

일반 카메라와 컴퓨터 비전 알고리즘을 이용한 point cloud 제작 기술

□ 한종기 / 세종대학교

요약

몰입형 영상 및 시스템의 종류에는 Stereo Vision 기반 입체 영상, 360 VR, AR, 3차원 포인트 클라우드(Point Cloud) 등이 있다. 이러한 몰입형 멀티미디어 시스템 관련 기술들은 많은 연구자들의 관심을 끌고 있으며, 다양한 산업 분야에서도 응용 제품을 개발하려는 시도를 하고 있다. 그러나 대부분의 제품 및 서비스들이 초창기에 비해 관심이 감소되고 killer application이 존재하지 않는 등, 관련 기술의 파급 효과가 제한적인 상황이다. 본 기고문의 저자는 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 몰입형 멀티미디어 데이터 제작 장비가 저가형이 되고, 콘텐츠 제작 과정이 단순화되어야 한다고 생각한다. 많은 (전문가가 아닌) 일반인들이 일반 스마트폰으로 영상을 촬영하고, 이 촬영된 영상들을 합성해 주는 미디어 플랫폼이 제공된다면, 몰입형 비디오 관련 시장이 넓어지고, 관련 기술들이 더욱 개선 및 발전될 것으로 기대한다. 본 기고문에서는 몰입형 비디오 신호의 한 종류인 Point Cloud 영상을 제작하는 과정을 설명한다. 본 기고문을 통해, 관련 분야에 대한 연구자들의 관심을 이끌고, 연구자들에게 관련 정보를 제공하고자 한다.

I. 서론

몰입형 비디오 신호에 관한 연구는 2000년대 초반부터 시작되어 지금까지 진행되고 있다. 처음 몰입형 비디오에 관한 연구가 시작되었을 때는, 좌우 영상을 이용한 입체감이 있는 비디오 신호를 표시하는 기술들이 개발되었다. 2008년에는 국제 표준화 단체인 MPEG에서 multiview video codec 등과 관련된 기술들을 표준화하였다. 그렇지만, 개발된 기술들을 사용한 제품 및 시스템들 개발이 특정 분야에 한정되었고, 일부 기술들은 개인 소비자들이

이용하는 제품들에 적용되기도 하였으나, 관련 사업의 파급력이 그리 크지 않았고, 결국에는 소비자들의 주목을 끌지 못하고 관심이 소멸되었다.

그런데, 2010년대에 들어서면서, 연구자들 및 산업체들이 VR(virtual reality)과 AR(augmented reality) 기술에 관심을 다시 갖게 되었고, 이들 기술을 기반으로 가상현실이란 분야에 사회적인 관심이 증가하게 되었다. 이 기술들은 다양한 산업 및 사업에 활용될 수 있는데, 예를 들면, 원격 교육, 관광, 3D 지도, 전시, 훈련, 엔터테인먼트 등에서 유용하게 활용될 수 있다고 알려졌었다. 그러나, 2015년이

되어도, 이러한 AR 및 VR 시스템 분야의 기술들의 상용화 속도는 디디기만 했는데, 그 이유는 killer application의 부재였다. AR 및 VR 관련 기술들의 사용이 사회적으로 일반화되기 위해서는 많은 소비자들이 손쉽게 콘텐츠를 만들고 유통시킬 수 있는 killer application이 있어야 하는데, 이런 콘텐츠를 제작하기 위해서는 고가의 장비들을 이용해야 했고, 장비들로 촬영된 영상 데이터로부터 입체 영상을 합성하고 유통하는데, 복잡한 과정을 거쳐야 했기 때문에, 일반인들이 손쉽게 VR 콘텐츠를 제작하고 유통하기는 어려웠다. 이 문제를 해결하기 위해 많은 연구자들이 노력하였으나, 특별한 해결책을 찾지는 못했다.

한편, 2019년 연말부터 세계적으로 영향을 끼치게 된 Covid-19 사태는 가상공간을 활용한 회의, 교육, 여가시간 활용 등에 대한 요구를 부추기게 되었다. 이 과정에서 전 세계의 다양한 기업들이 VR 기술들을 활용한 메타버스 서비스들을 제공하기 시작했는데, 대표적으로는 Horizon Worlds, Roblox, Fortnite, Zepeto, ifland, Gather town 등이 있다. 그렇지만, 이들 상용 서비스들이 제공하는 기

능들이 여전히 한정적이어서, 서비스의 초창기에 있었던 대중들의 열기가 점점 식어가는 경향이 있다.

본 저자는 입체 영상 시스템 분야에 존재하는 “대중화를 방해하는 요소들” 중에 가장 중요한 것이 AR 및 VR 콘텐츠 제작의 어려움이라고 생각한다. 개인이 손쉽게 저가형 장비들을 이용해서 VR 콘텐츠를 제작하고 지인들과 공유할 수 있다면, 사회적인 관심이 증가할 것이고, 이로 인해 부가가치를 높이려는 많은 기업들 및 기관들의 노력이 뒤따를 것이고, 결국에는 지금은 생각하지 못하는 많은 형태의 서비스들이 개발될 것으로 생각한다. 이로 인해, 관련 산업의 부가가치가 빠르게 높아지고, 관련 산업들이 크게 성장할 것으로 예상된다.

본 기고에서는 전문가가 아닌 일반인들이 저가형 일반 카메라를 이용해서 사진들을 촬영하고, 이 사진들을 이용해서 3차원 영상 정보, 구체적으로는 포인트 클라우드(point cloud) 정보를 제작하는 과정을 설명하려고 한다. 서비스 시나리오들 중 하나의 예시를 아래 <그림 1>에 표시하였다. 아래 <그림 1>에서 볼 수 있듯이, 일반인들이



<그림 1> 일반 소비자 참여형 VR 서비스 예시

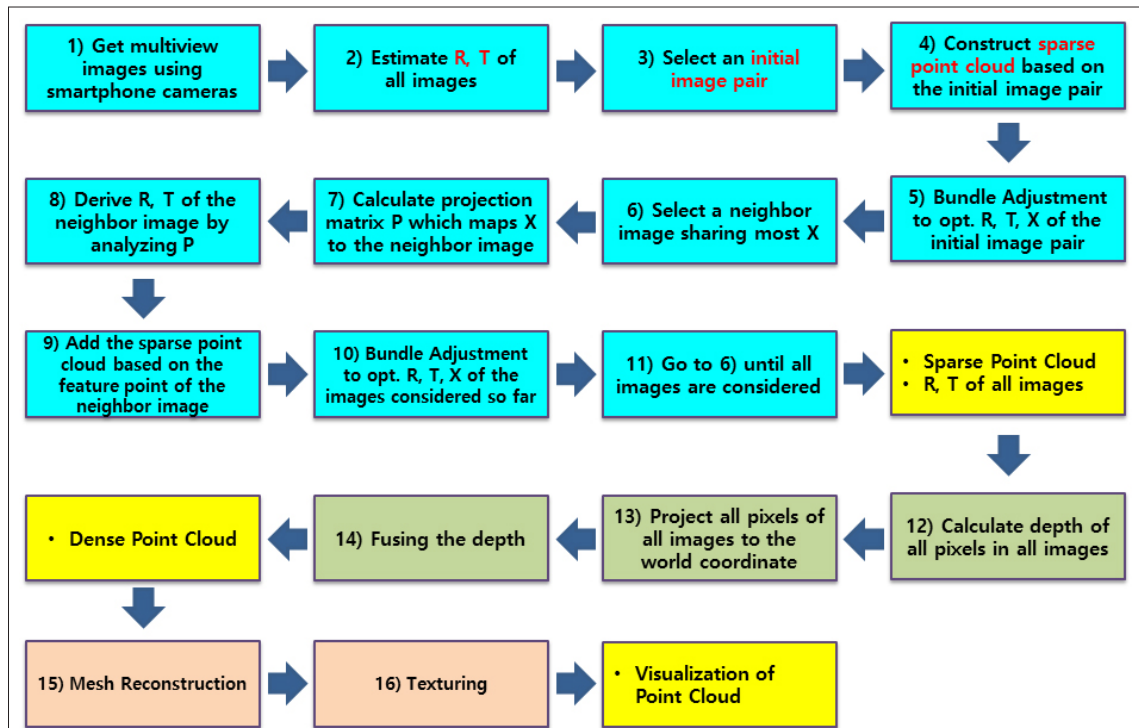
저가형 일반 카메라로 복수개의 사진들을 다양한 위치 및 다양한 촬영 각도로 촬영한 후, 이 사진들을 고성능 멀티미디어 서버로 전송한다. 멀티미디어 서버에 설치된 응용 프로그램들은 소비자들이 전송한 복수의 영상들을 합성하여 VR 영상을 제작하고, 제작된 영상들은 소비자들이 해당 서버에 접속하여 시청할 수 있다. 이러한 서비스 형태는 다양한 사업들에서 이용될 수 있는데, 예를 들면, 부동산 중개업에서 관심 부동산에 직접 방문하지 않고도 해당 부동산을 살펴볼 수 있는 기능을 제공할 수 있다. 또는, 디지털 트윈(Digital Twin) 기술에 적용되어, 실제로 존재하는 공간과 똑같은 공간을 가상 공간에 구현한 후, 가상 공간에서 다양한 실험 및 업무를 진행할 수 있게 된다.

본 기고의 다음 절부터는 3차원 point cloud 데이터를 구성하기 위해서는 어떤 기술들이 필요하고, 그 기술들은 서로 어떻게 연관지어져 있는지를 설명한다. 본 기고에서 설명하는 기술들의 흐름 및 기술들 간의 관계 등은 부분적으로

일반적이지 않고, 본 기고의 저자의 개인적인 생각일 수도 있다. 본 기고의 세부 기술 내용들은 세종대학교 전자정보통신공학과 한종기 교수가 지도하는 MSP(Multimedia Signal Processing) 연구실에서 연구하면서 개발된 내용들이다. 관련 연구의 추가 정보 및 MSP 랩에서 제작한 3D point cloud 영상들의 예제는 MSP 연구실 홈페이지(<https://sites.google.com/sejong.edu/msp>)에서 확인할 수 있다.

II. 일반 카메라를 이용한 Point Cloud 데이터 제작 기술

고가의 전문 장비가 아닌, 저가의 일반 카메라로 촬영한 복수개의 사진들로부터 point cloud 영상 데이터를 제작하는 과정을 핵심 기술들을 중심으로 표시하면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 일반 카메라로 촬영한 사진들을 이용해 point cloud 데이터를 제작하는 과정

1) 스마트폰을 이용한 영상 촬영

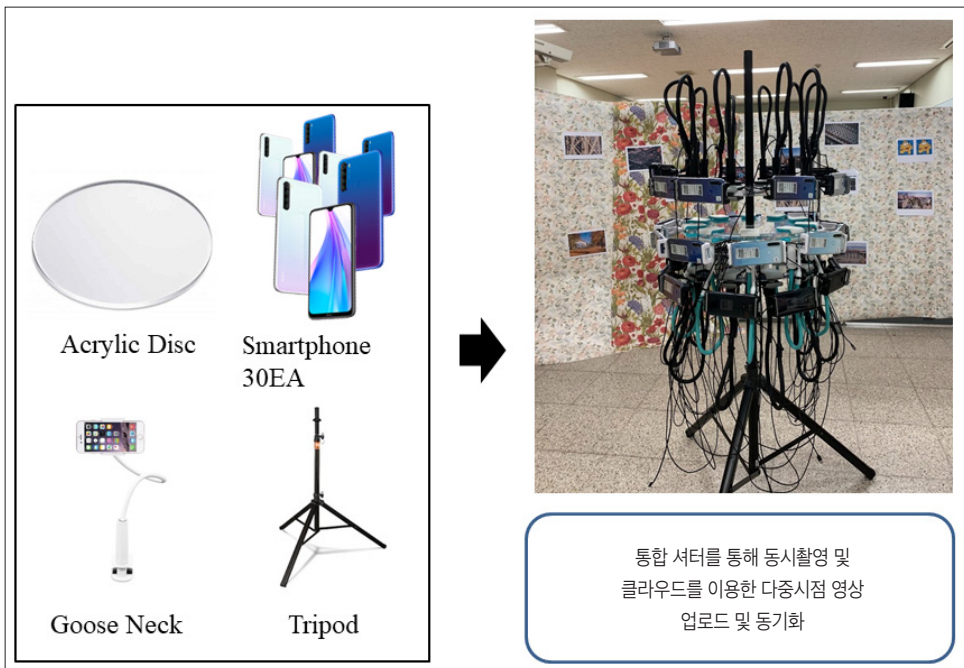
고가의 전문장비가 아닌 일반 카메라를 이용하여, 다양한 촬영 각도 및 임의의 카메라 위치에서 영상을 촬영

하는 과정이다. 이때, 가능하면 촬영하려는 공간의 시각 정보를 빠짐없이 촬영해야, 제작된 포인트 클라우드 데이터의 품질을 향상시킬 수 있다. 아래 <그림 3>과 <그



<그림 3> 일반 카메라로 다양한 각도의 사진을 촬영하는 모습

통합 서터를 통해 동시촬영 및 클라우드로 멀티뷰 영상 업로드 및 동기화



<그림 4> 일반 카메라로 다양한 각도의 사진을 촬영하는 모습

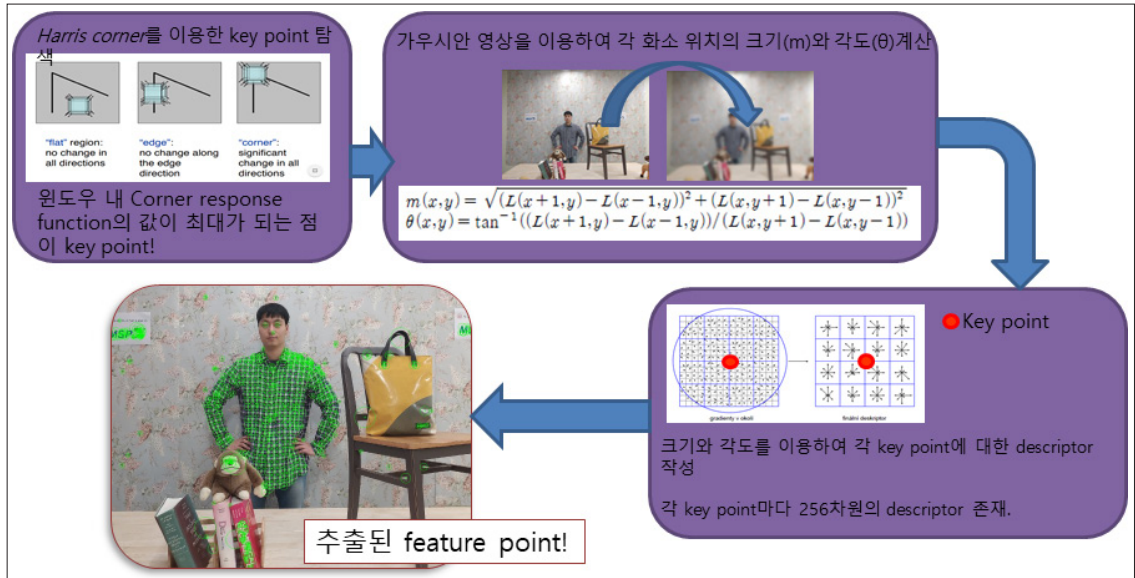
통합 서터를 통해 동시촬영 및 클라우드를 이용한 다중시점 영상 업로드 및 동기화

림 4)는 세종대학교 MSP 연구실에서 저가 스마트폰을 사용하여 사진을 촬영하는 모습이다. 그림들에서와 같은 장비를 사용한 이유는 동시에 많은 영상을 촬영함으로써, 촬영 속도를 높이고, 촬영의 효율을 향상시키기 위

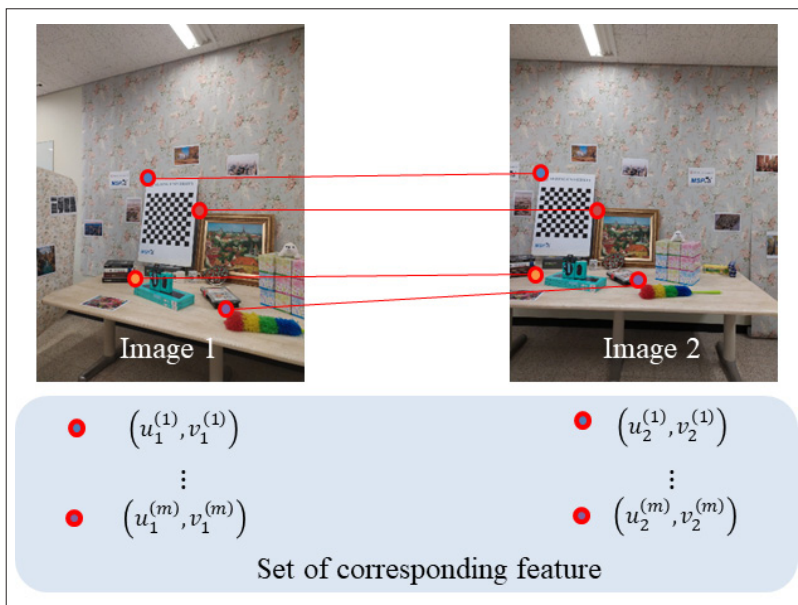
함이었다.

2) 촬영된 사진들의 카메라 파라미터 추출

예를 들어, 앞 단계에서 500장의 사진을 촬영했다고 가정



<그림 5> 특징점 추출



<그림 6> 특징점들 간의 매칭



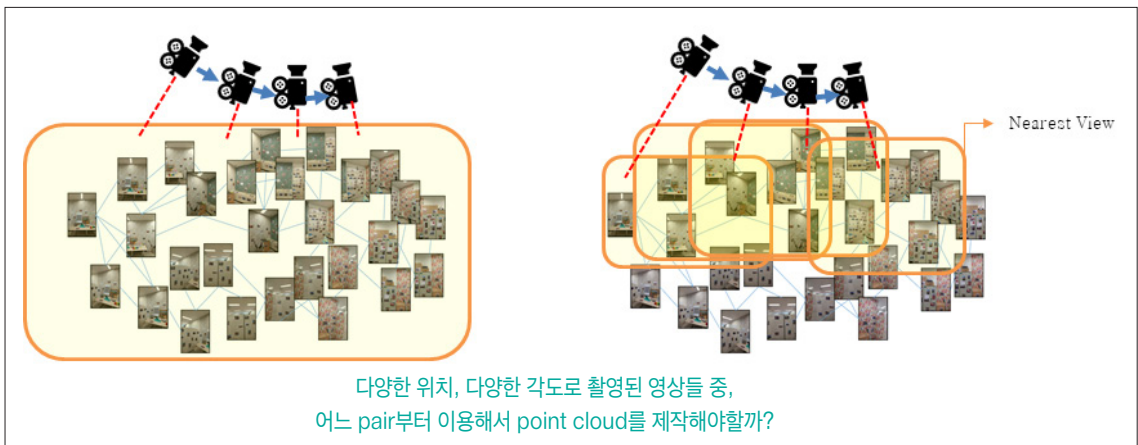
<그림 7> 사진들 간의 매칭 pair 선정

하면, 각 사진들을 촬영할 때 당시의 카메라 위치와 촬영 각도는 모두 다른 값들을 갖게 된다. 포인트 클라우드 데이터를 제작하기 위해서는 각 사진이 촬영될 때의 카메라 위치(T matrix로 표현됨) 및 촬영 각도(R matrix로 표현됨)를 모두 알아야 하는데, 이 값들은 주어지지 않기 때문에, 촬영된 사진들 간의 관계로부터 계산해서 얻어야 하는 정보들이다. 사진들의 카메라 파라미터를 추출하기 위해서는 ‘특징

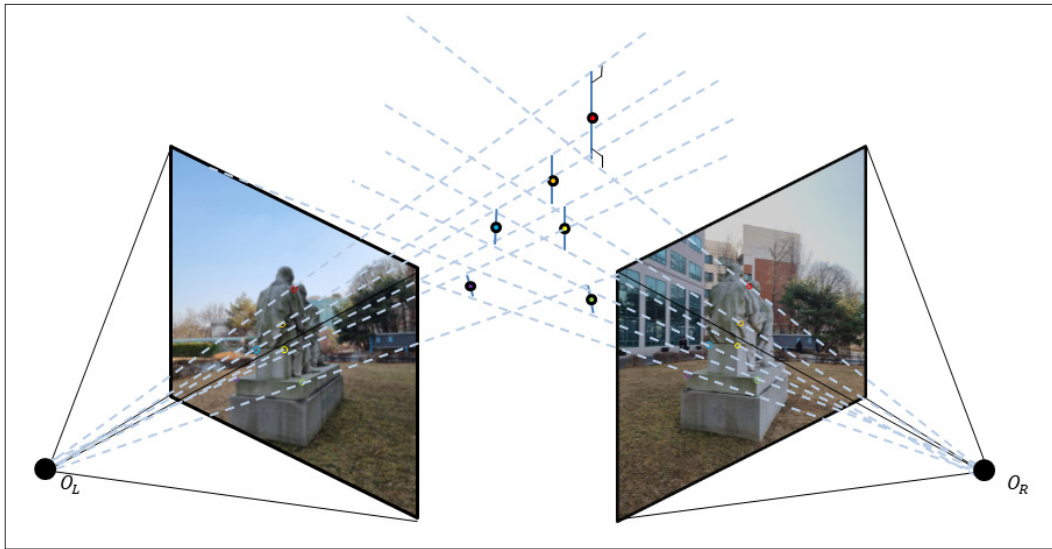
점 추출’, ‘특징점들 간의 매칭’, ‘사진들 간의 matching pair 선정’, ‘카메라 파라미터 추출’ 등의 과정을 거쳐야 한다. 이 과정들의 개념을 <그림 5, 6, 7> 등에 표시했다.

3) 초기 사진 쌍(pair) 선택

앞의 단계 1)에서 촬영된 다수의 사진들 중에서 point cloud를 제작하기에 가장 효과적인 사진 2장을 선택한다.



<그림 8> 초기 사진 pair 선정



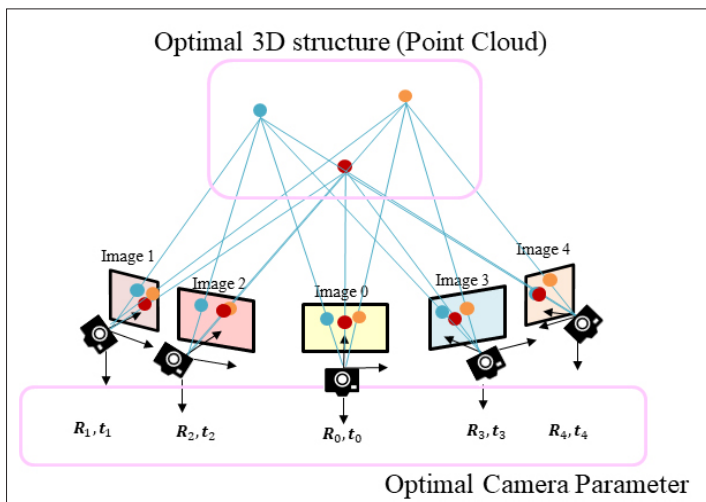
<그림 9> 초기 사진 쌍으로부터 sparse point cloud 제작

이 과정에서는 앞의 단계 2)에서 계산된 카메라 파라미터들 T, R matrix들을 사용한다.

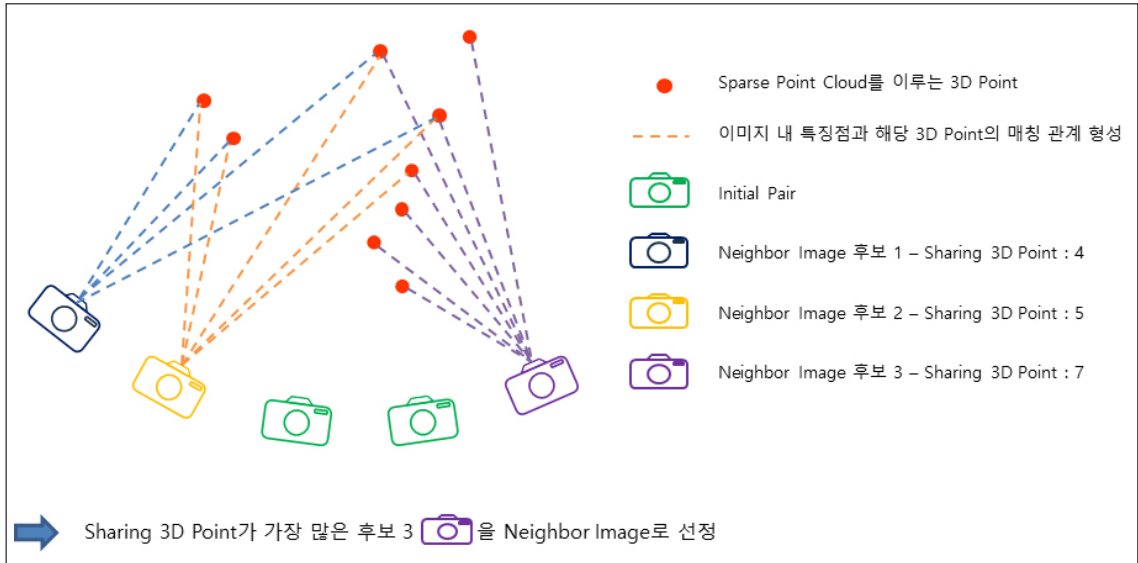
cloud 데이터는 임시적으로 만들어지는 데이터로써, 알고리즘이 진행되면서 계속 정제(refine)된다.

4) 초기 사진 쌍으로부터 sparse point cloud 제작
 앞 단계에서 선택된 두 장의 사진 pair로부터 sparse point cloud를 제작한다. 이 과정에서 만들어지는 point

5) 초기 사진 pair의 카메라 파라미터 및 point cloud 최적화
 앞서 3)에서 선택된 두 장의 영상에 대한 카메라 파



<그림 10> Bundle Adjustment 알고리즘으로 최적화하려는 파라미터 및 point cloud 데이터



<그림 11> 가장 많은 point cloud와 연관된 사진 선택 과정의 개념도

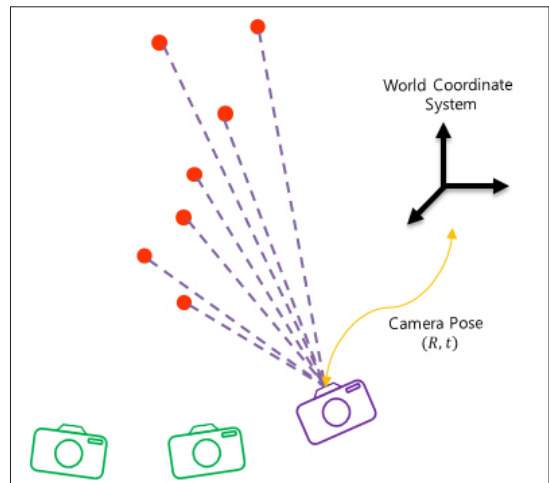
라미터들(앞의 2)에서 계산됨)과 4)에서 제작된 sparse point cloud 데이터들을 최적화하는 과정이다. 이 과정에서 bundle adjustment 알고리즘을 사용한다. 이 과정에서 최적화해야 하는 파라미터들과 point cloud의 정보가 많기 때문에, 이 데이터들을 최적화하는 과정인 bundle adjustment 과정의 복잡도가 매우 높은 편이다.

6) 가장 많은 point cloud와 관련 있는 사진 선택

앞의 5)에서 최적화된 point cloud 데이터들을 제작하는데 영향을 가장 많이 끼친 사진 한 장을 선택하는 과정이다.

7) Projection matrix P 계산

앞의 6) 과정에서 선택된 사진 평면을 향해, 5)에서 최적화된 point cloud를 projection 시킬 수 있는 matrix P를 계산한다.



<그림 12> Projection matrix P 계산의 개념도

8) 선택된 영상의 R, T matrix 계산

앞의 7) 과정에서 계산된 projection matrix P를 분해하여, 6)에서 선택된 영상의 회전행렬 R과 위치행렬 T를 계산한다.

9) sparse point cloud의 보강

앞의 8) 과정에서 계산한 R과 T를 이용하여, 6)에서 선택된 영상의 정보를 3차원 공간으로 이동시킴으로써, 이미 존재하는 sparse point cloud에 추가의 point cloud를 표시한다.

10) R, T, point cloud 데이터 최적화

지금까지 (즉, 9)까지) 계산한 R, T, 그리고 point cloud를 최적화한다. 이 과정에서 bundle adjustment 알고리즘을 사용한다. 이 과정의 복잡도는 5) 과정의 bundle adjustment 과정의 복잡도보다 높는데, 그 이유는 6) 과정을 거치면서 데이터들이 추가되었기 때문이다.

11) 과정 6)부터 다시 실행

지금까지 과정 6)부터 과정 10)까지 수행한 기술들을 모든 (예를 들면, 500장의) 사진들에 적용하기 위해, 과정 6)부터 다시 실행한다. 촬영된 모든 사진들에 대해 이 과정들을 모두 적용하고 나면, sparse point cloud가 완성되고, 모든 영상들 각각을 촬영했을 순간의 카메라 촬영 방향 정

보를 나타내는 R matrix, 카메라 위치 정보를 알려주는 T matrix가 얻어진다.

12) 모든 영상들의 모든 화소에 대한 depth 값 추출

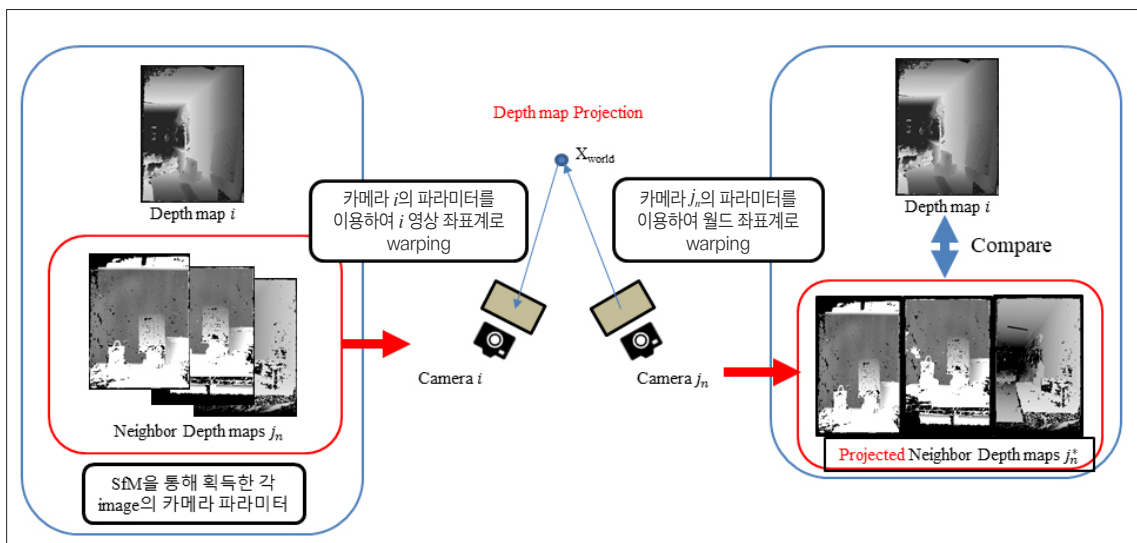
앞서 과정 1)에서 촬영된 모든 영상 내에 표시된 모든 화소들의 depth 정보를 계산한다. 여기서 얻어진 depth 정보들의 일부는 부정확할 수도 있고, 계산이 불가능한 경우도 존재한다.

13) 모든 화소 정보를 world 좌표로 이동

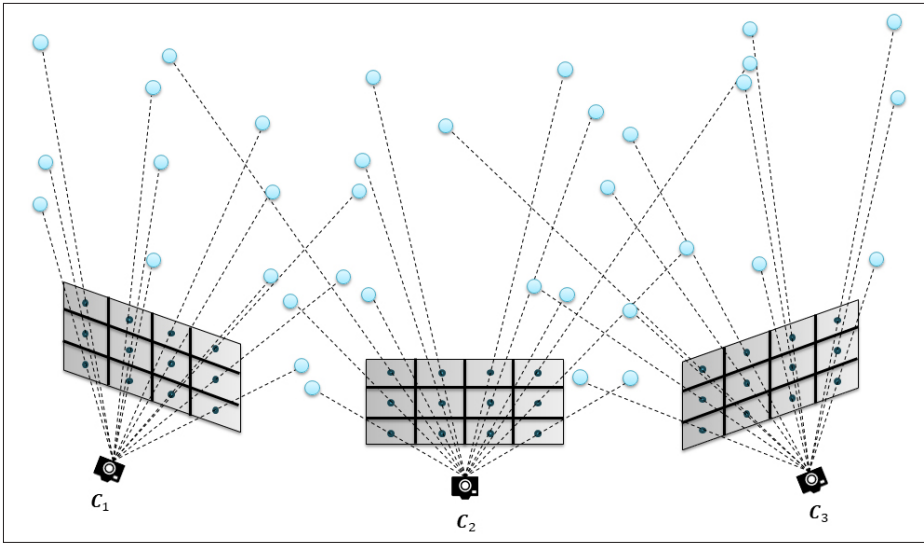
앞서 과정 12)에서 계산한 depth 정보를 이용하여, 모든 영상 내의 모든 화소값들을 world 좌표로 변환한다.

14) Depth 정보 fusing

앞서 과정 13)에서 계산된 depth를 이용해서, 모든 화소들을 world 좌표로 표시하면, 같은 world 좌표를 표시해야 할 3차원 point들이 다른 좌표를 표시할 수 있다. 이런 현상의 이유는 앞 과정 12)에서 추출된 depth 값들이 부정확해서, 3차원 world 좌표 계산에 오류가 발생했기 때문이다.



<그림 13> Depth 값 추출 과정의 개념도



<그림 14> 희소 정보를 world 좌표로 변환하는 과정의 개념도

이런 오류를 고려해서, 3차원 world 좌표로 표시된 point 들을 merge하는 과정이 필요하다. 이를 fusing 과정이라고 한다. 이 과정을 마치면, dense point cloud 정보가 얻어진다.

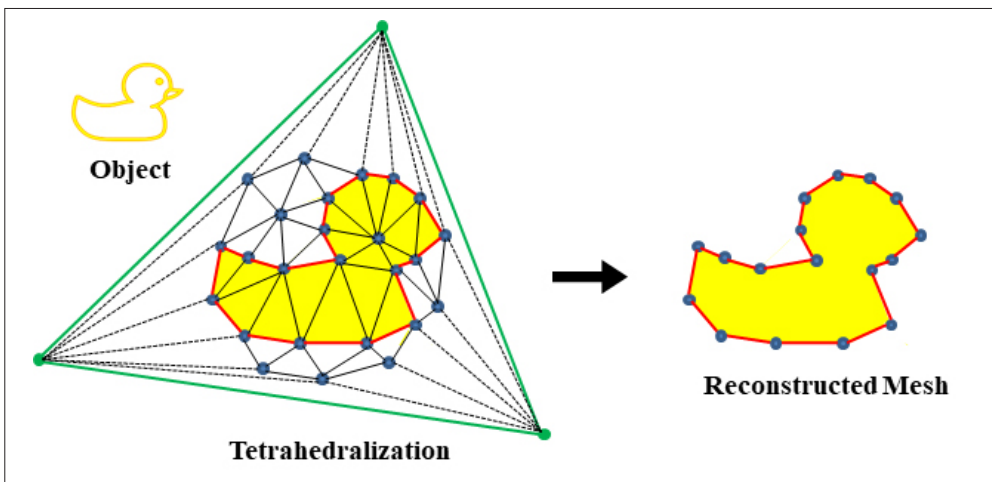
간에 흩뿌려진 포인트들이다. 이러한 point cloud 데이터는 시각적인 완성도가 낮기 때문에, 고품질의 3차원 영상 정보를 표현하기 위해서는 point들을 묶어서 3각형 mesh를 구성해야 한다.

15) Mesh 구성

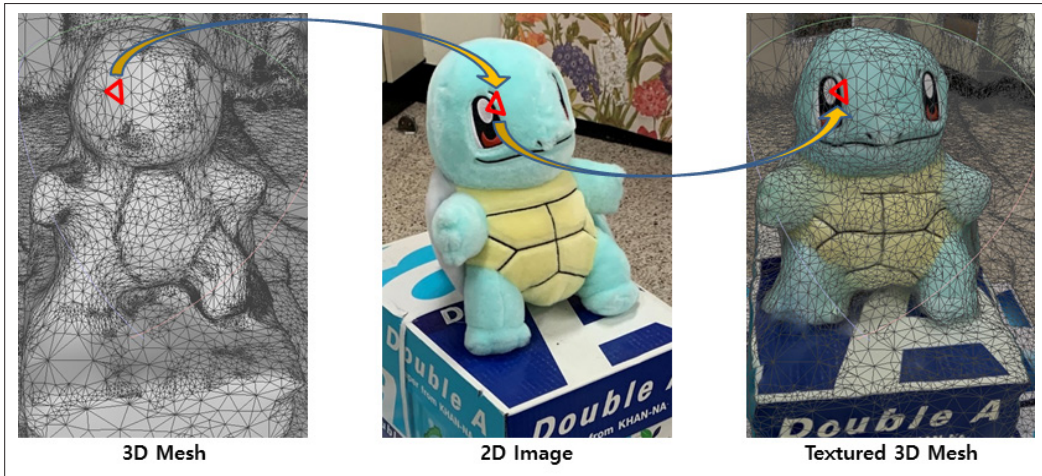
앞의 과정 14)에서 얻어진 point cloud 정보는 3차원 공

16) Texturing

앞의 과정 15)에서 추출한 mesh 정보는 point cloud들



<그림 15> Mesh 구성하는 과정의 개념도



<그림 16> Texturing 과정의 개념도

을 꼭지점으로 하는 삼각형들을 구성한 것으로써, mesh 자체에는 컬러 정보를 가지고 있지 못하다. 이 삼각형 평면에 컬러 정보를 할당하는 과정이 texturing 과정이다. 이 과정에서는 각 삼각형 내의 화소들을 어떤 컬러값으로 채울지를 결정하는데, 이 과정에서 해당 화소와 가장 관련도가 높은 사진 내의 화소값을 선택해서 변형한 후 사용한다. 이 과정을 마치면, 비로소 point cloud 정보의 visualization이 완성된다.

III. 일반 카메라를 이용하여 제작된 Point Cloud 예제 영상들

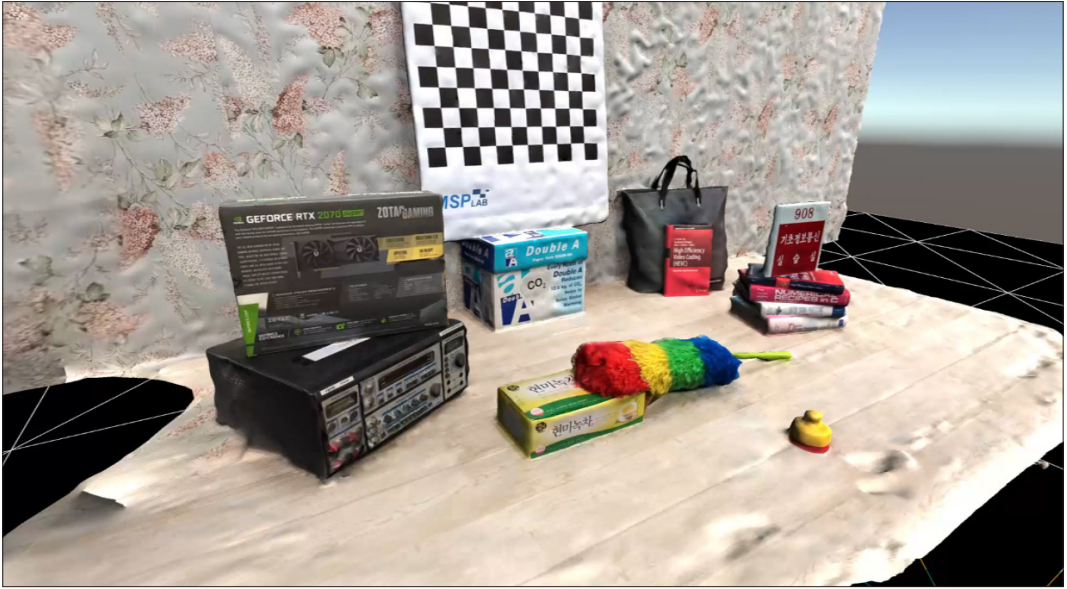
앞의 II절에서 설명한 과정들을 적용하면, 6 DoF (Degree of Freedom)를 지원하는 point cloud 영상들을 제작할 수 있다. 세종대학교 전자정보통신공학과 MSP (Multimedia Signal Processing) 연구실(지도교수: 한중기)에서는 다양한 실험 데이터들을 이용해서 point cloud 영상들을 제작하였다. 아래 그림들은 MSP 연구실에서 제작한 영상들의 예제를 캡처한 그림들이다. 더 다양한 예제 동영상들은 MSP 연구실 홈페이지(<https://sites.google.com/sejong.edu/msp/home/research/test-model-for->

metaverse)에서 확인할 수 있다.

<그림 17>은 windowed 6DoF의 자유도를 제공하는 point cloud 영상의 예제이다. <그림 17>에서 볼 수 있듯이, 영상 내에 여러 곳에서 bumping error가 존재한다. 이는 point cloud들을 구성하는 과정 속에서 depth 정보의 불완전함 및 II절에서 설명한 많은 세부 기술들의 불완전함으로 인해, point cloud들의 normal vector들에 에러가 존재하고, 이로 인해 mesh 구성에 오류가 발생했기 때문이다.

<그림 17>에서 존재하는 에러들을 제거하기 위해서는 point cloud를 제작하는 과정에서 depth 정보의 품질을 향상시키고, fusing의 성능을 향상시켜야 한다. 또한, 제작된 point cloud들을 mesh로 묶을 때, 에러를 제거하는 필터를 사용하여 왜곡을 보정할 수 있다. 이를 위해서 MSP 랩에서는 point cloud의 normal vector와 point cloud들 간의 기하학적인 관계를 이용한 bilateral filter를 사용한 후처리 과정을 적용하였다. 이를 통해 왜곡이 감소된 영상의 예제를 <그림 18>에서 표시하였다.

한편, 6DoF 자유도를 지원하는 point cloud 영상을 제작하였는데, 그들 중 한 예제는 <그림 19>와 같다. <그림 19>에서처럼 특정한 공간(여기에서는 강의실)을 약 500장의 사진으로 촬영한 후, II절에서 설명한 기술



<그림 17> 잡음이 존재하는 windowed 6DoF point cloud 영상



<그림 18> 왜곡이 감소된 windowed 6DoF point cloud 영상의 예제



<그림 19> 6DoF를 지원하는 point cloud를 이용한 metaverse prototype의 예제

들을 적용하여, 6DoF 자유도를 지원하는 point cloud 영상을 제작하였다. 제작된 영상의 활용도를 높이기 위해서, 추가로 Unity를 사용해서 아바타 2개를 만든 후, Oculus HMD를 각각 착용한 두 명의 학생들이 각자의 아바타와 접속한 후, <그림 19>와 같은 가상공간에서 만나게 하였다. 가상공간에서 아바타를 매개체로 서로 만난 학생들은 서로 인사를 하고, 자유롭게 가상공간 내부를 이동하면서, 물체들의 뒷면, 옆면 등을 살펴볼 수 있게 제작하였다.

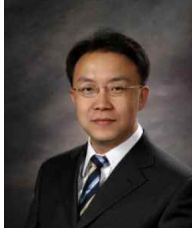
IV. 결론

본 기고문에서는 스마트폰 등, 비 전문 장비를 사용하여 촬영된 복수개의 영상들로부터 6DoF를 지원하는 포인트 클라우드 영상을 제작하는 방법을 설명했다. 본 기고문에서 설명한 기술들을 고성능 멀티미디어 서버에 구현해서, 일반 사용자들이 영상 합성에 사용할 수 있는 플랫폼을 구성한다면, 몰입형 비디오 관련 서비스에 대한 사회적인 관심이 높아질 것이고, 이로 인해 관련 산업이 발전하는 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] D. G. Lowe, "Object recognition from local scale-invariant features," Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision, Kerkyra, Greece, pp. 1150-1157 vol.2, 1999, doi: 10.1109/ICCV.1999.790410.
- [2] D. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints", Int. J. Comput. Vis., vol. 60, no. 2, pp. 91-110, 2004, doi: 10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94.
- [3] H. Bay et al., "Speeded-up robust features (SURF)", Comput. Vision and Image Understanding, vol. 110, no. 3, pp. 346-359, 2008.
- [4] E. Rublee, V. Rabaud, K. Konolige and G. Bradski, "ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF," 2011 International Conference on Computer Vision, Barcelona, Spain, 2011, pp. 2564-2571, doi: 10.1109/ICCV.2011.6126544.
- [5] E. Rosten and T. Drummond, Machine learning for high-speed corner detection. In European Conference on Computer Vision, volume 1, 2006.
- [6] M. Calonder, V. Lepetit, C. Strecha, and P. Fua, Brief: Binary robust independent elementary features. In European Conference on Computer Vision, 2010.
- [7] Da-Yoon Nam, Woo-Kyung Jung, Hyeon-Deok Han, Jong-Ki Han, "An Efficient Algorithm to Select Reference Views for Virtual View Synthesis," IEEE Access, Vol. 10, pp. 62306 - 62321, 13 June 2022.
- [8] 정우경, 한종기, "다중시점 환경에서의 슈퍼픽셀 세그먼테이션 기반 깊이 영상 개선 알고리즘", 방송공학회논문지, pp. 954 - 964, 제 25권, 제 6호, 11월, 2020년
- [9] HyeonDeok Han, Jong-Ki Han, "Correction Algorithm for False Depth Values in Generating Point Cloud", IEEE ICCE-Asia 2020, Nov. 1st-3rd, 2020
- [10] Geon-Won Lee, Jong-Ki Han, "Hole Concealment for Depth Image using Pixel Classification in Multiview System", IEEE ICCE 2021, 10-12 January 2021
- [11] Da-Yun Nam, Jong-Ki Han, "Improved Depth Estimation Algorithm via Superpixel Segmentation and Graph-cut", IEEE ICCE 2021, 10-12 January 2021
- [12] Woo-Kyung Jung, Jong-Ki Han, "Depth Map Refinement using Super-pixel Segmentation in Multiview Systems", IEEE ICCE 2021, 10-12 January 2021
- [13] 한현덕, 한종기, "Multi-view Stereo에서 Dense Point Cloud를 위한 Fusing 알고리즘", 방송공학회논문지, pp. 798 - 807, 제 25권, 제 5호, 9월, 2020년
- [14] 정우경, 김해광, 한종기, "Multi View System에서 Depth Map Fusion을 위한 개선된 기법", 2021년 한국방송-미디어공학회 하계학술대회, 2021년 6월 23일 ~ 25일, Hybrid(on-off line), 대한민국
- [15] 이승용, 한종기, "Voxelization과 Outlier 제거를 이용한 Point Cloud 품질 향상 알고리즘", 2022년 대한전자공학회 하계학술대회, 2022년 6월 29일 ~ 7월 1일, 제주, 대한민국
- [16] Hyeon-Deok Han, Jong-Ki Han, "Modified Bilateral Filter for Feature Enhancement in Mesh Denoising," IEEE Access, Vol. 10, pp. 56845 - 56862, 23 May 2022.
- [17] HyeonDeok Han, Hae-Kwang Kim, Jong-Ki Han, "Bilateral Mesh Normal Filtering for Feature Enhancement", International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) 2022, Hong Kong, 4 ~ 6 January 2022.
- [18] 차상국, 한종기, "3D Mesh의 bump를 감소시키기 위한 Point Cloud 제거 및 재배열 알고리즘", 2020년 한국방송-미디어공학회 하계학술대회, 2020년 7월 13일 ~ 15일, zoom online, 대한민국
- [19] 한현덕, 한종기, "Graph-Cut 기반 Mesh 구성 알고리즘", 2020년 한국방송-미디어공학회 하계학술대회, 2020년 7월 13일 ~ 15일, zoom online, 대한민국
- [20] 한현덕, 김해광, 한종기, "Graph-cut과 주성분 분석을 이용한 Mesh의 Edge 추출 알고리즘", 2021년 한국방송-미디어공학회 하계학술대회, 2021년 6월 23일 ~ 25일, Hybrid(on-off line), 대한민국
- [21] 정우경, 한종기, "수정된 가중치를 이용한 효율적 Mesh Reconstruction", 2022년 한국방송-미디어공학회 하계학술대회, 2022년 6월 20일 ~ 22일, 제주, 대한민국
- [22] 한현덕, 한종기, "Depth 정보를 이용한 Texturing의 View Selection 알고리즘", 2022년 한국방송-미디어공학회 하계학술대회, 2022년 6월 20일 ~ 22일, 제주, 대한민국
- [23] 이승용, 한종기, "기하정보를 고려한 Texturing의 View Selection", IPIU (Image Processing and Image Understanding) 2023, 2023년 2월 8일 ~ 10일, 제주도, 대한민국

저 자 소개



한 종 기

- 1992년 : KAIST 전기및전자공학과 공학사
- 1994년 : KAIST 전기및전자공학과 공학석사
- 1999년 : KAIST 전기및전자공학과 공학박사
- 1999년 3월 ~ 2001년 8월 : 삼성전자 DM연구소 책임연구원
- 2001년 9월 ~ 현재 : 세종대학교 전자정보통신공학과 교수
- 2008년 9월 ~ 2009년 8월 : University California San Diego (UCSD) Visiting Scholar
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5036-7199>
- 주관심분야 : VR, 3D 영상신호 구현, 비디오 코덱, 영상 신호처리, 정보 압축, 방송 시스템