

MMAD와 SIFT를 이용한 디스패리티 맵 생성

신도경^o 문영식
한양대학교

dkshin^o@cse.hanyang.ac.kr, ysmmon@cse.hanyang.ac.kr

Estimation of Disparity Map using MMAD and SIFT

Do Kyung Shin^o Young Shik Moon
Dept. of Computer Science and Engineering, Hanyang University

요 약

2차원 영상으로부터 3차원 정보를 획득하기 위해서는 disparity map의 정확한 계산이 요구된다. Disparity map을 구하기 위한 기존의 알고리즘은 크게 상관도 기반 방법과 특징 기반 방법으로 분류되는데, 본 논문에서는 이들 각 방법에 대한 분석을 통해서 좀 더 정확한 disparity map을 구하는 방법을 모색한다. 이를 위해 스테레오 카메라로부터 획득된 2차원 영상에서 건물에 대한 깊이 정보 추출을 위해 SIFT 기법을 이용한 disparity map 생성 알고리즘을 제안한다. 제안된 기법은 수정된 MAD인 MMAD(Modified Mean of Absolute Differences) 알고리즘을 새로 제안하여 영역 기반의 유사도 측정을 기반으로 하면서 특징 기반 방법의 하나인 SIFT를 적용하여 거짓 정합(false matching)에 의한 에러를 줄이고 폐색(occlusion) 영역에 대한 오류를 보정한 disparity map을 생성하는데 초점을 둔다.

1. 서 론

영상으로부터 3차원 모델을 복원하는 기법은 오래된 연구 주제로 그동안 실세계 환경의 3차원 복원^{[1][2]}을 위해 다양한 정합 방법들이 제안되었다. 이러한 실세계 환경에 대한 인위적인 3차원 복원은 모델 생성이 사실적이지 못하다는 단점이 있지만 가상환경을 체험하는데 있어서 시각적인 사실감을 느낄 수 있다는 중요한 역할을 한다.

본 논문에서는 실세계 환경 중에서도 건물에 대한 3차원 복원^[3]에 있어서 중요한 깊이 정보를 좀 더 정확하게 추출을 하기 위한 disparity map을 제안하고자 한다. Disparity 벡터를 구하는 스테레오 영상처리 방법은 크게 두 가지로 분류가 된다. 모든 픽셀에 대해 블록기반으로 유사도 측정이 이루어지는 상관도 기반 방법(correlation based method)과 추출된 특징 점(feature point) 집합에 대해서만 정합이 이루어지는 특징 기반 방법(feature based method)이 있다.

본 논문에서 제안하는 방법은 상관도 기반 방법에 따른 영역기반 유사도 측정을 기본 정합방법^[4]으로 사용하면서 SIFT에서 추출된 정합 점을 이용한 특징기반 방법도 동시에 고려하여 보다 정확성을 높인다. Sobel로 추출된 에지를 영상에 추가하여 물체의 외각 부분을 특징점으로 잡아 정합되는 정확도를 높임으로써, 정합점을 추출하는데 우수하지만 에지를 고려하지 않는 SIFT의 약점을 보강한다.

기존 영역기반 방법에서 영상의 모든 픽셀에 대한 정합 계산이 이루어졌지만 SIFT에서 추출된 정합 쌍을 사용하여 최소, 최대가 되는 정합 점을 이용하여 스캔 영역을 자동 지정함으로써 원하는 물체 영역만을 체크하여

정합이 불필요한 영역에 대한 정합 계산을 줄인다. 또한 SIFT는 영상의 크기 및 회전 변화에 강인한 점만을 특징점으로 추출하기 때문에 좌우 영상에 대한 특징점을 정합 하는 데 있어 우수한 성능을 보장하므로 특징점에서 추출된 최소, 최대 정합 쌍을 중심으로 물체 영역에 대한 모든 픽셀에 대한 유클리디안 거리(euclidean distance)를 임계치와 비교하여 거짓 정합에 대한 에러를 보정하여 깊이 정보에 대한 오차를 줄인다.

스테레오 정합에서는 대응점을 찾는 것과 폐색 영역을 처리 하는 부분에 있어 문제가 발생할 수 있다. 이에 두 영상 사이에 생기는 폐색(occlusion)^[5]에 의한 오류를 SIFT 정합점을 사용하여 보정하고 마지막으로 잡음에 대한 제거를 함으로써 보다 정확한 disparity map 생성 알고리즘을 제안한다. 제안하는 방법의 전체 구성도는 그림 1과 같다.



그림 1 전체 구성도

2. 관련 연구

2.1 스테레오 비전

스테레오 비전은 컴퓨터 비전의 한 분야로서 인간의 시각 정보를 대신하여 물체를 좌, 우의 눈으로 서로 다른 방향에서 봄으로써 입체감을 얻어내는 기법^[6]을 사용한 것으로 두 대의 카메라로 얻어진 영상으로부터 3차원 구조나 거리 등의 정보를 추정하며 가장 최적의 거리 정보는 10cm ~ 30cm까지 가변하여 조정한다.

스테레오 영상을 이용하여 2차원 영상에 깊이 정보를 부여함으로써 3차원 모델을 생성하는 방법이 많이 사용되고 있으며, 이때의 깊이 정보는 영상에서 대응하는 두 점 간의 거리로부터 얻을 수 있다.

2.2 정합 기법

스테레오 영상으로부터 공간상의 거리를 추정하는 방법으로 스테레오 정합법이 대표적으로 사용이 되고 있는데, 이는 좌우 영상 중 한 영상 내에 임의의 영역을 다른 영상 내에서 가장 유사한 대응점을 탐색하는 방법이다. 첫 번째로 상관도 기반 방법의 대표적인 disparity 추정 알고리즘은 블록기반 추론 방법 중에서 최소화 비용(minimizing cost) 함수인 SSD(Sum of Squared Differences)^[7], SAD(Sum of Absolute Differences), MAD(Mean of Absolute Differences) 등이 있고 최대화 비용 함수로는 ZNCC(zero-mean normalized cross correlation), NSSD(Normalized Sum of Squared Differences) 등이 있으며 이 방법은 모든 픽셀에 대해서 유사도를 측정하는 방법으로 영상의 밝기 값을 특징으로 한다. 영역기반의 대표적 특성으로 dense disparity map을 제공하며 쌍을 이루는 영상에서 대응점을 찾지 못하는 폐색(Occlusions)이 나타나거나 거짓 정합(false matching)의 결과가 나타날 수 있는 단점이 있지만 보편적으로 disparity map을 구할 때 사용되는 방법이다.

두 번째로 특징 기반 방법^[8]은 에지(edge), 선(Line), 코너(Corner) 등과 같은 특징을 사용하여 정합하는 방법으로 sparse disparity map을 제공하고 상관도 기반 방법보다 처리속도가 빠르며 비교적 조명의 변화에도 영향을 덜 받으며 정합된 부분에 대해서는 믿을 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 적은 양의 특징 점을 사용하기 때문에 영상간의 정확한 정합 점을 추출하는 부분에서는 큰 문제점을 가지고 있다.

2.3 SIFT

SIFT는 영상에서 크기 및 회전 변화에 강인한 특징점을 추출하여 물체를 인식하는데 사용하는 알고리즘^[9]으로 입력영상을 가우시안 영상 피라미드를 생성한 후 DoG(difference of Gaussian)의 국부 최대, 최소점을 추출하여 이 중에서 강인한 점만을 추출하여 특징점으로 사용한다. 각 특징점의 기울기 히스토그램에서 최대 기울기를 추출하고 특징점을 중심으로 8개 각도로 양자화시켜 4×4개의 방위 히스토그램으로 특징점 주위의 방향성 정보를 이용하여 128 차원의 특징벡터를 생성한다.

3. 스테레오 영상 획득

영상으로부터 3차원 정보를 추출하기 위해 스테레오 카메라를 사용하여 스테레오 영상을 얻는다. 이때 월드 좌표계(world coordination)와 모델 좌표계(object coordination) 사이에서 직접적인 관계를 얻을 수 없기

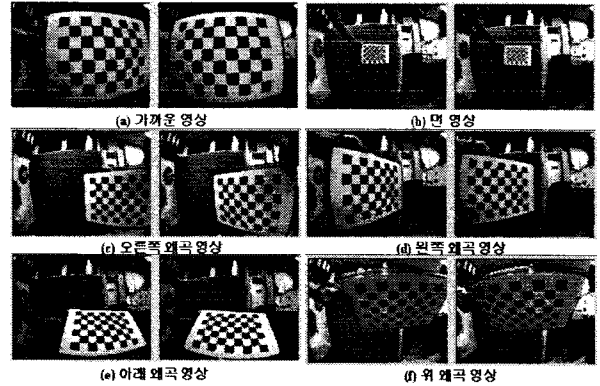


그림 2 사용된 기지패턴 종류

때문에 중간에 카메라 보정(camera calibration) 작업이 필요하다. 카메라 보정은 카메라로부터 획득된 영상으로부터 카메라의 내부와 외부 특성 파라미터를 추출하는 기법으로 일반적으로 특수한 기지 패턴을 사용하여 측정한다.

3.1 기본 환경 설정

실험에서 사용한 스테레오 카메라 STH-MDCS는 640×480 크기의 스테레오 영상을 얻지만 영상이 클수록 수행 속도가 느린 것을 감안하여 실제로는 320×240 크기의 실험 데이터를 사용한다.

카메라 보정을 하기 위해 평탄한 체크 보드가 적어도 5개 되는 영상 쌍이 필요하다. 5개 이상의 다른 각도의 패턴을 사용하여 효율적인 비선형 최적화된 교정 매개변수를 결정하여 왜곡된 부분을 보정한다. 보통은 5개 영상이 적당하며 높은 왜곡이 있을 경우 일수록 더 많은 영상이 도움이 된다. 교정에 사용되는 체크 보드의 크기는 A4용지(8.5×11 inch) 크기이며, 목표물은 너무 멀리 또는 너무 가까이에 놓지 않는 것이 중요하다.

3.2 카메라 보정

이 논문에서는 SVS(Small Vision System) 조정(calibration)방식^[10]을 사용하여 고유의 매개변수들은 렌즈 왜곡(distortion)과 불균형 초점 길이를 보정하였다. 그림2와 같이 가까운 거리, 먼 거리, 왼쪽왜곡, 오른쪽 왜곡, 아래 왜곡, 위 왜곡의 6개 패턴을 사용하여 오른쪽과 왼쪽 렌즈에 대해 수평을 맞추어 보정하였다.

4. SIFT 정합 쌍 추출

영상 정합 방법 중에서 특징 기반 방법으로 영상에서 특징을 찾고 그 특징간의 정합을 하는 방법을 사용하기 위해 영상의 크기 및 회전변화에도 강인하고 매우 정확도가 높은 SIFT 알고리즘을 사용하여 특징점을 추출한

다. 표 1은 왼쪽 영상과 오른쪽 영상에 대한 각 keypoint의 개수와 정합 비율(ratio)에 따른 정합 수를 나타낸다. 본 논문에서는 0.9 비율을 사용하였으며 y축의 차이로 거짓 매칭에 대한 에러를 줄여서 사용하였다.

추출된 정합쌍이 매우 정확성을 갖는 특성을 이용하여 정합과정에서 생기는 거짓 매칭(false matching)에 대한 에러를 제거하고 왜곡된 부분에 대한 보정을 한다. 또한 기존 알고리즘은 disparity를 계산하기 위해서 사용자가 disparity range를 직접 정의하고 결과가 나올 때까지 range를 조정해야 했다. 제안하는 방법은 그림 3과 같이 좌우 영상에서의 SIFT 정합쌍 중에서 왼쪽 영상을 기준으로 x축(left, right)으로 최소, 최대 정합쌍과 y축(top, bottom)으로의 최소, 최대 정합쌍을 결정할 수 있으며 이때 오차 범위를 α 로 정의한다.

정합 계산을 하고자 하는 영역을 Rectangle(left, right, top, bottom)이 되도록 스캔 범위를 자동으로 지정할 수 있도록 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} Top &= \min(\text{matchingPoint } Y) - \alpha \\ Bottom &= \max(\text{matchingPoint } Y) + \alpha \\ Left &= \min(\text{matchingPoint } X) - \alpha \\ Right &= \max(\text{matchingPoint } X) + \alpha \end{aligned} \quad (1)$$

그림 3과 같이 자동영역을 설정하여, 모든 픽셀에 대한 정합 계산이 이루어지는 기존 방식에 비해서 지정한 영역내에서만 픽셀 계산을 함으로써 특징점이 없는 불필요한 영역에 대한 계산량을 줄일 수 있는 장점이 있다.

표 1 각 영상의 keypoint 수와 SIFT 정합 수

	Left keypoint	Right keypoint	SIFT 정합 수 (0.9)	SIFT 정합 수 (0.7)	SIFT 정합 수 (0.5)
house01	217	173	109	65	22
house02	274	244	100	46	16
house03	240	193	99	50	7
house04	238	202	99	40	13

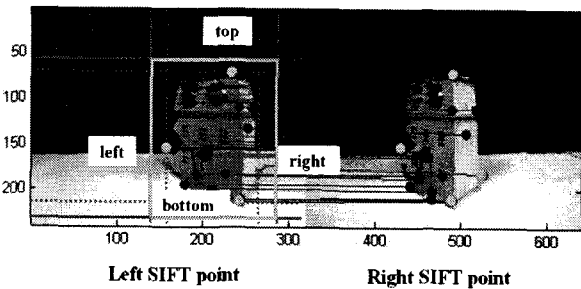


그림 3 SIFT 정합쌍을 이용한 자동영역 설정

5. 정합 계산

영역기반 스테레오 정합은 두 영상에서 윈도우크기 영

역간의 유사도를 비교하여 정합을 수행한다. 기존의 영역기반 스테레오 정합 방법은 전체 화소에 대한 유사성

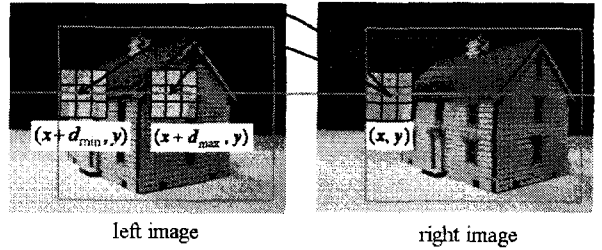


그림 4 영역 설정 내의 정합

판단을 위한 비교 방법을 사용하며 전체 영역이 아닌 그림 4와 같이 검사 하고자 하는 대상 물체(object)에 대한 자동 설정 영역 내에서 유사성 검사가 이루어진다.

5.1 수정된 MAD(MMAD)정합

영역기반 유사성 검사 함수에는 최소비용 함수와 최대비용 함수로 나뉜다. 최소비용 함수에는 SSD, SAD, MAD가 있으며 최대비용 함수에는 NSSD, NC, NCC, ZNCC가 있다. 본 논문에서는 수행속도가 빠른 최소비용 함수인 식 (2)의 MAD를 기반으로 제안된 식 (3)의 MMAD(Modified Mean of Absolute Differences)를 사용하였다. MMAD는 MAD의 기본방식을 따르되 좌우 영상의 탐색 윈도우내 화소에 각각의 좌우 윈도우 밝기 평균 (μ_l, μ_r)의 차를 사용한다.

정합계산은 오른쪽 영상 픽셀을 기준으로 왼쪽 영상의 픽셀을 disparity range 만큼 이동하면서 MMAD가 계산되고 최소비용 함수이기 때문에 식 5는 weight가 가장 작은 픽셀이 정합점으로 선택이 된다.

$$C_{MAD}(x, y, d) = \frac{\sum_{n=y-L}^{y+L} \sum_{m=x-K}^{x+K} |I_R(x+m+d, y+n) - I_L(x+m, y+n)|}{K \times L} \quad (3)$$

I_R : 오른쪽 영상, I_L : 왼쪽 영상
 d : disparity range (유사성 검사 이동거리)
 $K \times L$: 윈도우 크기

$$C_{mMAD}(x, y, d) = \frac{\sum_{n=y-L}^{y+L} \sum_{m=x-K}^{x+K} |(I_R(x+m+d, y+n) - \mu_r) - (I_L(x+m, y+n) - \mu_l)|}{K \times L} \quad (4)$$

μ_l, μ_r : 좌우 윈도우의 밝기 평균

$$d_{mMAD}(x, y) = \arg \min C_{mMAD}(x, y, d) \quad (5)$$

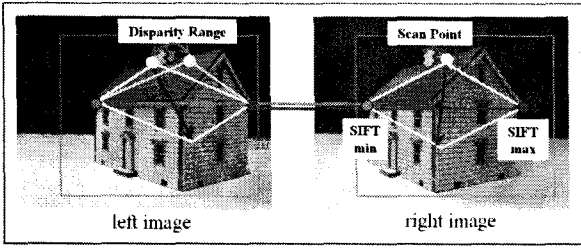


그림 5 x 축의 최소, 최대 SIFT 정합쌍 결정

MMAD를 사용한 이유는 최대비용 함수 중 NC, ZNCC를 보면 밝기(brightness) 차이와 명암대비(contrast) 변화에 대체로 독립적인 영-평균(zero mean)으로 정규화된 상관성 기반으로 최소화 비용 함수에 비해 신뢰도가 높지만 수행 속도가 느리다는 단점이 있다. 이에 정규화된 상관성 기반을 MAD에 적용하여 좌우 영상에 대한 명도차를 보정해 줌으로써 에러를 줄여서 최대비용 함수와 비슷한 효과를 보면서 수행 속도는 빠르다는 장점이 있다. 하지만 거짓매칭에 대한 오류는 여전히 존재하기 때문에 다음과 같이 SIFT 정합점을 이용한 거짓 매칭 제거 과정이 필요하다.

5.2 SIFT를 이용한 에러제거

영역 기반인 수정된 MAD를 사용하여 정합계산을 했지만 윈도우 내에 있는 밝기 값만을 비교하여 정합이 이루어지기 때문에 거짓정합(false matching)이 되어 신뢰도가 많이 낮은 것을 알 수 있다. 거짓정합에 대한 에러를 제거하기 위해서 밝기 값을 비교하는 동시에 SIFT 정합쌍을 사용하여 에러를 줄이는 방법을 제안한다.

첫 번째로 그림 5와 같이 SIFT 정합쌍 중에서 오른쪽 영상을 기준으로 x 가 최소가 되는 정합쌍과 x 가 최대가 되는 정합쌍을 결정한다. 영역내의 모든 픽셀에 대해서 스캔을 하면서 오른쪽 영상에서 정합하고자 하는 픽셀로부터 왼쪽 영상의 픽셀을 disparity range까지 이동하면서 각각의 영상 안에 있는 두 개의 SIFT 정합쌍(SIFTmin, SIFTmax)까지의 벡터를 구한다. 벡터를 계산하기 위해 그림 6과 같이 매칭을 하고자 하는 픽셀을 중심으로 원점이동을 한다. 그런 다음 왼쪽 영상과 오른쪽 영상의 각 두 벡터의 끝 지점에서 유클리디언 거리(Euclidean Distance)를 계산하여 특정 임계치(threshold) 안에 있을 경우만을 참 정합점(true matching point)으로 가정한다.

두 번째로 MMAD가 계산되고 SIFT 벡터에 의한 유클리디언 거리가 계산된 다음에 disparity range안에서 MMAD의 weight 값을 오름차순으로 정렬하여 최소 weight 값을 가진 픽셀부터 검사를 한다. 이때 최소 weight 픽셀에 대한 SIFT 벡터의 유클리디언 거리가 임계치 조건을 만족하는 최초의 픽셀이 가장 신뢰할 수 있는 정합점으로써 disparity를 최종 저장하여 거짓 정합된 에러에 대한 제거가 이루어진다. 하지만 대응점이 존재하지 않아서 생기는 폐색(occlusion) 영역에 대한 문제는 해결이 되지 않는다. 따라서 SIFT 정합점을 이용하여

폐색 문제에 대한 에러를 제거한다.

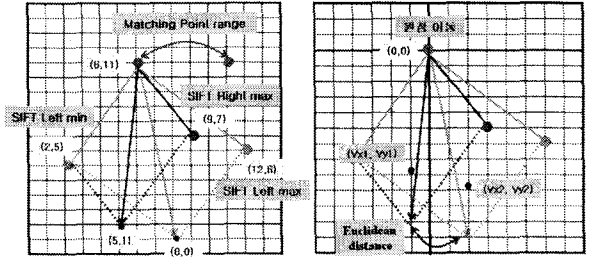


그림 6 벡터에 의한 유클리디언 거리 측정

$$threshold = \begin{cases} \max(siftLeftMin, siftRightMin) \\ -\min(siftLeftMax, siftRightMax) \end{cases} \quad (6)$$

$$distance = \sqrt{(Ex2 - Ex1)^2 + (Ey2 - Ey1)^2} \quad (7)$$

$$thresholdPoint(x,y) = \begin{cases} true & \text{if } threshold \leq distance \\ false & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

6. SIFT 보정

기존의 스테레오 정합 문제에서 대응점을 찾는 것과 대응점이 존재하지 않아 생기는 폐색 영역에 대한 문제는 여전히 쉽게 해결이 되지 않는 문제 중 하나이다. 본 논문에서는 SIFT 정합점을 이용하여 폐색 영역에 대한 문제점을 해결하는 방법을 제안한다.

SIFT 정합 알고리즘은 영상의 크기 및 회전변화에도 강인하고 정합된 쌍에 대한 신뢰도가 높은 장점을 이용하여 그림 7과 같이 폐색이 나타난 픽셀 지점으로부터 수직 수평으로 4등분하여 각 4개의 사분면에 해당하는 SIFT 정합점 중에서 가장 가까운 거리에 있는 정합점을 찾아서 선택한다.

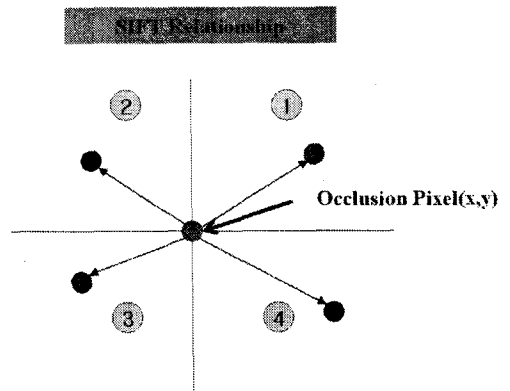


그림 7 폐색점 4방향의 SIFT 정합점에 대한 추출

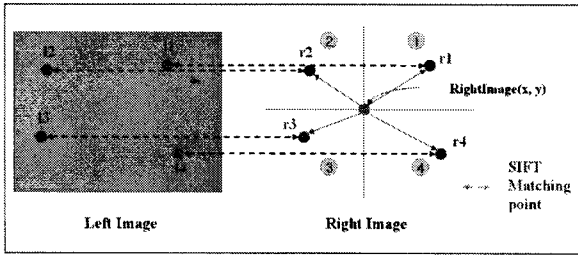


그림 8 보정에 사용된 SIFT 매칭쌍

- 조건 1 : 1, 2, 3, 4사분면 중에서 SIFT 정합점이 하나라도 없을 경우 배경으로 취급
- 조건 2 : 모든 사분면에 SIFT 정합점이 존재할 경우 검색된 4개의 SIFT 정합점을 이용하여 disparity를 보정

그림 8에 보여 지는 것과 같이 조건 1, 2를 검사하여 조건 2에 만족하는 경우 오른쪽 식 9와 같이 영상에서 검색된 4개의 SIFT 정합점에 대응하는 왼쪽 정합점간의 거리에 대한 평균값으로 disparity 값을 보정한다.

$$occlusionPixel(x,y) = \left(\begin{matrix} distance(r1,l1) + \\ distance(r2,l2) + \\ distance(r3,l3) + \\ distance(r4,l4) \end{matrix} \right) \div 4 \quad (9)$$

7. 실험 결과

실험에 사용된 스테레오 영상은 카메라의 렌즈 간격을 65mm로 하고 획득된 영상으로서, 자연 영상이 아닌 모형 건물을 찍은 영상으로 modelhouse03을 사용한다. 영상의 크기는 320×240을 사용하였으며, 프로그래밍 언어는 MATLAB 7.1을 사용하였다. 그리고 영역기반 정합계산 방법으로 MAD를 기본으로 한 수정된 MAD를 사용하였고 SIFT 알고리즘을 사용하여 거짓정합을 제거하고 폐색 영역을 보정하는 방법을 제안하였다. 그림 9는 실험에 사용한 원본 영상이다.

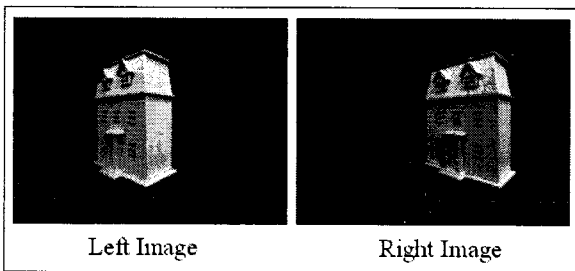


그림 9 실험에 사용된 스테레오 원본 영상

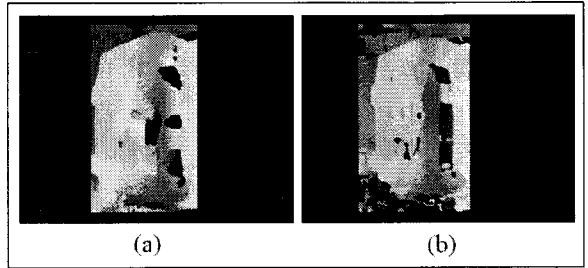


그림 10 (a) MAD 결과 영상 (b) MMAD 결과 영상

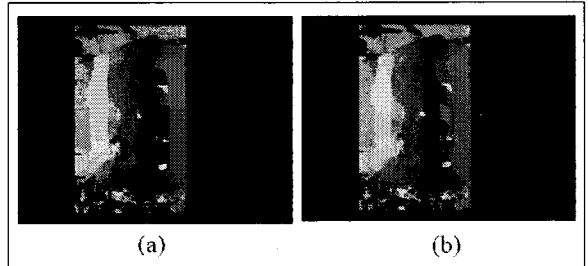


그림 11 (a) 거짓 정합 추출 (b) 폐색영역 보정

7.1 MMAD 결과

그림 10 (a)와 같이 MAD만을 사용 했을 때 건물의 내부에 대해서 폐색(blue area)이 생기고, 건물과 바닥에 대한 구분이 불확실한 결과를 보인다. MAD의 문제점을 해결하여 그림 10 (b)는 제안한 MMAD를 사용하여 좌우 영상에 대한 명도차를 보정해 줌으로써 내부에 발생했던 폐색 부분에 대해 정합이 이루어지고 바닥과 건물의 경계 부분에서 거짓 정합된 오류를 보정해준다. 하지만 건물 내부에서 보정된 부분 역시도 정합은 됐지만 대응하는 점이 맞지 않는 거짓 정합으로 오류를 보이므로 이를 7.2절의 SIFT를 사용하여 에러를 추출한다.

7.2 거짓 정합 추출

그림 11 (a)는 MMAD를 사용하여 폐색 영역에 대한 오류를 보정했지만 보정된 부분 역시 대응점을 찾지 못하고 거짓 정합된 결과(red area)를 확인할 수 있다. 거짓 정합된 부분을 보정하기 위한 단계로 SIFT를 이용하여 거짓 정합된 부분을 제거함으로써 다른 영역에 대해 좀 더 정확한 disparity 결과를 보이지만 거짓 정합된 부분에 대한 제거로 인해 폐색 영역이 발생한다.

표 2 폐색 영역에 대한 보정되는 영역의 비율

	선택영역	폐색영역	배경영역	보정영역
modelhouse01	30.94%	20.25%	78.53%	21.47%
modelhouse02	35.48%	34.39%	61.20%	38.80%
modelhouse03	37.18%	16.91%	68.96%	31.04%
modelhouse04	33.21%	33.27%	58.09%	41.91%

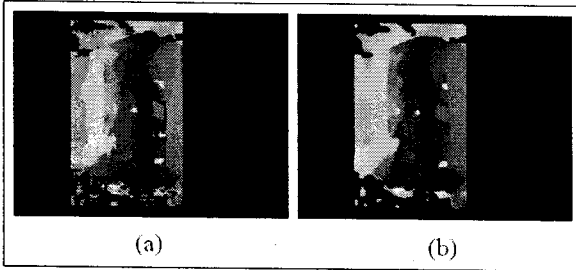


그림 12 (a) 폐색 영역 보정 (b) 잡음제거

7.3 폐색영역 보정

폐색 영역에 대해서 대응점을 찾지 못한 픽셀에 대해서 보정한 결과가 그림 11 (b)이다. SIFT의 정합점의 정확도와 주변 픽셀의 유사성을 이용하여 보간을 해 줌으로써 기존의 문제점이었던 거짓 정합과 폐색점에 대한 오류를 보정한다. 그림 12 (b)는 잡음에 대한 에러를 제거하여 주요 물체에 대한 보다 정확한 disparity map을 생성한다. 기존 disparity map 생성 알고리즘인 SSD, SAD, MAD, ZNCC 의 결과(그림 13)와 비교할 때, 제안한 방법이 기존의 방법보다 경계부분과 내부에 대해서 보다 정확한 disparity map을 생성하는 것을 확인할 수 있다.

표 2는 전체 영상에서 정합이 이루어지도록 자동으로 설정한 선택 영역의 비율과 선택 영역 내에서의 폐색 에러율과 폐색영역 내에서 제안 알고리즘을 적용하여 배경 영역과 보정되는 영역으로 나타나는 비율을 보인다.

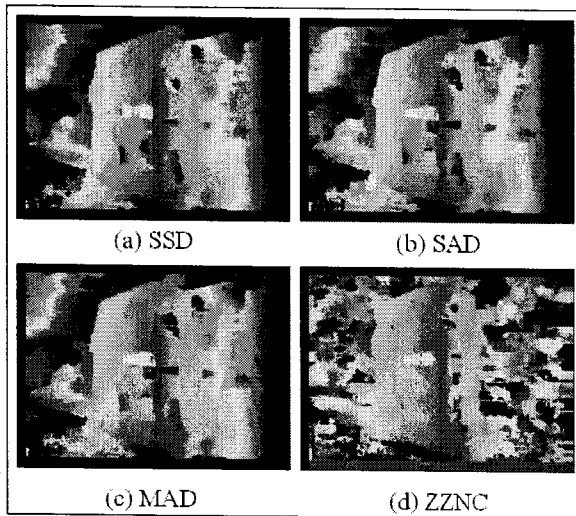


그림 13 기존 정합방법에 의한 실행 결과

8. 결론

본 논문에서는 스테레오 기반의 disparity map 생성에 대한 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안한 MMAD 정

합 방법은 영역에 대한 유사도를 검사하여 대응점을 찾는 기존의 MAD 정합방법을 기반으로 하며 정합하고자 하는 영역을 SIFT 특징점을 기준으로 자동으로 영역을 설정하여 불필요한 영역의 정합 계산량을 줄인다. 또한 SIFT 로 추출된 정합쌍의 높은 정확성을 이용하여 거짓 정합에 대한 에러를 제거하고, 대응점을 찾지 못해 발생하는 폐색 영역은 폐색 점으로부터 가장 가까운 4방향의 SIFT 정합점을 이용하여 disparity를 보정함으로써 기존의 방법보다 경계부분과 내부 영역에 대해서 보다 정확한 disparity map을 생성하였다.

참고 문헌

- [1] 김세환, 우은택, "실내환경 복원을 위한 다시점 카메라로 획득된 부분적 3차원 점군의 정합기법," 대한전자공학회논문지, vol. 42, no. 3, pp.39-52, 2005.
- [2] 임승빈, 조성배, "SIFT와 베이지안 네트워크를 이용한 불확실한 실내 환경에서의 위치 및 물체인식 및 물체인식," 한국컴퓨터종합학술대회논문지, vol. 32, no. 1, pp.286-288 2005
- [3] C-S Ye, G-M Um, and K-H Lee, "A stereo matching algorithm for the building reconstruction using multiple directional windows and edge information," Journal of the Korean Society of Remote Sensing, vol.13, no. 3, pp.251-263 1997
- [4] A. Fusiello, V. Roberto, E. Trucco, "Experiments with a new area-based stereo algorithm," in International Conference on Image Analysis and Processing, 1997.
- [5] D. Y. Jung, S. Y. Park, J. H. Oh, C. S. Kang, K. G. Nam, "Stereo matching by dynamic programming involving occlusion and local bias." in J. of Electrical Engineering Information Science, vol. 3, no. 6, pp.770-778, 1998.
- [6] S. Lee, J. Yi, and J. Kim, "Real-time stereo vision on a reconfigurable System," SAMOS2005, 2005
- [7] J.Banks, M. Bennamoun, P.Corke, "Fast and robust stereo matching algorithm for mining automation," Digital Signal Processing, vol. 9, no. 3, pp. 137-148, 1999
- [8] D. Huynh, R. Owens, "Feature-based stereo matching using the one-sided disparity consistency constraint," pp.721-726, 1990
- [9] D.G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," Intl. J. Computer Vision, vol. 60, no. 2, pp.91-110, 2004.
- [10] O. Faugeras, Q-T. Luong, and S. Maybank, "Camera self-calibration : theory and experiments," ECCV, pp.321-334, 1992

Acknowledgment

본 연구는 한국건설교통기술평가원 건설기술혁신사업(05첨단융합B01) 지원으로 수행되었음