

第三章 实验条件与结果分析

MPEG 针对第一类静态点云序列和第三类动态点云序列构建了 TMC13 测试平台。并且针对不同版本的测试平台，发布了 Common test conditions for GPCC^[?]] 的文件来统一测试条件。本次实验的参考测试平台是 TMC13v20.0，实验使用的测试条件、软件配置情况与 TMC13v20.0 的通用测试条件、软件参考配置保持一致。测试得到的性能结果也是相对于 TMC13v20.0 性能的增益情况。

3.1 实验配置

3.1.1 测试序列

本次实验测试的序列是根据点云的稠密程度划分的四类静态点云序列：具有连续表面的体素化点云（solid）、表面不完全连续的体素化点云（dense）、稀疏点云（sparse）、极其稀疏点云（scant）。下表 ?? 介绍了四类点云序列中各种序列的参数情况。点数表示每个点云序列包含的所有点的个数，几何精度指示每个点云序列的几何信息表示精度，帧数表示每个点云序列包含点云帧的个数，本次实验测试的都是单帧点云，所以帧数都为 1。属性格式指示的是点云属性的类型，有颜色 RGB 和反射率 reflectance 两种类型。

表 3.1 点云测试序列参数列表

	序列种类	序列名	点数	几何精度/bit 位	帧数	属性格式
9*solid		basketball_player_vox11_00000200	2925514	11	1	RGB
		dancer_vox11_00000001	2592758	11	1	RGB
		facade_00064_vox11	4061755	11	1	RGB
		longdress_vox10_1300	857966	10	1	RGB
		loot_vox10_1200	805285	10	1	RGB
		queen_0200	1000993	10	1	RGB
		redandblack_vox10_1550	757691	10	1	RGB
		soldier_vox10_0690	1089091	10	1	RGB
		thaidancer_viewdep_vox12	3130215	12	1	RGB
		boxer_viewdep_vox12	3493085	12	1	RGB
12*dense		facade_00009_vox12	1596085	12	1	RGB
		facade_00015_vox14	8907880	14	1	RGB
		facade_00064_vox14	19702134	14	1	RGB
		frog_00067_vox12	3614251	12	1	RGB
		head_00039_vox12	13903516	12	1	RGB
		house_without_roof_00057_vox12	4848745	12	1	RGB
		landscape_00014_vox14	71948094	14	1	RGB
		longdress_viewdep_vox12	3096122	12	1	RGB
		loot_viewdep_vox12	3017285	12	1	RGB
		vredandblack_viewdep_vox12	2770567	12	1	RGB
		soldier_viewdep_vox12	4001754	12	1	RGB

	序列种类	序列名	点数	几何精度/bit 位	帧数	属性格式
12*dense		arco_valentino_dense_vox12	1481746	12	1	RGB
		arco_valentino_dense_vox12	1481746	12	1	RGB
		egyptian_mask_vox12	272684	12	1	RGB
		palazzo_carnigano_dense_vox14	4187594	14	1	RGB
		shiva_00035_vox12	1009132	12	1	RGB
		stanford_area_2_vox16	47062002	16	1	RGB
		stanford_area_4_vox16	43399204	16	1	RGB
		stau_klimt_vox12	499660	12	1	RGB
		ulb_unicorn_hires_vox15	63787119	15	1	RGB
		ulb_unicorn_vox13	1995189	13	1	RGB
12*dense		arco_valentino_dense_vox20	1530552	20	1	RGB
		egyptian_mask_vox20	272689	20	1	RGB
		facade_00009_vox20	1602990	20	1	RGB
		facade_00015_vox20	8929532	20	1	RGB
		facade_00064_vox20	19714629	20	1	RGB
		frog_00067_vox20	3630907	20	1	RGB
		head_00039_vox20	14025709	20	1	RGB
		house_without_roof_00057_vox20	5001077	20	1	RGB
		landscape_00014_vox20	72145549	20	1	RGB
		palazzo_carnigano_dense_vox20	4203962	20	1	RGB
		shiva_00035_vox20	1010591	20	1	RGB
		stanford_area_2_vox20	47062018	20	1	RGB
		stanford_area_4_vox20	43399207	20	1	RGB
		stau_klimt_vox20	499886	20	1	RGB
		ulb_unicorn_hires_vox20	63864641	20	1	RGB
		ulb_unicorn_vox20	2000297	20	1	RGB

3.1.2 测试条件

GPCC 将通用测试条件根据几何、属性部分是否有损分为 4 种测试条件：C1(Lossless Geometry -Lossy attributes) 代表着几何无损、属性有损；C2(Near-lossless | Lossy Geometry -Lossy Attributes) 代表着几何有损、属性有损；CW(Lossless Geometry -Lossless Attributes) 代表着几何无损、属性无损；C4(Lossless Geometry -Near-lossless Attributes) 代表着几何无损、属性有限度有损。通过更改相应配置文件参数，可以实现不同条件的实验配置。本文对 Trisoup 几何信息编码的熵编码过程进行优化，测试条件是 C2，即几何有损，属性有损。

3.2 实验结果分析

在 GPCC 中衡量一个编解码器的性能主要从三个方面考虑，一是点云压缩后输出的比特流大小；二是编解码点云的时间复杂度；三是编解码前后点云的失真情况。由于本文仅对 trisoup 几何信息编码过程中的熵编码过程进行了改动，因此最终的性能结果只需要关注点云压缩后输出的比特流的大小变化与编解码点云的时间复杂度的变化。D1, D2 用来衡量本文所提出的改进方案是否带来性能提升，

其中，D1 用来表示点对点的几何失真，D2 用来表示点对面的几何失真。当其值小于零时，表明改进方案存在性能增益，当其值大于零时，表明改进方案相比于现有压缩方案带来了一定 loss。之所以可以用这一综合衡量指标代替比特流大小 (bpip ratio) 来衡量性能变化，是因为本文所提出的改进方案不对几何重建产生任何影响，即不会影响几何失真。因此 D1，D2 的变化全部来自于比特流大小变化。

3.2.1 上下文改进结果

1、仅将编码顶点标识信息时基于动态 OBUF 的熵编码所用到的次要信息中的六类上下文顺序改为：ctx4-ctx6-ctx1-ctx3-ctx5-ctx2，然后对所有测试序列进行压缩性能测试，测试结果与 TMC13v20 的 anchor 进行对比，得到综合性能表如??所示：

C2_ai	lossy geometry, lossy attributes [all intra]				Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflectance	D1	D2
Solid average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	1.3%
Dense average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	1.0%
Sparse average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.2%	-0.1%
Scant average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
Am-fused average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Am-frame spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Am-frame non-spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Overall average	0.0%	0.0%	0.0%	#DIV/0!	0.5%	0.5%
Avg. Enc Time [%]				100%		
Avg. Dec Time [%]				100%		

图 3.1 仅修改标识信息上下文后性能表截图

表 3.2 标识信息性能

3*C2_ai	lossy geometry,lossy attributes [all intra]	
	Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	D1	D2
Solid average	1.3%	1.3%
Dense average	0.9%	1.0%
Sparse average	-0.2%	0.1%
Scant average	0.0%	0.1%
Overall average	0.5%	0.5%

2、仅将编码顶点位置信息的高 bit 位时次要信息上下文顺序改为:，然后对所有测试序列进行压缩性能测试，测试结果与 TMC13v20 的 anchor 进行对比，得到综合性能表如图??所示：

C2_ai	lossy geometry, lossy attributes [all intra]				Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflectance	D1	D2
Solid average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.6%
Dense average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.5%
Sparse average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.6%
Scant average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.6%
Am-fused average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Am-frame spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Am-frame non-spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Overall average	0.0%	0.0%	0.0%	#DIV/0!	0.5%	0.6%
Avg. Enc Time [%]				100%		
Avg. Dec Time [%]				100%		

图 3.2 仅修改高 bit 位置信息上下文后性能表截图

3、仅将编码顶点位置信息的低 bit 位时次要信息上下文顺序改为:，然后对所有测试序列进行压缩性能测试，测试结果与 TMC13v20 的 anchor 进行对比，得到综合性能表如图??所示:

C2_ai	lossy geometry, lossy attributes [all intra]				Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflectance	D1	D2
Solid average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%
Dense average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.2%
Sparse average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.7%
Scant average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.5%
An-fused average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
An-frame spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
An-frame non-spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Overall average	0.0%	0.0%	0.0%	#DIV/0!	0.4%	0.4%
Avg. Enc Time [%]				100%		
Avg. Dec Time [%]				100%		

图 3.3 仅修改低 bit 位置信息上下文后性能表截图

4、将编码顶点标识信息和位置信息的上下文均按照条件熵递增的顺序修改后，我们得到本此研究实验的最终性能表如图??所示:

C2_ai	lossy geometry, lossy attributes [all intra]				Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflectance	D1	D2
Solid average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%	2.1%
Dense average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	1.3%
Sparse average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.2%
Scant average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.3%
An-fused average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
An-frame spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
An-frame non-spinning average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Overall average	0.0%	0.0%	0.0%	#DIV/0!	0.9%	0.9%
Avg. Enc Time [%]				100%		
Avg. Dec Time [%]				100%		

图 3.4 整体修改性能表截图

3.2.2 结果分析

从??小节所展示的性能表可以看出，除了在修改标识信息上下文时，在 sparse 类型序列上整体有 0.2% 的增益外，不论是单独看修改每部分上下文后的性能表还是看将三套上下文模型均修改后的性能表，得到的均是负增益。但是在 C2 测试条件下，展开查看各个序列的性能结果后发现，有个别序列性能增益较大，如表??所示。

表 3.3 增益较大序列汇总表

序列所属类型	序列名称	D1	D2
dense	landscape_00014_vox14	-2.4%	-2.4%
sparse	stanford_area_2_vox16	-3.3%	-3.3%
	stanford_area_4_vox16	-3.8%	-3.8%
	landscape_00014_vox20	-2.5%	-2.5%
scant	stanford_area_2_vox20	-3.4%	-3.2%
	stanford_area_4_vox20	-3.8%	-3.6%

由于同样也存在较多的负增益很大的序列，所以导致整体性能呈现负增益。本文在最初分析如何进行上下文改进时有提到，通过求解现有上下文的信息熵然

后再基于信息熵最小的上下文一层一层按照条件熵递增的顺序排列剩余上下文的方法，得到的只能是局部的最优解，因为无法确定当选取信息熵较大的序列为第一个上下文后，其他上下文在此条件下会不会有更优异的性能，从而致使整体性能优于本文所得到的上下文顺序。为此，本文进行了一项额外实验，假设现有上下文顺序是通过一定方法选择出来的较优顺序，那么不改变现有上下文模型中排在最前面的那类上下文的位置，而剩余上下文仍旧按照条件熵递增的顺序排列，得到如图??所示性能表。

C2_ai	lossy geometry, lossy attributes [all intra]				Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflectance	D1	D2
Solid average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.5%
Dense average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%
Sparse average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-1.1%	-1.1%
Scant average	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.7%	-0.7%
Am-fused average	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Am-frame spinning average				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Am-frame non-spinning average				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Overall average	0.0%	0.0%	0.0%	#DIV/0!	-0.4%	-0.4%
Avg. Enc Time [%]				100%		
Avg. Dec Time [%]				100%		

图 3.5 额外实验性能表截图

从表中可以看出，除了 solid 类型测试点云序列没有性能增益外，其他三类测试点云序列均有性能增益，并且 sparse 类型测试点云序列下甚至达到了 1.1% 的增益。这一结果佐证了本文对提出的上下文模型出现性能负增益的结果分析。

另外，由于现有的动态 OBUF 技术的实现原理依据当前编码的 bit 位以及使用到的上下文信息，逐 bit 的更新次要信息，但是在 Trisoup 几何信息编码算法中，每类上下文模型的取值并不是二元的，因此动态 OBUF 可能并不能够很好的发挥其特点，甚至带来负面效果。这一猜想有待进一步实验验证。