

### 3.5.5 ユニバーサルコミュニケーション研究所 超臨場感映像研究室

室長 山本健詞 ほか12名

#### 超臨場感コミュニケーションの実現を目指した革新的映像技術の研究

##### 【概要】

当研究室では、遠く離れた場所にいる人や物とあたかも空間を共有しているように感じられる超臨場感コミュニケーションの実現を目指して、革新的な映像技術の研究を進めている。具体的には、究極の映像技術である電子ホログラフィ技術及び次世代の立体映像技術である多視点立体映像技術の研究を進めている。

電子ホログラフィについて、第3期中長期計画では立体像の表示サイズの拡大を最重要課題として研究を進めており、表示サイズ対角5インチ(約12cm)・視域角20度の表示技術及びその表示に対応できる撮像技術を確立することを目標としている。最終年度である本年度は、目標としてきた技術を開発した。表示技術については画素間隔が4 $\mu\text{m}$ 以下で3,200万画素クラスの表示デバイスを16素子及び専用の光学系を組み合わせることで、目標性能である対角5インチ・視域角20度を実現した。また、撮像技術については、インテグラルフォトグラフィ・カメラ(IPカメラ)で撮像してホログラムを生成する手法について検討した。特に、表示サイズ対角5インチ・視域角20度の電子ホログラフィ表示に適したIPカメラの撮影条件を検討し、その検討結果が妥当であることを実験で確認した。

次世代の立体映像として期待されている超多視点立体映像システムについては、第3期中長期計画では、超多視点立体映像の伝送を実現するための圧縮符号化方式や撮像技術の確立を目指している。昨年度までに独自の圧縮符号化方式を開発し、その手法で圧縮伸張した映像を200インチ裸眼立体ディスプレイに表示して、劣化尺度(DSIS法、5段階劣化尺度)による主観評価実験を行っている。それにより、H.264サイマルキャスト(全視点を個別にH.264で符号化する手法)に比べて2倍の圧縮効率を実現できることを、静止画及び動画のテスト映像で確認している。本年度は更に実験を継続し、複数のテスト映像で効果を確認した。この方式の最適化を目指して、主要なパラメータを変えながら主観評価実験を行い、パラメータによる特性の違いを明らかにした。また、撮像・空間情報構築技術に関しては、ランダム配置(規則的で密な配置に対して比較的自由的な配置)で撮影した後に、複数位置でのカメラ映像と奥行情報という空間情報を再構築することを目指している。本年度は、奥行情報の作成において遮蔽輪郭線を用いたアプローチを導入し、知覚上重要な物体境界における精度を向上した。

##### 【平成27年度の成果】

##### (1) 電子ホログラフィ技術

ホログラフィは、被写体からの光の情報を“波面”として理論的に正確に記録・再生する技術であり、両眼視差や運動視差・輻輳・調節といった、奥行きを知覚する全ての手がかり(視覚生理的要因)を再現できる技術である。当然ながら、メガネ等の器具装着も必要としない。特に、ホログラムの表示に電子デバイスを用いる電子ホログラフィは、ホログラフィによる動画表示が可能であるため、究極の立体映像技術として期待されている。しかしながら、その映像システムの実現に向けた課題は多く、なかでも表示サイズ(表示できる立体像のサイズ)の拡大と視域角(立体像を観視できる角度範囲)の拡大は、とりわけ重要かつ困難な課題である。当研究室では、第3期中長期計画においては、特に表示サイズの拡大を最重要課題として研究を進めた。

電子ホログラフィの表示サイズ拡大について、複数の表示デバイスからの光を1つの立体像として合成する光学系を、考案してきた。また、この光学系と併用できる視域拡大方法についても検討してきた。昨年度までに、これらの技術を組み合わせ、画素間隔が4 $\mu\text{m}$ 以下で3,200万画素クラスの表示デバイスを16素子使った装置を開発したが、本年度はそれを改良してカラー化を行った(図1)。

この装置では複数の素子を使うため、素子の製造や組み付けの際に発生するバラつきに起因して、素子ごとの輝度差が発生してしまう。この輝度差を極力小さくするようにハードウェアの組替えはするものの、バラつきを無くすことはできない。そこで、ホログラムデータの計算で補正する技術についても開発した(図2)。

電子ホログラフィ用撮像技術として、インテグラルフォトグラフィ・カメラ(IPカメラ)で撮像してホログラムを生成する手法について検討した。特に、表示サイズ対角5インチ・視域角20度、画素数32K $\times$ 16Kの電子ホログラフィ表示に適したIPカメラの撮影条件について検討を行った。その結果、観察者の視力を1.0

と想定すると、32 K × 16 K カメラで撮影する際には、要素レンズ数 120 × 67 で、各要素レンズあたり 256 × 256 画素で撮影するのが適していることが分かった。この検討結果が妥当であることを実験で確認した。

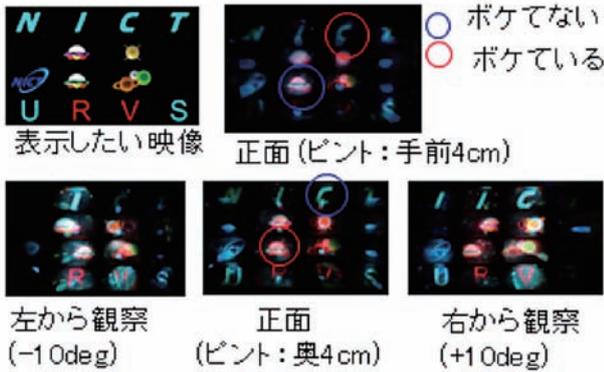


図1 表示映像

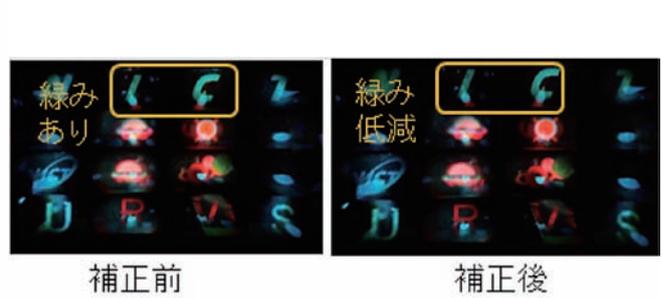


図2 素子ごとの輝度差

(2) 多視点立体映像技術

多視点立体映像は、一般的な立体映像 (2 眼ステレオ方式) とは違い、多くの視点の映像を同時に表示する技術である。そのため、一般的な立体映像をはるかにしのぐ臨場感を提供することができる特徴を有する。多視点立体映像を滑らかな運動視差で実現するためには、例えば 200 視点級が多視点映像を扱う必要があり、その実用化には伝送技術の確立が不可欠である。また、被写体を多視点で実写撮影する技術が必要である。そこで、当研究室では、超多視点立体映像の伝送を実現するための圧縮符号化技術及び撮像・空間情報構築技術の確立を目指して取り組んでいる。

圧縮符号化技術については、昨年度までに超多視点映像に適用可能な新しい圧縮方式として、奥行画像と視差画像の類似性をもとに情報低減が可能な方式 (SECOND-MVD 方式) を考案し、200 インチ裸眼立体ディスプレイに実際に表示を行い、劣化尺度 (DSIS 法、5 段階劣化尺度) による主観評価実験を行っている。それにより、単純に各映像を並送した場合 (H.264 サイマルキャスト) に比べて、SECOND-MVD 方式は 2 倍程度の圧縮効率を実現できることを、静止画及び動画のテスト映像で確認している。本年度は、更に実験を継続し、複数のテスト映像で効果を確認した。また、この方式の最適化を目指して、主要なパラメータの特性についても主観評価実験による特性評価を行い、パラメータによる特性の違いを明らかにした (図 3)。また、符号化・復号化に要する処理時間の低減にも SECOND-MVD 方式は有効である。SECOND-MVD 方式により、処理時間を半減できることを確認すると同時に、その際のパラメータによる特性の違いを明らかにした (図 4)。

撮像・空間情報構築技術に関しては、屋外に置かれた被写体を、ランダム配置 (規則的で密な配置に対して比較的自由的な配置) でカメラ撮影し、撮影した映像を基にして、カメラ撮影毎に被写体の奥行情報を作成した。奥行情報の作成において、遮蔽輪郭線を用いたアプローチを導入し、知覚上重要な物体境界における精度を向上した。これにより、複数位置でのカメラ映像と奥行情報という空間情報を再構築した。また、作成した奥行情報とカメラ映像とを使って超多視点映像を生成して、グランフロント大阪に設置した 200 インチ裸眼立体ディスプレイ及びテーブル型裸眼立体ディスプレイ fVisiOn で表示し、再構築した空間情報の変換・利用の点からも有効性を確認した。

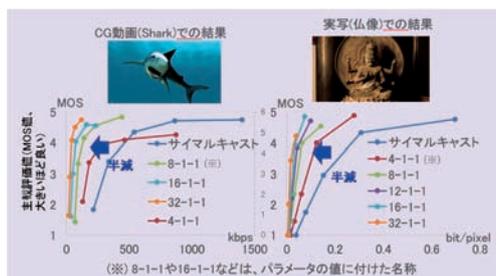


図3 符号量に関する評価結果

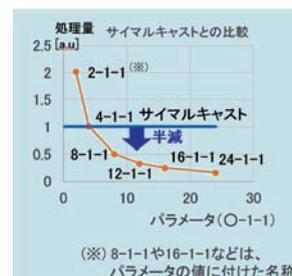


図4 処理時間に関する評価結果