

EXRデータ圧縮について

Nicolas DufresneがRainbox ProductionsとRainbox Laboratoryのために編集した情報です。
このドキュメントに間違いやご意見がありましたら、こちらまでご連絡ください。

<https://rainboxlab.org>

DWAIに関する専門知識を提供してくれたDino Muhić氏に感謝します。

OpenEXRフォーマットを使用する際、どのようなデータ圧縮が最適なのかを判断するのは難しいかもしれませんが、この質問は非常によく聞かれます。

このドキュメントは、ファイルの必要性や保存する画像の種類に応じて、この質問に答えようとするものです。
特定のニーズに最適な圧縮とは、読み書きの速度がアプリケーションに適していて、ファイルサイズが最も小さい場合を言います。

画像の種類

このドキュメントでは、次のような画像の種類を区別しています。

粒状感のあるビデオやアニメーション

粒状感のある写真(リアルなCGIを含む)やアニメーション

動画

粒状感のない写真画像(リアルなCGIを含む)

アニメーション、グラフィックス

2Dアニメーション、モーシヨングラフィックス、3Dアニメーション、Z-Depth、Normalなどの3Dパスなど、高度にスタイル化された画像。

ソリッドカラー、大きなフラットエリア

アルファチャンネルやIDチャンネルのように、ほとんどがソリッドカラーで構成されたイメージ

テクスチャマップ

マルチレゾリューションファイル

概要

ロッキー(最終)エクスポート

特に最終的な書き出しでは、可逆圧縮は必要ないでしょう。適切な設定を行えば、ごくわずかな画質の低下で書き出しファイルのサイズを小さくすることができます。

ムービーのマスターやバックアップをこの方法で保存することができます。

この場合、**DWAA**(圧縮レベルが小さい)はどのような場合でも非常に効率的です。**DWA**はffmpegでは(まだ)サポートされていないので注意が必要です。この場合は**PXR24**が良い(ロスレス)代替手段となります。ソリッドカラー(アルファチャンネルなど)は、品質を落とさずに**RLE**を使って非常に効率的に圧縮できます。

複雑な合成(チョマキーイングなど)のためにエクスポートするのではなく、特にビデオソースからエクスポートする場合や、エクスポートしたものをマスターとして使用する場合は、次のような方法があります。

「ルミナンス/クロマ」オプションは、ファイルサイズを2分割しても、品質の低下はごくわずかです。画質の低下はごくわずかです。ffmpegはLuminance/Chromaオプションをサポートしていませんのでご注意ください。

ロスレス(中間)エクスポート

ファイルを合成ソフトなどで使用する場合、品質を落とさずにエクスポートしたい場合があります。いずれにしても、AOVで画像をレンダリングする場合(3Dソフトウェアからの場合が多い)、品質の低下(非常に小さい)を許容できる場合は、**DWA**が最適です。

DWAは、RGBチャンネル(ルミナンス/クロマの場合はY、RY、BY)のみを圧縮し、アルファには**RLE**を、その他のチャンネルにはZIPを使用するため、最良の選択肢となります。

この場合、**DWA**がチャンネル名を使用することに注意してください(大文字と小文字を区別します)。

- ロッキーチャンネル。R、G、B、Y、RY、BY

- **RLE**: A

- **ZIP**: その他の名称(Red、赤、r、Green、緑、g、Blue、青、b、x、y、z、U、u、V、v、etc...)

チャンネルの名前には注意が必要です。例えば、「XYZ」を使うと、Yチャンネルがロスになってしまいます。代わりに「xyz」を使うといいでしょう。

画像に粒状感がない場合

完全な32ビット浮動小数点精度を必要としない場合は、**PXR24**が最適な圧縮です。

32ビットの完全な浮動小数点精度が必要な場合は、**ZIP**が最適です。

画像に粒状性がある場合は、常に**PIZ**が最適です。

ステレオ画像の場合は、**ZIP**が最適です。

アルファチャンネルのようなソリッドカラーの場合は、**RLE**を使用するのが良いでしょう。

特殊なケース

OpenEXRには、より特殊な使い方があります。

リアルタイム再生を行うシステムでは、**B44**が望ましいです(アルファチャンネルやソリッドカラーの場合は**B44A**)。

小さいサイズのロッシープロキシをレンダリングする必要がある場合は、高圧縮レベルの**DWAA**を使用できません。

グレースケール画像の場合は、品質を落とさずにルミナンス/クロマオプションを利用することで、大きなメリットが得られます。

輝度・クロマイメージ

フラットイメージをRGBデータではなく、1つのルミナンスチャンネルと2つのクロマチャンネルでエンコードすることで、シンプルかつ効果的な非可逆データ圧縮が可能になります。

ここに挙げた圧縮方法とは独立した、シンプルで効果的な非可逆データ圧縮が可能です。クロマチャンネルはルミナンスチャンネルよりも低い解像度で保存することができます。

チャンネルを保存することができる。これにより、画質をわずかに低下させるだけで、ファイルサイズを大幅に小さくすることができる。

これはビデオのYUV422と呼ばれるものと同じ種類の方式です。

つまり、標準的なYUV 422または421ビデオとの間でエクスポートする場合は、品質を損なうことなくこのオプションを使用することができます。

YUV 444やRGBとの間でエクスポートする場合は、品質の低下はまだ非常に小さいです。

ルミナンス/クロマオプションでは、ルミナンスをフルクオリティで保存するため、標準的なRGBよりもはるかに優れたグレースケール画像を、データを失うことなく保存することができます。

データを失うことなく、標準のRGBよりもはるかに優れたグレースケール画像を保存することができます。

注:このオプションはffmpegではまだサポートされていません。

知っているようで知らないフォーマット

ZIPは、Portable Network Graphics (.png)ファイルで使用されている圧縮方法です。**ZIP**は、その名前に反して、Zipファイルフォーマットをベースにしたものではありません。

つまり、このドキュメントでZIPを使用できると書かれている場合、PNGファイルで置き換えることができます(AOVを必要としない場合、ほとんどのソフトウェアはPNGの処理が遅いことを念頭に置いてください。特にAfter Effectsなど)。

RLEは、TGAファイルで使われている圧縮方法で、Quicktime Animationでデータを圧縮する方法に近く、.movファイルで使われることもあります。

つまり、**RLE**の代わりにTGAファイルを使用することができます。

DWAAは、JPEGファイルでデータが圧縮される方法に近いものです。**DWA**は、圧縮率に気をつければ、JPEGファイルのシーケンスで置き換えることができます。

DWAは、圧縮率に注意すれば、JPEGファイルのシーケンスで置き換えることができます(アルファやAOVは必要ありません)。

用途や画像の種類ごとのまとめ

- 最終レンダリング／エクスポート

アニメーション、グラフィックス、ビデオ

DWA、(少し)ロスレス(小さな圧縮レベルを使用) - ffmpegでは(まだ)サポートされていません。

PXR24、ロスレス*。

YUV 422または421ビデオ(h.264など)やグレースケールにエクスポートする場合は、ルミナンス／クロマオプションを使用してください - ffmpegでは(まだ)サポートされていません。

粒状感のあるビデオやアニメーション

DWA、ややロスレス - ffmpeg はまだサポートしていません。

PIZ(ロスレス

YUV 422または421ビデオ(例:h.264)またはグレースケールにエクスポートする場合は、ルミナンス/クロマオプションを使用してください - ffmpegでは(まだ)サポートされていません。

ソリッドカラー、大きなフラットエリア(アルファチャンネルとIDチャンネル)

RLE

* 最終的に書き出す場合には、32bit floatデータが必要ないため、PXR24がロスレスとみなされます。

- 中間的な32ビットフロート

テクスチャマップ、アニメーション、グラフィックス、ビデオ

ZIP

多少の品質低下を許容できる場合は、DWAを使用します(ffmpegではまだサポートされていません)。

DWAは、R,G,Bチャンネル(ルミナンス/コーマの場合はY,R,Y,B,Y)のみを圧縮し、アルファには**RLE**、AOV(Z、U、V、Normal...)には**ZIP**を自動的に選択します。

ビデオやアニメーションの粒状感

PIZ

ソリッドカラー、大きなフラットエリア(アルファチャンネル、IDチャンネル)

RLE

- 中間的な 16/24 ビット float、16/32 ビット int

テクスチャマップ、アニメーション、グラフィックス、ビデオ

PXR24、利用できない場合。**ZIP**

多少の品質低下を許容できる場合はDWA - ffmpegでは(まだ)サポートされていません。

DWAは、R,G,Bチャンネル(ルミナンス/クロマの場合は、Y,R,Y,B,Y)のみを圧縮し、アルファには**RLE**、AOV(Z、U、V、Normal...)には**ZIP**を自動的に選択します。

ビデオやアニメーションの粒状感

PIZ

ソリッドカラー、大きなフラットエリア(アルファチャンネル、IDチャンネル)

RLE

- ステレオ画像

テクスチャマップ、アニメーション、グラフィックス、ビデオ

ZIP

ソリッドカラー、ラージフラットエリア(アルファおよびIDチャンネル)

RLE

- リアルタイムの再生

B44Aまたは**B44**

利用できない場合 **PXR24**

- プロキシ

DWAA(高圧縮レベルを使用)

利用できない場合 **PXR24**、**ZIP**、**PIZ**

名前	損失	説明*	比率**	要約	対象***
PIZ	ロスレス	画素データにウェーブレット変換を施し、その結果をハフマン符号化します。この方式は、Industrial Light & Magicで一般的に処理されているタイプの画像に対して、最も優れた圧縮率を提供する傾向があります。ファイルの圧縮と解凍は、ほぼ同じ速度で行われます。フィルムグレインのある写真画像の場合、ファイルは圧縮前のサイズの35~55%にまで縮小されます。PIZ圧縮は、スキャンラインベースのファイルや、大きなタイルを使ったタイル状のファイルには有効だが、小さなタイルではあまり縮小しない。(PIZ圧縮されたデータは、比較的長いヘッダで始まる。圧縮機への入力が高い場合、ヘッダを追加することで、入力のサイズ縮小が相殺される傾向がある)。 PIZ圧縮はフラットな画像にのみ対応しています。	35~55% (粒子のある画像)	- 書き込み速度=読み出し速度 - 粒状感のある画像に最適	- 写真/ビデオ (粒状性あり) - 3Dアニメーション (粒状感あり)
ZIP	ロスレス	水平方向に隣接する画素の差分を、オープンソースのzlibライブラリを用いて圧縮しています。ZIPの解凍はPIZの解凍よりも速いが、ZIPの圧縮はかなり遅い。写真画像は、圧縮前のサイズの45~55%に縮小される傾向があります。マルチ・レゾリューション・ファイルは、3Dレンダラーのテクスチャ・マップとして使用されることが多い。この用途では、通常、高速な書き込みや最大圧縮よりも、高速な読み取りアクセスが重要です。テクスチャ・マップには、ZIPが最適な圧縮方法でしょう。スキャンラインベースのファイルでは、16列のピクセルが蓄積され、1つのブロックとして圧縮されます。	45~55% (粒子のない画像)	- 読み込みは速く、書き込みは大幅に遅くなる - PNGと同じ - ステレオ画像に対応	32bpc float が必要な場合のみ (それ以外の場合は PXR24 の方が良い)。 - テクスチャ・マップ - 写真/ビデオ (グレインなし) - 3Dアニメーション (粒状感なし) - 2Dアニメーション、グラフィックス
ZIPS	ロスレス	圧縮には、オープンソースのzlibライブラリを使用しています。圧縮を行います。ZIP圧縮と同じですが、一度に1つのスキャンラインで動作します。		-PNGと同じ ステレオ画像サポート-	
RLE	ロスレス	水平方向に隣接する画素間の差分をランレングス符号化しています。この方式は高速で、平面の面積が大きい画像には適していますが、写真画像の場合、圧縮後のファイルサイズは非圧縮時の60~75%になるのが一般的です。	60~75% (photo)	-高速 同じ -大きなフラット領域 (アルファおよびIDチャンネル)でより良い -ステレオ画像でサポート	- ソリッドカラー、大きなフラットエリア (アルファおよびIDチャンネル)
PXR24	ロスレス (16ビットフロート、16 / 32ビット整数) わずかに損失 3×10^{-5} (32ビット浮動小数点)	PXR24は、32ビット浮動小数点データを丸めて24ビットにした後 (16ビット浮動小数点データはそのまま)、水平方向に隣接するピクセル間の差分をZIPと同様にzlibで圧縮する。PXR24圧縮では、HALF型とUINT型の画像チャンネルは正確に保持されますが、FLOATデータの相対誤差は約0.5倍になります。この圧縮方法は、可能な値の範囲が非常に大きく、完全な32ビット浮動小数点の精度は必要としない深度バッファや類似の画像に適しています。丸め処理では、ノイズが多く圧縮が困難なピクセルの最下位8ビットを削除することで、圧縮率が大幅に向上します。PXR24圧縮は、平面画像にのみ対応しています。	より良い ZIP 32bpc 用 それ以外は ZIPと同じ	-より速く読み、著しく遅い書き込み 24ビットにターン32ビット浮動小数点-	16bpc float または 16/32bpc int の場合のみ、または 32bpc ではなく 24bpc float で十分な場合のみ - 写真/ビデオ (粒状感なし) - 3Dアニメーション (粒状感のないもの) - 2Dアニメーション、グラフィックス - テクスチャ・マップ

B44	非可逆	HALFタイプのチャンネルは、4×4ピクセルまたは32バイトのブロックに分割されます。各ブロックは14バイトにまとめられ、データは圧縮前のサイズの44%に縮小される。B44圧縮をRGB画像にルミナンス/クロマエンコーディング（後述）と組み合わせて適用した場合、圧縮されたピクセルのサイズは、元のRGBデータのサイズの約22%になります。UINTまたはFLOATタイプのチャンネルは圧縮されません。デコーディングは、B44圧縮されたOpenEXR画像シーケンスをコモディティハードウェアでリアルタイムに再生できるほど高速です。B44圧縮ファイルのサイズは、画像のピクセル数に依存しますが、ピクセル内のデータには依存しません。同じ解像度、同じチャンネル数の画像はすべて同じサイズになります。これは、イメージシーケンスのリアルタイム再生をサポートするシステムに有利です。予測可能なファイルサイズにより、ストレージメディアのスペースを効率的に割り当てやすくなります。B44圧縮は、フラットイメージにのみ対応しています。	44%	- 固定ファイルサイズ - 非常に速い読み取り速度	- リアルタイム再生を必要とするシステムに
B44A	非可逆	B44と同様に、すべてのピクセルが同じ値を持つ4×4ピクセルのブロックを除いて、14バイトではなく3バイトにパックされます。均一な領域が大きい画像の場合、B44AはB44圧縮よりも小さいファイルを生成します。B44A圧縮は、フラットイメージにのみ対応しています。	<44%	- 非常に速い読み取り速度 - 大きなフラットエリア（アルファチャンネル、IDチャンネル）に強い	- リアルタイム再生を必要とするシステムに
DWAA	非可逆	DreamWorks Animation社が提供するJPEGライクな非可逆圧縮フォーマット。32本のスキャンラインをまとめて圧縮します。	選択された圧縮レベルに応じて変化する	- JPEGと同じ	- ブロキシ（高圧縮） - 最終的なエクスポート（小さな圧縮が許容される場合）
DWAB	非可逆	DWAAと同じですが、256本のスキャンラインのブロックを圧縮します。	選択された圧縮レベルに応じて変化する		- ブロキシ（高圧縮） - 最終的なエクスポート（小さな圧縮が許容される場合）

*記述は公式のから取られる 技術的導入 から <https://www.openexr.com>

**圧縮/非圧縮。比率は低いほど良いです。たとえば、45%は、圧縮ファイルサイズが非圧縮サイズの45%であることを意味します。

***ファイルは、その読み取りまたは書き込み速度が使用方法に最適であり、利用可能な最高の圧縮率を備えている場合に、特定の用途に適しています。