

통합 네트워크 환경의 영상기반 차종인식 시스템 구현

신 규 식, 김 용 득
아주대학교 전자공학과
전화 : 031-219-2372

Implementation of Vehicle recognition system using image based on Integrated Network Environment

Kyu Shik Shin, Yong Deuk Kim
Dept. of Electronic Engineering, Ajou University
E-mail : a-shin@comnet.ajou.ac.kr

Abstract

For performing Intelligent Transport System, I will implement the vehicle recognition system used image as well as Real time transmission module with TCP/IP.

Generally, there are two kinds for vehicle recognition technology. Between two methods, the image-based method has a high dependency on environmental condition. Therefore, in this thesis I will propose vehicle recognition algorithm based on image using improved Gradient Method. Also I propose server-client modeling with TCP/IP, for the purpose of real time transmission of processed data and images. So I made the vehicle recognition and real time transmission system with TCP/IP for verification of proposed algorithm.

I. 서론

차종분류를 통한 인식체계는 지능형 교통 체계(ITS : Intelligent Transport System)에서 버스전용차로의 단속체계, 과적차량 단속, 도로용량분석, 도로 요금 징수 등의 많은 분야에 활용되어 현존하는 교통자원의 효과적인 활용을 유도하는 방안이라 할 수 있다. 따라서

본 연구에서는 TCP/IP를 이용한 차종인식 및 실시간 전송 시스템 구현을 목적으로 차종인식 알고리즘과 실시간 전송을 위한 서버-클라이언트 모델을 제시하였다.

현재 사용되는 차종인식 방법은 검지 센서 방식과 영상기반 차종 인식 방식으로 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 이 중 영상기반 차종인식방식은 환경적인 요인에 민감하게 반응하므로 실제 적용하기 위해서는 이를 보완해주는 알고리즘이 필수적이다. 따라서, 본 논문에서는 배경영상과 목표영상의 직접적인 비교를 지양하고 각각의 영상을 행 단위 이미지 처리 방식을 적용하였다.

본 논문에서는 차종인식 시스템뿐만 아니라 TCP/IP를 이용한 서버-클라이언트 모델을 제시하였고 이를 적용한 실시간 전송 시스템을 직접 구현 성능을 평가하였다.[1][2]

II. 차종인식 알고리즘 개발

2.1 차종인식 이론

영상을 통해서 차종을 분류하기 위한 가장 간단한 접근방법은 두 대의 카메라를 정면과 측면에 설치하여 차폭과 전장 정보, 그리고 정면과 측면 형태정보를 추출하여 차종인식을 위한 데이터로 활용하는 것이다. 본 연구에서는 현재 우리나라의 도로 여건에서 실현 가능한 전후방 영상을 이용한 차종인식 알고리즘들을 제안하였다.

차량의 특징을 나타내는 차폭, 차고, 그리고 차량의 전장 등의 여러 가지 요소들 중에서 차종을 결정하는데 있어서 가장 큰 변별력을 나타내는 것은 차량 전장이다. 본 연구에서는 가장 큰 변별력을 갖는 차량 전장을 전후방 영상을 기반으로 추출하여 이를 인식 기준으로 적용함으로써 전체 차량들을 5개 차종으로 구분한다.

2.2 임계값 이론(Thershold Value Theory)

획득한 영상에 대해 Gradient를 이용한 영상기반 차종 인식 알고리즘을 적용하기 위해서는 적절한 임계값을 구하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 최적화된 임계값을 구하기 위해 사이그류분산을 이용해 임계값을 구하는 법을 제시하도록 한다.[3] 사이그류분산을 이용하여 임계값은 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$\sigma_b(t)^2 = q_1(t)[\mu_1(t) - \mu]^2 + q_2(t)[\mu_2(t) - \mu]^2 \quad (1)$$

식(1)과 같이 사이그류 단순화한 적정 임계값 산출 이론에 근거하여 정확한 임계값을 산출하여 적용시킴으로써 Variation Maker, Variation Count값을 보다 더 정확하게 얻을 수 있었고, 결과적으로 진입된 차종 영상 처리 및 비교에서의 오차를 훨씬 더 감소시킬 수 있었다.

2.3 차종 인식 알고리즘 제안

본 연구에서는 차량의 화면상의 위치뿐만 아니라 위치로부터 차량의 전장을 측정하려고 하기 때문에 이 위치를 정확하게 추출해내야 한다. 따라서, 일반적인 영역이미지처리방식(area image processing method)을 적용할 경우 차량의 위치를 행 단위의 정확한 픽셀 좌표로 추출해 내는 것은 불가능하기 때문에 행 단위의 이미지처리방식(row-based image processing method)을 적용하여야 한다.

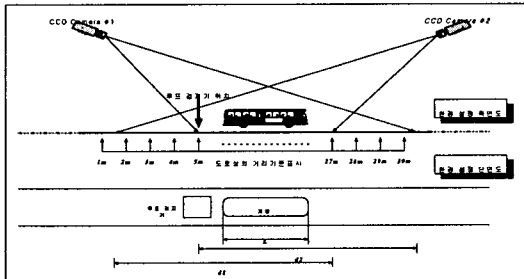


그림 2. 차종인식 블록도

본 연구에서는 영상을 이용하여 차량의 위치를 추출

하기 위해서 다음과 같은 접근방법을 사용하였다. 첫 번째 단계로, 카메라로부터 획득한 영상에 대하여 아래와 같은 의사코드를 적용하여 변화 표시값(Variation Maker)을 계산한다.[4]

```

For every line, i
  (where, 0<i<number of rows in the image)
  For pixel j      left hand limit<j<right hand
                   limit
  and pixel k      left hand limit<j<right hand
                   limit
                   where kj
  if | Iij - Iik | > TH1  (TH1 is a threshold
                           value)
      eij = 1             ( eij=variation
                           marker)
  else
      eij = 0
  d1 = Σ eij           ( d1=line variation
                           count)
    
```

두 번째 단계로, 앞에서 구한 행단위 변화량 계산값이 순전히 기후환경변화만으로 인한 잡음요인에 의해 발생한 것인지를 판단하기 위해 다음과 같이 의사코드로 기술된 처리과정을 거침으로써 알고리즘의 신뢰성을 향상시킨다

```

For every line, i
  (where, 0<i<number of rows in the image)
  if d1.TH2
      d1 = d1
  else
      d1 = 0
    
```

세 번째 단계에서는 앞에서 기술한 처리과정을 배경 영상과 목표영상에 각각 개별적으로 적용하여 계산한 행단위 변화량 계산값들을 비교하여 일정한 수준이상의 변화가 발생하였다면 차량이 검출된 것으로 판단하고, 이를 표시하기 위해 각각의 라인단위로 이전 차량 신호라는 값을 설정한다. 이 과정은 아래의 의사코드에서 기술한 것과 같은 방법으로 수행된다.

For every line, i
 (where, $0 < i < \text{number of rows in the image}$)
 if $|d_1 - TH3| < \delta$
 ($\delta = \text{fixed threshold}$)
 $S_i = 0$ ($S_i = \text{Vehicle Signal}$)
 else

본 연구에서 제안한 차량위치추출알고리즘은 배경 영상과 목표영상을 직접적으로 비교하지 않고 각각의 영상에 대해서 개별적으로 계산된 변화량 계산값을 비교 대상으로 사용하였다.

III. 통합 네트워크환경을 위한 서버-클라이언트 모델링

3.1 통합 네트워크환경을 위한 서버-클라이언트 모델링 구현

본 연구에서는 실시간 서버-클라이언트 모델링을 구현하기 위해, TCP/IP 스택(Stack)을 구축하였고 윈도우 소켓을 이용하여 접속을 위한 호출을 하도록 설계하였다.

(1) 서버-클라이언트 모델링을 위한 서버의 설계

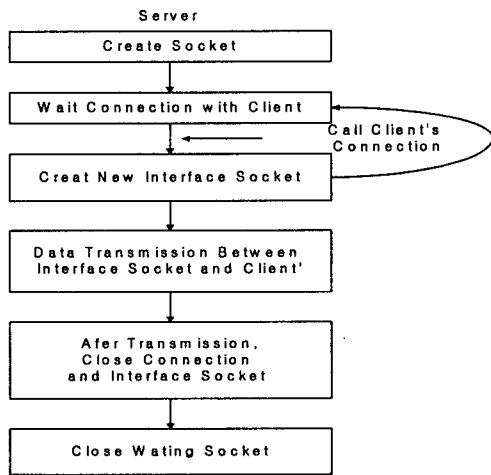


그림 3. TCP/IP를 이용한 서버-클라이언트 구조의 서버 모델링

서버는 클라이언트로부터 데이터를 수신하여 그 동작을 수행하며 원활한 네트워크 접속을 위해 TCP/IP를 이용하여 설계되었고 임의의 IP를 사용하여 접속이 가능하도록 모델링하였다.

(2) 서버-클라이언트 모델링을 위한 클라이언트의 설계

클라이언트는 데이터를 송신하는 시스템을 총칭하므로 본 연구에서 구현하려는 시스템도 클라이언트로 지정된다.

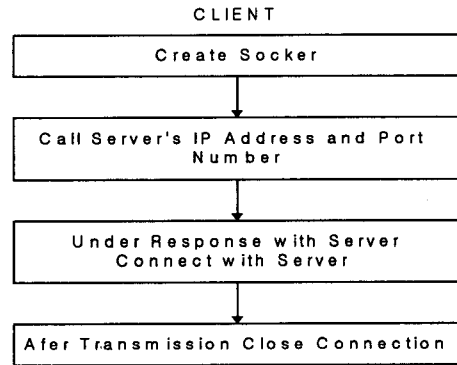


그림 4. TCP/IP를 이용한 서버-클라이언트 구조의 클라이언트 모델링

III. 시스템 구현 및 알고리즘 성능 평가

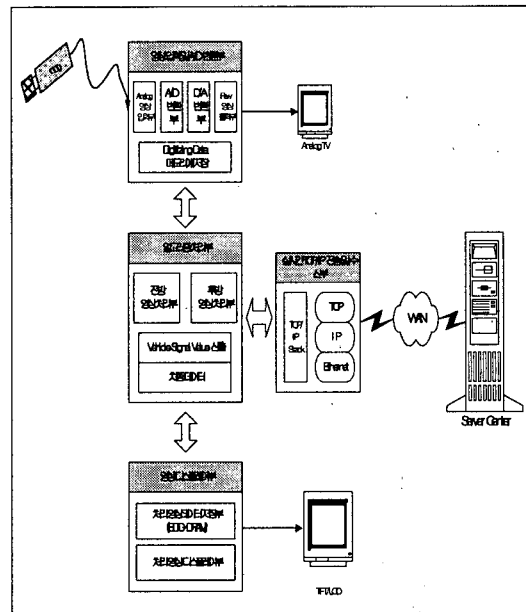


그림 5. TCP/IP를 이용한 영상기반 차종인식 및 실시간 전송 시스템 구성도

본 연구에서 구현한 주행안내시스템은 크게 4부분으로

나뉘어진다
 첫째, 영상기반 차종 인식 알고리즘의 처리를 위한 알고리즘 처리부.
 둘째, 처리 영상 및 결과데이터 전송을 위한 TCP/IP를 이용한 실시간 전송부.
 셋째, 영상 입력부 및 A/D, D/A 코덱을 이용한 데이터 변환부.
 넷째, 처리 영상 데이터를 TFT/LCD로 출력하는 영상 디스플레이부
 로 구성되어지며 각 모듈별 구성을 그림 5에서 나타내었다.

(1) 모의 실험 환경 및 방법

먼저 차종인식 알고리즘의 성능평가를 위해 사용한 자료들은 전후방 영상을 동시에 획득할 수 있는 완벽한 도로 실험 환경을 구축할 수가 없었기 때문에 시스템 평가를 위해 본 연구에서 사용한 인식기준인 차량 전장길이가 아닌 실측거리 변환 테이블 바로 전 데이터인 화면상에서 차량 시작위치 및 차량 끝 위치에 대한 픽셀단위 라인 좌표 값으로 성능을 평가하였다. 알고리즘 처리결과 추출된 화면상의 차량 시작/끝 위치에 대한 라인 픽셀 좌표 값과 영상에서 실제 차량 시작/끝 위치 사이의 픽셀오차로부터 차종 인식률을 추정하는 방식을 사용하였다.

결과 영상 및 인식 데이터를 전송하기 위한 TCP/IP를 이용한 실시간 전송 시스템에 대한 성능평가는 서버를 컴퓨터로 대체하여 평가하였다. 서버의 IP 어드레스를 시스템에 입력한 후, 구현된 시스템(클라이언트 역할)에서 전송하고자 하는 흑백 640×480 영상과 인식데이터를 포함한 약 308kbyte의 데이터를 서버로 전송하여 루프백에 의한 재전송에 대한 응답시간으로 성능을 평가하여 실시간성을 증명하였다.

(2)시스템 모의 실험 결과

$$\text{인식률} = \frac{\text{정인식 차량 샘플수}}{\text{해당차종의 전체 차량 샘플수}} \times 100 \quad (2)$$

표 1. 차종 인식률(전체 샘플)

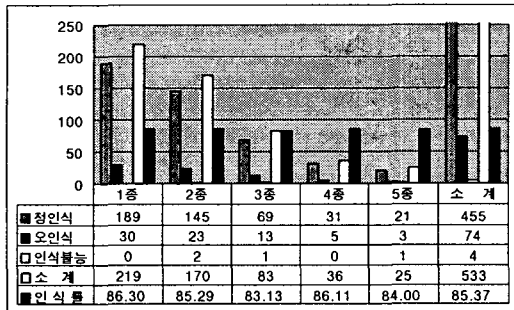


표 2. 실시간 전송 시스템 성능평가를 위한 응답 시간 테이블

| 시도 | Loop Back Response Time (msec) | | |
|----|--------------------------------|------------|--------------|
| | Best Case | Worst Case | Average Case |
| 1 | 221.2 | 288.3 | 257.6 |
| 2 | 228.5 | 276.4 | 267.2 |
| 3 | 235.3 | 282.8 | 270 |
| 4 | 249.8 | 261.2 | 282.5 |
| 5 | 248.6 | 294.1 | 282.4 |
| 평균 | 230.68 | 276.55 | 265.94 |

IV. 결론

본 연구에서는 외부환경요인에 민감하지 않은 변화도를 이용한 차종인식 알고리즘을 제안하였고 제안된 알고리즘을 적용한 통합 네트워크 운영이 가능한 영상기반 차종인식 시스템을 구현하였다.

성능평가를 위해 구현한 시스템을 활용하여 실제 도로 환경의 533개의 영상 샘플을 사용하였고, 그 결과 79.5% 전후의 인식률을 보이는 유도식 루프센서(ILD)를 이용한 차종인식 방법보다 훨씬 더 우수한 85.37%의 인식률을 얻었다. 그리고 완벽한 실험환경을 제공한다면 더욱더 좋은 인식률을 보일 것이다.

아울러 서버-클라이언트 모델링에서 약 308kbyte의 결과 영상 및 인식 데이터 블록을 전송하고 루프백에 대한 응답시간을 확인한 결과 평균 265.94msec가 소요됨을 볼 때 영상을 압축하지 않더라도 실시간 전송이 가능함을 알 수 있었다.

따라서 본 연구에서 구현한 시스템을 현 교통환경에 적용한다면 진정한 지능형 교통체계(ITS)를 수립하기 위한 좋은 해결책이 되리라 본다.

참고문헌(또는 Reference)

[1] Stevens, "Client/Server modeling, Sockets and XTI", Prentice Hall.
 [2] Cragi Hunt, "TCP/IP Network Administration," O'reilly, pp 105-200, 1998.
 [3] Milan Sonke, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision," PWS publishing, 1999
 [4] Dr. M.G.H. Bell, "Computer Image Processing in Traffic Engineering," McGraw-Hill, pp. 15-112, 1998.