

끼임 탐지 알고리즘을 이용한 어린이 통학버스 사고방지 시스템

신광희, 최경주
충북대학교 소프트웨어학과
E-mail: eosr4@naver.com

School Bus Accident Prevention System Using Pinch Detection

Gwang Hee Shin, Kyung Joo Cheoi
Dept. of Software Engineering, Chungbuk National University

요 약

본 논문에서는 통학버스에서의 안전사고에 관련된 여러 사례 중 출입문의 끼임을 방지하기 위하여 통학버스에 영상장치와 전원센서를 부착, 사각지대를 없애고 운전자에게 경고음으로 사고를 미연에 방지하고자 하는 시스템을 제안하고자 한다. 출입문의 배경영상을 적용적으로 수집하고 실시간으로 수집되는 영상과 배경영상을 차 연산 하여 문의 끼임을 인식한다. 실험결과 문에 대해서 끼임이 검출되는 것을 확인할 수 있었다.

키워드 : 어린이 통학버스, 영상처리, 끼임 탐지 알고리즘

1. 서 론

어린이 통학버스의 주요사고사례로는 차량 후진사고, 닫히는 문에 옷 끼임, 내려준 차에 앞뒤 횡단 사고, 버스 승·하차시의 사고[1] 등이 있다.

매 년 수백 명의 어린이들이 통학버스 사고로 인해 사망 또는 부상을 당한다. 이를 예방하기 위해 어린이 통학버스 안전강화법과 같은 예방방정책이 있지만 사고방지에는 여전히 부족하다는 사실이다. 교통사고에 대한 기술적 지원이나 시스템적인 대응책이 미비한 시점에서 사고사례 중에 큰 비중을 차지하는 출입문에 옷이나 가방이 끼어있는 상태에서 운전자가 그 부분을 인지하지 못하고 출발하는 사고들이 비일비재하다.

이에 본 논문에서는 사고를 예방하기 위하여 통학버스의 사각지대에 영상장치를 부착하여 닫히는 문에 옷이나 가방 등이 끼이는 것을 예방하는 시스템을 제안하고자 한다. 통학버스 사고방지 시스템 구성으로 운전자가 출입문의 닫힘 버튼을 전원센서에 적용하여 문 닫힘 버튼을 눌렀을 시 신호가 영상장치에 전달되어 영상장치가 켜질 수 있도록 신호처리가 이루어진다고 가정한다. 그 후 영상장치가 켜지면 그 때마다 배경이 바뀌므로 켜짐과 동시에 문이 닫혀있는 영상을 배경영상으로 선정한다. 다음으로 배경영상과 실시간 영상을 차 영상(Difference image)으로 대조하여 문이 닫혀있을 때 끼임이 검출된다면 경고음으로써 운전자의 주의를 주고 사고를 방지하는 방법으로 구성되어 있다.

2장에서는 통학버스 사고방지에 관련된 기존의 연구에 대해 기술하고, 3장에서는 통학버스 사고방지 시스템에 대한 내용을 설명한다. 이어 4장에서는 실험방법과 결과를 보여준다. 5장에서는 시스템의 결론과 전망에 대한 내용이 기술되어 있다.

2. 관련 연구

2.1 지능형 자동차의 안전 시스템

지능형 자동차의 안전 시스템은 정보제공, 운전자 경고

및 사고회피, 운전자의 편의의 세 가지의 부류로 연구되어 있다.

먼저, 운전자의 시야가 닿지 않는 지역의 영상을 제공하는 연구로서, 전측방과 후방의 사각지역 정보를 제공하는 전후방 모니터링 시스템과 야간주행 시 전조등이 전방의 사물을 비추기 전에 적외선 카메라 등으로 그 사물을 미리 식별할 수 있는 나이트 비전 시스템 등을 꼽을 수 있다.

둘째, 각종 주행정보를 분석하여 사고예방을 위해 운전자에게 경보를 제공하고 유사시 사고회피 제어를 취하는 운전자 경고 및 사고 회피분야의 연구가 있는데, 전방 영상의 영상처리를 통하여 차선을 인식하고 차선이탈이 예상되는 경우에 운전자에게 경고하는 차선이탈 경고 시스템, 운전자의 눈동자의 변화를 검출하여 졸음운전이 예상되는 경우에 경고하는 운전자 상태 감시 시스템 등이 연구되었다.

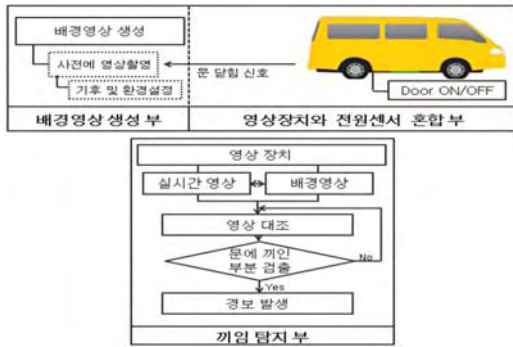
마지막으로, 운전자의 편의 분야로서, 전방차량과의 안전거리를 유지하면서 자동으로 주행하는 적응순항제어 시스템, 주차지역 내의 장애물을 인식하여 조향 액츄에이터로 운전자를 보조하는 자동주차 시스템 등이 연구되었다. [2]

따라서 지능형 자동차의 안전 시스템의 두 번째 방법에 대해 참고하였다.

3. 끼임 탐지 알고리즘을 이용한 어린이 통학버스 사고방지 시스템

제안한 방법은 [그림 1]과 같은 과정으로 전원센서를 출입문 버튼에 적용하여 문 닫힘 버튼을 운전자가 눌렀을 시 신호가 영상 입력장치에 전달 되어 영상 입력장치가 켜질 수 있도록 신호처리를 적용한다고 가정한다. 그 후 영상 입력장치가 켜지면 그 때마다 배경이 바뀌게 되므로 켜짐과 동시에 문이 닫혀있는 영상을 배경영상으로 선정한다. 다음 단계로 배경영상과 실시간영상을 차 연산하여 문이 닫혀 있을 때 검출이 된다면 경보를 줌으로써 운전자에게 주의를 주고 사고를 방지하는 방법으로

구성되어 있다.



[그림 1] 시스템의 구성도

3.1 배경 영상 선정

배경영상을 선정하기 위해서는 통학버스가 운행 중 일 때와 정차 했을 때를 구분 하여야 한다. 하지만 본 논문의 실험에서는 고정된 영상장치에 끼임만 탐지하는 것이 목적이므로 따로 배경영상을 추출방법을 사용하여 선정하지 않고 미리 촬영해둔 문 영상을 활용하였다. 또한 낮과 밤 또는 기후의 변화에도 마찬가지로 여러 상황의 영상을 촬영해서 선정하도록 한다.

3.2 끼임 탐지 알고리즘

본 논문에서 제안하는 끼임 탐지 알고리즘은 끼임을 판별하여 경보음을 주기 위함을 목적으로 [그림 2]와 같이 구성되어 있으며 다음과 같이 설명할 수 있다.



[그림 2] 끼임 탐지 알고리즘

- ① 배경영상 생성부에서 적응적으로 만들어지는 배경영상이 입력된다.
- ② 입력된 배경영상과 운전자의 문 닫힘 버튼에 의해 촬영되어있는 영상을 차 연산을 수행한다.
- ③ 노이즈 제거 및 검출된 체의 개선을 위해 팽창 및 침식연산을 수행한다(모폴로지 연산).
- ④ Otsu 이진화 알고리즘을 이용해 연산 후 지정된 임계값을 넘어가게 되면 끼임으로 인식한다.
- ⑤ 끼임이 인식되면 경보음을 주어 운전자의 주의를 일으키게 한다.

3.2.1 차 영상 기법

차 영상은 두 영상에서 동일한 위치에 해당되는 화소의 명도 값 차이를 의미한다. 이것은 두 개의 그레이 스케일 영상으로부터 임의의 임계값에 대하여 이진화 된 이진영상을 만드는 것이다. 차 영상을 얻는 방법은 다음 식(1)과 같이 표현될 수 있다.

$$SI(x,y) = | I_t(x,y) - I_{t-1}(x,y) | \quad (1)$$

식(1)에서 SI(x,y)는 좌표 x,y에 위치한 화소의 명도값 차이를 의미하고, I_t(x,y)는 현재 영상을, I_{t-1}(x,y)는 이전 영상을 각각 의미한다. [3]

3.2.2 모폴로지 연산

모폴로지 기법의 기본 아이디어는 미리 기하학적 형태를 알고 있는 대상 물체의 정보를 반영하여 영상 내에서 원하는 부분만을 추출하는 것이다. 일반적인 영상인 경우 영상 내에서는 다양한 물체들이 혼합되어 있으며 우리가 관심을 가지는 나머지 물체들은 노이즈 성분이라고 볼 수 있다. 본 논문에서 시스템 구현을 위해 사용한 모폴로지 기법은 침식과 팽창 연산이다. 침식 연산은 배경(어두운 영역)에 대하여 배경을 확장시키고 물체(밝은 영역)의 크기를 축소하는 역할을 한다.

$$A \ominus B = \{z | z \cap A \neq \emptyset\} \quad (2)$$

$$A \odot B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \quad (3)$$

식(2)는 침식의 정의로 A는 영상 내의 물체이고 B는 A를 침식하기 위해 사용되는 구조요소이다. z는 구조요소인 B를 이동시킬 때의 결과 영상 내의 좌표를 의미한다. 식(3)은 팽창의 정의로서 (B_z)는 B의 투영이다. (B_z) 위치 이동시 A와 겹치는 부분이 결과 영상으로 나타나게 된다. [4]

3.2.3 Otsu 이진화

본 논문에서 사용한 이진화 알고리즘은 1979년 Otsu가 제안한 방법으로 클래스 사이의 분산을 최대화 시키는 방법으로 최적의 Threshold를 찾는 방법을 제안하였다. 이 때, 어떤 클래스에 화소 수가 집중되어 있을 경우 이 방법은 비교적 좋은 효과를 보인다. [5]

4. 실험

어린이 통학버스를 대여하여 실험을 해야 하는데, 협조가 잘 이루어지지 않아 실험영상은 일반문의 열고 닫히는 영상을 촬영하여 실험하였다.

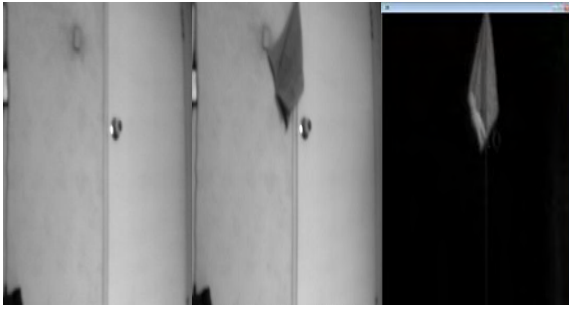


그림 5(a) 그림 5(b) 그림 5(c)

[그림 5] 차 영상에 대한 실험영상

그림 5(a)는 미리 촬영해둔 정지된 영상을 배경영상으로 선정하였다.

그림 5(a)는 움직이는 영상에서 문에 물체가 걸리는 영상으로 끼임을 탐지하기 위함이다.

그림 5(c)는 그림 1(a)와 그림 1(b)의 차 연산을 수행한 차 영상이다.

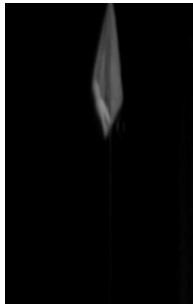


그림 6(a)

[그림 6] 모폴로지 연산을 수행한 실험영상

그림 6(a)는 차 영상으로 탐지된 영상의 노이즈제거와 객체강조를 위해 침식 및 팽창 연산을 수행한 영상이다.

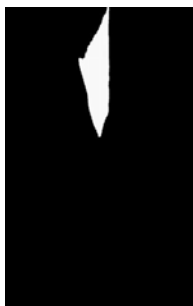


그림 7(a)

[그림 7] Otsu 이진화 연산을 수행한 실험영상

그림 7(a)는 검증된 Otsu 이진화 알고리즘을 통해 연산을 수행한 영상이다.

실험결과에서도 알수있듯이 시스템을 통해 끼인 물체를 탐지할 수 있음을 알 수 있었다.

5. 결론

이 논문에서는 끼임 탐지 알고리즘이라는 방법을 제안하여 어린이 통학버스 사고방지 시스템을 소개하였다. 하지만 이 방법도 특정한 한 사례만을 중점으로 연구하

여 실험한 것이기 때문에 완벽하게 사고방지 시스템을 구현하기 위해서는 통학버스도 지능형 자동차처럼 발전해야 하지 않을까 하는 조심스런 예측을 해본다. 향후 다른 사례에 관한 방법에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] 소비자안전국 생활안전팀, "보육시설 안전실태 조사 - 어린이집 통학차량을 중심으로", 한국소비자원 안전보고서 12-10, pp.6-7, 2012년 10월
- [2] 김상환, 김진환, 김창수, "지능형 자동차를 위한 컴퓨터 비전 기술 동향", 전자공학회지 37권 5호, pp.487-489, 2010년 5월
- [3] 오명관 외 3명, "차영상을 이용한 이동 객체 추적", 한국콘텐츠학회 춘계 종합학술대회 논문집 제2권 제1호, pp.397, 2004년 5월
- [4] 유상현, 김용관, "모폴로지(Morphology)를 이용한 TFT-LCD 셀 검사 알고리즘 연구", 조명설비학회논문지, pp.20-21, 2007년 1월
- [5] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histogram", 1979

감사의 글

이 연구는 NIPA의 2014년도 서울어코드사업의 지원을 받아 수행 되었습니다.