

(第3号様式)(Form No. 3)

学位論文要旨 Dissertation Summary

氏名 (Name) 山下 誉行

論文名: 超高精細映像コンテンツ制作の高度化に関する研究
(Dissertation Title) Advancement of content production technology for ultrahigh definition television

信号伝送分野におけるデジタル化の恩恵により、圧縮技術の活用や伝送速度の高速化が進み、これまで以上に高度な情報提示サービスが可能となっている。また映像システムの中心となる撮像および表示分野においても、近年、小型化、低消費電力化、さらには高精細化など性能向上がめざましい。

このような状況を背景として、従来のハイビジョン解像度を超える超高精細映像による放送・通信サービスが実用化される時期を迎えようとしている。このサービスの一つとして、一般に「8Kスーパーハイビジョン」と呼ばれる放送サービスは、超高精細映像をベースに、色再現域の拡大や信号ダイナミックレンジの拡大、一秒あたりの表示フレーム数(フレームレート)の増大、さらには3次元音響の導入により、実世界に近い体験を視聴者に与えることを目的としている。

このサービスに適したコンテンツ制作を行うためには、十分な性能を有する制作機器の開発が重要である。超高精細映像の名称が示すように、これまでは改善結果が顕著に現れる、解像度を優先した研究開発が先行してきた。その一方で、闇雲に一方向の性能を追求すれば、他の性能担保が困難になることがある。その例として、小型でかつ多画素の撮像素子では、画素サイズが極小となることから、入射光量が非常に小さくなることやレンズに対する要求条件が厳しくなること、また撮像素子のフレームレートをあげた場合、単位時間あたりの光量が少なくなってSN比が劣化するため、感度向上も必要になることなどが挙げられる。実用に供する機器開発のためには、これらをバランス良く向上させていく必要があるが、その判断材料の一つとして実際の映像を受け取る側の映像に対する主観評価に依るところが大きい。

本論文では、超高精細映像コンテンツ制作の高度化のため、まず超高精細映像システムとし

でのスーパーハイビジョンのシステムパラメータの最適値の導出について述べる。そのシステム実現のための8K撮像システムについて検討する。さらには撮像素子性能をシステムとして補う、4板式による高ダイナミックレンジ撮像システムを提案し、今後すべての映像パラメータを実現するフルスペック化に向けた道程を示す。

本論文は6章から構成される。

はじめに、第1章において、本研究の背景と目的を述べ、本研究の位置づけを示す。

第2章では、本論文の対象となる超高精細映像システムの一つである、スーパーハイビジョンシステムについて、その映像パラメータの検討を行った。対象としたパラメータは空間解像度、時間解像度、色再現域、トーンである。これらについて、主観評価をもとづいた導出結果について述べる。

第3章では、4K映像用830万画素撮像素子を用いて、8K映像を取得するための撮像装置の試作結果について述べる。撮像装置の構成法として、撮像素子4枚を用いた4板式を導入した。本方式ではプリズムによって、入射光を赤、青、緑に分光し、さらに緑についてはハーフミラーにて2分配する。それぞれを単色撮像素子で撮像する際に、緑用の2つの撮像素子のみ、斜め方向に配置をずらすことで、画像空間上のサンプリング位置が水平、垂直とも2倍となるため、8K相当の映像が取得可能になるものである。本章では4板式の信号処理を行う際、帯域を増やすことなく処理を実行するための信号処理技術と、その際に課題となる輪郭補償処理について、新たな手法を提案し、実装した結果について述べる。

第4章では、新たに8K映像が直接撮影できる3300万画素撮像素子の開発と、その撮像素子を用いた3板式カメラの開発について述べる。さきに述べたように、撮像素子開発に当たっては最適な画素サイズと撮像素子サイズが重要であるため、この導出について検討した結果を述べる。またレンズの高解像度化を追求する際的设计難度を低減するため、倍率色収差の電氣的な補正方法を提案する。その構成法と実装結果について述べる。

第5章では、超高精細映像パラメータのうち、高ダイナミックレンジ化に適した撮像システムを提案する。撮像素子単体ではなく、システムとしてダイナミックレンジを向上するための方法として、第3章でも用いた4板式により、特に高輝度域においてコントラスト感度が鈍ることを利用した撮像システムを提案する。4板式のうち、3板式は単色の撮像素子による通常の3板式カメラと同様の構成、残り1板式には単板式でカラー映像が取得可能な単板式カラー撮像素子を用いる。分光プリズムによってそれぞれへの入射光量を違え、3板式からと単板式からの出力信号を合成すれば、高ダイナミックレンジ映像が取得可能である。本章では撮像装置の構成法と信号処理部のシミュレーション結果を示し、システムの有効性について述べる。

最後に得られた成果をまとめるとともに、今後の研究課題と展望について述べる。