

複数ユーザを想定した低トラフィック 3次元マルチビュービデオ伝送に関する一検討

加地 純平† 藤橋 卓也‡
†愛媛大学工学部情報工学科

遠藤 慶一‡ 小林 真也‡
‡愛媛大学大学院理工学研究科

1 はじめに

近年、映像配信サービスの1つとして、3次元マルチビュービデオ（多視点映像）が注目されている。3次元マルチビュービデオはある対象を囲むように配置した複数のカメラで撮影することで、ユーザがカメラ映像を3次元空間上で自由に切り替えられる映像コンテンツである。図1に、3次元マルチビュービデオの一例を示す。3次元マルチビュービデオの利活用は6 Degrees of Freedom Virtual Reality (6-DoF VR) に代表される、自由な視点からの映像視聴を可能にする。通常、3次元マルチビュービデオでは、ユーザがカメラ映像を自由に切り替えられるようにするため、全てのカメラ映像を送信する。このとき、多大な伝送トラフィックが発生してしまうため、再生停止や映像品質の劣化を招く恐れがある。

そこで、ユーザの要求に応じてカメラ映像を限定的に送信する手法が提案されている [1]。しかしながら、複数のユーザが同時に同コンテンツを視聴するとき、同時視聴ユーザ間でカメラ要求の重なりが生じた場合、伝送トラフィックの増大が生じるため、同時視聴ユーザ数の増加とともに再生停止や映像品質の劣化を招く恐れがある。

本研究では、複数ユーザによる同時視聴を想定した3次元マルチビュービデオにおける、伝送トラフィックの増加を抑制する伝送手法を提案する。

2 既存研究と課題

2.1 ユーザ要求を考慮した3次元マルチビュービデオ配信

3次元マルチビュービデオにおいて多大な伝送トラフィックの発生を防ぐため、ユーザに送信するカメラ群を限定する手法が提案されている [1]。本手法では、あるユーザがあるカメラ映像を要求した場合、要求カメラを

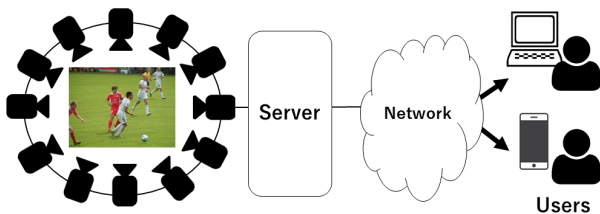


図1: 3次元マルチビュービデオの構成

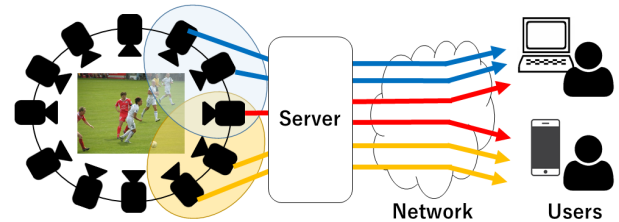


図2: Navigation ball を用いたユニキャスト (既存手法)

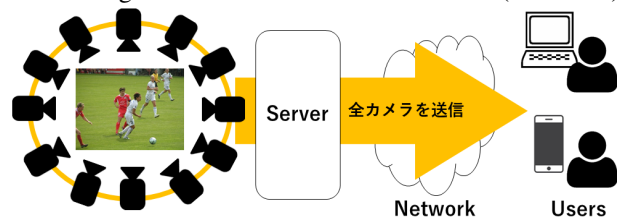


図3: ブロードキャストを用いた配信 (既存手法)

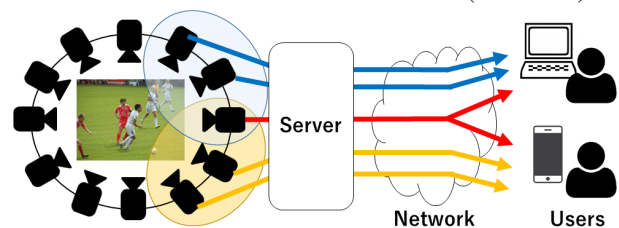


図4: 提案手法

中心とする球体を作り、その球内にあるカメラ群のみをユーザに送信する方法である。この際、作成される球体は Navigation ball と呼ばれ、式 (1) のように定義する。 r がユーザの要求カメラ、 $N_B(r)$ が Navigation ball 内にあるカメラ群、 R が Navigation ball の半径 [cm]、 $t(r)$ が許容できる遅延時間 [s]、 Δ が Navigation ball 領域内のユーザの最大カメラ切り替え速度 [cm/s] を表す。

$$N_B(r) = R \leq t(r)\Delta \quad (1)$$

2.2 既存研究の課題

複数ユーザでの Navigation ball を使用した3次元マルチビュービデオシステムは、伝送トラフィックの増大が生じる。図2に、複数ユーザに対する Navigation ball を用いた配信手法および図3にブロードキャストを用いた配信手法を示す。Navigation ball を使用した3次元マルチビュービデオを複数ユーザが同時視聴する場合、ユーザの人数分 Navigation ball を作成する。各 Navigation ball で取得するカメラ群はユニキャストであるため、同時視聴ユーザ間で Navigation ball に重なりが生じた場合、伝送トラフィックの増大が生じる。

また、全てのカメラ映像をブロードキャストで送信した場合、1度の送信でユーザ全員に全てのカメラ映

A Discussion on Low-Traffic 3D Multi-view Video Transmission for Multiple Users

†J.Kaji

Department of Computer Science, Faculty of Engineering, Ehime University

‡T. Fuzihashi, K. Endo, S. Kobayashi

Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

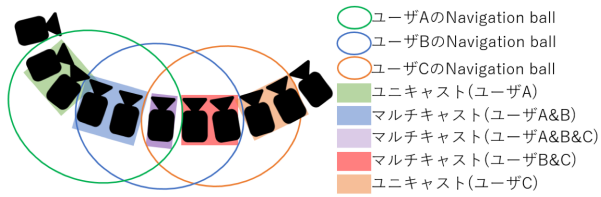


図 5: ユーザが 3 人の際のセグメント化

像を送信できる。サーバトラフィックはユーザの人数に関係なく同一になるが、ユーザトラフィックは全てのカメラ映像データをするため多大になる。

3 提案方式

複数ユーザを想定した 3 次元マルチビュービデオにおいて、伝送トラフィックの増加を抑制するために、ユニキャストとマルチキャストを組み合わせたマルチビュービデオ伝送手法を提案する。

図 4 に、提案手法の概要を示す。提案手法では複数ユーザ間で要求の重なりが生じたカメラをマルチキャストを用いて送信する一方、単一ユーザからの要求があるカメラはユニキャストを用いて送信する。

3.1 ユーザ間の要求の重なり の定義

ユーザ間における要求の重なりは、各ユーザの Navigation ball から取得する。具体的には、ユーザ u の Navigation ball $N_B^u(r)$ を元にしてカメラ i を要求するユーザ集合 C_i を、式 (2) のとおり算出する。

$$C_i = \{u | i \in N_B^u(r), \forall u \in U, \forall i \in C\} \quad (2)$$

ここで、 U がユーザ集合、 C がカメラ集合を表す。このとき $|C_i| > 1$ なら、カメラ i をマルチキャストを用いて送信する。 $|C_i| = 1$ なら、カメラ i をユニキャストを用いて送信する。 $|C_i| = 0$ なら、カメラ i は送信しない。

3.2 エンコード構造

全ユーザにまたがった Navigation ball 内のカメラ群を、ユニキャストする固まり、マルチキャストする固まりに分ける。それぞれの固まりをセグメントと定義する。図 5 にユーザ数が 3 人のセグメントを示す。各セグメントでは、I フレームと P フレームを使用してカメラ映像をエンコードする。I フレームとは、P フレームを作成するために必要な情報を持つフレームで、P フレームは他のフレームとの差分情報から構成されるフレームである。本研究では、セグメント内の任意のカメラ 1 台を I フレーム、その他のカメラを P フレームとしてエンコードする。

4 評価

シミュレーション環境として、ある 3 次元空間に配置された 1800 台のカメラ群の座標データや、各カメラの画像データを持つ New Tsukuba Dataset[2][3]を使用した。

Navigation ball は、 $r(r)$ を 1、 Δ を 5 として作成した。ユーザ数が 1 人から 500 人、既存手法をユニキャスト

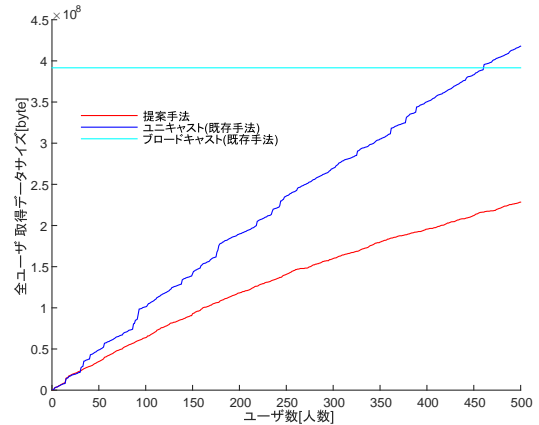


図 6: 同時視聴ユーザ数に対する既存手法と提案手法のデータサイズ

とブロードキャストとした場合の取得カメラ群のデータサイズを図 6 に示す。なお、各ユーザが要求するカメラ番号は 1 から 1800 までの一様分布で決定し、映像符号化における量子化を制御するための係数である Quantization parameter(QP) は 20 とする。

図 6 より、既存手法より提案手法がデータサイズが小さくなることから、有効であることが分かる。このことから、提案手法では複数ユーザへの同時配信を想定した 3 次元マルチビュービデオにおいて、伝送トラフィックの増加を抑制できる。

5 おわりに

本研究では、複数ユーザでの 3 次元マルチビュービデオにおける、伝送トラフィックの増加を抑制するため、ユニキャストとマルチキャストを組み合わせたセグメント化を提案した。既存手法よりデータサイズが小さくなることから、有効であることを示した。

今後の課題として映像品質および遅延制約に対する提案手法ならびに既存手法の有効性について議論する。

参考文献

- [1] Rui Ma, Thomas Maugey, Pascal Frossard, "Optimized Data Representation for Interactive Multiview Navigation," IEEE Transactions on Multimedia, Vol.20, No.7, pp.1595-1609, 2018.
- [2] M. Peris, S. Martull, A. Maki, Y. Ohkawa, and K. Fukui, "Towards a simulation driven stereo vision system," in Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition (ICPR), pp.1038-1042, 2012.
- [3] S. Martull, M. Peris, and K. Fukui, "Realistic cg stereo image dataset with ground truth disparity maps," in International Conference on Pattern Recognition (ICPR) workshop TrakMark2012, vol. 111, no. 430, pp. 117-118, 2012.