

卒業論文 2016 年度（平成 28 年度）

ネットワークを活用した  
高解像度映像伝送システムの設計と実装

慶應義塾大学 環境情報学部

山中 勇成

徳田・村井・楠本・中村・高汐・バンミーター・植原・三次・中澤・武田  
合同研究プロジェクト

2017 年 1 月

# ネットワークを活用した 高解像度映像伝送システムの設計と実装

## 論文要旨

近年、現行のハイビジョン放送を超える超高繊細な画質による、4K・8K 映像の普及が世界中で加速している。また、日本でも東京 2020 オリンピック・パラリンピックに向け、総務省が後押しをしている。

4K 映像の帯域は 2K 映像と比較すると約 4 倍、現行のハイビジョン放送と比較すると約 8 倍にもなり、伝送方法とそのコストが課題である。そのため、映像業界では、映像機器と比べて比較的安価なネットワークリソースを活用し、ネットワークを介して伝送する Video over IP 化が進んでいる。

本研究では、汎用的なビデオインターフェースである HDMI から、映像を IP パケット化し、非圧縮の 4K 映像を伝送するシステムを設計、実装し、ネットワーク活用した映像伝送システムについて、評価<sup>1</sup>を行う。また、ネットワークスイッチによるルーティング、ブロードキャストなどについて検証を行う。

4K 映像キャプチャーボード、10Gbps ネットワークインターフェースカードを備えた汎用的なコンピュータで実装したソフトウェアと、Xilinx の 7-Series FPGA ボードで実装したハードウェアの両方を実装した。

評価として、4K 非圧縮映像の伝送を行う既製品である PFU QG70、実装したソフトウェア、実装したハードウェアのそれぞれにおいて遅延、重さ、XXX を計測し、XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX という結果となった。

## キーワード

4K, IP 伝送, 映像配信システム, FPGA



# Abstract Of Bachelor's Thesis Academic Year 2016

## Design and Implementation of Delivery System for High Resolution Video Utilizing Network

### Summary

Eigo ga dekinai node Roma-ji de soreppoi hunniki wo daseruto iina.

Murippoi desu ne.

Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here.

Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here. Write down your abstract here.

Write down your abstract here. Write down your abstract here.

### Keywords

4K, Over IP, Video Streaming, FPGA

Bachelor of Arts in Environmental Information  
Keio University

Yusei Yamanaka

# 目次

第1章	序論	1
1.1	本論文の背景	1
1.2	本論文が着目する課題	1
1.3	本論文の構成	1
1.4	本論文の目的	1
第2章	映像伝送システム	2
2.1	ビデオカメラ	2
2.2	ディスプレイ	2
2.3	インターフェース	2
2.3.1	HDMI 1.4/2.0	2
2.4	伝送手法	2
2.5	まとめ	2
第3章	ネットワークを活用した映像伝送	3
3.1	仮説	3
3.1.1	Ethernet を活用するメリット	3
3.2	目的	3
3.3	構成	3
3.4	関連研究	3
第4章	システムの設計・実装	4
4.1	UoIP	4
4.2	システム構成	4
4.3	ソフトウェアによる実装	4
4.4	ハードウェアによる実装	4
4.4.1	FPGA の回路設計	4
第5章	評価	5
5.1	評価手法	5
5.2	計測	5
5.2.1	トラフィック	5
5.2.2	遅延	5

5.2.3 重量 . . . . .	5
5.3 考察 . . . . .	5
第 6 章 結論	6
6.1 本研究のまとめ . . . . .	6
6.2 今後の課題と展望 . . . . .	6
謝辞	7
参考文献	8
付 録 A ORF2015 での 100Gbps 回線を使用した実証実験	9
付 録 B ORF2016 での実証実験	10

## 图 目 次

## 表 目 次



# 第1章 序論

## 1.1 本論文の背景

## 1.2 本論文が着目する課題

## 1.3 本論文の構成

## 1.4 本論文の目的

## 第2章 映像伝送システム

### 2.1 ビデオカメラ

### 2.2 ディスプレイ

### 2.3 インターフェース

#### 2.3.1 HDMI 1.4/2.0

### 2.4 伝送手法

### 2.5 まとめ

## 第3章 ネットワークを活用した映像伝送

### 3.1 仮説

#### 3.1.1 Ethernet を活用するメリット

### 3.2 目的

### 3.3 構成

### 3.4 関連研究

## 第4章 システムの設計・実装

### 4.1 UoIP

### 4.2 システム構成

### 4.3 ソフトウェアによる実装

### 4.4 ハードウェアによる実装

#### 4.4.1 FPGA の回路設計

## 第5章 評価

### 5.1 評価手法

### 5.2 計測

#### 5.2.1 トラフィック

#### 5.2.2 遅延

#### 5.2.3 重量

### 5.3 考察

## 第6章 結論

### 6.1 本研究のまとめ

### 6.2 今後の課題と展望

citation[1]

# 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただきました慶應義塾大学 環境情報学部教授 村井純博士、同学部教授 中村修博士、同学部准教授 Rodney D. Van Meter III 博士、同学部准教授 植原啓介博士、同学部准教授 中澤仁博士、SFC 研究所 上席所員（訪問） 齊藤賢爾博士に感謝致します。

研究について日頃からご指導頂きました政策・メディア研究科博士課程 松谷健史氏、政策・メディア研究科特任助教 空閑洋平氏、XXXXXX 徳差雄太氏に感謝致します。研究室に所属したばかりの頃から本研究に至るまで、特定の分野にこだわらない広い視点で何年生の時であっても妥協のない姿勢で向かい合い、絶えず多くのご指導をいただきました。本研究を卒業論文としてまとめることができたのも両氏のおかげです。重ねて感謝申し上げます。

本研究の評価に必要な伝送装置の助言、機材を運搬していただいた一般社団法人 Mozilla Japan 工藤紀篤博士に感謝いたします。評価に必要な伝送装置を借用させていただいた慶應義塾大学デジタルメディア・コンテンツ統合研究センターの皆様には感謝いたします。長期の間、開発、実験用に 4K カメラなどの機器を借用させていただいた慶應義塾大学湘南藤沢メディアセンターマルチメディアサービスの皆様には感謝いたします。

研究室を通じた生活の中で多くの示唆を与えてくれた XXXX 氏、および Arch 研究グループの皆様には感謝します。また、徳田・村井・楠本・中村・高汐・バンミーター・植原・三次・中澤・武田 合同研究プロジェクトの皆様には感謝致します。

最後に、私の研究を支えてくれた両親をはじめとする親族、多くの友人・知人に感謝し、謝辞と致します。

## 参考文献

- [1] ほげ山太郎, ほげ山次郎. ほげほげ理論の hci 分野への応用. ほげほげ学会論文誌, Vol. 31, No. 3, pp. 194–201, 2009.



## 付 録 A    ORF2015 での 100Gbps 回線を使用した実証実験

## 付 録 B    ORF2016 での実証実験