

2013 SoC Conference

2013 SoC 학술대회

- 경북대학교 글로벌플라자 효석홀
- 2013년 5월 2일(목)-5월 3일(금)

■ 주 최 대한전자공학회 SoC 설계 연구회

■ 주 관 경북대학교 / ETRI SW-SoC 융합 R&BD센터

■ 후 원 Cadence Korea / 리버트론 / ELECS / 동운아나텍 / 아이앤씨테크놀로지 /
휴인스 / 한국전자통신연구원(ETRI) / 대구컨벤션뷰로 / IDEC 플랫폼센터



ETRI Session 3 : Methodology + Embedded

세션번호	발표시간	발표장소	좌장
ET3	13:45 ~ 15:15	202호	성광수 교수 (영남대)

■ ET3-1

스테레오 카메라의 엣지 방향성을 이용한 Rotation block 하드웨어 설계

박찬수, 김세호, 허재영, 손휘곤, 김희석
(청주대학교)

■ ET3-2

동기식 낸드 플래시 메모리 제어기 설계

허태영, 김현우, 김희정, 조송현, 정상혁, 송용호
(한양대학교)

■ ET3-3

설계변경 (ECO) 자동화

최호석, 최창원, 김재현, 이준환
(광운대학교)

■ ET3-4

AXI 프로토콜 기반의 SDRAM 제어기 설계

구교철, 이찬호
(송실대학교)

■ ET3-5

DMX512 프로토콜을 이용한 LED 열화감지 시스템 구현

배기열, 서준협, 박인항, 장해종, 강진구
(인하대학교)

■ ET3-6

멀티 블록 모션 필터를 사용한 다중 센서 처리방안 연구

박현문, 조한진
(한국전자통신연구원)

■ ET3-7

모바일 OIS 시스템을 위한 Gyro센서 Drift감쇄 필터 비교 연구

이호준, 권민재, 이승권, 공진홍
(동운아나텍, 광운대학교)

■ ET3-8

확산 기반 스테레오 정합을 위한 정확한 시드 픽셀 검출 방법

조재욱, 손현식, 문병인
(경북대학교)

2013년 SoC 학술대회

확산 기반 스테레오 정합을 위한 정확한 시드 픽셀 검출 방법

조재욱, 손현식, 문병인*

경북대학교 IT대학 전자공학부

전화: (053)950-7580, E-mail: bihmoon@knu.ac.kr*

An Accurate Detection Method of Seed Pixels for Propagation-Based Stereo Matching

Jae-Uk Jo, Hyeon-Sik Son, Byungin Moon*

School of Electronics Engineering, Kyungpook National University

요 약

확산 기반의 스테레오 정합은 서로 다른 시점의 영상에서 물체의 거리 정보를 획득하는 스테레오 정합 중 하나로서, 정확한 시차 정보를 주변의 부정확한 시차 정보 영역으로 확산시킴으로써, 텍스처 정보가 부족한 영역이나 가려진 영역에서 발생하는 정합 오류를 개선할 수 있다. 정확도가 높은 시차 정보 확산을 위해서는, 정확한 시차 정보를 가지는 시드 픽셀들을 작은 오류율로 검출하는 것이 요구된다. 이에 본 논문에서는 개선된 시드 픽셀 검출 방법을 제안한다. 제안한 방법은 C 로 모델링하였으며, 실험 결과를 통해 시드 픽셀 오류가 감소함을 확인하였다.

Abstract

The propagation-based stereo matching is one of the stereo matching methods that compute the disparity of every pixel in a pair of images with different viewpoints to obtain depth information. By propagating accurate disparity to the adjacent ambiguous area, this method reduces matching ambiguities caused by textureless regions and occlusions. For the precise propagation, the detection of seed pixels that have accurate disparities is required to have low error rate. This paper proposes an improved detection method of seed pixels for propagation-based stereo matching. The proposed method was modeled using C, and the experimental results showed that it detects seed pixels with reduced error rate.

Keywords : Seed Pixel Detection, Cross Check, Propagation, Stereo Matching

I. 서 론

스테레오 정합(stereo matching)은 두 대 이상의 카메라를 통해 얻은 영상에서 동일한 물체에 대한 시차(disparity)를 계산하여 카메라와 물체사이의 거리 정보를 획득하는 방법이다. 하지만 텍스처 정보가 부족한 영역(textureless)이나 가려진 영역(occlusion)에서 발생하는 오정합(mismatch)으로 인하여 올바르게 얻은 거리 정보가 획득되는 오류가 발생한다. 이러한 이

유로 거리 정보의 오류를 해결하기 위해 시차 정보의 확산(propagation)을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

확산 기반의 스테레오 정합에는 인접한 픽셀간의 관계를 고려하여 계산한 시차 정보의 확산 방법과 정확도가 높은 시차 정보의 확산 방법으로 나눌 수 있다. 인접한 픽셀간의 관계를 이용한 확산 방법은 오류가 발생하는 영역에서 정확한 시차 정보를 획득할 수 있으나, 영상 전체에 대해 확산 과정을 반복해야 하기 때문에 반복 횟수에 따라 연산량이 많아지고 연산을 처리하는

* 교신저자

데 많은 시간이 소요되는 단점이 있다^[1-3]. 반면, 정확도가 높은 시차 정보의 확산 방법은 반복적인 확산을 필요로 하지 않기 때문에 연산량 및 연산에 소요되는 시간을 줄일 수 있고 오류가 발생하는 영역에서 정확한 거리 정보 획득이 가능하다^[4,5]. 그러나 이러한 방법 역시, 정확한 시차 정보를 가지는 시드 픽셀(seed pixel)을 검출하기 위한 크로스 체크(cross check)과정에서 좌 영상 및 우 영상을 기준으로 각각의 시차 계산이 요구되고 각 영상에 대해 계산된 시차 정보를 저장하기 위한 메모리 사용이 증가하는 문제점이 남아있다.

이에 본 논문에서는 시드 픽셀을 검출하는 과정에서 메모리 사용을 최소화하고 시차 정보의 정확도 측면에서 개선된 성능을 가지는 시드 픽셀 검출 방법을 제시하고자 한다.

II. 본 론

1. 시드 픽셀 검출을 통한 시차 정보의 확산

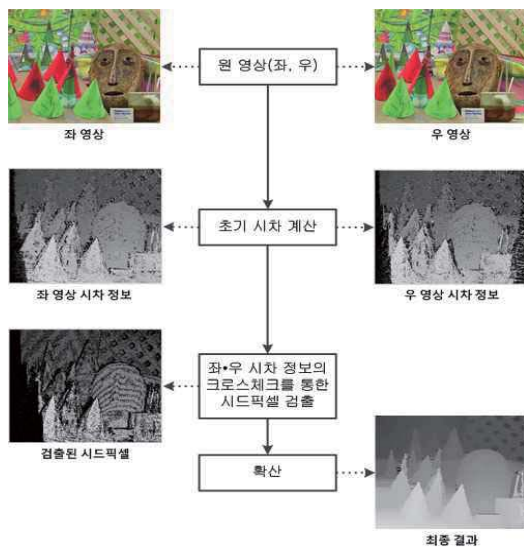


그림 1. 시드 픽셀 검출을 통한 시차 정보 확산 과정
Fig. 1. Procedure of disparity propagation through detection of seed pixels.

정확도가 높은 시차 정보의 확산 방법은 그림 1에 나타난 바와 같이 초기 시차 계산 과정에서 정합 알고리즘을 사용하여 좌·우 영상을 기준으로 각각의 시차를 계산한다. 이 때 시차를 계산하기 위해 SSD(sum of squared differences)와 같은 단일 정합 알고리즘을 사용하거나, 시차 계산의 정확도를 높이기 위해, 차기반 방식의 SAD(sum of absolute differences) 정

합과 지역 상관도(local correlation) 기반의 센서스 변환(Census transform) 정합을 병합한 AD-Census와 같이 알고리즘의 복잡도가 단순한 둘 이상의 정합 알고리즘을 병합한 방법이 사용된다^[4,5]. 이후 계산된 시차 정보 간의 크로스 체크를 통해 시드 픽셀을 검출하고 시드 픽셀의 시차 정보를 인접한 픽셀에 확산하여 최종적으로 거리 정보를 획득한다.

그러나 이러한 방법은 시드 픽셀을 검출하기 위한 크로스 체크과정에서 좌·우 영상 각각을 기준으로 하는 시차 정보를 각각 계산해야 하기 때문에, 여전히 많은 연산량을 필요로 하고, 크로스 체크가 일정량 이상 좌·우 영상 기준 시차 정보 저장을 요구하기 때문에 이를 위한 메모리 사용이 증가하는 문제가 존재한다.

2. 제안하는 시드 픽셀 검출 방법

본 논문에서는 시드 픽셀 검출 과정에서 메모리 사용은 최소화하면서 정확한 시드 픽셀을 검출하는 방법을 제시한다.

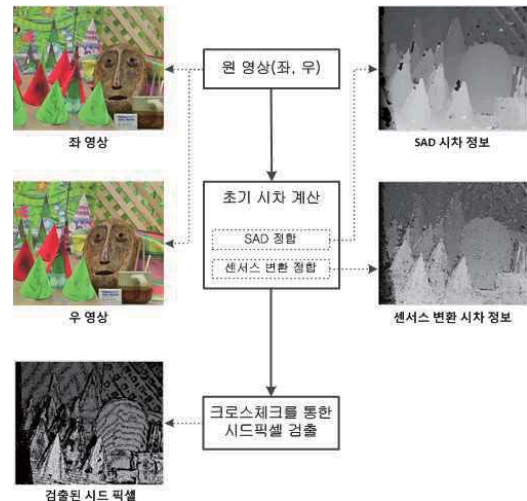


그림 2. 제안하는 시드 픽셀 검출 과정
Fig. 2. Proposed seed pixel detection procedure.

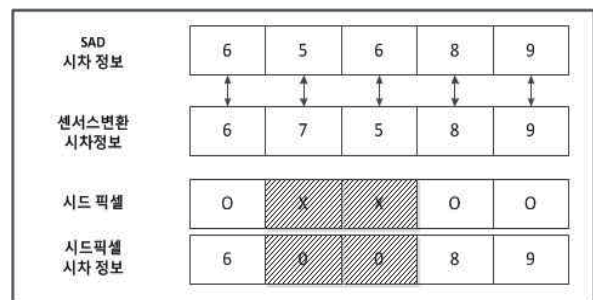


그림 3. 시드 픽셀 검출을 위한 제안된 크로스 체크 방법
Fig. 3. Proposed cross check method for seed pixels detection.

2013년 SoC 학술대회

본 논문에서 제안하는 방법은 그림 2와 같이 초기 시차 계산 과정에서 SAD 정합과 센서스 변환 정합을 독립적으로 수행하여 동일한 픽셀에 대한 시차를 각각 계산한다. 이러한 계산 방법은 반복적인 구조를 띄는 물체의 시차 정보 획득에 강인한 SAD 정합과 텍스처 정보가 부족한 영역에서 시차 정보를 획득할 수 있는 센서스 변환 정합간의 상호보완적 관계를 이용한 것으로, 이후 크로스 체크를 수행하는 과정에서 정확한 시차 정보를 가지는 시드 픽셀의 검출이 가능하다^[6]. 크로스 체크과정에서는 그림 3과 같이 각 정합방법에 의해 계산된 시차 정보를 크로스 체크하며, 두 정합방법에 의해 계산된 픽셀의 시차 정보가 동일한 경우에 해당 픽셀을 시드 픽셀로 검출하고 검출된 시드 픽셀을 확산에 이용한다.

제안한 방법은 서로 다른 정합 알고리즘의 상호 보완적 관계를 이용함으로써, 시드 픽셀 검출에 있어서 높은 정확도를 가진다. 또한, 기준이 되는 좌 영상에 대해서만 시차를 계산하여 우 영상을 기준으로 하는 시차 계산 과정을 생략할 수 있다. 뿐만 아니라, 시차 계산과 동시에 시차 정보 간 크로스 체크가 가능하여 크로스 체크를 위한 시차 정보의 저장이 불필요하고, 이로 인해 메모리 사용량을 줄일 수 있다.

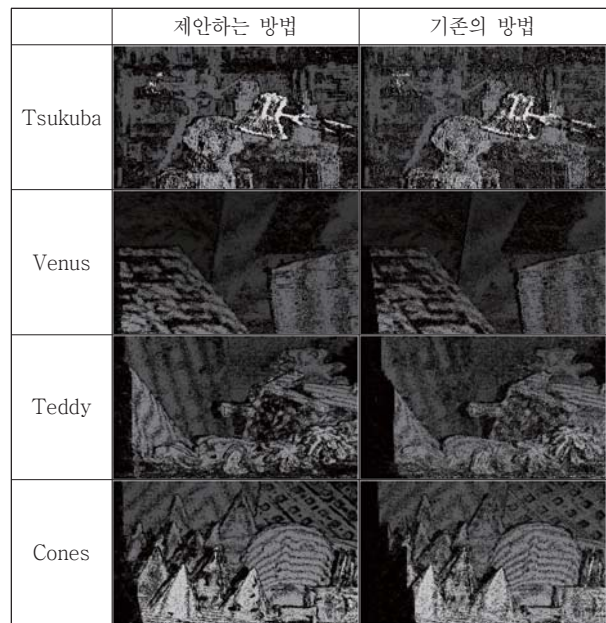
III. 실험

본 논문에서 제안하는 시드 픽셀 검출 방법은 C 모델링을 통해 검증하였으며, middlebury^[7]에서 제공한 영상을 사용하여 기존의 방법 중 시차 정보의 정확도가 높은 AD-Census를 이용한 [4]의 방법과 성능을 비교하였다. 표 1은 각 영상에서 검출한 시드 픽셀의 개수와 시드 픽셀이 가지는 시차 정보의 오류율을 나타낸 결과로서, 시차 실측 정보(ground truth)와 제안한 방법 및 기존의 방법에서 검출한 시드 픽셀의 시차 정보를 비교하였다. 이 때 오류율은 검출한 시드 픽셀 수 대비 오류로 판명된 시드 픽셀 수의 비율을 의미하며, 시드 픽셀이 오류로 판명된 경우는 시드 픽셀이 가지는 시차 값과 시차 실측 정보 값의 차가 오차 허용치를 벗어난 때이다. 표 2는 각 영상에 대하여 본 논문에서 제안한 방법과 기존의 방법으로 검출한 시드 픽셀을 나타내고 있으며, 검은색의 영역은 시드 픽셀이 아닌 영역을 의미한다. 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안한 방법이 기존의 방법과 비교하여 시드 픽셀의 오류가 전체적으로 3~5% 감소한 것을 확인하였다.

표 1. Middlebury 영상에 대한 시드 픽셀 수와 오류율
Table 1. Number of detected seed pixels and detection error rate for middlebury images.

	제안하는 방법			기존의 방법		
	total	error	rate(%)	total	error	rate(%)
Tsukuba	56321	10247	18.2	60406	14447	23.9
Venus	91166	3261	3.57	85970	6610	7.68
Teddy	81059	7404	9.13	81196	11332	13.9
Cones	92720	5831	6.28	90779	8548	9.41

표 2. Middlebury 영상에 대한 시드 픽셀 검출 결과
Table 2. Results of seed pixel detection for middlebury images.



IV. 결론

본 논문에서는 정확도가 높은 시차 정보의 확산을 위해 필요한 시드 픽셀을 검출하는 과정에서 소요되는 메모리 사용을 최소화하고 기존의 방법보다 정확한 시차 정보를 가진 시드 픽셀 검출 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 서로 다른 두 정합 알고리즘을 독립적으로 수행하여 좌 영상 기준으로 계산된 시차 정보를 크로스 체크함으로써, 우 영상을 기준으로 하는 시차 계산 과정을 생략할 수 있고, 좌·우 영상의 크로스 체크를 통한 시드 픽셀 검출보다 높은 정확도를 가진다. 뿐만 아니라 시차 계산과 동시에 시드 픽셀 검출 및 시드 픽셀이 가지는 시차 정보의 확산이 가능하여 시차 정보를 저장하기 위한 메모리 사용을 필요로 하지 않는다. 그

러나 오류로 검출되는 시드 픽셀이 다소 존재하며 향후 지속적인 연구를 통해 오류율을 개선하여 실시간 성능이 요구되는 스테레오 비전 및 자동차 등의 다양한 시스템에 적용할 계획이다.

감 사 의 글

본 논문은 지식경제부 출연금으로 수행한 ETRI SW-SoC융합 R&BD센터의 연구결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] K. J. Yoon, Y. Jeong and I. S. Kweon, "Support aggregation via non-linear diffusion with disparity-dependent support-weights for stereo matching," in Proc. of the 9th Asian Conf. on Computer Vision, pp. 25-36, 2010.
- [2] J. Yin and J. R. Cooperstock, "Improving depth maps by nonlinear diffusion," in Proc. of 12th International Conf. on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, pp. 305-311, Plzen, Czech Republic, February 2004.
- [3] D. Scharstein and R. Szeliski, "Stereo matching with nonlinear diffusion," International Journal of Computer Vision, Vol. 28, no. 2, pp. 155-174, June 1998.
- [4] X. Sun, X. Mei, S. Jiao, M. Zhou and H. Wang, "Stereo matching with reliable disparity propagation," in Proc. of International Conf. on 3D Imaging, Modeling, Processing, Visualization and Transmission, pp. 132-139, Hangzhou, China, May 2011.
- [5] Y. Yang, H. Wang and B. Liu, "A new stereo matching algorithm based on adaptive window," in Proc. of International Conf. on Systems and Informatics, pp. 1815-1819, Yantai, China, May 2012.
- [6] X. Mei, X. Sun, M. Zhou, S. Jiao, H. Wang and X. Zhang, "On building an accurate stereo matching system on graphics hardware," in Proc. of International Conf. on Computer Vision Workshops, pp. 467-474, Barcelona, Spain, November 2011.
- [7] <http://vision.middlebury.edu/stereo/>