

TMC2 Occupancy map 압축을 위한 내부 블록 스킵 알고리즘

박준택 이종석 박시내 심동규

광운대학교

{juntaek suk2080 pseal118 dgsim}@kw.ac.kr

Internal cell skip algorithm for TMC2 occupancy map compression

Juntaek Park Jongseok Lee Seanae Park Donggyu Sim

Kwangwoon University

요약

본 논문은 Point Cloud 데이터 압축을 위해 사용되는 MPEG PCC TMC2의 Occupancy map coding을 효과적으로 압축하기 위해 내부 블록 스킵 방식을 제안한다. TMC2에서 생성된 patch들을 2차원 그리드에 packing 하여 생성된 occupancy map은 patch 내부의 대부분의 occupancy가 'full'이라는 특징을 갖는다. 따라서 이러한 특징을 이용하여 patch 내부의 occupancy를 간소화 하면 occupancy map을 표현하기 위한 비트를 절약 할 수 있다. 이러한 방법을 통해 본 논문에서는 기존 TMC2의 occupancy map의 비트양 대비 평균 -1.37%의 성능을 얻었다.

1. 서론

최근 3차원 데이터를 취득하는 장비가 발전함에 따라 3차원 데이터 다루는 응용분야도 또한 발전하고 있다. 가장 대표적인 3차원 데이터를 다루는 응용분야로는 AR/VR(Augmented Reality/Virtual Reality)을 예로 들 수 있다. 또한 자율주행 자동차 분야에서는 3차원 데이터를 다룰 뿐만 아니라 직접 객체의 3차원 데이터를 라이다(lidar)를 통해 취득하고 해당 데이터를 다루기도 한다. 일반적으로 하나의 객체를 표현하기 위하여 수만에서 수십만 개의 3차원 포인트(point) 데이터가 필요하며 각 포인트 데이터는 일반적으로 (x, y, z)로 표현되는 3차원 좌표, color 혹은 reflectance와 같은 attribute 데이터로 구성되어 있다. 따라서 수십, 수만개의 포인트 데이터를 전송, 저장을 위한 부호화기술이 요구된다. 3차원 데이터 사용량 증가에 발맞춰 따라 MPEG-I(Moving Picture Expert Group - Immersive)에서는 Point Cloud Compression(PCC) 기술의 표준화를 진행하고 있다. MPEG에서 PCC 기술을 사용할 수 있는 응용분야로는 실시간 3차원 가상 회의, GIS(Geographic Information System), CAD(Computer-Aided Design) 및 문화유산의 3차원 복원 등이 있다. 이러한 응용분야를 MPEG에서는 3개의 카테고리(category)로 나누었는데, 첫 번째 카테고리는 static point cloud 데이터, 두 번째 카테고리는 dynamic point cloud 데이터, 세 번째 카테고리는 dynamically acquired point cloud 데이터를 목적으로 하고 있다. 또한 MPEG에서는 PCC 표준에 대한 시험 모델로서 TMC(Test Model Category)를 제공하고 있다. TMC는 각 카테고리에 따라 TMC1, TMC2, TMC3로 구성된다. 그 중 TMC2[1]는 3차원 데이터를 2차원으로 투영하여 다수의 2차원 이미지를 생성하여 HEVC(High Efficiency Video Coding), H.264/AVC(Advanced Video Coding)와 같은 기존 비디오 코덱을 이용하여 부호화를 수행한다. TMC2[1]의 블록도는 그림 1. 과 같다. 먼저 입력된 point cloud 데이터들을 patch로 나눈 이후 패치(patch)들을 2차원 평면에 packing하여 이미지를 생성한다. 이렇게 생성된 이미지의 각 픽셀(pixel)은 2차원에서 point의 존재 유무를 나타내며, point가 존재하는 픽셀에 대하여 point가 갖는 기하(geometry) 정보, 속성(attribute) 정보를 나누어 기하 영상과 텍스처(texture) 영상을 생성한다. 이렇게 생성된 두 이미지를 기존 비디오 코덱을 사용하여 부호화하고, 패치가 2차원 평면의 어디에 packing이 되었는지에 대한 정보인 occupancy map과 패치의 크기, 패치의 투영 평면 정보 등과 같은 patch auxiliary information을 추가로 entropy coding하여 부호화를 수행한다. 기하 영상이나 텍스처 영상의 경우 기존의 비디오 코덱을 사용하기 때문에 부호화 성능에 대한 연구가 요구되지 않으며 나머지 부

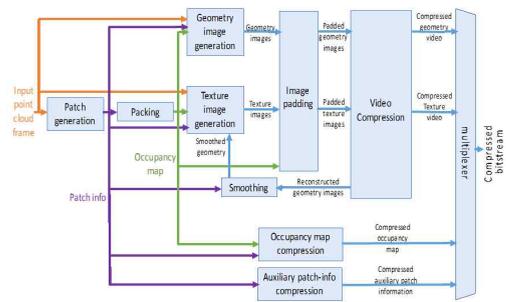


그림 1. TMC2 인코더 블록도[1]

분인 patch auxiliary information과 occupancy map에 대하여 효과적인 부호화 방법에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다.

현재 TMC2는 occupancy map을 코딩하는데 있어, patch가 packing 된 2차원 평면을 $T \times T$ 블록(block)으로 나누고 해당 블록에 적어도 하나의 포인트 데이터의 존재여부 대한 정보인 blockToPatch를 부호화한다. 이후 $T \times T$ 블록을 $B_0 \times B_0$ 하위 블록으로 분할한 뒤, 해당 블록 내부 픽셀에 포인트데이터의 존재여부 대한 정보를 $T \times T$ 단위로 Run-Length 코딩을 통해 부호화를 수행한다. 이때, $T \times T$ 블록 내부의 모든 하위 블록이 모두 데이터가 있는 경우 'Full-flag' 값을 통해 해당 블록이 'Full'임을 알려줄 수 있다. 대부분의 patch에서 내부의 occupancy는 'Full'임을 확인 할 수 있는데, 이러한 특징을 이용하여 patch 내부의 연속된 $T \times T$ 블록이 'Full'임을 알 수 있다면 모든 $T \times T$ 블록의 정보를 부호화하지 않아도 된다. 따라서 본 논문에서는 patch 내부의 연속된 $T \times T$ 블록의 occupancy가 모두 'Full'일 경우를 의미하는 새로운 syntax를 추가하여 occupancy map coding을 단순화하는 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 제안하는 알고리즘에 대해 설명하고, 3절에서는 실험을 통해 제안하는 알고리즘과 기존 알고리즘의 성능비교와 결과를 분석하고 최종적으로 4절에서 결론을 맺는다.

2. 제안하는 알고리즘

TMC2에서 입력된 point cloud 데이터를 통해 생성된 각



그림 2. 'Longdress' 실험 영상

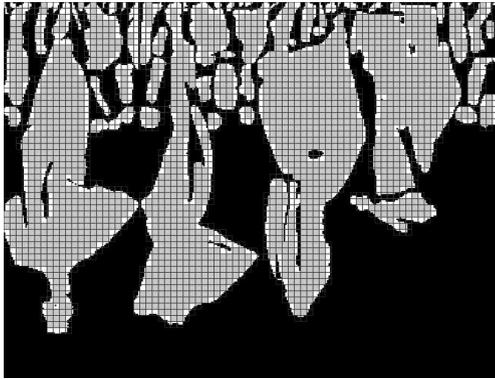


그림 3. 2차원 평면에 packing 된 patch들의 occupancy map 예시

patch들은 patch information을 갖는다. 해당 information에는 해당 patch의 크기를 나타내는 bounding box에 대한 정보와 bounding box 내에서 patch가 실제로 어떻게 구성되어 있는지에 대한 occupancy 정보가 포함되어 있다. TMC2는 각 patch를 2차원 평면에 packing 할 때 patch information을 이용하여 각 patch들이 겹치지 않으면서 최소의 크기의 평면을 구성할 수 있도록 수행한다. 이렇게 동작할 경우 매우 큰 patch의 bounding box의 내부에 존재하는 빈 공간에 작은 patch들이 packing되는 경우가 발생한다. 이렇게 되면, 여러 개의 patch의 bounding box가 겹치게 되고 patch의 bounding box 정보만으로는 해당 포인트 데이터가 어떤 patch의 데이터인지 알 수 없게 된다. 따라서 TMC2에서는 현재의 T×T 블록의 포인트 데이터가 어떤 patch의 데이터인지 알 수 있도록 blockToPatch라는 정보를 부호화한다. 즉, blockToPatch는 T×T 블록 레벨의 occupancy 데이터 유무 정보라고 생각 할 수 있다. 그러나 데이터 유무 정보만으로는 patch의 자세한 occupancy를 알 수 없기 때문에 TMC2는 T×T 블록의 하위 블록에 존재하는 occupancy의 구성을 부호화한다.

하나의 T×T 블록에 대해서 하위 블록의 occupancy 구성을 두 가지 경우로 나누어 볼 수 있다. 하나는 모든 하위 블록이 occupancy 정보를 갖고 있는 경우이고 다른 하나는 일부의 하위 블록만 occupancy 정보를 갖고 있는 경우이다. 이때, 첫 번째 경우를 'Full'이라고 하고 TMC2는 모든 T×T 블록에 대해서 'Full'인지 아닌지에 대한 'Full-flag'를 부호화한다. 이후 TMC2는 'Full'이 아닌 T×T 블록에 대하여 하위 블록 중 어떤 하위 블록에 occupancy 데이터가 있는지에 대해 Run-Length 방식으로 부호화 한다.

그림 2.는 PCC Category2의 'Longdress' 실험 영상의 한 프레임 을 나타낸다. 그림 3.은 이 프레임에 대한 occupancy map을 보여준다. 해당 그림은 T×T 블록을 구분할 수 있도록 그리드 형태로 구성되어있다. 각 그리드는 흰색, 회색, 검정색으로 구성되어있는데, 흰색과 검정색으로 구성되어있는 T×T 블록은 일부분의 하위 블록에만 point가 존재하는 블록, 즉 'Full'이 아닌 경우이다. 이때 흰색 부분이 point가 있는 하위 블록을 나타낸다. 회색 블록은 T×T 블록 내부의 모든 하위 블록에 point가 있는 블록, 즉 'Full' 인 경우를 나타낸다. 그림 2.를 보

면 patch의 외곽에 대한 T×T 블록은 대부분 'Full'이 아님을 확인할 수 있고, patch의 내부에 대한 T×T블록은 대부분 'Full'임을 확인할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 특징을 고려하여 TMC2 syntax에 'internal_block_skip' flag를 추가하였다. 해당 flag는 patch의 내부에 존재하는 모든 T×T 블록이 'Full'이라는 것을 의미하게 되고, 해당 flag가 on인 경우에는 patch의 모든 T×T 블록의 정보를 부호화 혹은 복호화 하지 않고 patch의 외곽에 대한 T×T 블록 정보만을 부호화 혹은 복호화 한다.

3. 실험결과

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 MPEG에서 제공하는 TMC2v1에 구현하였다. 제안하는 알고리즘의 부호화 성능을 비교하기 위해 TMC2를 anchor로 사용하였고, 실험 영상은 PCC Category2의 해당하는 모든 실험 영상을 사용하였다. 또한 TMC2 CTC(Common Test Condition) 환경에서 lossless와 lossy에 대해 실험을 수행하였다. lossless 환경에 대한 실험결과는 다음 표 1과 같다. lossless에서는 평균 0.18%의 비트가 절약되었는데 이는, occupancy의 precision이 매우 높기 때문에 제안된 알고리즘을 통해 비트를 절약할 수 있는 patch의 수가 매우 적기 때문이다. 그러나 lossy의 경우에는 patch 내부의 대부분의 T×T 블록이 'Full'인 경우가 많기 때문에 표 2와 같이 평균 1.37%의 비트를 절약할 수 있었다.

Sequence	Bitstream size(bits)		Compression performance
	TMC2	Proposed	
Queen	94,455,424	94,253,296	99.79%
Loot	65,637,688	65,408,536	99.65%
RedandBlack	98,186,744	98,095,872	99.91%
Soldier	126,830,696	126,688,936	99.89%
Longdres	86,766,064	86,639,848	99.85%

표 1. Lossless condition에서의 TMC2와 제안된 알고리즘에 대한 Occupancy map 압축 성능 비교

Sequence	Bitstream size(bits)		Compression performance
	TMC2	Proposed	
Queen	6,511,968	6,419,184	98.58%
Loot	6,454,144	6,319,360	97.91%
RedandBlack	7,761,320	7,683,792	99.00%
Soldier	10,123,144	10,000,952	98.79%
Longdres	6,954,664	6,875,856	98.87%

표 2. Lossy condition에서의 TMC2와 제안된 알고리즘에 대한 Occupancy map 압축 성능 비교

4. 결론

본 논문은 PCC TMC2의 occupancy map coding 부분에 대한 연구를 진행하였다. 2차원 평면에 patch들이 packing된 이후 occupancy를 살펴보면 patch 내부의 연속적인 T×T 블록이 'Full'임을 알 수 있다. 따라서 patch 내부의 연속적인 T×T 블록의 occupancy 정보를 하나의 flag로 나타낼 수 있는 syntax를 추가하였고 이를 통해 기존 TMC2의 occupancy map에 대한 비트스트림에 대한 크기를 비교했을 때, 평균 1.37%의 비트를 절약할 수 있었다.

감사의글

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2018-2016-0-00288)

참고문헌

[1] PCC Test Model Category 2 v0, ISO/IEC JTC1/SC29 WG11 Doc. N17248, Macau, China, Oct. 2017.