

360 度インターネット生放送におけるスタンプを用いた コミュニケーション支援システムの開発

齊藤義仰¹ 葛巻葵伊¹ 八幡恭大¹ 西岡大¹

概要: 360 度インターネット生放送には、視聴者の視聴方向を、放送者が把握することができないという問題がある。ある視聴者が放送者の視野外の対象について言及すると、放送者は何についてのコメントか理解できない可能性がある。コメントが理解できない場合、円滑なコミュニケーションが困難になると考えられる。本稿では、モバイル環境下で 360 度インターネット生放送を用いた実験を行い、円滑なコミュニケーションを困難にする原因を明らかにする。その解決手法として、360 度インターネット生放送におけるスタンプを用いたコミュニケーション支援システムを提案する。また、プロトタイプシステムを実装し、提案システムがコミュニケーションの円滑化に有効であることを明らかにする。

Development of a Communication Support System with Stamp Functions in 360-degree Internet Live Broadcasting

YOSHIA SAITO¹ AOI KUZUMAKI¹ YASUHIRO YAHATA¹
DAI NISHIOKA¹

1. はじめに

近年、新たな動画コンテンツとして、360 度動画が注目されている。360 度動画は、全方位カメラを用いてカメラを中心とした 360 度全体を撮影した動画である。視聴者は、動画視聴時に視聴する方向を任意に変更することが出来る。また、大手動画配信サイトの YouTube が 360 度動画のライブ配信（以下、360 度インターネット生放送と表記）に対応したことから、インターネット生放送分野での利用が増加してきた。

一方で、360 度インターネット生放送には、視聴者の視聴方向を、放送者が把握することができないという問題がある。例えば、ある視聴者が放送者の視野外の対象について言及すると、放送者は何についてのコメントか理解できない可能性がある。コメントが理解できない場合、円滑なコミュニケーションが困難になると考えられる。特にモバイル環境下では、さらに大きな問題になると考えられる。

本稿では、モバイル環境下で 360 度インターネット生放送を用いた実験を行い、円滑なコミュニケーションを困難にする原因を明らかにする。その解決手法として、360 度インターネット生放送におけるスタンプを用いたコミュニケーション支援システムを提案する。さらに、プロトタイプシステムを実装し、360 度インターネット生放送において円滑なコミュニケーションを行う上で有効であることを明らかにする。

本稿の構成を以下に示す。2 章では、実験を行いモバイル環境下における 360 度インターネット生放送の問題点を明らかにする。3 章では、提案システムについて述べる。4 章では、プロトタイプシステムの実装について述べ、5 章では、提案手法の有効性に関する評価及び結果を述べる。最後に、6 章で本稿をまとめる。

2. 実験

実験では、放送者が 360 度の動画と音声を送信し、視聴者がテキストチャットでコミュニケーションを行う先行研究[1-3]のシステム（以下、既存システムと表記）を利用した。放送の内容は、複数の目標をより早く巡るアクティビティであるラリーとした。目標に関する情報は、視聴者へのみ図 1 のような地図形式と写真で提示し、放送者は視聴者の指示に従うことで目標を探す。

実験を行った場所は、岩手県立大学の敷地内で行った。実験協力者は、放送者 1 名、視聴者 3 名の計 4 名で行った。放送者は、台に固定した全方位カメラを差し込んでいるリュックサックを背負い、手にはノート PC を持ちながら放送を行った。放送者の様子を図 2 に示す。

今回の実験は、屋外で行う放送であるため、放送者はモバイルルータを用いてサーバとの通信を行った。視聴者は屋内の研究室で 360 度インターネット生放送の視聴をした。視聴者は、放送者とテキストチャットによるコメントでコ

¹ 岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University



目標X

目標Y

図1 実験における目標情報の提示



図2 放送者の様子

コミュニケーションを行い目標へ誘導する。その際、視聴者同士で会話を行わないように促した。また、視聴者にはカメラに移っていない物や場所の固有名詞をコメントすることを禁止とした。例として「体育館に向かって」などのコメントがあげられる。放送者はその場所に詳しくないことを前提としているからである。さらに、放送者に目標を直接伝えさせるコメントも禁止とした。例として、「犬のイラストが書いてある看板が目標だから探してみて」などといったコメントがあげられる。

実験全体の流れを図3に示す。放送者は、エリア内であ

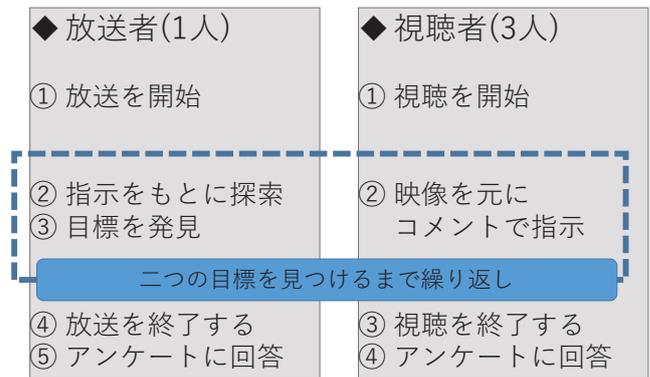


図3 実験の流れ

る岩手県立大学の敷地中をスタート地点とし、視聴者は岩手県立大学の研究室で、それぞれ放送、視聴を開始する。その後、放送者は視聴者からの指示コメントに対し、口頭でコミュニケーションを行いながら、目標を探索する放送を行う。放送者が目標を発見すると、その地点から次の目標に対しての探索を行う。目標を2つ見つけると放送は終了となり、放送者と視聴者にはアンケートに回答をしてもらう。

実験中は、システム不具合の対処や放送者の様子を確認しデータを得るため、常に実験担当者が放送者について回ることにした。その結果、放送者が何度か視聴者とうまくコミュニケーションを取れていない場面が見受けられた。例として、視聴者のコメントに対し「どういうこと？」と発言していた場面が存在していた。放送終了後にアンケートとは別に放送中に困惑したことはあったかという確認をしたところ、視聴者がコメントで示唆しているものがとてもわかりにくかった、どこに行けばいいかわかりにくく感じた、複数の視聴者の意見が交錯したときに困惑した等の回答を得た。

本実験により、放送者と視聴者間の円滑なコミュニケーションを困難にする2つの原因が明らかになった。(1)放送者の見ている方向と各視聴者の見ている方向が異なることで、誘導に関する指示を放送者が正しく理解できない。(2)コメントの入力時間がかかるため、視聴者が指示を出す前に放送者が移動してしまうことがあり、コミュニケーションのタイミングにズレが発生する。さらにこれら2つの原因により、コメントを行う視聴者が少なくなり、コミュニケーションに参加する視聴者に偏りが生じることも明らかになった。

(1)の問題については、東西南北といった絶対的方向を用いる場合は問題ないが、放送者・視聴者が放送中常に絶対的方向を把握することは難しい。視聴者が、左右前後といった相対的方向を用いて誘導を行う場合は、放送者が向いている正面方向を把握してから、自分の見ている方向の相対的な向きを把握しなければならないため、これも困難である。よって、方向情報の入力が必要せずに、放送者とコ

コミュニケーションする手段が必要になる。

(2)の問題については、モバイル環境下では放送者は移動するため、コメントの入力に時間がかかると、コメントが届いた時点で全く別の場所に到着してしまっている可能性があり、コミュニケーションが成り立たなくなる。また、人によってコメントの入力速度が異なるため、他の視聴者と誘導するためのコメントが衝突してしまったり、コメントの入力が間に合わないと考えてコミュニケーションをあきらめてしまったりする原因となり得る。

一方で、これまで我々は、非360度インターネット生放送におけるスタンプを用いたコミュニケーション支援システムを提案[4]してきた。当該システムは、「ここを見て」や「ここへ行って」という指示を、視聴者はスタンプとして動画上に表示して放送者や他の視聴者へ伝えることができる。スタンプを用いることで、対象物や方向の情報の入力を必要せずに、気軽かつ容易にコミュニケーションすることが可能になるという特徴がある。本特徴が、今回の実験で見つかった問題の解決に利用できると考えられる。

3. 提案システム

実験により明らかになった2つの問題を解決するために、360度インターネット生放送におけるスタンプを用いたコミュニケーション支援システムを提案する。提案システムでは、視聴者が何か放送者に指示をしたい場合、スタンプとして360度動画上に表示することができる。放送者は、スタンプの指示とコメントに従いながらコミュニケーションを円滑にとることができる。

提案システムのモデルを図4に示す。放送者は、提案システムを介して360度インターネット生放送を行う。視聴者はリアルタイムに放送されている360度動画を視聴しながら、放送者とテキストチャットによるコメントまたはスタンプによってコミュニケーションを行うことができる。視聴者は360度動画上をクリックすることでスタンプを送信することができるものとする。放送者は提案システムを介して、視聴者からのコメントとスタンプを受け取ることができる。スタンプは視聴者がクリックした場所が実空間のどの場所にあたるのかを放送者がすぐに把握できるように提示されるものとする。簡易の例としては、360度動画を放送者の正面を中央として平面になるようにしたエクイレクタングル方式の動画に加工し、その上にスタンプを表示して放送者に提示する方法が考えられる。

本提案システムによって期待される効果としては、以下の2点が考えられる。(1)放送者は、スタンプによって視聴者の伝えたい内容と方向が理解しやすくなり、視聴者と円滑にコミュニケーションを行えるようになる。(2)視聴者は、スタンプによって方向の把握およびテキストの入力が必要なくなるため、放送者と円滑にコミュニケーションを行え



図4 提案システムのモデル

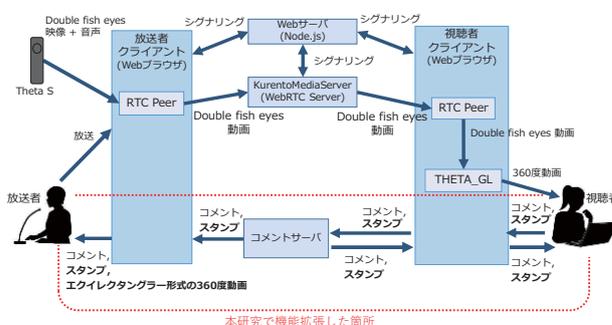


図5 システムアーキテクチャ

るようになる。よって、ラリーや観光といったモバイル環境下での360度インターネット生放送において、提案システムは有効に働くと考えられる。

4. 実装

実験で用いた既存システムに機能を追加する形で、プロトタイプシステムを実装した。図5にプロトタイプシステムのシステムアーキテクチャを示す。

既存システムは、放送者クライアントと視聴者用クライアント、映像を仲介するWebRTCサーバ、WebRTCの動画配信に対応したKurento Media Server[5]で構成されている。既存システムはWebブラウザからアクセスすることで利用が可能である。視聴中に行うコメントはユーザ名とコメント送信時の日時を加えた文字列としてnode.js[6]とSocket.io[7]によってコメントサーバへと送信され、放送に参加する全てのクライアントに送信される。全方位カメラとしてRICOH社が販売しているTheta S[8]を採用した。THETA Sは2つの魚眼レンズを使用して撮影する手法を採用している。撮影されたdouble fish eyes映像はインフォコム社が公開しているライブラリであるTHETA_GL[9]により歪みを修正して2つの半球に描画している。2つの半球を合成することで、360度動画として表示することができる。

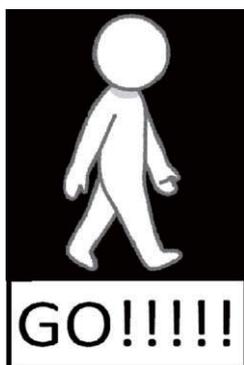
今回は、既存システムのコメントサーバと放送者クライアントおよび視聴者クライアントのユーザインタフェースを機能拡張することで、スタンプ機能を実装した。視聴者は図6に示す視聴者クライアントのユーザインタフェースからスタンプの種類を選択し、360度動画上をクリックすることでスタンプを送ることができる。スタンプの種類と



図6 視聴者クライアントのユーザインタフェース



Lookスタンプ



Goスタンプ

図7 実装したスタンプ

しては、実験時に行われていた放送者と視聴者間のコミュニケーションを参考に、見てほしいところを伝える Look スタンプと、移動してほしいところを伝える Go スタンプを図7のように用意した。スタンプ情報は、スタンプの位置を示す座標とスタンプの種類で表現され、テキストデータとしてコメントサーバに送信される。コメントサーバはスタンプの情報を受け取ると、放送者と視聴者を含む全クライアントへスタンプの情報を送信する。視聴者クライアントは、スタンプの情報を受信すると、360度動画上にスタンプを効果音と共に一定時間（今回の実装では5秒）表示する。

放送者は、放送者クライアントを用いて視聴者から送られてくるスタンプを確認することができる。図8に放送者クライアントのユーザインタフェースを示す。放送者クライアントは視聴者クライアントと違い、360度動画がエクイレクタングラー形式の動画として、一度に見渡せるようになっている。スタンプはコメントサーバから受け取った座標情報をもとに、エクイレクタングラー形式の動画上の座標へと変換されて表示される。

エクイレクタングラー形式の360度動画



図8 放送者クライアントのユーザインタフェース

5. 評価

提案システムの有用性を実証するために評価を行った。放送の内容は、実験の時と同じくラリーとし、放送者を複数の視聴者が誘導する内容とした。

5.1 評価方法

既存システムを用いた放送と提案システムを用いた放送の2回を1セットとして行った。評価は、実験のときと同じく放送者は1人、視聴者は3人で行った。場所は、岩手県立大学敷地内とした。評価は2セット行った。正確なデータを得るために1セット目の評価と2セット目の評価では既存システムを用いた放送と提案システムを用いた放送の順番を入れ替えて実施した。評価の協力者は、岩手県立大学の学生8人で、そのうち2人が放送者役、6人が視聴者役である。評価の協力者には既存システムを用いた放送と提案システムを用いた放送のどちらがより放送・視聴者とのコミュニケーションがとりやすかったかという内容のアンケートに回答してもらう。既存システムを用いた放送と提案システムを用いた放送を比較してもらうことで、提案システムの有用性を検証した。

実験の手順は以下の通りである。まず、既存システムを用いた放送として、放送者はスタート地点で、視聴者は岩手県立大学の研究室で、放送、視聴を開始する。その後、放送者は視聴者からの指示コメントを見ながら、口頭でコミュニケーションを行いながら、目標を探索する放送を行う。放送者が目標を発見すると、その地点から次の目標に対しての探索を行う。目標を2つ見つけると、既存システムを用いた放送は終了となる。次に提案システムを用いた放送として、放送者は1度目の放送で使用した場所と同様の場所をスタート地点として、視聴者は1度目の放送と同様に岩手県立大学の研究室で、放送、視聴を開始する。その後、放送者は視聴者からの指示コメントおよびスタンプを見ながら、口頭でコミュニケーションを行い、目標を探索する放送を行う。放送者が目標を発見すると、その地点から次の目標に対しての探索を行う。目標を2つ見つけると提案システムを用いた放送は終了となる。全ての放送が

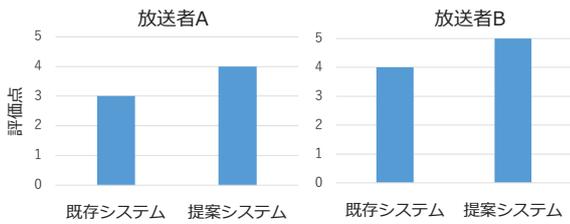


図9 放送者視点での誘導のわかりやすさ

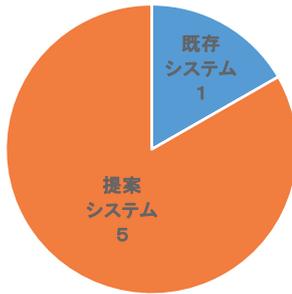


図10 視聴者視点でのコミュニケーションの取りやすさ

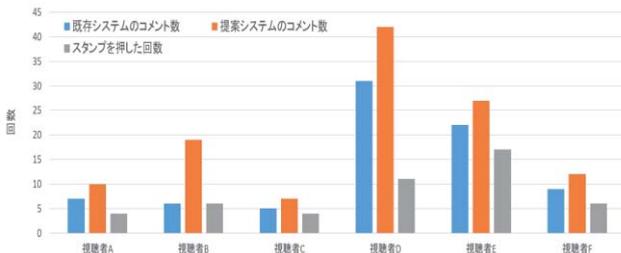


図11 各視聴者のコメント数とスタンプを押した回数

終了した後、放送者と視聴者にはそれぞれの放送に関してのアンケートに回答をしてもらう。

5.2 評価結果

放送者に対するアンケートの結果を図9に示す。放送者に対しては、「誘導はわかりやすかったか」という問いについて、「5：わかりやすい」～「1：わかりにくい」の5段階評価で回答してもらった。その結果、放送者Aは既存システムに対しての評価点は3点、提案システムに対しての評価点は4点であった。放送者Bの場合、既存システムに対しての評価点は4点、提案システムに対しての評価点は5点であった。各放送者とも、提案システムのほうが視聴者からの誘導がわかりやすいと答えている。また、放送者に対して視聴者からのコメントで混乱する場面はあったかどうか自由記述式で回答してもらった。その結果、既存システムに対しての回答では、「方向転換をした後に右や左などの方向指示を受けた時に混乱した」や「目標周辺で何が

目標が分からず混乱した」などのような回答例があったことに対し、提案システムに対しての回答では「特になし」だった。以上の結果から、スタンプによって視聴者の伝えたい内容と方向が理解しやすくなると考えられる。

視聴者に対するアンケートの結果を図10に示す。視聴者に対しては、「既存システムと提案システムのどちらがコミュニケーションを行いやすかったか」という問いについて、どちらか一方を選んで回答してもらった。その結果、視聴者6人中5人が提案システムと回答した。また、コメントで指示をする際にスタンプ機能も併用することにより、指示がしやすくなったという意見も得られた。これらの結果から、視聴者はスタンプによってコミュニケーションが行いやすくなったと考えられる。

各視聴者のコメント数とスタンプを押した回数について、図11に示す。各放送形態における、視聴者のコメント数と全てのコメント数、各視聴者がスタンプを押した回数を調査した。その結果、1セット目の評価ではスタンプが合計14回押され、各視聴者のコメント数が増加し、全体のコメント数も18回から36回へと増加した。2セット目の評価においても、スタンプが合計34回押され、各視聴者のコメント数が増加し、全体のコメント数も62回から81回へと増加した。1セット目と2セット目の両方とも、各視聴者がスタンプを用いることによりコメント数が増加するという傾向が見られた。スタンプが放送者とのコミュニケーションをしやすくさせるだけではなく、コメント数を増加させ、放送者とのコミュニケーションを活性化させるという副次的な効果があることも明らかになった。

5.3 考察

評価後に行った協力者のアンケートの回答の回答に、スタンプ種類の増加要望が見受けられた。スタンプで伝えることができる内容が少なく、コメントでなければ指示できないような内容もあったからである。プロトタイプシステムでは、実験的に2種類のスタンプのみを用意したが、種類を増やす必要があると考えられる。

今回の評価では、スタンプが表示されたら、放送者は一度立ち止まってから画面を確認するよう指示をした。しかし、このような指示なしでスタンプを用いると、視聴者が指し示した場所からスタンプがずれてしまい、視聴者や放送者にとって、コミュニケーションがしづらくなる恐れがある。そのため、放送者が動いたとしても同じ方向や場所に表示されるように、補正をかける仕組みが必要となる。

また、全方位カメラを背負いながら放送をしたため、実験中に注目を集めてしまい、放送者は抵抗感があったようである。一方で、手に全方位カメラを持ちながら放送を行うと、放送者の体によって後方が見えなくなってしまうという問題がある。さらに、ノートPCでコメントやスタンプを確認しながら移動していたため、危険性が高い。放送の仕方についても、検討する必要があると考えられる。

6. おわりに

モバイル環境下での 360 度インターネット生放送では、(1)放送者の見ている方向と各視聴者の見ている方向が異なることで、誘導に関する指示を放送者が正しく理解できなく、(2)コメントの入力時間がかかるため、視聴者が指示を出す前に放送者が移動してしまうことがあり、コミュニケーションのタイミングにズレが発生して、円滑なコミュニケーションが行えないという 2 つの問題があることを明らかにした。この問題に対し、360 度インターネット生放送におけるスタンプを用いたコミュニケーション支援システムを提案した。プロトタイプシステムを用いた評価により、スタンプを用いることで放送者と視聴者の両方で、コミュニケーションが取りやすくなることがわかった。また、スタンプが放送者とのコミュニケーションをしやすくさせるだけではなく、同時にコメント数も増加させ、コミュニケーションを活性化させる傾向があることもわかった。今後は、プロトタイプシステムを改良し、モバイル環境下で気軽かつ容易に全方位の放送を行うことができる、次世代の 360 度インターネット生放送システムを開発していく予定である。

参考文献

- [1] 高田真也, 西岡大, 齊藤義仰: 全方位カメラを用いたインターネット生放送における視線ヒートマップの開発, DICOMO2017 論文集, pp.1081-1088 (2017).
- [2] 高田真也, 西岡大, 齊藤義仰: 全方位カメラを用いたインターネット生放送における視線ヒートマップの評価, 研究報告グループウェアとネットワークサービス, Vol.2018-GN-104, No.17, pp.1-7 (2018).
- [3] Masaya Takada, Dai Nishioka and Yoshia Saito: Proposal of a Spherical Heat Map in 360-Degree Internet Live Broadcasting Using Viewers' POV, The 2nd International Workshop on Mobile Ubiquitous Systems, Infrastructures, Communications and Applications (MUSICAL2019), pp.596-600(2019).
- [4] 齊藤義仰, 村山優子: A Proposal of an Interactive Broadcasting System for Audience-driven Live TV on the Internet, IPSJ, Vol.51, No.2, pp.517-528(2010).
- [5] Kurento, <<http://www.kurento.org/>>(参照 2019-05-08).
- [6] Node.js, <<https://nodejs.org/>>(参照 2019-05-08).
- [7] Socket.io, <<https://socket.io/>>(参照 2019-05-08).
- [8] Theta S, <<https://theta360.com/en/about/theta/s.html>>(参照 2019-05-08).
- [9] Theta_GL, <https://github.com/mganeko/THETA_GL>(参照 2019-05-08).