

개선된 CENTRIST 알고리즘을 적용한 병렬처리 기반 보행자 인식 구현

Implementation of Parallel Processing Based Pedestrian Detection Using a Modified CENTRIST Algorithm

정 준 모*

Jun-Mo Jung*

Abstract

In this paper, we propose a parallel processing method of pedestrian detection algorithm based on ROI-CENTRIST. There is a difficulty in the real-time processing of pedestrian detection in the embedded environment, using the conventional pedestrian detection method. This problem can be solved by a parallel processing method of applying the ROI to the conventional algorithm. The proposed parallel processing method of pedestrian detection using ROI-CENTRIST show the result of 5.2 frames per second, which is about 10% improvement over the conventional pedestrian detection method based on CENTRIST.

요 약

본 논문은 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘의 병렬처리 방식을 제안한다. 기존의 보행자 인식 방식만을 이용하여 임베디드 환경에서 보행자 인식을 실시간으로 처리하기에는 어려움이 존재한다. 이러한 문제는 기존의 알고리즘에 ROI를 적용한 방식을 병렬로 처리함으로써 해결할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식의 병렬처리 방식은 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 방식보다 약 10% 향상된 5.2 fps의 성능을 보인다.

Key words : Pedestrian Detection, CENTRIST, ROI, Parallel Processing, Histogram

1. 서론

최근 다양한 영상 인식 기술 중에서 보행자 인식 기술은 많은 분야에서 연구되고 있으며 다양한 분야

에 적용되고 있다.[1] 보행자의 안전을 위한 보행자 인식 교통 신호 시스템 및 스마트 신호등, 스마트 자동차를 위한 보행자 인식 자동 정지 시스템, 보안을 위한 사람 인식 시스템 등 많은 분야에서 사용되고 있다. 하지만 다양한 조명, 배경, 사람의 자세 등 여러 환경이 존재하는 영상에서 사람을 인식하는 것은 매우 어려운 문제이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 여러 연구에서는 영상으로부터 사람의 시각적 특징을 찾을 수 있는 CENTRIST(Census Transform Histogram) descriptor[2] 방식을 사용한다. CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘은 다른 보행자 인식 알고리즘 보

* Dept. of Electronics Engineering, Seokyeong University, jjmo@skuniv.ac.kr 02-940-7732

* Acknowledgment

This Research was supported by Seokyeong University in 2012.

Manuscript received Sep. 2, 2014; revised Sep. 22, 2014; accepted Sep. 23, 2014

다 처리속도가 빠른 보행자 인식 알고리즘이지만 임베디드 환경에서 실시간으로 구현되기에는 보행자를 인식하기 위한 중복된 연산이 많아 어려움이 존재한다.

이를 해결하기 위해 기존의 CENTRIST 방식에 ROI(Region of Interest)[3]를 적용하여 불필요한 영역에 대한 연산을 줄여 성능을 향상시키고 이를 병렬로 처리하여 임베디드 환경에서 실시간으로 보행자 인식 알고리즘의 구현을 가능하게 한다.

본 논문에서 제안하는 ROI를 적용하여 병렬로 처리한 보행자 인식은 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘을 병렬로 처리하여 구현한 보행자 인식[4] 보다 처리속도 면에서 향상된 성능을 보였다.

본 논문은 2장에서 기존의 보행자 인식 알고리즘과 병렬처리 방식에 대해서 설명하고, 제안하는 보행자 인식 알고리즘에 대해서 소개한다. 3장에서는 실험을 통한 구현과 성능에 대해 비교하며 설명한다.

II. 본론

1. CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘

가. Census Transform

CT(Census Transform)[5]는 1996년 Zabih와 Woodfill에 의해 제안된 방법으로 스테레오 정합 및 특징점 추출에 사용되는 알고리즘이다.

CT는 영상에서 한 픽셀에 대해서 그 픽셀의 주변 영역의 밝기 변화를 중심 픽셀과의 비교를 통해 밝으면 0, 어두우면 1로 설정하고 그 결과를 Bit string으로 나열한다. 아래 수식 (1)은 중심 픽셀과의 비교를 통한 Bit string으로 나열하기 위한 수식이다.

$$p_{xy} = \begin{cases} 0 & \text{if } p_{center} > p_{xy} \\ 1 & \text{else if } p_{center} < p_{xy} \end{cases} \quad (1)$$

본 논문에서는 CT를 위한 주변 영역을 3x3 영역으로 설정하여 중심 픽셀과 비교하여 Bit string으로 변환한다. 아래 그림 1은 영상에서 3x3 크기의 Census Transform Window를 만들어 Bit string으로 변환하는 과정을 나타낸다.

그림 1과 같이 3x3 크기의 Census Transform Window는 왼쪽 상단이 기준이 되어 시계방향으로 Bit string이 생성된다.

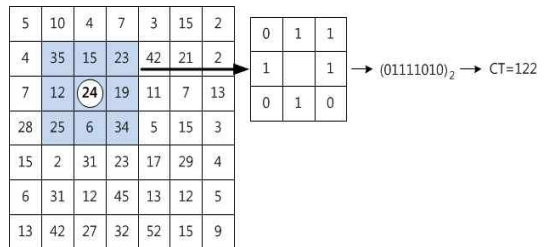


Fig. 1. Bit string conversion process of 3x3 CT Window
그림 1. 3x3 CT Window의 Bit string 변환 과정

나. Histogram

Histogram[6]은 주어진 영상의 명암 값의 대한 정보를 보여주기 위해 사용되는 그래프이다. 아래 그림 2는 특정 영역에 대한 픽셀 값을 Histogram으로 나타낸 그림이다.

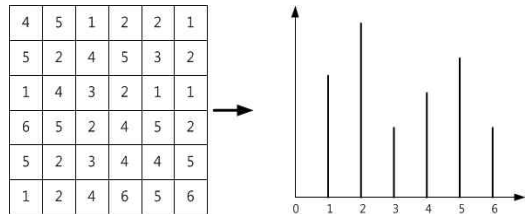


Fig. 2. Histogram generation of gray level in the image
그림 2. 주어진 영상의 명암 값에 대한 Histogram 생성

영상 인식을 위해 사용하는 1채널 영상의 경우 수평축은 0~255 사이의 픽셀 밝기 값을 갖는다. 그리고 수직축은 픽셀 밝기 값에 해당하는 픽셀의 개수를 의미하며 1채널 영상의 밝기와 크기에 따라 달라진다.

이러한 영상의 Histogram을 분석하면 영상의 밝기 분포와 명암 대비에 대한 정보를 얻을 수 있으며 영상에서 물체인식을 위해 사용될 수 있다.

2. 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘의 병렬처리 방식

기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘은 아래 그림 3과 같이 한 프레임 전체에 대해서 보행자 인식 알고리즘을 수행한다.

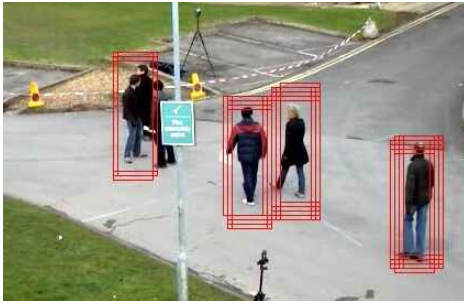


Fig. 3. Implementation of the Conventional Pedestrian Detection based on CENTRIST

그림 3. 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 구현

기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘의 병렬처리 방식은 하나의 입력 영상을 2개의 코어에서 병렬로 처리하기 위해 아래 그림 4와 같이 입력 영상을 각각 코어에서 처리할 수 있게 상위 영역(코어 1)과 하위 영역(코어 2)으로 나누어 보행자 인식 알고리즘을 수행한다.



Fig. 4. Parallel processing implementation of the Conventional pedestrian detection based on CENTRIST

그림 4. 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식의 병렬처리 구현

3. 제안하는 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘의 병렬처리 방식

본 논문은 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식에 ROI를 적용하여 병렬로 처리하는 방식에 대해서 제안한다.

기존의 보행자 인식 알고리즘은 입력 영상 전체에

대해서 보행자 인식 알고리즘을 수행하기 때문에 보행자가 존재하지 않는 불필요한 영역에 대한 연산이 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 ROI 방식을 적용하여 불필요한 영역에 대한 연산을 줄이고 이를 2개의 코어로 병렬로 처리하여 임베디드 환경에서 보행자 인식 알고리즘을 실시간으로 처리가 가능하게 한다. 본 논문에서 제안하는 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식의 병렬처리 방식은 아래 그림 5와 같다.

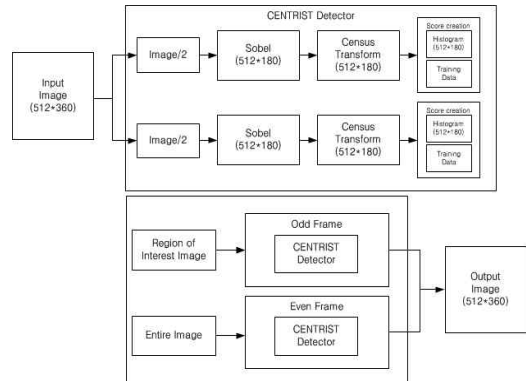


Fig. 5. Parallel processing method of pedestrian detection based on ROI-CENTRIST

그림 5. ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식의 병렬처리 방식

제안하는 방식은 아래 그림 6과 같이 불필요한 영역에 대한 연산을 없애기 위해 ROI로 설정한 영역을 상위 영역과 하위 영역으로 나누어 각각의 코어에서 병렬로 처리한다.



Fig. 6. Parallel processing implementation of pedestrian detection based on ROI-CENTRIST (odd frame)

그림 6. ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식의 병렬처리 구현 (홀수 프레임)

그리고 ROI 외부 영역에서 보행자가 나타나게 될 상황에 대한 문제를 해결하기 위해 ROI를 적용한 보행자 인식의 병렬처리 방식은 홀수 프레임에만 적용하여 수행하고 짝수 프레임에서는 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 방식과 같이 영상 전체에 대해서 보행자 인식 알고리즘을 수행한다. 아래 그림 7은 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식의 병렬처리 방식과 같이 영상 전체를 상위 영역과 하위 영역으로 나누어 두 개의 코어로 각각 병렬로 처리하는 그림이다.



Fig. 7. Parallel processing implementation of pedestrian detection based on ROI-CENTRIST (even frame)
 그림 7. ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식의 병렬처리 구현 (짝수 프레임)

본 논문에서 제안하는 방법은 홀수 프레임에서는 ROI를 적용하여 불필요한 영역에 대한 연산을 줄이고 병렬로 처리함으로써 보행자 인식 알고리즘의 수행 속도를 향상시킬 수 있다. 그리고 짝수 프레임에서는 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식과 같이 보행자 인식 알고리즘을 수행함으로써 인식률에 대한 문제를 해결할 수 있다. 입력 영상 하나의 프레임 사이에는 큰 움직임이 존재하지 않기 때문에 ROI를 적용하여 보행자 인식 알고리즘을 수행하더라도 인식률은 감소하지 않는다.

III 실험 및 결과

본 논문에서는 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘을 병렬로 처리하는 방식을 임베디드 환경에서 구현하였다. 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식과의 비교를 위해 동일한 환경에서 구현하였다. 실험을 위해 듀얼 코어로 병렬처리가 가능

한 ALDEBARAN 보드(300MHz) 환경에서 512x360 해상도를 갖는 입력 영상을 사용하여 구현하였다.

표 1은 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식과 제안하는 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식의 결과를 비교한 표이다.

본 논문에서 제안하는 ROI를 적용하여 병렬로 처리한 보행자 인식은 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식보다 약 10% 향상된 5.2 fps의 성능을 보였다.

Table 1. Comparison of parallel processing method of the Conventional pedestrian detection and parallel processing method of proposed pedestrian detection.

표 1. 기존의 보행자 인식 병렬처리 방식과 제안하는 보행자 인식 병렬처리 방식의 성능 비교

	fps	Image size
기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식[3]	4.8	512x360
제안하는 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 방식	5.2	512x360

기존의 방식에 ROI를 적용하여 불필요한 영역에 대한 연산을 줄이고 이를 병렬로 처리하는 방식을 사용함으로써 이전 방식에 비해 인식률은 감소하지 않고, 인식 속도는 향상된 결과를 나타낸다. 아래 그림 8은 제안하는 보행자 인식 방식을 병렬로 처리하여 구현한 결과이다.

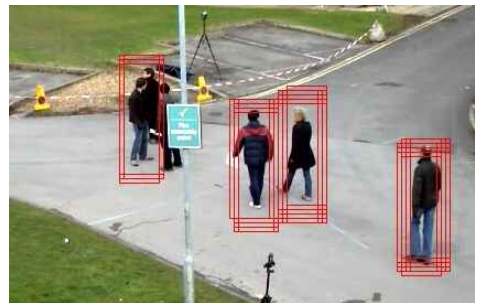


Fig. 8. Parallel processing implementation of pedestrian detection based on proposed ROI-CENTRIST
 그림 8. 제안하는 ROI-CENTRIST 기반 보행자 인식 병렬처리 구현

IV 결론

본 논문은 기존의 CENTRIST 기반 보행자 인식 알고리즘을 병렬로 처리한 방식에 ROI를 적용하여 병렬로 처리함으로써 성능을 향상시켰다. 기존의 방식과 동일한 환경인 ALDEBARAN 보드에서 구현하였고, 구현 결과 기존의 방식보다 약 10% 향상된 5.2 fps의 성능을 보였다.

과거에서부터 현재까지 영상 인식 분야에서 보행자 인식은 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. 그리고 다양한 임베디드 환경에서 실시간으로 보행자를 인식할 수 있는 기술의 필요성이 증가하고 있다. 이러한 실시간 처리 기술은 하나 이상의 코어를 가진 임베디드 환경에서 구현이 가능하다. 다수의 코어가 존재하는 임베디드 환경에서 연산량이 많은 보행자 인식 알고리즘을 실시간으로 구현하기 위해서 여러 개의 코어를 이용하여 병렬로 처리할 수 있는 방식이 필요하다.

본 논문에서 제안하는 방식과 같이 기존의 알고리즘에 구조적인 방법을 적용하여 성능을 향상시킨 방식을 다수의 코어가 존재하는 임베디드 환경에 적합하게 병렬 처리함으로써 성능을 더 향상시켜 보행자 인식의 실시간 처리를 기대할 수 있다. 또한 다수의 코어가 존재하는 임베디드 환경에서 보행자 인식의 실시간 처리를 위해 다양한 보행자 인식 알고리즘에 적합한 병렬 처리 방식에 대한 많은 연구가 진행될 것을 기대할 수 있다.

References

- [1] Tae-Ryong Park: "Implementation of Real time based Multi-object recognition algorithm", Journal of IKEEE, vol.17, No.1, 051-056, March 2013
- [2] Jianxin Wu, James M.Rehg: "CENTRIST: A visual descriptor for scene categorization", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, vol.33, 1489-1501, 2011
- [3] T. Thummanuntawat, W. Kumwilaisak, J. Chinrungrueng, "Automatic region of interest detection in multi-view video", Electrical Engineering/Electronics Computer Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2010 International Conference on, 889-893, 2010
- [4] Kwang-Yeob Lee, "Implementation of real-time

pedestrian detection based on parallel processing with a dual core processor", International Journal of Control and Automation, vol. 7, 85-96, 2014.

[5] R. Zabih and J. Woodfill, "Non-parametric Local Transforms for Computing Visual Correspondence", Proceedings of the European Conference on Computer Vision, 151-158, 1994

[6] A. Satpathy, X. Jiang and H.-L. Eng, "Extended Histogram of Gradients Feature for Human Detection", IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 3473-3476, 2010

BIOGRAPHY

Jung Jun-Mo (Member)



1985 : BS degree in Electronics Engineering, Hanyang University.
1987 : MS degree in Electronics Engineering, Hanyang University.
1992 : PhD degree in Electronics Engineering, Hanyang University.
1991~1995 : Assistant Professor, Bucheon University

1995~ Seokyeong Univeristy, Dept. of Electornics Engineering, Professor

<Research interests> VLSI Circuits Design and Test, Embedded System and Processor