

실사 환경에서의 다시점 영상 획득 워크플로우

*이봉호, 김준수, 정준영, 윤국진, 정원식

한국전자통신연구원

leebh@etri.re.kr

Multi-view Video Acquisition Workflow in Real Scene

*Bongho Lee, Joonsoo Kim, Jun Young Jeong, Kuk Jin Yun, Won-Sik Cheong

Media Research Division of ETRI

요약

본 논문은 카메라 어레이기반 실사 다시점 입체영상을 획득·생성하기 위한 워크플로우를 제시하고 이를 검증하기 위한 실험 결과를 소개한다. 구체적으로, 액션 캠 기반 수렴형 리그 구조, 획득 동기화, 카메라 캘리브레이션, 깊이 맵 추출을 포함하는 일련의 과정 및 이에 대한 검증으로 실내외 2종의 콘텐츠의 획득 실험 결과를 기술한다.

1. 서론

최근 디바이스 및 프로세서의 고성능화로 포인트 클라우드와 2D 기반의 다시점 영상을 이용한 이머시브(immersive) 미디어에 대한 연구가 가속화 되고 있으며 더 나아가 딥러닝을 이용하여 다양한 이머시브 영상을 표현하고 실시간으로 렌더링하기 위한 연구 개발도 진행이 되고 있다. 관련하여 MPEG에서는 이머시브 영상에 대한 압축 방안으로 V-PCC(Video based Point Cloud Compression)과 MIV(MPEG Immersive Video) 표준화를 진행 중에 있다[1].

본 논문은 이러한 MIV 콘텐츠 중 하나인 실사 다시점 영상을 획득·생성 하기 위한 워크플로우에 관한 것으로 2장에서는 실사 다시점 영상 획득 워크플로우 구조, 3장에서는 워크플로우 시험, 4장에서는 시험 결과를 간략하게 소개하고자 한다.

2. 실사 다시점 영상 획득 워크플로우

실사 기반의 다시점 영상을 획득하기 위한 워크플로우는 그림 1과 같이, 카메라 선정 및 동기화 시험, rig 설계/구축, 카메라 캘리브레이션, 다시점 영상 획득, 왜곡 보정 및 컬러 영상 보정 절차로 구성할 수 있다[2][3][4].

카메라는 rig 구조, 카메라 및 렌즈 성능, 및 동기화 기능을 고려하여 적절하게 선정되어야 한다. 획득하고자 하는 영상이 다시점 영상이므로 셔터 동기화가 지원되는 카메라를 사용하는 것이 바람직하다. 선행 연구[2]에서는 genlock을 지원하는 Blackmagic사의 micro studio camera 4K를 적용하였다. Micro studio camera 4K를 적용할 경우 genlock 동기 및 레코딩을 위해 별도의 제어 및 capture 시스템을 구축해야 한다. 본 논문에서는 액션 캠에 해당하는 Sony RX0mk.2를 적용하였다. RX0mk.2 카메라는 IP 기반의 동기를 지원하는 카메라로 카메라의 크기가 작고 제어 및 레코딩을 위한 시스템이 웹 인터페이스로 되어 있어 획득 시스템 구축이 간소화 되는 장점이 있다.

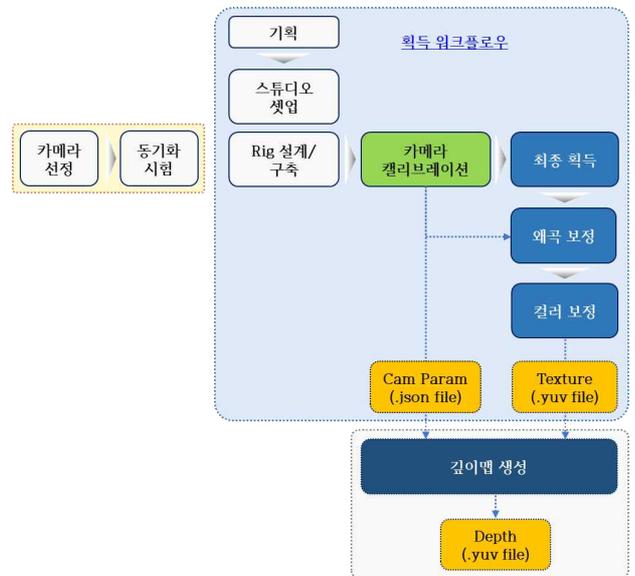


그림 1. 실사 다시점 영상 획득 워크플로우 구성도

카메라 동기 방식은 genlock 방식과 IP 기반 방식으로 구분할 수 있다. RX0mk.2는 IP 기반 동기를 지원하는 카메라로 전용 제어 박스와 웹 인터페이스를 통해 제어할 수 있어 시스템 구성을 간소화할 수 있다.

카메라 선정 다음 절차로는 기획과 스튜디오 셋업 절차가 요구되며 이를 기반으로 rig를 설계하고 구축한다. Rig는 일반적으로 수평, 수렴 및 발산형으로 구축할 수 있다. 본 논문에서는 수렴형 리그를 고려하였다. Rig 구조는 화각(FOV), 카메라 간 거리, 카메라 간 각도, 최소 깊이(Zmin) 및 최대 깊이(Zmax)를 고려하여 구축한다.

실사 다시점 영상 획득 워크플로우에 있어서 중요한 절차는 카메라 캘리브레이션으로 카메라 파라미터를 추출하는 작업에 해당한다. 카메라 캘리브레이션은 사용자가 원하는 시점의 렌더링 되는 영상 품질에 중요한 영향을 미치는 내부(intrinsic) 및 외부(extrinsic) 파라미터를 추출하는 과정에 해당한다. 카메라 캘리브레이션의 세부적인 절차는 그림

2와 같으며, 외부 카메라 파라미터를 위한 Pose 추정 단계와 내부 파라미터 추출 단계로 구분된다. 이를 위해 체커보드 패턴인 캘리브레이션용 영상을 획득하는데 다시점 카메라의 전 영역을 커버할 수 있도록 패턴 획득이 되어야 추정 정확도를 높일 수 있다.

Pose 추정은 모든 카메라가 충분한 화각 overlap을 가지는 경우 homography 행렬로부터 카메라 포즈를 산출한다. 넓은 공간에 대해 촬영하는 경우 국소 특징점을 활용한 bundle adjustment를 수행한다.

내부 카메라 파라미터는 초점, 렌즈 쉬프트, 렌즈 왜곡 계수에 해당하며 Zhang's method를 적용하여 추정한다[5].

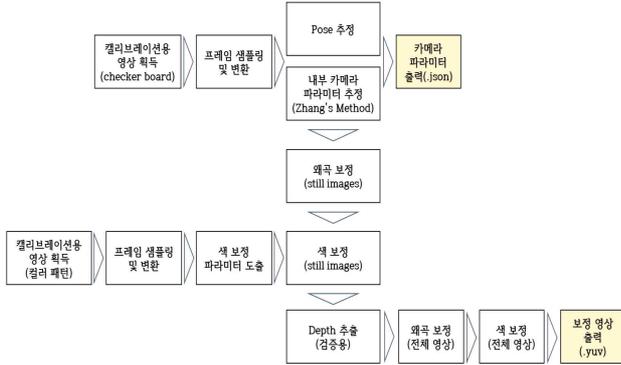


그림 2. 카메라 캘리브레이션 세부 절차

다음 단계로 추정된 내·외부 파라미터를 이용하여 목표로 하는 획득 영상에 대해 왜곡을 보정하는 단계로 undistorted image를 생성한다.

카메라 파라미터 추정과 별도로 색 보정 파라미터 추정 절차가 필요하며 추정된 색 보정 파라미터를 이용하여 undistorted image에 대해 색 보정을 한다. 색 보정 파라미터를 추정하기 위해서는 별도의 컬러 패턴을 획득한 후 아래 식 1과 같은 Levenberg-Marquardt 최적화를 적용하여 색 보정 파라미터를 추출한다.

$$\begin{bmatrix} y_2^{1/y_{2,r}} \\ u_2^{1/y_{2,x}} \\ v_2^{1/y_{2,b}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11,21} & C_{12,21} & C_{13,21} \\ C_{21,21} & C_{22,21} & C_{23,21} \\ C_{31,21} & C_{32,21} & C_{33,21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1^{1/y_{1,r}} \\ u_1^{1/y_{1,x}} \\ v_1^{1/y_{1,b}} \end{bmatrix} \quad \text{식 1)}$$

다음 단계로는 왜곡 보정 및 색 보정을 통해 생성된 이미지를 이용하여 가상시점을 합성하기 위해 깊이 맵을 생성한다. 깊이 맵은 MPEG DERS와 IVDE와 같은 공개된 알고리즘을 적용하여 생성할 수 있으며 본 논문에서는 MPEG DERS를 적용한다.

지금까지 전술한 절차를 통해 왜곡 및 색 보정이 된 다시점 영상들은 카메라 파라미터와 같이 깊이 맵 생성 시스템에 전달이 되어 깊이 맵을 생성하게 된다.

3. 실사 입체 영상 획득 워크플로우 시험

2장에서 전술한 액션 캠 기반의 워크플로우의 기능을 검증하기 위해 RX0mk.2 카메라 3대를 사용하여 그림 3과 같이 수렴형 구조의 리그를 구축하였다.

워크플로우 시험은 크게 동기화 시험 및 카메라 캘리브레이션 시험을 나누어 진행하였다. 동기화 시험은 설치된 카메라 시스템들의 셔터 동기화를 확인하기 위한 것으로 일정 주파수로 변하는 이미지를 촬영하여 셔터 동기 여부를 확인하였다.

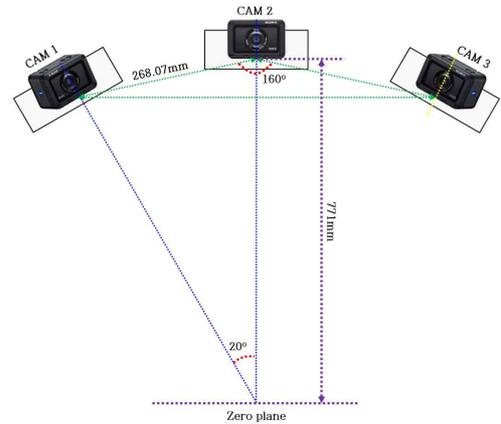


그림 3. 구축된 RX0mk.2 기반 수렴형 리그

카메라 캘리브레이션 시험은 실내 및 실외 장면으로 나누어 표 1과 같이 세팅하여 진행하였으며, 그림 4와 같이 깊이 맵을 생성하였다.

<표 1> 획득 파라미터

파라미터	실내	실외
리그 구조	수렴형	수렴형
화각(FOV)	84°	
카메라 간 거리(mm)	268	375
카메라 간 각도	20°	5.8°
zero plane 거리(mm)	800	3,700



(a) (실내 장면)



(b) (실외 장면)

그림 4. 생성된 깊이 맵

4. 결론

본 논문은 MIV 실사 입체영상을 획득하기 위한 워크플로우를 구축하고 이에 대한 검증 시험에 관한 것으로, 액션 캠인 Sony사의 RX0mk.2를 적용하여 실사 입체 영상을 획득하고 검증하기 위한 시험을 진행하였다.

2장에 기술된 워크플로우에 따라 3장에서 전술한 바와 같이 실내 및 실외 장면에 대한 획득, 카메라 캘리브레이션 및 깊이 맵 추정을 실시하였다. 획득 rig는 카메라 3대로 구성된 수렴형으로 구축하였으며 카메라 파라미터를 추정하고 이를 이용하여 깊이 맵을 생성해 보았다.

본 논문에서 사용한 액션 캠 카메라와 설계한 워크플로우를 적용하여 실사 입체영상을 획득하기 위해서는 추가적으로 다음과 같은 사항을 고려하여야 할 것으로 사료된다. 첫째, depth를 구함에 있어 충분한 카메라 대수와 수직 수평 배열을 고려해야 한다. 수직의 경우에는 최소 3열 정도의 카메라를 배치해야 충분한 매칭점을 확보할 수 있을 것으로 보인다. 둘째, 획득할 장면에 대한 분석을 통해 실제 획득 공간을 설정한 후 angular interval 및 Zmin/Zmax 비율을 계산한 후 획득 시스템을 구축해야 한다. 셋째, 장면을 구성하는 피사체에 대해 깊이 값 오류가 최소화 되도록 피사체를 선정하고 및 공간상의 적절한 배치를 해야 한다. 마지막으로는 사전 작업을 통해 추출된 카메라 파라미터와 깊이 값의 정밀도를 검증한 후 실제 획득 작업을 진행하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (2022-0-00022, 초실감 메타버스 서비스를 위한 실사기반 입체영상 공간컴퓨팅 기술 개발)

참조문헌

- [1] 이광순, 서정일, "MIV(MPEG Immersive Video) 표준기술 개발 동향", 주간기술동향 2021.11.03.
- [2] 정준영, 윤국진, 정원식, "실사 및 CG 환경에서의 다시점 입체영상 획득 기술", 2022년 한국방송·미디어공학회 하계 학술대회.
- [3] 김준수, 윤국진, 정준영, 정원식, 서정일, "가상 체스보드 패턴 기반 카메라 캘리브레이션 방법", 2019년 한국방송·미디어공학회 하계학술대회.
- [4] 김준수, 윤국진, 정준영, 정원식, 서정일, "6DoF 실사 VR을 위한 전방위 영상 획득 시스템 개발", pp.1-2, Photonics Conference 2020.
- [5] Z.Zhang, "A flexible new technique for camera calibration," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.22(11), pp. 1330-1334, 2000.