

# TCP/IP 通信における受信部のフルハードウェア化と改良

Full hardware implementation and improvement of the receiving unit in the TCP / IP communication

小野塚 拓也<sup>†</sup> 仲西 篤<sup>†</sup> 木村 誠聡<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 神奈川工科大学 情報学部 情報工学科

## 1. はじめに

2016年現在様々なところで TCP/IP と呼ばれる通信プロトコルを用いて通信が行われている[1]。これは幾つかのプロトコルからなる階層構造となっており、上からアプリケーション層、トランスポート層、ネットワーク層、物理層で成り立っている[2]。送信時にはヘッダを付与しカプセル化しパケットに、受信時はヘッダを分離しデカプセル化しデータを取り出すことでデータを取り出す。これらはソフトウェアで行われるため TCP/IP 処理の動作が一定でなくなり不安定になる場合がある。これらをハードウェアで行うことで CPU に影響されない安定した通信が行うことが可能となる。

本研究ではソフトウェアを使用しない FPGA を用いた TCP/IP 処理のフルハードウェア化を目的とする。これを応用することで信頼性、安定性の高い通信システムを実現できると考える。

しかしながら、TCP/IP 処理は完全に OSI 参照モデルに準拠しているわけではない。さらに様々な追加のオプションが後から追加されており結果として、プロトコルに機能をもたせすぎることによる複雑化で扱いが困難になっている。そこで OSI 参照モデルに完全に準拠した、プロトコルの開発が必要と考える。

本研究では TCP/IP 送信部と受信部は仕様書を元にブロックに分けることで別々に開発する設計をしており、本稿では受信部について言及する。また OSI 参照モデルに完全に準拠した、簡素化した高信頼性も実現可能な高水準プロトコルの提案・実装についても言及する。

## 2. 研究内容

本研究では、TCP/IP 処理の受信部をハードウェアで作成、実装する。受信部はスタック型の構成になっている。

また OSI 参照モデルに準拠した高水準プロトコルの作成を行う。先行研究[3]と本研究で実装する受信システム全体のブロック図を図1に示す。

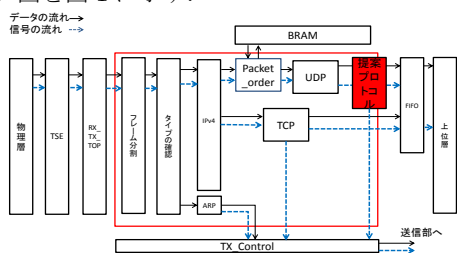


図1. 受信システム全体のブロック図

スタック型の処理を行うことでヘッダの情報を取り込み下位層から上位層へとパケットを渡している。

## 3. 高水準プロトコルの提案と作成

今回提案する高水準プロトコルは UDP を利用して実装している。セッション層、プレゼンテーション層で新たなプロトコルを作成しデータとしてヘッダを付与する。状態の遷移として大きく分けて3つのブロックに分けることができ、コネクション確立部、データ転送部、コネクション切断部に分けられる。コネクション確立と切断をすること、またデータ転送部でのパケット送信時にリプライパケットが返信されるため TCP 程度の信頼性を確保することができる。また UDP パケットを利用するため簡素な構造にすることが可能である。例としてコネクション確立時の状態を図2に示す。



図2. コネクション確立時のパケットの動き

## 4. 実験環境

本研究で用いる FPGA は Cyclone IV 開発ボード DE2-115, 開発ツールは Quartus II Web Edition 11.1 を利用しており開発言語は VHDL である。またパケットキャプチャソフト Wireshark を用いている。

UDP では主に WAN 環境で実験を行い、実験環境を図3に示す。また TCP や高水準プロトコルでは LAN 環境で実験を行い、実験環境を図4に示す。

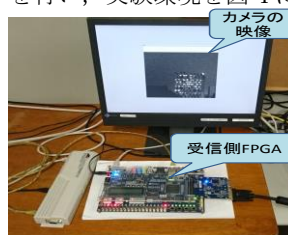


図3. WAN:受信側

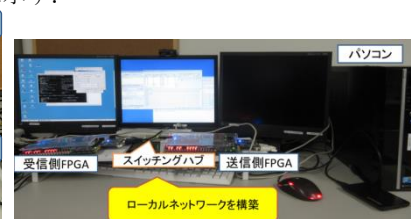


図4. LANでの実験環境

## 5. 実験結果

WAN での動作確認のため UDP を WAN 環境に対応させるように改良を行った結果、受信できていることを確認した。伝送レートも理論値に近い値になっている(図5)。

理論値:画素数(181ピクセル×181ピクセル)×8ビット×60フレーム+ヘッダ((23/パケット数×34バイト+8バイト)×60フレーム×8ビット)=16,104,480  
-約16.1Mbps



図5. WAN上での実効伝送レート

TCP ではリクエストパケットを受信した際に正常に返信パケットを送信できたことを確認した。

UDP を利用した高水準プロトコルは受信部を実装し、リクエストパケットに対して正常にリプライパケットが送信されていることを確認した。結果を図6に示す。

Source	Destination
192.168.11.95	192.168.11.35
192.168.11.35	192.168.11.95
192.168.11.95	192.168.11.35
192.168.11.35	192.168.11.95
192.168.11.95	192.168.11.35
192.168.11.35	192.168.11.95
192.168.11.95	192.168.11.35
192.168.11.35	192.168.11.95
192.168.11.95	192.168.11.35
192.168.11.35	192.168.11.95

リプライパケットが正常に送信されている

図6. 高水準プロトコル受信部の実行結果

## 6. まとめ

本研究では TCP/IP のフルハードウェア化を提案と OSI 参照モデルに準拠した新たな高水準プロトコルの提案をした。UDP の一部仕様変更を行い WAN での動作を確認した。TCP でのリプライパケットの正常返信を確認した。また OSI 参照モデルの準拠した高水準プロトコルを提案し作成し受信部での正常動作を確認した。

今後の課題としては高水準プロトコルの送信部と合わせた正常動作、実装済みのプロトコルの効率化が挙げられる。

## 参考文献

[1] Gene, “TCP/IP の基礎”, 毎日コミュニケーションズ, 2011  
 [2] 藤野野俊夫, “独習 TCP/IP IP ネットワーキング編”, 翔泳社, 2011  
 [3] 打越滉章, 五十嵐現生, 仲西篤, 木村誠聡, “フルハードウェアシステムのための TCP/IP 回路の開発”, 情報・システムソサイエティ特別企画, 2014