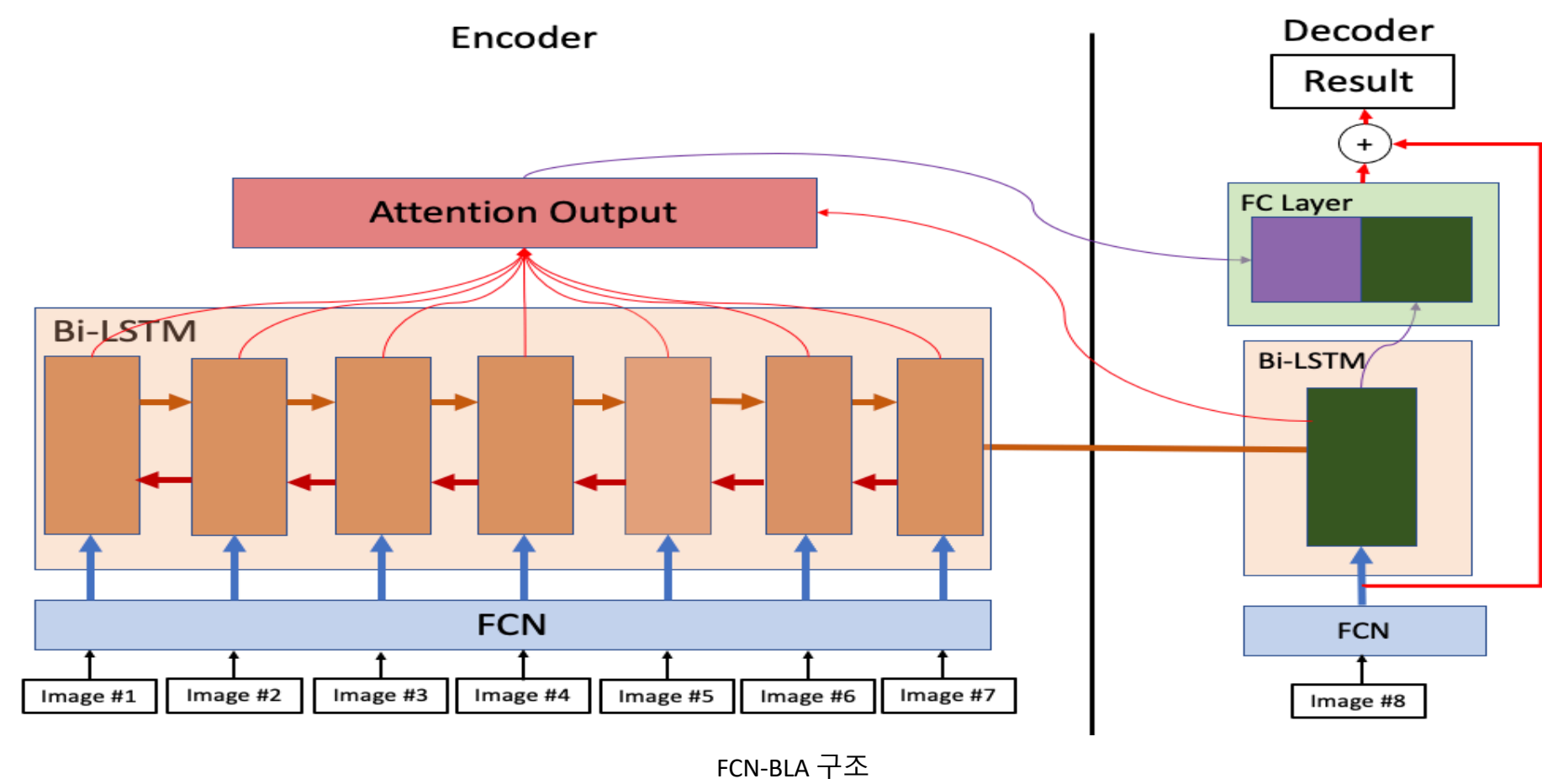
- 각 구간마다 **차량의 통과 속도**를 이용해 교통 혼잡도를 원할,서행,정체 중 하나로 판단

기존 ITS 서비스의 “**문제점**”

- 3단계에 교통량 정보로는 **정확한 정량적 수치 파악 불가능**
- 차량의 속도가 교통량과 직접적으로 비례하지 않아 도로 특성에 따른 **통계 지표 확보의 어려움**
- 장기적인 측정 정보에 대한 열람과 분석이 가능한 **시스템의 부재**

(4) FCN-BLA

FCN-rLSTM 모델의 LSTM block 에서 시간 역학적 정보를 더 효율적으로 활용할 수 있는 **FCN-Bidirectional LSTM Attention (FCN-BLA) 모델**을 제안



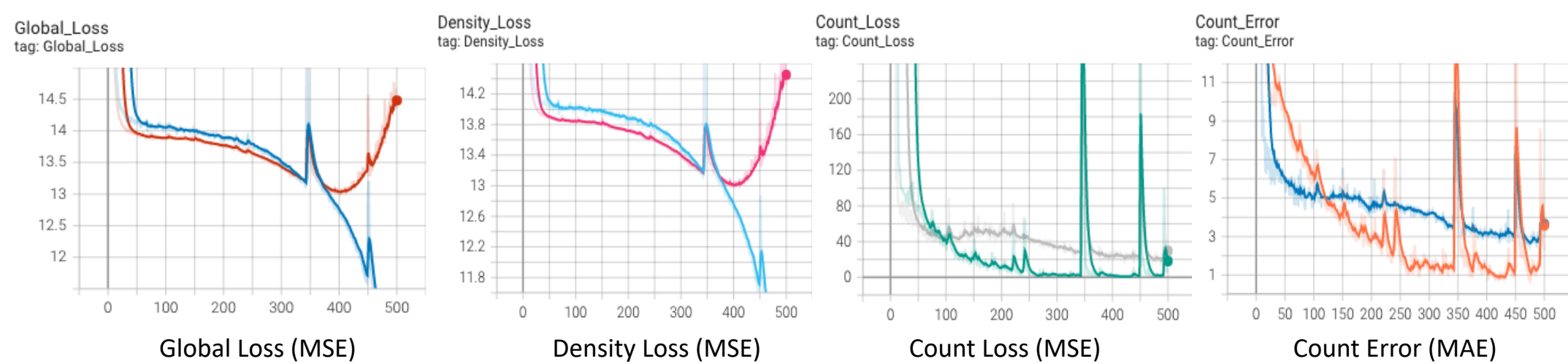
FCN-BLA 구조

[1] FCN-BLA 모델

- Encoder-Decoder 구조 사용**
 - 입력 데이터의 encoding에 중점
- LSTM 을 Bidirectional LSTM 으로 교체**
 - 오른쪽 -> 왼쪽인 시간 역순 방향의 LSTM layer 추가
 - Bidirectional LSTM을 통해 **입력 이미지 배열의 정보를 더 담을 수 있게 함**
- Attention 모듈 활용**
 - 기존 모델은 Encoder의 정보가 마지막 LSTM layer에서만 전달되는 bottleneck 존재
 - Attention 모듈을 통해 **모든 입력 이미지를 decoder가 직접 참조 -> 정보 손실 최소화**
 - 모델의 입력 배열 개수가 기존 5개에서 8개로 증가

[2] 모델 학습

- 학습 데이터 : TRANCOS dataset (대규모 교통정보 CCTV 데이터셋)
- $Global Loss = Density Loss + \lambda * Count Loss, \lambda = 0.001$**



[3] 모델 평가

Trancos Dataset	FCN-rLSTM	FCN-BLA
Count Error (MAE)	4.38	4.205

“제안한 모델인 FCN-BLA는 TRANCOS Dataset에서 기존 State-of-the-art 모델인 FCN-rLSTM 보다 좋은 성능을 가진다”

(2) 문제에 대한 접근

기존 ITS 서비스의 문제점을 **해결하기 위한 접근**

문제점 (1,2) :

- Computer Vision 딥러닝 모델**을 통해 교통량 정보의 정량적 데이터와 통계 지표 활용을 위한 데이터를 수집
- Vehicle Counting 분야에서 State-of-the-art (SOTA) 모델인 **FCN-rLSTM 모델에 대한 학습 및 문제점을 분석**
- FCN-rLSTM 모델의 문제점을 보완한 **새로운 모델인 ‘FCN-BLA’를 제안**

문제점 (3) :

- 딥러닝 모델을 활용한 **‘교통량 분석 시스템’을 제안**

(3) SOTA 모델인 FCN-rLSTM 분석

1. Object Density Estimation Method

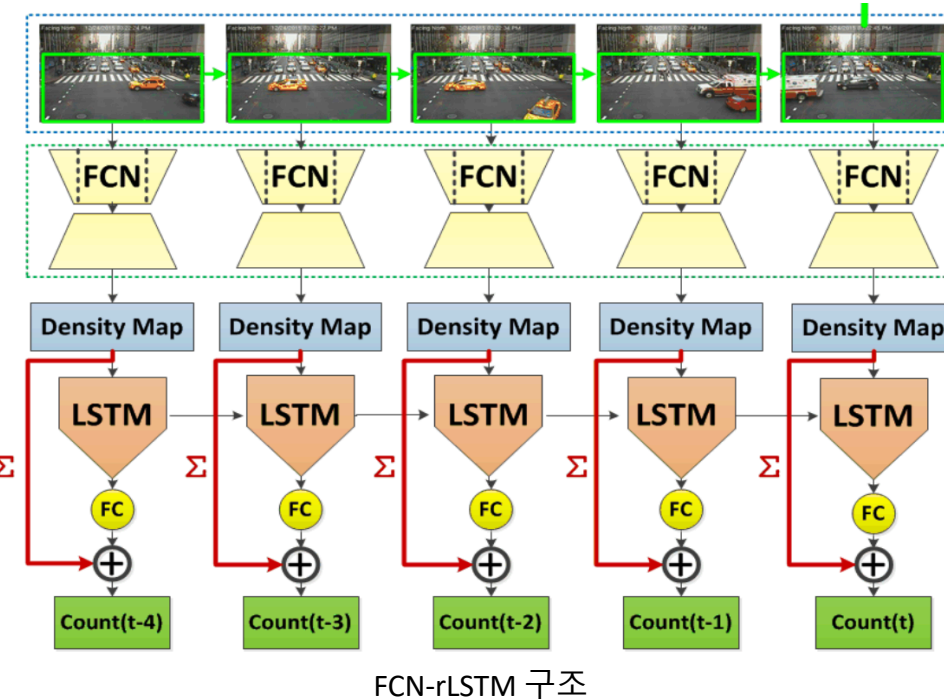
- FCN-rLSTM 모델은 객체의 밀집도를 토대로 **차량의 개수를 예측**.
- 차량의 개수는 밀집도의 모든 픽셀값의 합.

2. FCN-rLSTM 구조

- FCN layer 와 LSTM layer 를 residual learning 방식으로 결합한 **end-to-end neural network**.
- FCN layer 에서는 Density Map 즉, **차량 밀집도를 예측**.
- LSTM layer 에서는 입력으로 Density Map을 받아 **차량의 개수를 예측**.
- FCN layer(**픽셀 수준 예측의 장점**) + LSTM layer(**시간 역학적 정보를 학습하는 장점**)



차량 이미지의 밀집도(Density Map) 예시



(FCN-rLSTM: Deep spatio-temporal neural networks for vehicle counting in city cameras. Shanghang Zhang et al. CVPR 2017)

(5) 교통량 분석 시스템

설계

CCTV 스트리밍 서버 :

- ITS에서 제공하는 대한민국 실시간 CCTV 영상
- HLS (HTTP Live Streaming)으로 실시간 영상 제공
- 클라이언트 주소 서버 :**
- CCTV 스트리밍 서버의 HLS 주소 보유 및 배포
- 모델 서버 :**
- 각 CCTV 영상들을 **1 fps로 프레임**을 추출해 이미지로 변환
- FCN-BLA 모델로 차량 수를 예측

데이터 API 서버 :

- 모델 서버의 예측 결과를 저장 및 분석하여 사용자에게 전달

사용자 웹/앱 애플리케이션

1. 실시간 예측 결과 :

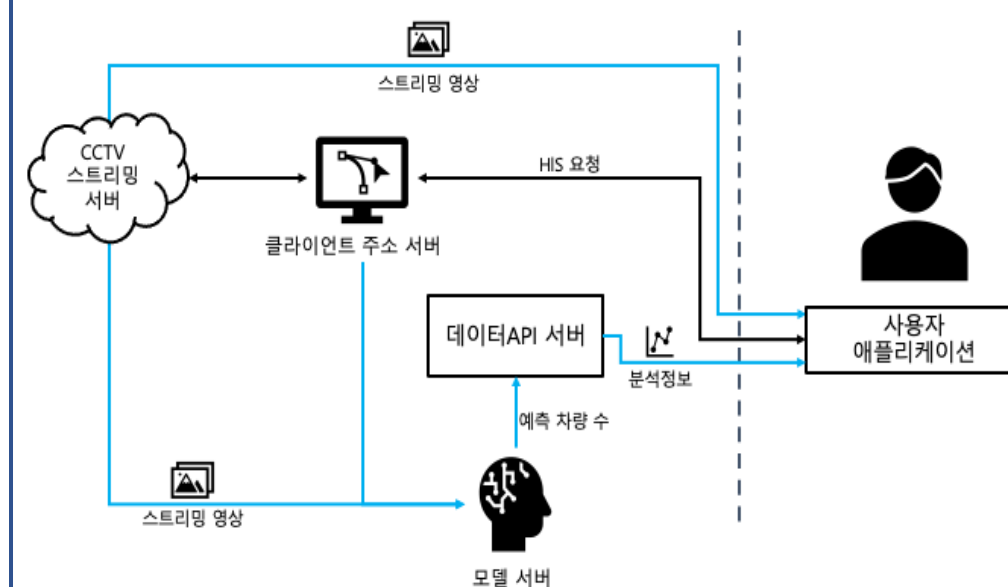
- 모델의 결과인 Density map 과 예측값을 출력
- 예측 결과는 데이터 API 서버에서 제공
- > 실시간 교통량을 수치화 하여 확인 가능**

2. 기간별 분석 데이터 :

- 사용자가 선택한 CCTV 와 기간을 HTTP 통신 기반으로 데이터 API 서버에 요청
- 전달 받은 분석 결과 (시간-차량 수 그래프, 시간별 평균 차량 수)를 제공
- > 특정 기간의 교통량을 파악 및 분석 가능**

※ 논문

- 해당 시스템을 논문화하여 **한국 컴퓨터 종합 학술 대회(KCC2022)의 스마트시티 부문**의 논문 투고 (Accept)
- FCN-rLSTM 모델에 기반한 교통량 분석 시스템**, 권태윤 윤찬웅 손홍일 김기태 Scott Uk-Jin Lee, KCC 2022



교통량 분석 시스템 개요도



사용자 웹 애플리케이션의 실시간 예측 결과



사용자 모바일 애플리케이션의 실시간 예측 결과, 기간별 분석 결과

(6) 결론

- 본 프로젝트에서는 지능형교통체계(ITS)를 구축하기 위한 ‘**교통량의 실시간 수집 및 분석**’을 만족하고 ‘**기존 ITS 서비스의 문제점을 해결**’하기 위해 새로운 딥러닝 모델인 ‘**FCN-BLA**’ 와 ‘**FCN-BLA 모델에 기반한 교통량 분석 시스템**’을 제안하였다.

‘FCN-BLA 모델에 기반한 교통량 분석 시스템’은 지능형교통체계(ITS)의 필수적으로 요구되는 ‘교통량의 실시간 수집 및 분석’을 만족시키며 또한 기존 시스템인 ‘교통량 측정법’의 문제점을 해결하며 지능형교통체계를 구축하기 위한 새로운 시스템이 될 수 있는 가치를 지닌다.

1. FCN-BLA 모델 제안

- State-of-the-art 모델인 FCN-rLSTM 모델의 한계점을 극복한 새로운 모델 ‘FCN-BLA’를 제안

2. 교통량 분석 시스템 제안

- 다수의 실시간 도로 CCTV 영상을 병렬적으로 분석
- 사용자의 요청에 따라 실시간 혹은 기간별 분석 데이터를 제공