

영상 검지기를 이용한 자동차 추적시스템에 대한 연구

서창진, 김선숙, 차의영
부산대학교 일반대학원 멀티미디어협동과정

A Study On Vehicle Tracking System Using Image Sense

Chang-Jin Seo, Sun-Suk Kim and Eui-Young Cha
Dept of Multimedia Co-Operation Course Pusan National University.
e_mail : (cjseo, next, eycha)@harmony.cs.pusan.ac.kr

요 약

영상검지기를 이용하여 도로상에서 이동중인 차량의 움직임을 탐지하고 분석하는 방법은 지능형교통시스템의 많은 분야에 적용되어질 수 있다. 영상분석으로 움직이는 물체를 탐지하는 방법에는 영상차를 이용하는 방법과 영상차를 이용하지 않는 방법으로 분류할 수 있다. 영상차를 이용하는 방법에서는 영상간의 차영상을 기반으로 하여 물체를 탐지하는 방법은 일반적이고 보편적인 방법이나 시기에 따른 배경영상의 왜곡과 물체의 정제현상에 많은 문제점을 지니고 있다. 그리고 영상차를 이용하지 않는 방법은 영상내의 분석으로 물체를 탐지하는 방법이고, 영상간의 정보를 사용하지 않으므로 영상차에 의한 문제점은 발생되지 않는다. 기존에 연구되어진 영상차를 이용하지 않는 방법은 물체의 형태를 고려하지 않고 단지 이동점의 좌표분석으로 차량의 움직임을 추적하고 있다. 본 논문에서는 영상차를 이용하지 않으며 영상내의 형태정보 분석과 색상정보를 고려하여 기존의 영상검지기가 지니는 문제점을 개선하여 정밀한 차량 추적에 대한 가능성을 알 수 있었다.

1. 서론

ITS는 고도의 정보처리 기술을 교통운용에 적용시킨 것으로 91년 미국의 교통학자인 "칸첸"박사에 의해 제안되어 그해 모빌리티(mobility)계획의 하나로 육상교통효율법(ISTEA)을 기초로 하여 "TVHS 아메리카"가 설립되었다. 현재는 미국(IVHS : Intelligent Vehicles Highway System), 유럽(RTI : Road Transport Information), 일본(AGS : Auto Guide System)등으로 지능형교통시스템이 각각 추진되면서 세계적인 교통분야의 생점으로 급부상하고 있다. ITS는 크게 첨단교통관제(ATMS), 첨단교통안내(ATIS), 첨단차량제어(AVCS), 사업용 차량운용(CVO/APTS) 등 5개의 큰 분야로 나뉘어지며 각 분야마다 세부과제로 구성되어져 있다.

ATMS(Advanced Traffic Management System)는 교통정체의 발생시각과 지점을 예측하며 사전에 정체 및 사고를 예방하여 도로의 효율성을 최대한 이용하도록 하는 것이다. 그리고 ATIS(Advanced Traveller Information System)은 현 위치, 정체사고, 기후, 속도, 차선제한 등의 실시간 교통자료를 기초로 중앙관제소에서 이를 정제, 분석하여 각 운전자에게 운행정보 및 경로유도 정보를 제공하는 시스템이다. 제안하는 영상검지기를 이용한 차량 추적시스템은 도로상에서 주행하는 차량의 점유율, 차량개수, 대기행렬, 속도등을 지료화하여 ATMS와 ATIS 구축에 필요한 자료를 제공하는 시스템으로써 이용되어질 수 있다.

영상검지 시스템이란 영상처리 기술(Image Processing Technology)을 이용하여 광범위한 도로 영역에 대한 영상

정보를 실시간으로 분석함으로써 도로의 이용률을 높이는 데 필요한 교통 정보를 실시간으로 다양하게 제공할 수 있는 시스템이다.

기존에 설치 운용중인 매설식 루프검지기는 환경의 변화에 민감하게 반응을 하지 못하며 설치후 유지보수의 문제로 인하여 현재 많은 수의 매설식 루프검지기가 작동불능상태에 있다. 그리고 실제 도로상황을 데이터의 가공에 의한 신호처리기법을 이용하기 때문에 운영자가 실제적으로 도로의 상황을 이해하는데 상당한 어려움을 가지게 된다.

본 논문에서 제안하는 영상검지 시스템은 단일영상내에 존재하는 도로정보를 이용한다. 그래서 영상차를 이용하는 방법에서 발생되어지는 문제를 해결할 수 있다. 영상검지기는 운영자가 실제 도로 영상을 관찰할 수 있기 때문에 영상 내에서 발생되는 모든 사건들에 대한 순간적인 파악이 가능하고, 교통량, 속도, 점유율, 차증, 차량 간격 등의 정량적인 정보들 일정 시간 간격으로 수집하여 도로 이용률의 극대화에 필요한 장기적인 정책 수립의 단계를 교통관계자에게 제공할 수가 있다[2].

본 논문의 2장에서는 기존의 영상검지 시스템에 관련된 연구내용을 살펴봄과 3장에서는 본 논문에서 제안하는 방법 그리고 4장에서는 제안한 알고리즘으로 실험환경 및 결과를 살펴봄과 5장에서는 결론을 맺도록 한다.

2. 기존의 연구방법

기존의 영상검지기는 일반적으로 시스템의 작동방식에 의해서 두 개의 분류로 나뉘어 질 수 있다.

첫째, 영상차를 이용하여 도로상에서 주행하는 차량을 탐지하는 방법[1,5,6,7]이고, 둘째, 영상차를 이용하지 않고 주어진 영상내의 처리 기법을 이용하여 차량을 탐지하는 방법이다[2,3]

영상차를 이용하는 방법도 시스템의 구성에 따라 배경영상과 입력영상과의 간단한 차영상(difference image)으로 원하는 차량의 형태를 쉽게 탐지할 수 있는 장점이 있다. 하지만 실제 도로환경은 시간의 변화에 따라 지속적으로 밝기 및 대비가 변화한다. 그래서 배경영상의 지속적인 수정이 필요하다. 제약적인 환경에서는 배경영상을 구하는 방법이 존재하나 도로상에는 항상 차량이 도로상에 존재하므로 배경영상을 수정하는 것은 상당한 문제점이 따른다.

인접영상을 이용하여 차량을 탐지하는 방법은 두 인접영상의 차영상으로 차량을 탐지할 수 있다 하지만 두 차량이 중첩된 경우 결과영상에서 정확한 차량의 형태를 추출하는 것에 어려움이 따른다. 또한 인접영상에서 차량이 정지하였을 경우 차량의 탐지는 불가능하게 된다. 실제 도로는 항상 차량이 주행하는 것만은 아니다. 일반적으로 러시아워가 되면 상당한 정체현상이 발생되어지며 인접영상을 이용하여 도로상의 정체현상을 판단하는 작업은 상당히 어려워진다.

영상차를 이용하지 않는 방법에서도 시스템의 구성에 따라 전처리에 의한 방법과 전처리를 이용하지 않는 방법으로 분류되어질 수 있다.

전처리에 의한 방법으로 영상내에 존재하는 에지(edge)정보의 분석으로 결과영상내에 존재하는 물체를 탐지하는 방법이 있다[1]. 이러한 방법에서는 차량의 형태소 분석에 의해 차량을 판단할 수 있으나 영상의 전처리 과정에서 상당한 오버헤드가 존재한다.

전처리에 의존하지 않는 방법으로 영상내에 검지영역을 정해놓고 영상내의 도로영상정보와 차량의 영상정보를 분석하여 차량을 탐지하는 방법이 있다. 이러한 방법은 초기검지영역을 설정하여 초기검지영역에서의 wave form과 차량의 임역에서 발생되어지는 wave form을 분석하여 차량을 탐지하는 방법이다[2]. 그러나 이러한 방법 또한 차량의 속도 및 크기에 의한 초기검지영역 크기 설정에 문제가 있다.

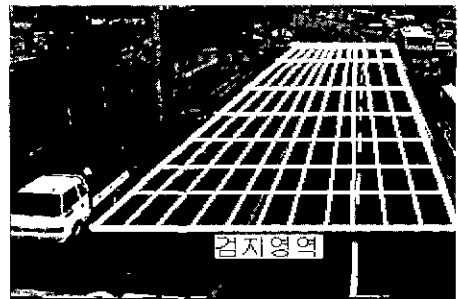
본 논문에서는 도로색상정보와 차량의 색상정보를 이용하여 차량과 도로의 영역을 분리하므로 초기검지영역의 설정이 필요가 없다. 그러므로 wave form을 이용하는 방법이 지니는 초기검지영역크기 문제를 해결할 수 있다.

3. 차량 추적시스템

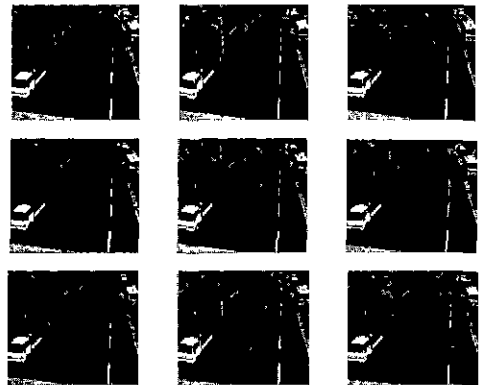
3.1 차량의 탐지

본 논문에서는 기존의 영상차를 이용하는 방법의 문제점을 해결하기 위해 영상내 분석방법중 도로의 색상정보와 차량의 색상정보를 분석하여 영상내에 존재하는 차량정보를 추출한다. 실험을 위해서 지상에서 6m 정도 높이에 영상검지기를 설치하였고, 치상과 사선 방향으로 도로를 촬영하였다. 그리고 영상의 처리를 간략화하기 위하여 검지영역이외의 영역은 제거를 한다. 영상을 사선방향으로 촬영을 하였기 때문에 영상의 상단부분에서의 변화는 매우 미세하며 영상 하단에서의 변화는 매우 급격하게 변화한다. 이러한 부분에서의 영상분석은 형태정보의 변화량이 매우 많기 때문에 영상분석에 많은 오류를 가져오게 된다. 그래서 본 논문에서는 차량추적을 위한 검지영역에 제한을 두었으며 차량의 추적영역은 <그림 1>에서 제시한다.

본 논문에서는 실험을 위해 먼저 영상에 존재하는 도로의 외곽형태정보를 먼저 추출한 후 검지하고자 하는 도로의 영역을 구한다. 도로의 영역이 생성되어지고 나면 영역내의 도로색상정보와 차량색상정보를 구하여 도로색상정보를 제거한 후 차량을 탐지한다. 일반적으로 도로상에서 주행하는 차량은 도로색상과 명확하게 구분이 된다. 그리고 검지영역내에서 분포하는 색상정보의 최빈정보는 도로의 색상정보에 속하며 나머지 편차의 값들은 차량의 색상정보, 차선과 도로에 존재하는 도로표지정보를 가지게 된다. 이러한 색상정보를 이용하여 도로의 색상정보를 제외하고 나면 결과영상에서는 색상정보분리에 의해 생성되어진 노이즈 및 차량의 형태 그리고 차선등이 남게 된다. 노이즈의 제거를 위해 결과영상에 사이즈필터를 적용하여 노이즈를 제거하였다. 그리고 정확한 차량의 영역을 구하기 위해 지역성 검증 및 영역화 작업을 수행하여 차량을 탐지하게 된다[6,7].



<그림 1> 차량추적에 사용되어지는 검지영역



<실험에 사용될 도로 환경>

3.2 차량의 움직임 추적

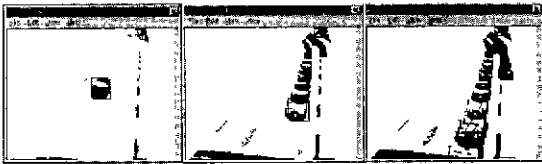
탐지되어진 결과영역에서의 차량위치정보를 이용하여 원영상에 존재하는 차량의 색상정보를 추출하여 히스토그램을 추출한다. 추출되어진 정보를 다음 영상에서 추출되어진 차량의 히스토그램과의 상관계수를 비교하여 검지영역내의 차량의 동일성을 검증한 후 최종적으로 차량의 주행방향을 고려하여 차량의 이동궤적을 구한다. 영상의 색상정보를 이용하여 상관계수를 구하는 방법은 <식 1>과 같다.

$$\begin{aligned}
 \text{Difference}_R &= \sum_{i=0}^n |Current_R[i] - Previous_R[i]| \\
 \text{Difference}_G &= \sum_{i=0}^n |Current_G[i] - Previous_G[i]| \\
 \text{Difference}_B &= \sum_{i=0}^n |Current_B[i] - Previous_B[i]| \\
 \text{BestMatch} &= \text{Correlahon}(\text{Difference}_R, \text{Difference}_G, \text{Difference}_B)
 \end{aligned}$$

<식 1> RGB상관계수를 이용한 차량추적

실험에 사용한 도로의 특성에 대한 영상의 상단은 차량이 진입하며 하단은 차량이 영상에서 벗어나는 환경을 제약조건으로 사용한다 이러한 제약사항은 일반적인 주행도로의 편도차선의 특성을 고려한 형태이다. 영상의 상단 진입점에서 생성된 차량은 새로이 진입하는 차량으로 판단되어질 수 있으나 영상의 중간 지점에서 충돌 및 교차 진행에 의해서 둘 이상의 차량이 하나의 차량으로 병합되어질 수 있다

본 논문에서는 이러한 문제점을 현재 프레임에서는 고려하지 않으며 다음프레임에서 탐지되어진 차량의 상관계수를 다시 판단하여 차량의 위치를 보정하여 차량의 움직임을 추적한다. 그리고 영상의 하단 진행방향으로 소멸하는 차량은 영상의 외부범위로 벗어난 차량으로 추적에서 제외하도록 한다. <그림 2>는 차량 탐지 알고리즘으로 차량을 탐지한 결과이며 <그림 3>는 차량 탐지 알고리즘으로 1대의 차량을 추적한 결과이며 <그림 4,5,6>는 2대의 차량을 프레임별 추적한 결과이며 <그림 7>은 다수의 차량을 추적한 결과이다.



<그림 2> 차량탐지 <그림 3> 1대추적 <그림 4> 추적시작



<그림 5> 추적중간 <그림 6> 추적종료 <그림 7> 다수추적

4. 실험결과

실험에 사용한 장비는 LG-E830 비디오 캠코더를 사용하여 실험에 필요한 영상을 획득하였고 ATI사의 Mach64GT-A 오버레이 보드를 사용하여 320*240 256컬비영상 이미지로 변환하여 사용하였다. 시뮬레이션을 위하여 Pentium-120Mhz 프로세스와 Visual-C++언어를 사용하여 시뮬레이션 환경을 구축하여 실험하였다. 실험에서는 처리의 간략화를 위해서 동영상 파일을 저장 후 영상변환 프로그램을 이용하여 일련의 Bitmap Sequence로 영상을 변환하여 실험에 사용하였다.

실험결과 비교적 통행량이 적은 도로의 영상에서는 차량의 움직임 추적에 성공적인 결과를 보였다. 실험결과 초당 약 4프레임을 처리할 수 있었다 그리고 도로와 차량의

색상분리 과정에서 역치 선정의 문제로 인하여 발생되어진 노이즈와 함께 차량의 색상이 도로의 색상과 비슷한 경우 차량의 추종에 실패하는 경우도 발생되어졌다 또한 실험 영상의 환경에서 대형차량의 크기와 일반승용차와 소형트럭과의 크기의 변화가 매우 심하여 대형차량에서 움직임의 추적이 오류가 발생하기도 하였다 그리고 영상의 상단 부분에서는 영상의 변화가 미세하므로 차량의 형태가 겹쳐서 변화되는 형태를 보이기도 하였다. 이런 경우 탐지 오류가 발생되어졌다. 이러한 부분의 문제는 영상검지기의 설치높이를 실험에 사용한 높이보다 높게 설치하여 지상과 영상검지기의 촬영각도를 크게하면 어느 정도 해결되어질 수 있을 것으로 보인다 실험의 결과는 <표 1>에 제시한다.

<표 1> 실험에 의한 결과

	프레임수	처리시간	탐지정공	탐지오류
영상1	44	11.05초	54대	8대
영상2	40	9.41초	51대	10대
영상3	86	21.03초	97대	11대

5. 결론

현재의 도로상에 설치유용중인 신호체계는 차량의 통행량을 통계정보에 의한 일정한 수치로 파악하여 신호체계에 적용되고 있다. 이러한 교차로 통행시간 적용으로 인하여 현실적으로 매우 많은 정체현상이 일어나고 있다. 우리나라의 차량대비 도로설치율이 외국에 비해 턱없이 부족한 것도 도로의 정체현상을 만들고 있지만 도로에서 실제 통행량을 무시하고 통계적 수치에 의한 기계식 변환에 의존하고 있기 때문에 도로의 정체현상이 가중되어지고 있다. 지능형교통시스템은 기존의 기계식 신호체계가 가지는 많은 문제점을 해결할 수 있으며 현재 도로의 교통상황을 실시간적으로 판단할 수 있으므로 보다 효율적으로 도로의 이용율을 높일 수 있다. 본 논문의 향후 연구과제는 도로색상정보와 차량색상정보를 보다 정확히 분리하기위한 최적의 역치값이 자동으로 계산되어질 수 있어야 하며 실험에 사용되어진 영상검지기의 위치를 보다 높이 설치하여 실험에 적용할 수 있어야 할 것이다.

본 논문의 응용분야는 교통량 측정, 무인감시 시스템, 지능형 교차로제어 시스템에 적용될 수 있다.

참고문헌

- [1] 최형진, 양해순, "화상처리 기술을 이용한 자동차 교통세어에 관한 연구," 한국정보처리용용학회 논문지 제1권 제3호 1994.09
- [2] 전병태, 소경, "제한된 검색 영역을 이용한 효율적인 차량계수," 한국정보과학회 논문지 제23권 제6호 1996.06
- [3] K Takahashi, T. Kitamura, M Takatko, Y. Kobayashi, "Traffic flow Measuring System by Image Processing," IAPR Workshop on Machine Vision Application, 1996 11
- [4] Phillip A. Laplante, Alexander D. Stoyenko, "Real-Time Imaging," IEEE PRESS Inc New York 1996, pp 161-189
- [5] Kayoko Kitai, "A Study of Automatically Tracking Pedestrian Flow," IAPR Workshop on Machine Vision Applications 1996.11
- [6] 서창진, 육정근, 양황규, 차의영, "동적배경이미지 추종에 의한 자동보행자 추적시스템," 한국정보과학회 1997년 추계학술발표대회 논문집
- [7] 육정근, 서창진, 양황규, 차의영, "모자이크배경이미지를 이용한 보행자 추적시스템에 관한 연구," 한국정보과학회 1998년 추계학술발표대회 논문집