

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

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

## 論文要旨

テンプレートの説明を、テンプレート自身を使って説明する。これは @kurokobo による卒業論文のための  $\text{\LaTeX}$  テンプレートを修士論文用に改造し、さらに UTF-8 化や Makefile 等の添付をしたものである。

この部分には一般には論文のアブストラクトを書く。日本語のアブストラクトを書きたいなら、`\begin{jabstract}` と `\end{jabstract}` の間に文章を書けば、今のこのページのように体裁が勝手に整って出力される。英語のアブストラクトは `\begin{eabstract}` と `\end{eabstract}` の間に書けば、次ページのような体裁で出力される。

両方を書けば、日本語と英語の両方のアブストラクトが並んで出力される（この文書はサンプルなので両方書いてある）。ページ順序は、コマンドを書いた順序の通り。どちらか一方のみを出力したい場合は、不要な方をコマンド自体を含め削除する。

このあたりの詳細もあとで書く。基本的には、`main.tex` を上から順にいじっていけばできるはず。

## キーワード

4K, IP 伝送, 映像配信システム, FPGA

慶應義塾大学 環境情報学部

山中 勇成

# 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。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感謝致します。

最後に、私の研究を支えてくれた両親と姉・義兄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