

VRフォーマットの現状及びHMD (ヘッドマウントディスプレイ) 向けのコンテンツ制作

鎌田光宣

千葉商科大学

kamata@cuc.ac.jp

要旨 HMD (ヘッドマウントディスプレイ) で映像を見る場合, CG で世界を再現する場合は, 頭の向きに合わせて左目用と右目用の画像をレンダリングすれば良い. ところが, 実写映像の場合は, ドームマスター (全天球), 正距円筒図法, キューブマップ, EAC など多数の投影方式が存在する. また, 立体視 (ステレオ) の場合, 左目用と右目用の画像の配置方法に, SBS (サイドバイサイド) とトップボトム (Top Bottom) の2つの方式がある. 本稿ではこれらのフォーマットの現状と動向について概観する.

キーワード バーチャルリアリティ エクイレクタングラー VR180

1 VR(仮想現実)

VRの研究は1960年代に始まり, HMD (ヘッドマウントディスプレイ) の原型はエイバン・エドワード・サザランドの制作した「The Sword of Damocles」とされる. 1983年には「人工現実感」という言葉が登場した. 1984年に設立されたVPL Research社は, 手袋状のデバイス「DataGlove」を入力装置として利用し, HMD「Eye-Phone」で表示するシステムを開発した. これは, CGで描かれた部屋に, 通話相手が入ってきて, そこでバーチャル世界でのコミュニケーションをとるものであった. そして, バーチャルリアリティ (Virtual Reality; VR) という言葉が最初に使われたのは1989年である. [1]

VRを構成する要素として, 3次元空間性, リアルタイム性, 自己投影性が挙げられる [2]. 実物や現物ではないが, 視覚, 聴覚, 触覚, 嗅覚, 味覚を含む感覚を刺激することにより体験することができるものである. なお, VRには, 大きく分けると「視聴型」と「参加型」の2通りがある. 視聴型は流れている映像を見るだけであるが, 立体視や周囲を見渡したりすることができ, 通常の動画よりも臨場感を感じることができる. 参加型のVRでは, 映像の中を自由に歩き回るだけでなく, 映像内のものを触ったり動かしたりすることもできるため, 遠隔地から手術や治療を支援する医療事業や, 機械の運転などで活用されている. 入力システムとして, グローブ上のコントローラー, ヘッドトラッキング, アイトラッキング, モーションキャプチャなどがある [3].

HMDには, スマートフォンに装着するもの, PCや家庭用ゲーム機に接続するもの, そして軍用, 研究用HMD

などがある.

スマートフォンに装着するタイプの代表的なものには「モバイルVR」「Galaxy GearVR」「ハコスコ」「Google Cardboard」などがある. これらの製品にはトラッキング装置を内蔵しておらず, スマートフォンに内蔵された加速度センサやジャイロセンサによって頭部の動きが検出され, それに追従して映像が変化する.

PCや家庭用ゲーム機に接続するタイプの代表的なものには「Oculus Rift」「HTC VIVE」「PlayStation VR」があり, これらはミドルレンジVRとも呼ばれる. これらの製品には頭部やコントローラーの位置を検出するセンサが用意されている. また, HTC VIVEでは, 部屋の対角線上に2基のセンサを設置することで, 部屋の中のプレイヤーの位置を検出する. これによって, プレイヤーは実際に部屋の中を歩き回ることも可能となる.

2 VRフォーマット

本稿ではHMDを用いた視聴型のVR動画について述べる.

CGで世界を再現し, リアルタイムで見える場合は, 左目用と右目用の画像を別々にレンダリングしてHMDに送ればよい. ところが, CGあるいは実写映像を360°, もしくは立体視 (ステレオ) で記録・配信する方法はいくつもあり, それぞれ特徴の異なる多くのフォーマットが存在している.

なお, 本稿に掲載した画像は, 360度全天球カメラとしてRICOH THETA Vを, 180度ステレオカメラとしてVuze XRを用いて撮影したものである.



図 1: ドームマスター (全天球)

2.1 ドームマスター形式

全天周映像の標準的なフォーマットとしてドームマスター形式がある。これは全天球形式とも呼ばれ、360度の画像・映像を1枚におさめた円形の画像である(図1)。全天球を魚眼レンズで撮影したように平面上に展開したもので、仰角が中心からの距離に均等にマッピングされた射影方式になる。このドームマスターの形式で用意された画像であれば、ドームシアターで全天周画像として表示することができ、プラネタリウムで使用されることが多い。

この1枚の画像を、VR用のプレイヤーにより再生すると図2のようになる。単なる平面の画像とは異なり、VR画像では視点の方向が動くことによって新しくレンダリングされ、画面に表示される。

2.2 エクイレクタングラー形式

エクイレクタングラー(equirectangular)は日本語で正距円筒図法といい、パノラマ写真、VRや360度カメラでは標準的なフォーマットである。

一眼レフやミラーレス、スマートフォンなどのカメラで撮影した画像はアスペクト比(縦と横の比率)が3:2、4:3、16:9などの長方形の画像として保存されることが一般的であり、エクイレクタングラーに変換された映像は図3のように長方形の1つの動画になる。この形式のメ

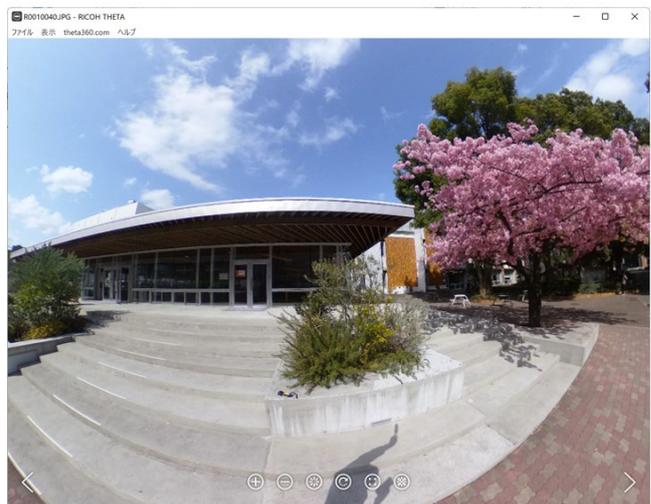
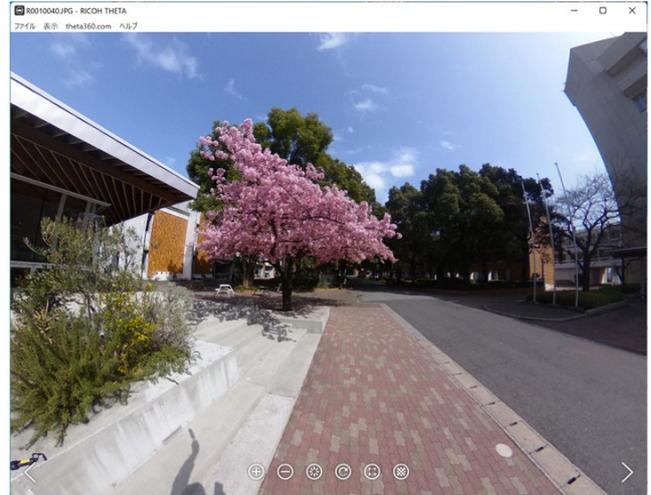


図 2: プレイヤーによる出力画像

リットは、変換してしまえば、通常の動画と同じように編集ソフトで処理できることである。

しかし、球の極に行くほど横に引き伸ばされてしまう。長方形の中で割り当てられるピクセルの数は極も中心付近も同じであるため、中心付近は相対的にピクセル数が少なくなる。そのため、コンテンツの目玉が多く存在する映像の中心付近に当たる部分ほど解像度が低いことになってしまう。

2.3 キューブマップ形式

正距円筒図法を改善したものがキューブマップである。この方法では、球を直接平面にするのではなく、一度立方体に投影した後、その立方体を展開して平面にする。正六面体のスクリーン6面にそれぞれ映像を貼り付けて、そ



図 3: エクイレクタングラー (正距円筒図法)



図 4: キューブマップ

の中央から映像を見たときに 360 度が正しく見える形式のフォーマットである。映像が 6 面あればよいことから、並べ方により複数のフォーマットが存在する。3DCG のマッピングによく使われる。

2.4 Equi-Angular Cubemap (EAC) 形式

キューブマップでは立方体への変形を行うことによって歪みを軽減できるが、位置によりピクセルの密度は変化してしまう。立方体の面の中心部よりも、角に行くにしたがって多くのピクセルが割り当てられることになる。

2017 年、Google は 360° /VR ビデオを高品質にストリーミングする新たな手法「Equi-Angular Cubemaps (EAC)」を発表した。YouTube の EAC 形式の 360 動画は、図 5 のように、画面を 2 分割したフォーマットになっている。これによりピクセル密度の差が補正され、視界の中心の解像度を上げることができる。なお、ステレオ (立体視) 形式の場合は画面を 4 分割したフォーマットと

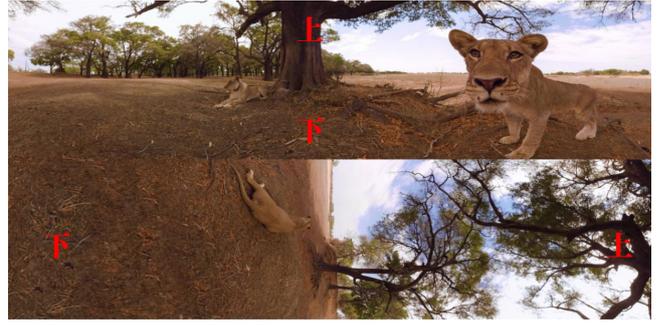


図 5: EAC(Equi-Angular Cubemap) - Lions 360° — National Geographic - YouTube



図 6: 180° 立体視 (SBS)

なる。

なお、この形式は YouTube で用いられているが、一般の VR 動画再生プレイヤーではほぼ対応しておらず、再生しようとしても画面が崩れてしまう。

2.5 立体視と VR180

ステレオ (立体視) カメラを用いて撮影した動画は、右目用と左目用の 2 視点の映像を並べて記録・再生することで HMD による立体視が実現できる。このとき、映像を上下に並べる「トップボトム」と、左右に並べる「SBS(サイドバイサイド)」がある。図 6 は SBS 形式のステレオ動画である。

なお、VR におけるステレオ (立体視) 形式の動画フォーマット (VR フォーマットとも呼ぶ) は、大きく 360 度と 180 度の 2 つのフォーマットがある。

単純にステレオ形式の 360 度動画を制作しようとするとき、視差の問題が生じる。立体視の実現には、常に最適な視差を示す必要があり、HMD を用いたリアルタイムの VR であれば、ヘッドトラッキングを用いて、常に体験者と同じ位置にカメラを追従させることができる。しかし

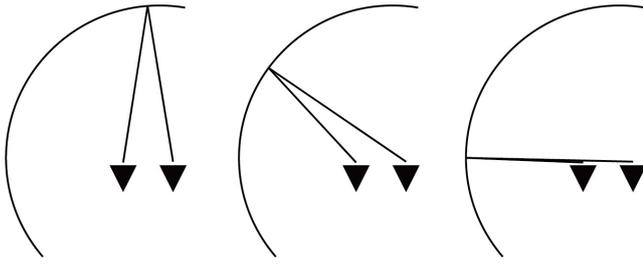


図 7: 360 度ステレオ視の問題点

360 度動画はあらかじめ画像を書き出しておくため、ヘッドトラッキングを用いたカメラの追従はできない。そのため図 7 のように、正面方向から離れるにつれ視差が小さくなってしまう。これにより、角度によっては立体視ができないという問題が発生してしまう [5]。そのため、複数台のカメラを用いた自由視点画像・動画の生成について、キャノンの「自由視点映像生成システム」[7]をはじめ、盛んに研究が行われている。

「VR180」は Google と YouTube が共同で発表したフォーマットで、360 度のエクイレクタングラー形式を前方 180 度分切り抜いたものである。視点の後方 180 度の情報を捨てることで、上述の視差の問題をあまり気にせず済む。また、動画データが半分のサイズで済み、前後の映像をつなぐ処理も不要となる。通常の撮影のように撮影者や照明がカメラの後ろに隠れることができることから、制作面のハードルが大きく下がるという利点もある。前面の視野のみで完結するコンテンツにしか対応できないという制限があるものの、平面を立体で見ることができる「立体視」を利用した技術で通常の映像と比べ、より多くの臨場感を得られると考えられている。

3 VR 映像のこれから

いずれの方式においても、細部まで綺麗に表現するには非常に大きなサイズの画像・映像が必要となる。現状の低価格帯のカメラでは、満足のいく画質が得られないのが現状である。8K で撮影された VR 動画も登場しているが、このような大きなサイズの映像は、コンピュータ上での編集や出力に相当な負荷がかかる。また、ただでさえ YouTube に VR 動画をアップロードしようとする通常の動画よりも時間がかかるうえ、撮影機材や編集ソフトとの相性によっては、何らかのトラブルで、YouTube 側の処理がいつまでたっても終わらないこともある。

冒頭で述べた通り、「VR」には 3 次元空間性のほかに、リアルタイム性と自己投影性が必要である。HMD の向

きを変えることで、その方向の画像が瞬時にレンダリングされるだけでも VR と言えなくもないが、インタラクティブに内容が変わることで、より視聴者の興味をひくのではないだろうか。

Unity や Unreal Engine といったゲーム開発プラットフォームには VR 用のプラグインが用意されており、専用のオブジェクトを 3D 空間に置くことで、そこから見える立体視の映像を HMD に出力することができる。逆に、実写の VR 映像を Unity や Unreal Engine の創り出す空間内で再生する仕組みもある。多くの研究者や芸術家により VR の映像にリアルタイムで反応するオブジェクトを組み合わせる試みが行われており、今後ますます映像作品の表現の可能性が広がることが期待される。

参考文献

- [1] インディラ・トゥーヴェニン, ロマン・ルロン著, 大塚宏子訳, “バーチャル・リアリティ百科 進化する VR の現在と可能性”, 原書房, 2021
- [2] 養成読本編集部編, “Software Design plus シリーズ VR エンジニア養成読本”, 技術評論社, 2017
- [3] I/O 編集部編, “「VR」「AR」技術ガイドブック”, 工学社, 2016
- [4] 阿部秀之, “Unity でつくる建築 VR 入門”, エクスナレッジ, 2020
- [5] Fulldome 3D for Everyone - Part 1/5 - Fulldome Database - FDDDB.org
<http://www.fddb.org/fulldome-3d-for-everyone-part-15/> (2022 年 3 月 17 日参照)
- [6] YouTube VR - Create - YouTube VR
<https://vr.youtube.com/create/360/> (2022 年 3 月 17 日参照)
- [7] キヤノン 自由視点映像生成システム
<https://global.canon/ja/technology/frontier18.html> (2022 年 3 月 17 日参照)