



医療的ケア児のディストラクションにむけた リアルタイム 2 面投影の効率的映像伝送手法

An Efficient Video Transmission Method of Real-Time Two-Screen Projection
for Distraction of Children with Medical complexity

岡田恵里佳¹⁾, 荻原弘幸¹⁾, 奥寛雅²⁾

Erika OKADA, Hiroyuki OGIHARA, and Hiromasa OKU

1) 群馬大学大学院理工学府 (〒 371-8510 群馬県前橋市荒牧町 4-2 荒牧キャンパス, t231d017@gunma-u.ac.jp)

2) 群馬大学情報学部 (〒 371-8510 群馬県前橋市荒牧町 4-2 荒牧キャンパス)

概要: 医療的ケア児のストレス軽減と社会的交流の促進を目指し、先行研究ではリアルタイム 2 面投影技術が提案されている。この手法は、360 度カメラで撮影した映像をそのまま配信し、そこから 2 面の切り取りを行っている。しかし、配信映像の多くの画素が投影面に使用されず無駄が生じていた。そこで本研究では、効率的に配信映像の画素を利用できるリアルタイム 2 面投影手法を提案する。また、従来の手法と比較した結果を報告する。

キーワード: 映像投影, 配信, リアルタイム, ディストラクション

1. はじめに

新生児集中治療室や小児集中治療室での治療後に、命と健康の保持のために様々な医療的デバイスが必要な子供たちのことを「医療的ケア児」と呼ぶ [1]。彼らは治療の関係で自由に外出することが難しく、自宅などの同じ環境で過ごすことが多い。医療的ケア児とその家族はこのような生活の制限からストレスの多い生活を送っている。また、社会と交流する機会や多様な環境に触れる機会が少なく、年齢に応じた成長や発達が阻害されてしまう可能性があり、看護の必要性が問われている [2]。

その中で小児看護には、医療を受ける時のストレスを軽減させる手法としてディストラクションという気晴らしの技術が知られている [3]。我々の研究グループではこのディストラクションに、高い没入体験が得られる 2 面投影システムを提案した [4]。また社会との交流を促すものとして、遠隔地にいる人とのコミュニケーションが可能なリアルタイムの 2 面投影システムを提案した [5]。

しかし、このリアルタイムの 2 面投影の手法では映像を伝送する際、投影に利用する画素以外にも多くの画素を伝送していた。そこで本研究では、既存手法の撮影方法や投影方法を用いて、より効率的に映像を伝送する手法を提案する。

2. 提案手法

2.1 既存のリアルタイム 2 面投影について

リアルタイム 2 面投影では、映像の伝送と受信に必要な 2 台の PC(それぞれ「伝送側 PC」、「受信側 PC」と表記)、360 度カメラ (THETA Z1, RICOH)、オンライン会議ツール

(ZOOM, ZOOM ビデオコミュニケーションズ)を用いて映像の送受信及び変形、投影を行う。既存手法では、まず伝送側 PC に THETA Z1 との USB 接続により映像を取り込み、この映像を ZOOM を用いて受信側 PC へ画面共有する。次に受信側 PC では、プライマリモニタ上で ZOOM クライアントを全画面表示し、このモニタを画面キャプチャして映像を取得する。しかし、取得した映像は Equirectangular 形式画像のため直接 2 面投影に使用することはできない。そこで受信側 PC において、OpenGL を用いて壁面映像と床面映像を生成し、これらを投影に使用していた [5]。

しかし、この既存手法では映像伝送の際に投影する 2 面以外の不必要な画素が多数伝送されており、伝送画素の利用が非効率であった。さらに、研究に使用している THETA Z1 は Equirectangular 形式画像で最大 3840×1920pixel の解像度での撮影が可能である [6]。しかし、既存手法ではこの Equirectangular 形式画像を ZOOM を用いて画面共有するため、画像の解像度が受信側 PC の最大解像度である 1920×1080pixel に低下していた。ここから THETA Z1 の撮影画素も効率的に利用できていないと言える。そこで本研究では、この 2 点に関してより効率的に画素利用が可能な手法を提案する。

2.2 システム概要

今回提案する手法では、既存手法と同様に撮影後 [5]、伝送側 PC で投影する 2 面の切り出しを行い、2 面のみを受信側 PC へ伝送した。これにより 2 面投影に必要な画素のみを伝送することができ、効率的に伝送画素を使うことが出来る。下記に伝送側 PC・受信側 PC それぞれのアルゴリ

ズムを説明する。

2.2.1 伝送側 PC のアルゴリズム

まず伝送側 PC のアルゴリズムについて説明する。最初に伝送側 PC と THETA Z1 を USB 接続し、ライブ映像を Equirectangular 形式画像で取得、プログラムに取り込んだ。この時に取り込む画像の解像度は 3840×1920pixel である。図 1 に取得する画像を示す。その後、図 1 の画像から OpenCV を用いて壁面画像と床面画像の 2 枚を作成した。次に OpenCV のプログラム内容について説明する。



図 1: Equirectangular 形式画像, 3840×1920pixel

初めに壁面画像から作成する。まず図 1 を図 2 のように単位球体の状態へ、また投影面を Z 軸上に置いた。そしてこの投影面に該当する経度 ϕ 、緯度 θ を式 (1) を用いて求めた。

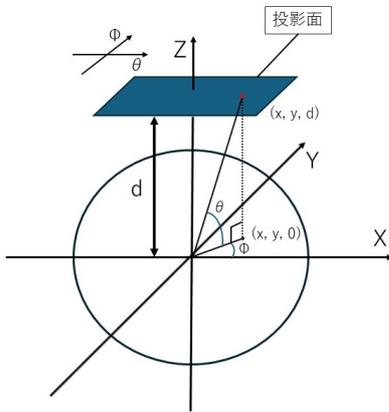


図 2: 経度 ϕ 、緯度 θ の計算の様子

$$\begin{aligned}\phi &= \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \\ \theta &= \arctan\left(\frac{d}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)\end{aligned}\quad (1)$$

そしてこの求めた経度、緯度を参照しながら投影画像へレンダリングしていく。この時上記で求めた経度、緯度は必ずしも整数とは言えず、それらの値をそのまま図 1 の画素へのアクセスに利用することは出来ない。この問題を解決するため、バイリニア補間を用いて図 1 の画素へのアクセスを行う。バイリニア補間とは、整数ではない指定した画

素 (x,y) に対し、その周辺 4 画素に重み付けを行い指定した画素の値を補間するものである [7]。式 (2) にバイリニア補間の計算式を示す。なおここでは整数ではない指定した画素を (x,y) 、小数点以下を切り離れた画素を (x',y') とする。以上により、壁面画像が完成する。

$$\begin{aligned}a &= x - x', b = y - y' \\ f_{(x,y)}(I) &= (1-a)(1-b)f_{(x',y')}(I) \\ &+ a(1-b)f_{(x'+1,y')}(I) \\ &+ (1-a)b f_{(x',y'+1)}(I) \\ &+ abf_{(x'+1,y'+1)}(I)\end{aligned}\quad (2)$$

次に床面画像を作成していく。床面画像を作成する時も上記と同様に行う。ただし、床面画像は壁面画像に対して緯度を 90 度移動させた状態で作成を行う。これは投影するスクリーンの壁面・床面が 90 度で接続されているためである [4]。これに伴い投影画像の垂直視野角も 90 度に設定している。以上により壁面・床面の 2 枚の画像を作成する。また、今回作成した壁面・床面画像の解像度は 1020×680pixel である。これは縦横比が 2:3、そして受信側 PC の最大解像度 1920×1080pixel に 2 枚の画像が収まることを考慮したためである。縦横比が 2:3 の理由は、投影するスクリーンが縦 200cm、横 300cm のためである [4]。

壁面・床面画像が完成後、2 つの投影面を伝送側 PC の画面に表示させる。そして ZOOM の画面共有機能を用いて伝送側 PC のプライマリモニタ全体を受信側 PC に伝送する。壁面・床面画像のみを ZOOM で伝送を行うと受信側 PC で 1020×680pixel ではない解像度で表示される。これを防ぐため、提案手法ではプライマリモニタ全体を伝送した。またこの伝送時は壁面・床面画像の表示位置を固定した。以上が伝送側 PC のアルゴリズムである。

2.2.2 受信側 PC のアルゴリズム

次に受信側 PC のアルゴリズムについて説明する。まず、プライマリモニタ上に伝送されてきた画像を全画面表示させる。そしてこの全画面表示しているプライマリモニタを Windows API に付属する画面キャプチャ取得関数を用いて画像を取得、プログラムに取り込む。図 3 にプライマリモニタを画面キャプチャした様子を示す。図 3 に示すように、

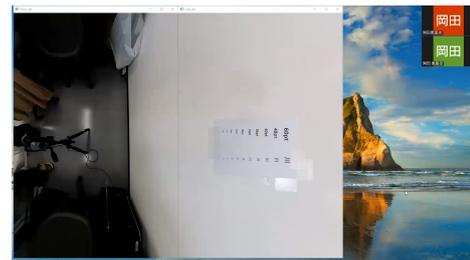


図 3: 受信側 PC の画面キャプチャ

この時点では壁面・床面画像は 1 枚の画像上にある。しか

し、実際にスクリーンに投影する際には壁面・床面のスクリーンにそれぞれ投影するため、この2面を切り離す必要がある。ここで2.2.1節で先述したように、壁面・床面画像は毎回同じ位置で表示されるように設定している。したがって、常に同じ座標を指定することで壁面・床面画像を切り分けることが可能である。作成した壁面・床面画像を図4, 5に示す。以上により、リアルタイム2面投影が可能になる。



図 4: 壁面画像



図 5: 床面画像

3. 評価実験

3.1 実験方法

提案手法と既存手法を比較するため、評価実験を行った。今回の評価実験では、伝送された画素の中から実際に投影に使用する画素数の違いを比較した。さらに、出力された投影画像の様子も比較した。投影画像の比較を行うため、評価実験では THETA Z1 と撮影物体を固定し、図6のように撮影を行った。今回の撮影物体は、手法による投影画像の違いを定量的に評価するために図7のようなチャートを作成して使用した。このチャートには同じ文字を使用し、フォントサイズのみを変更している。同じ文字を使用することで、視認できるフォントサイズの大きさから投影画像の違いを評価することが可能である。



図 6: 実験の様子

60pt	川
48pt	川
40pt	川
36pt	川
32pt	川
28pt	川
24pt	川
20pt	川
16pt	川
12pt	川

図 7: 画像比較用チャート

また実験に使用した機材は以下の通りである。

- 360度カメラ RICOH THETA Z1
- 伝送側 PC
 - CPU : Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz,
 - GPU : NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti,
 - メモリ : 32.0GB,
 - OS : Windows 10 Pro,
 - ディスプレイの解像度 : 1920×1080pixel

- 受信側 PC
 - CPU : AMD Ryzen 7 4800H
 - with Radeon Graphics,
 - GPU : NVIDIA GeForce GTX 1650 Ti,
 - AMD Radeon(TM) Graphics,
 - メモリ : 16.0GB,
 - OS : Windows 11 Home,
 - ディスプレイの解像度 : 1920×1080pixel

3.2 実験結果

ここでは映像伝送後に投影に利用された画素の比較、そして投影画像の解像度の比較について述べる。

3.2.1 利用画素の比較

まず、映像伝送後に投影へ利用された画素数の比較について述べる。なお3.1節で述べたように、伝送側PC・受信側PCともにディスプレイの解像度は1920×1080pixelである。

最初に既存手法の伝送後の利用画素について計算する。しかし、既存手法は2.1節で述べたようにEquirectangular形式画像を伝送し、その画像にOpenGLを用いて投影画像を作成している。そのためEquirectangular画像内の投影画像に使用する画素の位置によって伝送後の利用画素数が異なってしまう。そこで今回は、壁面映像の中心が緯度0度、緯度90度、緯度180度の時に壁面・床面の2面の投影に利用する画素数の合計を調べた。図8, 9, 10に緯度が0度、90度、180度の場合の時、投影に利用される画素を赤く表示したものを示す。図8, 9, 10で赤く表示させた画素をカウントするとそれぞれ、725,198pixel, 761,684pixel, 725,210pixelとなった。



図 8: 緯度 0 度の時



図 9: 緯度 90 度の時



図 10: 緯度 180 度の時

次に提案手法の伝送後の利用画素数を計算する。提案手法では2.2節で述べたように、受信側PCのプライマリモニタに投影画像1020×680pixelを2枚表示させて投影に利用している。そのため利用画素は1020×680×2=1,387,200(pixel)である。提案手法の投影に利用される画素を赤く表示したものを図11に示す。

さらに表1に既存手法、提案手法の伝送後の利用画素、そして受信側PCのプライマリモニタ全体から投影に利用さ

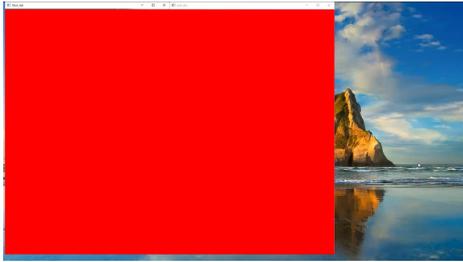


図 11: 提案手法の伝送後利用範囲

れている画素の割合をまとめたものを示す。表 1 から提案手法は既存手法の約 2 倍の画素を使用しており、より効率的に伝送画像の画素を利用できていると言える。

表 1: 手法による利用画素の比較

手法	利用画素数 (pixel)	利用画素割合 (%)
既存手法	725,198 (緯度 0 度)	34.97
	761,684 (緯度 90 度)	36.73
	725,210 (緯度 180 度)	34.97
提案手法	1,387,200	66.90

3.2.2 解像度の比較

次にそれぞれの手法で作成した投影画像の比較を行う。今回は壁面画像に映る図 7 のチャートで投影画像の比較を行うため、既存手法、提案手法それぞれの壁面画像を等倍率に拡大した画像を図 12, 13 に示す。

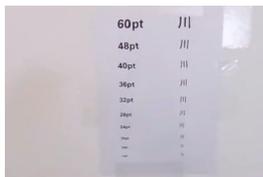


図 12: 既存手法の拡大壁面画像

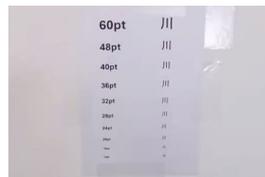


図 13: 提案手法の拡大壁面画像

図 12, 13 を見ると、それぞれに「川」の文字が視認できないフォントがあることがわかる。既存手法ではフォントサイズが 28pt まで視認ができる。しかし、提案手法では 20pt まで視認ができる。以上により、提案手法のほうが画像として優れていることがわかる。また図 12 の既存手法の画像はゆがみがあることがわかる。しかし、図 13 の提案手法の画像では、ゆがみなく画像が作成されている。ここからも提案手法が既存手法より優れた画像作成が出来ていると言える。

4. まとめ

本研究では、リアルタイム 2 面投影システムにおいて既存手法と比較し、伝送画素を効率的に利用可能な手法を提案した。さらに提案手法では、既存手法ではできなかった THETA Z1 の最大解像度を利用して 2 面の投影面を作成することが可能である。提案手法と既存手法を比較した結果、提案手法の伝送後の利用画素数は既存手法の約 2 倍の画素を利用可能なことが確認できた。また自作のチャートを用いて解像度の比較を行ったところ、提案手法のほうがより優れた 2 面の投影面を作成できたことが確認できた。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 24K15843, 24K02971, 23K18473, 21H03458, 20K20626, 群馬大学重点支援プロジェクトの助成を受けた。

参考文献

- [1] 中村知夫：医療的ケア児に対する小児在宅医療の現状と将来像, Organ Biology, VOL.27, NO.1, pp21-30, 2020.
- [2] 厚生労働省政策統括官付政策評価官室 アフターサービス推進：医療的ケアが必要な子どもと家族が、安心して心地よく暮らすために - 医療的ケア児と家族を支えるサービスの取組紹介 -, https://www.mhlw.go.jp/iken/after-service-20181219/dl/after-service-20181219_houkoku.pdf, p4, (最終閲覧日: 7 月 1 日).
- [3] 中村光子子：医師・看護師・ホスピタルプレイスペシャリストによる協働～処置を受ける子供へのプレパレーション, ディストラクションの取り組み～, 京都市立病院紀要編集委員会, 京都市立病院紀要 (0286-1356)41 巻, P82-85, 2021.
- [4] 荻原弘幸, 船戸優希, 奥寛雅：1 面投影と 2 面投影のストレス緩和効果における唾液 α アミラーゼ活性の比較検証, 第 27 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 1E3-3.
- [5] 荻原弘幸, 岡田恵里佳, 奥寛雅：医療的ケア児のストレス軽減効果と社会的交流を促すリアルタイム 2 面投影の展開, 第 29 回バーチャルリアリティ学会大会論文集, (発表予定)
- [6] RICOH:THETA Z1, <https://www.ricoh360.com/ja/theta/>, (最終閲覧日: 6 月 26 日).
- [7] Richard Szeliski : Computer Vision -Algorithms and Applications, Springer UK, 2010, (リチャード・シェリスキ, 玉木徹 他, コンピュータビジョン-アルゴリズムと応用-, 共立出版, 2013,)