

건설 시공 현장 3차원 층 단위 레이아웃 생성 모델 기초 연구

Preliminary Study on Generating Three-Dimensional Floor Layout of Construction Sites

홍성원¹ · 김태진¹ · 박지원¹ · 이수형¹ · 김태훈^{2*}

Hong, Sungwon¹ · Kim, Taejin¹ · Park, Jiwon¹ · Lee, Soohyoung¹ · Kim, Taehoon^{2*}

Abstract : The visualization of information serves as a valuable tool for facilitating communication and exchange of opinions among stakeholders by conveying information in an intuitive and clear manner. As a preliminary study of visualization for construction field, this study proposed a model for generating three-dimensional floor layout using 360-degree panoramic cameras. The model integrates the layouts by calculating normal vectors of the plane which has openings, and applying translation and rotation matrices between the normal vectors. The results of this study can contribute to improving communication in construction sites by incorporating visualization, and further to the digital transformation of the construction industry.

키워드 : 파노라마 이미지, 3차원 층 단위 레이아웃, 포인트 클라우드, 디지털 트랜스포메이션

Keywords : panorama image, 3D floor layout, point cloud, digital transformation

1. 서론

정보의 시각화는 정보를 직관적이고 명확하게 전달하여 이해관계자들이 의견을 교환하거나 의사소통을 하는데 있어 유용한 도구로 활용된다. 다양한 분야에서 시각화한 정보에 관한 수요가 증가하고 있고 이는 건설 현장에서도 마찬가지이나, 국내에서는 아직 관련된 연구가 미흡하여 적용 범위도 제한적이고 활용 빈도 역시 적은 실정이다[1]. 이에 본 연구는 최근 다양한 분야에서 Reality capture를 위해 널리 활용되고 있는 360° 파노라마 이미지를 이용해 시공 현장을 시각화하기 위한 기초 연구로써, 층 단위 레이아웃 생성 모델을 제안하고자 한다.

2. 모델 프로세스 및 테스트

제안 모델은 먼저 촬영된 파노라마(Equirectangular) 이미지를 이용하여 3D Layout estimation을 통해 공간별 3D Layout을 생성한다. 그 후 각 공간별 문의 위치를 특정 한 후 문의 법선벡터를 산출하고 이를 바탕으로 이동, 회전 매트릭스를 이용해 각 Layout을 통합한다(그림 1).

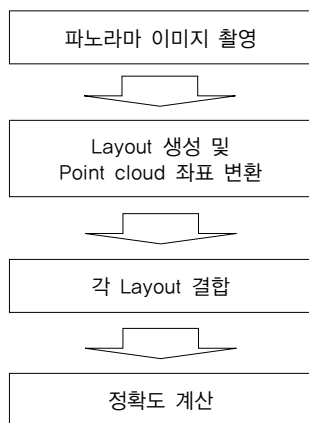


그림 1. 테스트 진행 과정



그림 2. 문이 있는 평면의 법선벡터 도출



그림 3. 3D room layout 구현

1) 서울과학기술대학교, 학부생

2) 서울과학기술대학교, 교수, 교신저자(kimth@seoultech.ac.kr)

제안 모델은 서울과학기술대학교 상상관 5층에서 인접해있는 공간인 501호, 526호, 복도를 대상으로 테스트하여 정확도를 분석하였다. 먼저 Insta360 ONE X2 카메라를 이용하여 각 공간별로 1장씩 총 3장의 파노라마 이미지를 촬영하였다. 각 파노라마 이미지는 HorizonNet[2]를 이용해 촬영 각도를 정렬한 후 Layout 생성 모델인 HoHoNet[3]을 사용하여 3D room layout을 생성하였다. 각 3D room layout을 통합하기 위하여 이웃한 Room을 판단할 수 있는 근거를 문 또는 개구부로 설정하였다. 2개의 인접한 Room에서 문의 법선벡터는 항상 180°의 각도를 이룬다는 특징을 토대로 공간을 통합하였다. 이를 위해 파노라마 이미지에서 문의 좌표를 특정한 후, 변환된 3D 좌표 상에서의 위치로부터 법선벡터를 구하였다(그림 2). 그 후 두 법선벡터 간 이동, 회전 매트릭스를 산출하여 인접한 2개의 3D Room layout을 통합하였다(그림 3). Layout을 생성할 때 기준이 되는 꼭짓점 좌표는 다음 (표 1)과 같다.

표 1. 서울과학기술대학교 상상관 501호 및 526호 꼭짓점 좌표 비교

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12				
501호 (관측)	x좌표	57.53	57.53	455.60	455.60	606.96	606.96	924.95	924.95								
	y좌표	223.35	337.37	224.46	334.91	227.97	326.95	227.20	328.72								
501호 (실제)	x좌표	20	20	423	423	567	567	892	892								
	y좌표	227	360	225	343	226	342	228	335								
526호 (관측)	x좌표	139.25	139.25	184	184	187.01	187.01	302	302					705	705	905.69	905.69
	y좌표	230.36	307.24	225.50	316.58	226.66	314.37	225.22	317.11					215.60	334.66	226.75	314.19
526호 (실제)	x좌표	130	130	184	184	187	187	229	302	688	684	887	879				
	y좌표	241	328	235	322	217	346	215	353	216	336	229	343				

상상관 501호와 526호의 꼭짓점 좌표들의 관측값과 실제값의 RMSE(Root Mean Square Error)는 각각 37.12, 19.64로, 건축ict 연구실의 경우 내부의 가구들로 인해 꼭짓점을 정확하게 인지하지 못하나, 건설 현장은 상대적으로 장애물이 적고 벽과 바닥 또는 천장의 구분이 명확하여 오차가 적을 것으로 예측된다.

3. 결론

건설 프로젝트의 설계, 시공, 유지관리 등 다양한 분야에 시각화를 접목하여 건설 참여자들의 협업을 원활하게 하고 건설산업의 디지털 트랜스포메이션에 기여할 수 있다. 본 연구는 건설 시공 분야에 주목하여 파노라마 이미지 한 장당 layout을 생성하고 이를 이루는 point cloud를 이동 배치시켜 건축물 내부를 시각적으로 구현하였다. 향후에는 타설이 완료된 실제 건설 시공 현장 1개 층에 존재하는 모든 공간을 파노라마 카메라로 촬영하여 층 단위별로 layout을 생성하고, SfM(Structure from Motion)[4] 기술을 기반으로 layout을 실사에 가깝게 개선하는 연구를 수행하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 디지털 기반 건축시공 및 안전감리 기술개발 사업의 연구비지원(RS-2022-00143493)에 의해 수행됨. 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022R1A4A3026883).

참고문헌

1. 조병욱, 조훈희, 손창백. 건설산업의 가상·증강현실 활용실태 분석 및 개선방안. 대한건축학회 논문집. 2021. pp. 229-236.
2. Cheng Sun, Chi-Wei Hsiao, Min Sun, Hwann-Tzong Chen. HorizonNet: Learning Room Layout with 1D Representation and Pano Stretch Data Augmentation. 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2019. pp. 1047-1056.
3. Cheng Sun, Min Sun, Hwann-Tzong Chen. HoHoNet: 360 Indoor Holistic Understanding with Latent Horizontal Features. 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) CVPR Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2021. pp. 2573-2582.
4. Johannes L.Schönberger, Jan-Michael Frahm. Structure-from-Motion Revisited. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016. pp. 4104-4113.