

スマートフォンを用いた視聴者用 静止画インターネット放送システムの開発と評価

廣田夏輝^{†1} 中野裕貴^{†1} 齊藤義仰^{†1} 村山優子^{†1}

近年、スマートフォンの普及率の増加に伴い、スマートフォンを用いて視聴を行うことが可能なインターネット生放送サイトが増加してきている。しかし、現状ではそれらのインターネット生放送サイトをスマートフォン上で視聴するユーザは少ない。その理由として、帯域の不足による映像の乱れや、パケット使用料の従量課金制が海外で始まっていることが挙げられる。そこで、放送を視聴する際に使用する通信トラフィックを抑制しつつ、視聴者が満足する品質の放送を提供する必要性が考えられる。本研究では、スマートフォンを用いて、視聴者リクエストにより動的に画質を調整する視聴者用静止画インターネット放送システムを提案する。動画ではなく、静止画像で放送を視聴することで通信トラフィックの抑制をはかり、視聴者リクエストによる品質制御を行うことで、視聴者自身が満足する品質の放送を視聴することが可能となる。本稿では、提案システムの設計と実装及び、最初に視聴者が見ることができる最低限の画質についての調査概要と結果について述べる。

Development and Evaluation of a Still Picture Internet Broadcasting System for Audience Using Smartphones

NATSUKI HIROTA^{†1} YUKI NAKANO^{†1} YOSHIA SAITO^{†1} YUKO MURAYAMA^{†1}

1. はじめに

近年、USTREAM¹⁾やニコニコ生放送²⁾など Web カメラと PC を用いて、インターネットに接続できる環境であれば、誰でも容易に生放送が可能となってきた。現在、スマートフォンの普及率の増加に伴い、インターネット生放送サイトがスマートフォンに対応し、Qik³⁾、Bambuser⁴⁾などスマートフォンを利用して放送が行えるインターネット生放送サイトが増加してきている。しかし、生放送サイトが増加する一方で、それらの生放送サイトをスマートフォンを用いて視聴するユーザはまだ少ないことが挙げられる。

現状の課題として、まず、3G 回線を用いてインターネット放送を視聴する際に、必要な通信トラフィックが不足し、視聴者が満足して放送を視聴することができないことが挙げられる。通信環境が劣悪な場合、映像がノイズにより乱れてしまう、音声や映像の取得に遅延が生じ、逐一配信が止まるなど低品質な配信になるためである。また、インターネット生放送サイトのような情報量の多いサービスでは、通信速度が速く、表示画面の大きいパソコンからの利用が好まれ、スマートフォンなどのモバイルデバイスからの利用が少ない。

次に、パケット使用料の従量課金制が海外で開始されていることも原因の一つとして挙げられる。従量課金制とは、通信の際に使用されるパケットを使用した分だけ、パケット通信料金が加算されていく制度のことであり、海外では

パケット定額制から従量課金制に移行する携帯電話キャリアが増えている。日本でもパケットを規定量使用した場合、一定期間通信速度に制限をかける携帯電話キャリアが増加してきている。そこで、インターネット放送を満足して視聴するために、視聴者のパケット使用量を抑えることが重要となる。

我々は、3G 回線において視聴者リクエストにより動的に画質を調整する静止画インターネット放送システムを提案する。本研究では、静止画インターネット放送システムの視聴者側に焦点をあて、スマートフォンを用いて視聴者クライアントの開発を行う。本システムは、帯域を大幅に消費する動画ではなく、放送者が任意のタイミングで更新を行う静止画放送を行うことで通信トラフィックを抑える。さらに、通信トラフィックを抑制し、視聴者自身が満足する画質を提供するために、視聴者リクエストにより動的に静止画像の画質を調整する仕組みを実現した。これは、画像を最初に送信する際には視聴者が見るに耐えうる最低限の画質を送信し、視聴者のリクエストにより画像の高画質化を行う。これにより、視聴者が必要な分の画質を自分で調整することで、視聴者が必要な画像のみを高画質化を図り、放送の質を上げつつ、通信トラフィックの抑制を行う。

2. 関連研究

近年では、高速なインターネット回線を利用して、動画配信サイトを利用することが当たり前となっている。しかし、ADSL や光回線が普及する前までは狭帯域環境において、いかに帯域を抑えたシステムとするかが課題となっていた。岡田ら⁵⁾の研究では、静止画像を使用することで、

^{†1} 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究所
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

狭帯域環境化でもネットワーク負荷が少ない会議システムを実現している。具体的には、動画像の代わりに、複数画像を動的に変更することで、疑似的に視線方向や誰が操作しているのかを明示化し、狭帯域環境でもネットワークに低負荷なシステムを作り上げている。本研究においても、静止画像を使用することで、狭帯域環境下でも使用できるインターネット生放送を実現する。また、視聴者のリクエストに応じて動的に画質を調節することで視聴者が満足する画質の画像を提供する。

これまでの映像配信の品質調整方法として、McCanne⁶⁾等の研究では、ネットワークの帯域に合わせてビデオ映像の品質を調整している。パケット損失などから受信者の状況にあった帯域を決定する方法である。これらの研究では、受信側のネットワーク帯域を測定し、帯域を最大限利用するように品質を調整している。しかし、我々は視聴者が満足すれば、帯域を最大限利用する必要はないと考える。本研究では、視聴者のリクエストに応じて動的に品質を調節することで視聴者が満足する画質の画像を提供する。また、動画ではなく、静止画像を使用することで、狭帯域環境下でも使用できるインターネット生放送を実現する。

3. 先行研究

先行研究である中野ら⁷⁾の研究では、放送者側の通信トラフィックを抑えた音声配信と静止画像配信の提案と実装を行っている。先行研究のシステムモデルを図1に示す。放送者用クライアントから音声と画像データが視聴者用クライアントに配信される。最初に配信される静止画像は視聴者が見るに耐えうる最低限の画質の画像が配信される。視聴者は表示されている画像に対して、より高画質な画像を見たい場合には放送者側へ高画質化リクエストを送信する。放送者クライアントは高画質化リクエストを受けたならば、現在の画像より画質のいい画像にするために画像の差分を画像サーバへ段階的に送信する。画像サーバは受信した画像の差分を初期段階の低画質な画像と合わせることで画像の高画質化を行う。視聴者からの高画質化リクエストによる段階的な静止画アップロードを行うことで、放送者の通信トラフィックを抑制する。

画像配信について、段階的なアップロードを実現するために、JPEG 2000 のプログレッション機能を用いている。放送者クライアント側は JPEG 2000 で圧縮を行い、画像データの一部を送信する。システムは送信された最低解像度の JPEG 2000 の画像データを JPEG にエンコードする。また、視聴者からの高画質化リクエストにより放送者側から画像の差分が再送されてきた場合、最初に送信された最低解像度の JPEG 2000 の画像データと再送されてきた JPEG 2000 の画像データを組み合わせる後に、JPEG にエンコードすることで画像の高画質化を図る。

先行研究では、放送時に最初に送る画像について視聴者が見るに耐えうる最低限の画質の調査を実施した。被験者に対して様々なシチュエーションで用いられると思われる

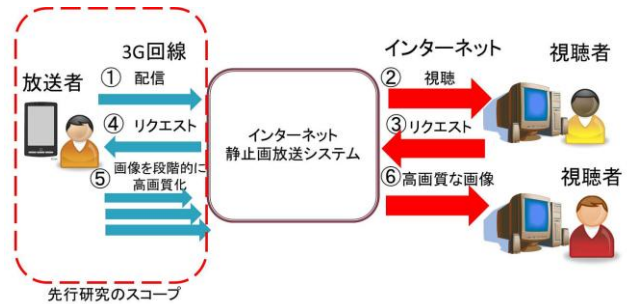


図 1: 先行研究のモデル図

画像を視聴してもらい、それらの画像を7段階の解像度について5段階評価を集計した。結果から、最低限の画質として定義する我慢限の閾値が 160x120 ピクセルと 320x240 ピクセルの解像度の間という結果が出た。この結果から放送時に1番最初に送信される画像は 160x120 ピクセルの解像度のものが送信され、以降は視聴者リクエストにより段階的に高画質化された画像を視聴者は見ることができる。

先行研究では、放送者クライアントに Android を、視聴者クライアントには PC を用いて開発を実施している。PCでの視聴のみを考慮しているため、3G環境下でインターネット放送を視聴する場合の考慮がなされていない。また、画像の品質制御の機能は放送者側にしかなく、視聴者が高画質化リクエストを送るたびに、高画質な画像がサーバ側で生成され、サーバから高画質化された画像が再送されるため、再送される前の画像が無駄になる。そこで我々は、通信トラフィックを抑え、3G回線を用いてどこでもインターネット放送が視聴可能な、スマートフォンを用いた視聴者用静止画インターネット放送システムを提案する。

4. 提案システム

本研究では、3G環境下において視聴者リクエストにより動的に画質を調整するスマートフォンを用いた視聴者用の静止画インターネット放送システムを提案する。また、通信トラフィックを大幅に消費する動画ではなく、静止画像を用いることで通信トラフィックを抑え、視聴者リクエストにより動的に静止画像の画質を調整することで視聴者自身が望む画質の画像を提供する。本システムにより、3G回線を利用して、旅行等の出先、屋外での突発的なイベントなどの無線LANが使用できない環境でどこでもインターネット生放送を視聴することができる。

システムの提案モデルを図2に示す。放送者は任意の放送を3G回線とスマートフォンを用いて視聴する。音声配信では、視聴者がリアルタイムな音声の視聴を実現する。画像配信では、放送者側で静止画像を圧縮し、視聴者に配信することで、視聴における通信トラフィックを抑制する。画像配信において、通信トラフィックを削減するために、配信の際、最初に視聴者が見るに耐えうる最低限の画質に圧縮した画像をシステムに送信する。視聴者は現在視聴している画像についてより高画質な画像が欲しい場合には、放送者側に視聴している画像に対する高画質化リクエストを送信する。システムは視聴者からのリクエストが一定数

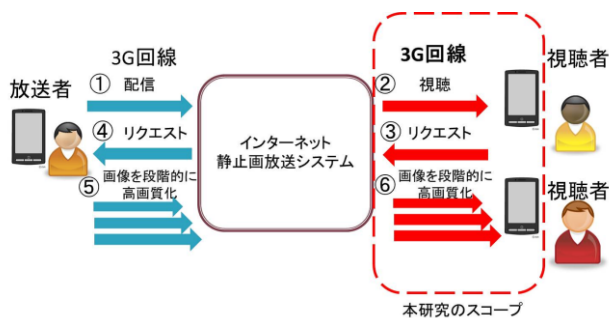


図 2: 提案モデル

に達したならば、初期に配信した画像よりも高画質な画像を再送するように放送者側へ要求を出す。放送者側では要求を受信したならばより高画質な画像を再送する。ここで、単純に初期段階よりも高画質な画像を再送するだけでは、高画質化リクエストにより画像が高画質化されるたびに何度も画像が再送されてしまい、再送される前の画像が無駄になってしまう。我々は、プログレッシブ JPEG に代表される機能であるプログレッション機能に着目した。初期のモザイク状の低画質な画像を書き換えて、徐々にダウンロードしていくことで画像を鮮明化するので、最初にダウンロードした画像が無駄になることがない。プログレッション機能を画像データのアップロード、ダウンロードに用いることで、最初に送受信された画像が無駄にすることがなく、画質を向上することができ、3G 回線を使用している放送者、及び視聴者の通信トラフィックを抑制することができる。視聴者リクエストによる段階的な画像の高画質化を実現することで通信トラフィックを抑制することが可能である。

本研究では、静止画インターネット放送システムの視聴者側の部分をスマートフォンを用いて開発を実施した。

5. システムの設計と実装

本節では、提案システムモデルに基づいたシステムの設計と実装について述べる。視聴者クライアントにはスマートフォンを用いるため Android で開発を行う。視聴者クライアントの開発には開発環境が無料で使用でき、アプリケーションの公開が比較的容易なため Android を使用した。また、音声配信のサーバには先行研究と同様に Red5⁸⁾ を使用し、画像サーバには Java を用いて変更を施した。

5.1 システム構成

システム構成を図 3 に示す。本研究では、視聴者側で音声と静止画像を視聴するための視聴者クライアントと、視聴者のリクエストによる動的な画像の品質制御機能を実装した。まず、音声と静止画像の配信の流れについて説明を行う。音声配信のサーバには無料で使用できるストリーミングサーバである Red5 を使用する。視聴者クライアントには、開発環境が無料で構築でき、アプリケーションの公開が比較的容易な Android で実装した。

音声を受信する際、視聴者クライアントは Android 上でサーバの IP アドレスと配信用のチャンネルの名前を指定

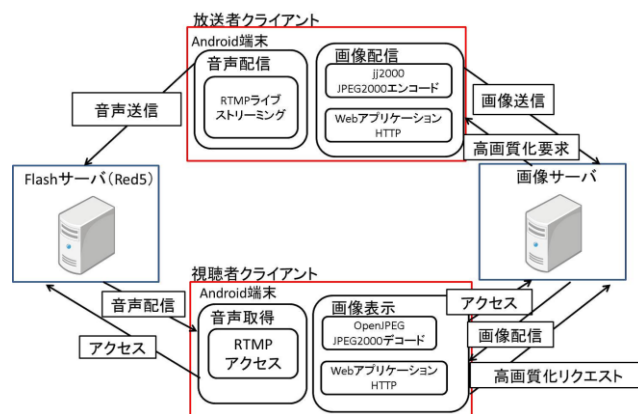


図 3: システム構成図

し、Red5 サーバに RTMP コネクションを張る。RTMP

(Real-Time Messaging Protocol) は Adobe⁹⁾社が独自に開発した通信プロトコルであり、Adobe Flash プレーヤーとサーバ間で、音声・動画・データをやりとりするストリーミングのプロトコルである。Red5 サーバに接続が完了したら、音声の取得を開始する。音声の取得と変換には FFmpeg を使用する。FFmpeg とは、動画と音声の変換をすることができるフリーソフトウェアである。放送者側では IP アドレスとチャンネルを指定し、RTMP コネクションを張って音声を送信する。視聴者側でも同様に放送が行われている IP アドレスとチャンネルを RTMP で指定することで音声の取得を行うことができる。視聴者側では音声を取得した後、FFmpeg を用いて音声データの変換を行う。その後、変換をした音声データを Android 端末に標準出力することで音声が出力される。

画像通信については、段階的なダウンロードを実現するために画像にプログレッション機能がある JPEG 2000 を使用する。プログレッション機能には圧縮率などによるプログレッション機能も存在するが、一番単純かつ高画質化がわかりやすい解像度によるプログレッションを用いた。JPEG 2000 とは、従来の JPEG よりも高圧縮、高品質な画像圧縮が可能な画像圧縮方式の 1 つである。JPEG 2000 は、解像度、圧縮率などによるプログレッション機能が利用できる、多機能なプログレッション機能が備わっているため、今回の実装で使用した。放送者クライアントで画像サーバにアップロードされる時点で、JPEG 2000 でエンコードされた画像データが送信されるので、圧縮された JPEG 2000 のデコードにはオープンソースの JPEG 2000 変換ソフトである OpenJPEG を使用した。

5.1.1 段階的な静止画像のダウンロード機能

プログレッション機能により送信された画像の一部から低解像度の画像を取得することが可能となる。プログレッション機能を用いることで視聴者側での段階的な静止画像のダウンロード機能を実装する。段階的な静止画像のダウンロード機能を図 4 に示す。放送者クライアント側は静止画を撮影した後、任意のタイミングで画像を送信する。その時に JPEG 2000 により圧縮を行う。解像度によるプログ

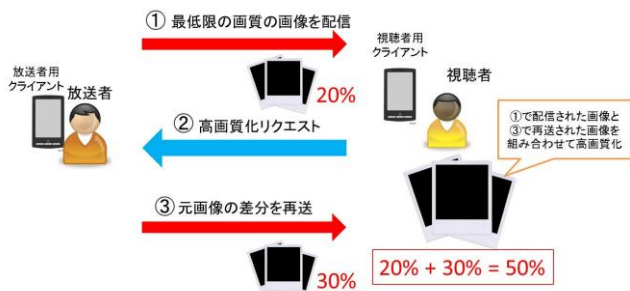


図 4: 段階的な静止画像のダウンロード機能

レシジョン機能により、送信される画像データの一部は最低解像度分となる。画像サーバでは、放送者側から送信されてきた JPEG 2000 に圧縮された最低画質分の画像データを、各視聴者クライアントに配信する。視聴者クライアント側では画像サーバから配信された画像データを受信したならば、Android 内で OpenJPEG を用いて JPEG にデコードする。また、現在視聴している画像に対してより高画質な画像を視聴したい場合には、画像サーバに高画質化リクエストを送信する。画像サーバは高画質化リクエストを一定数のユーザから受信したならば、放送者クライアントに画像の再送を要求する。放送者クライアントでは縦横それぞれ 2 倍の解像度に高画質化するように元の画像のデータの差分を画像サーバへ再送する。画像サーバは放送者から受信した元の画像データの差分を各視聴者クライアントへ配信する。視聴者クライアントは再送前の JPEG 2000 の画像データと、再送されてきた元の画像データの差分を結合して、再送前に比べ縦横それぞれ 2 倍の解像度となる JPEG の画像を生成することで、高画質な画像を視聴することができる。視聴者クライアントでの段階的な静止画像の高画質化を行うことで視聴者の満足する画質の画像を提供する。

先行研究では、送信された画像データを画像サーバ内で JPEG にエンコードしてから各視聴者クライアントへ送信していた。先行研究の課題として、画像サーバで高画質化された画像が視聴者からのリクエストの度に再送されてしまい、再送前の画像が無駄になることが挙げられた。

本研究では、画像サーバと視聴者クライアント間で高画質化リクエストのたびに何度も高画質化された画像が送受信されないように、画像の高画質化の作業を全て視聴者クライアントで行うように変更した。画像サーバは、放送者から送信された画像の圧縮データを各視聴者への配信を行うようにした。視聴者側から高画質化リクエストが一定数送信されてきたならば画像の高画質化要求を放送者側へ送信する。しかし、どの程度の視聴者から高画質化リクエストが送信されてきた場合に高画質化要求を出せばいいのかという定義が不明瞭であるため割合について検討を行う必要がある。

5.2 ユーザインターフェース

視聴者クライアントのユーザインターフェースを図 5 に

画面タッチで高画質化リクエスト



図 5: 視聴者クライアントのユーザインターフェースを示す。視聴者クライアントのユーザインターフェースでは画面全体が静止画像の表示画面となり、表示されている画像に対してより画質の良い画像を見たい場合には、画面をタッチすることで高画質化リクエストを送信することができる。オプションメニューを押すことでログイン、ログアウトの機能を使用することができる。画像サーバと接続する Login ボタン、各サーバとの接続を切断する Logout ボタンが存在する。起動時に Red5 へアクセスが成功すると配信された音声流れる。また、放送者側から画像が配信されると表示画面に静止画像が表示される。放送者から送信される画像を 800x480 ピクセルの表示画面上で表示する。画面をタッチすることで高画質化リクエストを送信し、放送者側から画像データが再送されると、視聴者クライアント側で高画質な画像を生成して画面に再表示される。

6. 実験

本システムにおいて、スマートフォン上で画像を表示するため、視聴者が表示されている画像を把握できる最低限の画質の基準を決める必要がある。本節では、実験としてスマートフォン上で表示する画質の調査、及び実験結果について述べる。また、先行研究では、画質を向上させるリクエストの割合を視聴者全体の半分に設定したところ、リクエストしたにもかかわらず画質が向上せずに不満に感じた視聴者が存在した。そこで、視聴者全体のどの程度リクエストが来たら、画質を向上させるかの閾値を決定を行う。

6.1 画質の調査手法

映像の QoE を測定する方法として主観評価法¹⁰⁾が一般的である。主観品質評価法は、個々人の主観的判断に基づき品質評価を行う手法であり、環境や条件などが国際標準化機関である ITU (International Telecommunication Union) で勧告されている。ITU の主観評価法にはいくつかの種類が存在するが、富永¹¹⁾らの研究から、どの主観品質評価で実験を実施しても大きく評価精度は変わらないため、評価者の負担がなるべく少なく、主観評価手法の中でも比較的実験を早く終わらせることが可能な ACR (Absolute Category Rating) 法の 5 段階評価を使用する。ACR 法は

ITU-T 勧告 P.910¹²⁾で規定されており、評価者は 10 秒程度の評価映像を観視し、その直後 10 秒以内に 5 段階で評価を行う。映像が切り替わった後、評価映像について、非常に良い (Excellent)、良い (Good)、普通 (Fair)、悪い (Poor)、非常に悪い (Bad) の 5 段階評価のいずれかを選択してもらう。評価結果は平均オピニオン評点 (mean opinion score, MOS) を用いて 5 段階評点の平均点を求める。

6.2 調査概要

被験者には岩手県立大学生 20 名を対象として実験を実施した。主観評価実験の画像観視条件は、視聴用の画面に関してはスマートフォンのリファレンスモデルとされている Nexus S のモニタサイズである 4 インチ、解像度を 800x480 ピクセルに設定した。画像の表示画面の大きさは、スマートフォンの画面と同じ大きさである 800x480 ピクセルを選択した。今回の主観評価実験で用いる画像には JPEG で圧縮した 20x15 ピクセルから 1280x960 ピクセルまでの 7 段階の解像度を用いて評価を行う。評価に用いる画像の選定であるが、スマートフォンを利用して放送が行えるインターネット生放送でどのような放送が行われているか調査を行い、利用シーンに合わせた画像の選定が必要になる。評価画像の選定には、スマートフォンを利用して放送が行えるインターネット生放送でどのような放送が行われているか調査をし、利用シーンに合わせた画像の選択が必要である。O.Juhlin¹³⁾らの研究では、Qik などから 178 のモバイル配信の放送トピックスの調査を実施している。この調査の上位のトピックスから、利用シーンは、テスト放送、パーティや大学などでのグループ撮影、旅行やイベントの撮影、子供やペットの撮影が考えられる。旅行やイベントでの撮影手順は、自分自身を撮影後に周りの状況、友人や周りの風景を撮影し、その後遠くの風景などに遷移する。

本システムの利用シーンとして、被災地などの無線 LAN が使用できない地域での放送や車載放送等を想定している。したがって、撮影開始時に映すと予想される人物の画像、PC 画面やペットなどのモノの画像、風景の画像が評価画像には適していると思われる。本調査では、先行研究の実験で用いられた画像と同様の人、モノ、風景の 3 項目から 10 種類の画像、7 段階の解像度を用いて実験を実施した。

6.3 実験結果

各画像、解像度ごとの平均オピニオン評点の結果を図 6 に示す。実験結果から平均オピニオン評点の我慢限、許容限、検知限の決定を行う。我慢限とは平均オピニオン評点が 2.5 となる値のことで、5 段階評価の「普通」以上と評価する人の割合が 50% となる値である。同様に許容限とは平均オピニオン評点が 3.5 となる値のことで、5 段階評価の「普通」以上と評価する人の割合が 90% となる値である。検知限とは平均オピニオン評点が 4.5 となる値のことで、5 段階評価の「非常に良い」と「良い」と評価する人の割合が 50% となる値のことである。

結果から我慢限の閾値は 80x60 ピクセルから 160x120 ピクセルの間となる。同様に許容限の閾値は 160x120 ピクセル

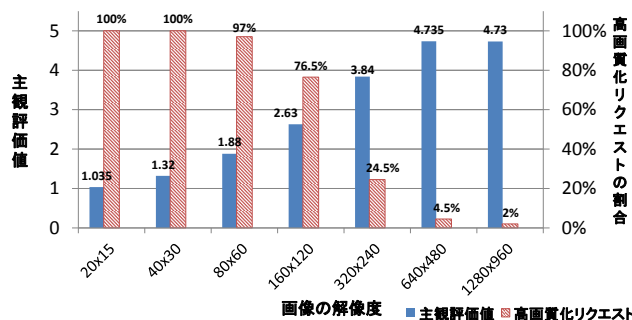


図 6: 実験結果

ルから 320x240 ピクセルの間となる。検知限の閾値は 320x240 ピクセルから 640x480 ピクセルの間という結果が得られた。この結果から、我慢限の画質には 160x120 ピクセルを、許容限の画質には 320x240 ピクセルを、検知限の画質には 640x480 ピクセルを使用する。また、今回の 1 番最初に放送者側へ送信され、視聴者側で表示される最低限の画質を 160x120 ピクセルと定義する。先行研究においても、PC を用いてモニタサイズと表示画面解像度のみが異なる同様の実験を実施している。

図 7 はスマートフォンを用いて実験を実施した本研究の平均オピニオン評点の平均値と、PC を用いて実験を実施した先行研究の平均オピニオン評点の平均値を解像度ごとに比較したものである。図 7 から、同じ解像度の画像でも本研究の結果の方が平均オピニオン評点の値が上回っている。これは、PC 上の表示画面よりスマートフォンの表示画面の方が画像を表示する画面が小さいため、画素密度が向上したことが理由として考えられる。

また、実験時に各画像について「現在視聴している画像について画質を上げたいか」という質問をした。この際の画質を上げたいという要求を画質向上リクエストとする。図 6 から我慢限における画質向上リクエストの割合が 76.5%、許容限における画質向上リクエストの割合が 24.5% という結果が得た。我慢限の画質において被験者全体の 76.5% が画質を向上したいという要望を持っているということである。許容限の画質についても同様に、被験者全体の 24.5% が画質を向上したいという要望を持っているということである。この値は、我慢限、許容限においてどの程度の画質向上リクエストがくるのかという上限の目安にしかならない。先行研究では、実際の運用実験において画質を向上させるリクエストの割合を視聴者全体の 50% にして実験を実施したところ、リクエストを出したにもかかわらずリクエストが画質に反映されずに不満を感じた視聴者がいた。したがって、今回の実験結果で出された画質向上リクエストの割合をそのまま用いて静止画インターネット放送を実施しても不満を感じる視聴者が多数出ることが考えられる。考慮しなければならない事として、実際の放送においてリクエストを送る視聴者がどの程度いるのかということが挙げられる。本研究の実験では被験者全員に、各画

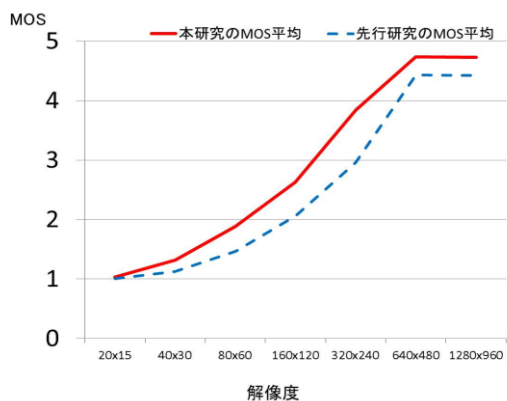


図 7: 先行研究との MOS 平均の比較

像に対してただ単に画質を上げたいか否かという質問をしたため、被験者が放送に対して興味があるという前提で実験を実施した。しかし、実際のインターネット放送では興味の無い話題、映像に関してはレスポンスを返さない、ながら見で作業を行うなどの行動が見られる。

そこで、ニコニコ生放送などに見られる双方向な放送において、積極的にリクエストを送信する視聴者がどの程度いるのかということ踏まえ、今回の実験結果から、実際の静止画インターネット放送において適切な画質向上リクエストのアルゴリズムを決定する必要がある。

7. おわりに

本稿では、3G 回線を用いてインターネット放送を視聴する際に問題となる通信トラフィックの不足を解決するために、動画ではなく静止画像を用いて放送を視聴することで通信トラフィックを抑制する視聴者用の静止画インターネット放送システムの提案と実装を実施した。また、静止画像の視聴において視聴者が満足する放送を提供するために、視聴者リクエストにより動的に静止画像の画質を調整する、段階的な静止画像のダウンロード機能を実装した。

また、実験としてスマートフォン上で表示する画質の調査と、画質向上のための視聴者リクエスト数の調査を行い、最初に表示する最低限の画質の基準の決定と、画質を向上させるために必要なリクエストのアルゴリズムの検討を実施した。本システムにより、スマートフォンを用いて静止画インターネット放送を視聴する場合でも、段階的な静止画像のダウンロード機能により、視聴者が望む画質の静止画像を提供することである程度まで低画質な画像でも視聴者は不満を感じずに放送を視聴することができるシステムの構築ができた。

今後の課題として、画質を向上させるために必要な画質向上リクエストの割合のアルゴリズムを決定することが挙げられる。また、どの程度の視聴者が積極的にレスポンスを送るのかということを調査し、それを考慮に入れた上で改めて画質を向上させるために必要な画質向上リクエストの割合を検討する必要がある。

上記の課題を検討及び実装した後、アプリケーションを公開して実際のユーザからフィードバックをいただき、シ

ステムの改良を行う。また、本研究の目的として挙げられた通信トラフィックの抑制についての調査は本稿では実施していない。動画ではなく静止画像を用いることで通信トラフィックの抑制を図ったが、動画と比較してどの程度の通信トラフィックが抑制されたのか実験を行う予定である。

参考文献

- 1) USTREAM:<http://www.ustream.tv/>
- 2) ニコニコ生放送:<http://live.nicovideo.jp/>
- 3) Qik:<http://qik.com/>
- 4) Bambuser:<http://bambuser.com/>
- 5) 岡田謙一:静止画像を用いた狭帯域ネットワーク用多地点会議システム, 情報処理学会論文誌, vol.39, no.10, pp.2762-2769, 1998.
- 6) S.McCanne, V.Jacobson and M.Vetterli:Receiver-driven Layered Multicast, Sigcomm, pp 117-130, October 1996.
- 7) Yuki Nakano, Yoshia Saito, Yuko Murayama: A Proposal for a Still Picture Internet Broadcasting System with Dynamic Picture Quality Adjustment based on Audience Requests for Smartphone Broadcasters, Proc. of 1st IEEE Global Conference on Consumer Electronics, pp.360-364(2012)
- 8) Red5: <http://www.red5.org/>
- 9) Adobe: <http://www.adobe.com/jp/>
- 10) テレビジョン学会編:テレビジョン画像の評価技術,コロナ社,東京(1987)
- 11) J.Okamoto T.Tominaga, T.Hayashi and A.Takahashi:Performance comparisons of subjective quality assesment methods for mobile video. QoMEX2010, 2010.
- 12) Telephone Installations and Local Line:Subjective vieo quality assesment methods for multimedia applications.Networks, Vol.910, No.P.910(09/99),p.37,1999.
- 13) Oskar Juhlin, Arvid Engstrom, and Erika Reponen:Mobile broadcasting: the whats and hows of live video as a social medium. In Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services, Mobile- HCI'10, pp.35-44, New York, NY, USA, 2010. ACM.