

機関番号：12612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010 年度

課題番号：21760277

研究課題名(和文) 多数ユーザへの同時提供を目的とした超高精細映像内任意領域アクセス方式

研究課題名(英文) Free View-Area Access to Super High-Definition Video for Multiple Users

研究代表者

笠井 裕之 (KASAI HIROYUKI)

電気通信大学・大学院情報システム学研究科・准教授

研究者番号：40312079

研究成果の概要(和文)：超高精細映像を対象とし、多数ユーザからの異なる映像内領域に対する視聴要求に応じて、対応する視聴領域映像を高品質且つ低遅延に提供する『多数ユーザへの同時提供を目標とした超高精細映像内任意領域オーディオビジュアルメディアアクセス方式』のための研究及び実装を行った。本システムの実現性を示すとともに映像生成速度性能が従来比 20 倍以上まで達成する符号変換方式を実現した。その成果は 2010 年 2 月産学連携事業会社設立へと至った。

研究成果の概要(英文)：

With the spread of high-definition video devices, and with the advance of digital broadcasting systems and video portal services in the Internet domains, numerous high-definition video presentations have become available in everyday life. These circumstances strengthen the desire of people to enjoy those video contents in new ways. This paper presents a proposal of a new multivision video provisioning system that enables numerous users to access, interactively, any view area with any desired resolution. The basis is that the partial area (tile)-based pre-coded video streams are stored in advance. These multiple streams are joined dynamically and delivered based on the user's view-area position. This paper details a H.264/AVC tile-based video coding and a fast tile stream joiner scheme. Simulation experiments and our practical implementation demonstrate the feasibility and effectiveness of our proposal.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学、通信・ネットワーク工学

キーワード：映像符号化、モバイル通信、高精細映像、組み込み機器、マルチメディア

## 1. 研究開始当初の背景

近年、7680×4320 画素/60fps に代表される超高精細映像配信に向けた取り組みが、放送分野、デジタルシネマ分野等で活発に行

われ、基幹技術としてとして H.264/AVC や JPEG2000 を基軸方式とした高効率符号化及び配信方式の研究が進められている。また、高効率化だけでなく映像情報ハンドリング

の高機能化という観点も数多くの研究がなされ、例えば、複数の視点映像群を構成し、要求に応じて映像画面全体を視点切替・配信する方式を提案している。しかしながら、超高精細映像の流通と多様なデバイスからの視聴要求の高まりから、従来からの映像画面全体を対象とした映像音響情報の提供ではなく、様々な被写体情報と複数箇所からの音源から構成される超高精細映像に対して、要求される様々な領域に対応したオーディオビジュアルメディアを複数ユーザに同時に提供することが、革新的且つ多彩なサービスの創発にむけて重要であると考えられるようになった。

## 2. 研究の目的

超高精細映像を対象とし、多数ユーザからの異なる映像内領域に対する視聴要求に応じて、対応する視聴領域映像を高品質且つ低遅延に提供する『多数ユーザへの同時提供を目標とした超高精細映像内任意領域オーディオビジュアルメディアアクセス方式』のための研究及び実装を目標とする。

## 3. 研究の方法

超高精細映像を対象とし、多数ユーザからの異なる映像内領域に対する視聴要求に応じて、対応する視聴領域映像を高品質且つ低遅延に提供する『多数ユーザへの同時提供を目標とした超高精細映像内任意領域オーディオビジュアルメディアアクセス方式』のための研究及び実装を目標とする。

### 3.1. 多数ユーザからのアクセスへ対応可能な視聴領域映像生成方式の研究

任意領域の視聴を行う場合、表示側で指定される視聴領域情報を元に、配信側で高精細オリジナル映像と同一解像度品質を有する視聴映像ストリームを生成・配信することが可能である。しかし、ユーザ数に比例した符号化処理の必要性や、非圧縮オリジナル映像信号の保有による蓄積容量の増大が問題となる。一方、高精細オリジナル映像の画面全体に対する映像ストリームを作成し、領域映像要求に応じて同ストリームの復号映像に符号化処理を行なうことで、前述の蓄積容量の問題は解消されるが、同様の符号化処理増加と再符号化による品質劣化が問題となる。

本研究では、「領域分割ベース符号化方式」と「分割領域符号変換方式」の連携により前記課題を解決する。配信側で複数の領域に分割した領域分割ベース符号化ストリームを予め作成しておく。次に、表示側からの視聴領域情報を基に、前記ストリームから、同一解像度品質を有する視聴領域符号化ストリームを抽出・作成し表示側へ通知することで、

全体領域符号化ストリームと同品質映像を提供可能となる。提案方式は、非圧縮信号の蓄積が不要であることから蓄積容量の問題がなく、非圧縮信号空間への復号・再符号化が不要のため、品質劣化の低減及び処理量の大幅な削減が可能となり、前記課題をすべて解決する。具体的には、以下の到達点を目標とする。

### ○ 領域分割ベース符号化方式のアルゴリズム確立と品質評価

後続の符号変換処理により視聴領域映像ストリームへ変換可能なストリームを生成可能な符号化アルゴリズムを確立する。具体的には、①動きベクトル検出・各種予測処理を領域毎に独立に行いながら、全領域に渡って統合的量子化レート制御を実現する符号化アルゴリズムの確立、②後続の符号変換処理において多量のストリーム解析を不要とし、可変長符号復号を局力回避することで高速変換を可能とさせる符号化アルゴリズムの確立、③視聴領域符号化ストリームへの割り当て符号量に最適な分割領域サイズの導出アルゴリズムの確立、を実現する。

### ○ 分割領域符号変換方式確立と処理量・映像品質評価

前述の領域分割ベース符号化ストリームから、視聴領域符号化ストリームを高速かつ高品質に作成する変換アルゴリズムを研究する。具体的には、①多量のストリーム解析を不要とし、可変長符号復号を局力回避し、部分ストリームコピーを多用する高速ストリーム抽出アルゴリズムを確立する。次に、②複数の分割領域符号結合時に、隣り合う領域間で予測符号化を適用することで高圧縮率を実現する予測符号変換アルゴリズムを確立する。また、③符号変換ソフトウェア実装とその性能評価により、多数ストリームへの変換処理量低減と品質向上効果について評価する。

### 3.2. 視聴領域の移動に対応した視聴領域映像生成方式の研究

視聴領域は表示側において速度を変えながら移動するため、動的に変化する視聴領域位置に対応した視聴領域映像ストリームを、配信側でリアルタイムに提供することは困難を極める。この場合、ユーザ操作と表示映像とに相違が生じ、ユーザビリティが著しく低下する恐れがある。

本課題に対して、表示領域だけでなく周辺領域（視聴領域＝表示領域＋周辺領域）も合わせて受信側へ送信することで、視聴領域映像を実際の表示領域に対して位置合わせを行い表示することで対応する。しかしながら、補完的な周辺領域に対する符号量はネット

ワーク帯域を圧迫することから、表示領域と周辺領域に品質間優先度をつけ、周辺領域へは低品質とすることで情報量増加を低減する。ただし、視聴領域の移動速度に応じて、周辺領域へのアクセスの可能性も増加するため、視聴領域の移動速度に応じた制御が必要となる。そこで、以下の到達点を目標とする。

○ 領域間符号量制御方式の確率とユーザビリティ評価移動する視聴領域の移動速度および移動方向に応じて、画面への表示確率を推定すると同時に、映像動きベクトルと視聴領域移動速度とから各領域における誤差への視覚感度を求める。以上の値から、固定符号化レートの下、移動速度と移動方向に応じた各領域間への最適な符号量配分制御アルゴリズムを確立し、ユーザビリティ評価実験から有効性を検証する。

### 3.3. 超高精細映像内任意領域オーディオビジュアルアクセスシステムの構築に関する研究

○ 視聴領域音響生成方式の研究及び実装

複数設置されたマイク等からの音響情報を元に、視聴領域に応じた音響情報を、位置情報を用いて合成することで生成する位置情報利用型音響合成アルゴリズムを確立する。

○ 携帯端末を対象としたアクセスシステム構築

以上述べたような方式を含むシステムを構築する。特に、映像情報へのアクセス数・期待度の増加から、実携帯端末器を用いた実システム構築を最終目標とする。

## 4. 研究成果

平成 21 年度は符号化と符号変換についてのアルゴリズム検討と評価を行い、平成 22 年度は符号量制御についての検討、および全体システムの実装・評価を行っていく。

### 4.1 平成 21 年度の研究テーマ

領域分割ベース符号化方式のアルゴリズムを確立し、特に分割のための領域サイズ導出アルゴリズムを品質面の観点から導き出す。一方、分割領域符号変換方式を確立し、ソフトウェア実装によるファイルからファイルへの変換処理実験から処理量及び画質評価を行う。

○ 領域分割ベース符号化方式のアルゴリズム確立と最適分割領域サイズ導出（課題 A）

【具体的アイデア】各種予測処理を各領域毎

に独立に行いながら、全領域に渡って統合的量子化レート制御を実現する分割領域符号化アルゴリズム (A1) を研究する。具体的には、複数分割領域から単一視聴領域に統合する符号変換処理において、可変長復号解析を極力回避可能とするため、変換用フラグを多用した領域開始・終了マーカ高効率挿入アルゴリズム (A2)、高速アクセスを可能とするマルチビットストリーム出力アルゴリズム (A3)、の研究を行い確立する。但し分割領域サイズが小さい程、後続の符号変換処理にて柔軟な変換が可能であるが、各種予測符号化の効率の低下は否めない。既に開発した MPEG-X/H.26X ソフトウェアに提案アルゴリズムを実装し、動き特性の異なる複数の映像を用いた実験及び特性解析から、領域サイズと品質特性を導出し、許容符号量に対する最適分割領域サイズ導出可能方式 (A4) の確立も目的とする。

【符号化効率への対応】符号化効率の劣化がある場合には、イントラスライス&ラインによる周期的移動挿入方式等、他の候補最適化アルゴリズムも合わせて検討可能な準備をしている。

○ 分割領域符号変換方式確立と処理量・映像品質評価（課題 B）

【具体的アイデア】分割領域ベース符号化ストリームから、視聴領域符号化ストリームを高速かつ高品質に作成する変換アルゴリズムを研究する。具体的には、複数の異なる領域に該当するマルチストリームから、一つのストリームへ変換するに当たり、領域開始・終了マーカによる高速ストリーム抽出アルゴリズム (B1) を確立する。次に、それら複数の抽出ストリームを統合時に、隣り合う領域間の接合部分において、動きベクトル、量子化パラメータ等に別領域からの予測符号化を適用し符号化効率を高める予測符号変換アルゴリズム (B2) を確立する。アルゴリズムを実現する符号変換ソフトウェアを実装し、視聴情報を模擬的に与えることで、ファイルからファイルへの変換処理による性能評価を行う。特に、領域開始・終了マーカ、マルチビットストリーム化による処理量低減効果、予測符号化導入による品質向上について評価し、提案アルゴリズムへフィードバックする。

### 4.2 平成 22 年度の研究テーマ

平成 22 年度は、視聴領域情報の移動に伴う最適符号量制御方式とシステム実装によるユーザ評価を行うことで、研究方式及びシステムの有効性検証を行う。

○ 領域移動速度に応じた領域間最適符号量制御方式（課題 C）

【具体的アイデア】表示領域だけでなく周辺

領域も合わせて視聴領域符号化ストリームに含めて送信することにより、視聴領域の移動に対する即応性を高める方式を研究する。但し、表示されることが保証されない周辺領域に対して、実際の表示領域と同等品質を割り当てることは、符号化効率、ネットワーク利用効率の観点から望ましくない。そこで、視聴領域 (=表示領域+周辺領域) の移動速度に応じた領域間最適レート制御アルゴリズムの研究を行う。具体的には、移動する視聴領域の移動速度および移動方向に応じて、視聴領域内の各領域が実際にディスプレイ上に表示される可能性を示す表示確率マップ生成アルゴリズム (C1) を確立する。一方、映像動きベクトルと視聴領域移動速度とから表示ディスプレイに対する相対的映像動き量を求めることで、移動速度と誤差検知感度との対応を示す誤差感度マップ生成アルゴリズム (C2) を確立する。これらのマップ情報を元に、移動速度と移動方向とから一意に導き出される領域毎の要求品質を導出し、固定レートを制約条件とした、領域間最適符号量配分制御アルゴリズム (C3) を確立する。

○ 携帯端末を対象としたアクセスシステム構築 (D) 表示側受信クライアントは、第3世代携帯電話システム標準化規格である3GPP/3GPP2 マルチメディアシステム、及びIETF システムに準拠する形で、携帯端末への組み込み実装を行う。

#### 4.3 まとめ

様々な被写体情報と複数箇所からの音源から構成される超高精細映像に対して、要求される様々な領域に対応した映像情報を複数ユーザに同時に提供する技術の研究を行い、その成果は2010年2月産学連携事業会社設立へと至った。また、これまでの成果において映像生成速度性能が従来比20倍以上まで達成した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- (1) Uchihara NAOFUMI, Hiroyuki KASAI, H. Suzuki, Y. Nishigori, 2010, Asynchronous prefetching streaming for quick-scene access in mobile video delivery, IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol.56, No.2, pp.633-641, May 2010.

[学会発表] (計3件)

- (1) Naofumi UCHIHARA and Hiroyuki KASAI, 2011, Fast Stream Joiner for Next-Generation Interactive Video,

IEEE Int. Conf. on Consumer Electronics 2011 (ICCE2011), Jan 11, 2011.

- (2) Kwee-Li CHENG, Naofumi UCHIHARA, Hiroyuki KASAI, 2011, Analysis of Drift-Error Propagation in H.264/AVC Video Transcoding, IEEE Int. Conf. on Consumer Electronics 2011 (ICCE2011), Jan 11, 2011.
- (3) Naofumi UCHIHARA and Hiroyuki KASAI, 2010, IEEE Int. Conf. on Consumer Electronics 2010 (ICCE2010), Jan 11, 2010.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 送信装置, 受信装置, 送信方法, 受信方法及び伝送システム

発明者: 笠井 裕之, 宇地原 直史

権利者: 電気通信大学

種類: 特許

番号: 2009-167913

出願年月日: 2009年7月16日

国内外の別: 国内

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

笠井 裕之 (KASAI HIROYUKI)

電気通信大学・大学院情報システム学研究所・准教授

研究者番号: 40312079