

# TCP 並列接続を用いたプログレッシブダウンロード における順序制御方式の実装

広島市立大学 情報科学部 情報工学科

1420180 平城 光雄

概要

概要

ページ 数	提出日	指導教員 受付印	指導教員名
			舟坂 淳一

# **Implementation of sequence control method in progressive download using TCP parallel connection**

**Department of Computer and Network Engineering  
Faculty of Information Sciences  
Hiroshima City University**

1420180 Mitsuo Heijo

**Abstract**

gaiyo

# TCP 並列接続を用いたプログレッシブダウンロード における順序制御方式の実装

## 目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	関連研究	2
2.1	プログレッシブダウンロード方式	2
2.2	複数経路を用いた通信方式	2
2.3	複数の TCP 接続を用いたプログレッシブダウンロード	3
2.4	タイマ駆動を用いた要求方式	4
第 3 章	提案方式	5
3.1	遅延要求方式	5
3.1.1	固定遅延方式	5
3.1.2	差分計測を用いた遅延予測方式	5
3.1.3	接続使用回数比を用いた遅延予測方式	5
3.2	重複再要求方式	5
3.2.1	バッファ内非有効ブロック数依存方式	5
3.2.2	非有効ブロック受信回数依存方式	5
第 4 章	実装評価	6
4.1	提案方式の評価	6
4.1.1	テストベッドでの評価	6
4.1.2	実ネットワークでの評価	6
第 5 章	動画配信サーバーへの適用例	8
5.1	プロキシでの実装	8
第 6 章	今後の課題	9
	謝辞	10
	参考文献	11

# 第1章 はじめに

はじめに

## 第2章 関連研究

本章ではまず，動画配信方式の一つであるプログレッシブダウンロードについて述べる．

### 2.1 プログレッシブダウンロード方式

ネットワークの大容量化，高速化に伴い，Youtube[] や Netflix[] などの動画配信サービスの利用が増加している．動画配信サービスには UDP を利用したストリーミング，TCP を利用したプログレッシブダウンロードの2種類がある．アプリケーションプロトコルとして HTTP を用いるプログレッシブダウンロードは特別なソフトウェアを必要とせず，ブラウザだけで視聴することができるため，近年広く普及してきている．また，プログレッシブダウンロードは分割順次ダウンロードとも呼称される．

プログレッシブダウンロードの動作概要は，まず，1つのファイルを複数のあるサイズのブロックに分割する．次に，クライアントは分割されたブロックをサーバーに対してリクエストする．このリクエストの方法には HTTP の Range Header に分割のための情報を含める方式や HTTP の GET リクエストのクエリストリングに分割のための情報を含める方式などがある．サーバーはリクエストに応じたブロックを送信する．これを繰り返すことで，1つのファイルを取得できる．

### 2.2 複数経路を用いた通信方式

複数の IP 接続を束ねて上位層に機能を提供することを目的としたものの一つの MPTCP[] などが提案されている．複数の NIC を束ねることで上位層からは1つの仮想的なインターフェースとして扱うことができる．これらは各 OS レベルでの実装が必要となるので実装コストが高い．

## 2.3 複数の TCP 接続を用いたプログレッシブダウンロード

ネットワークの発展に伴い、大容量のデータを TCP を用いて、通信する機会が増加しつつある。TCP には輻輳回避のためにウィンドウ制御が存在する。このため、ウィンドウサイズを遅延で割ったものが単一 TCP 接続における理論最大性能となる。近年ではコンテンツの大容量化が進んでおり、より効率よくコンテンツをダウンロードするためにアプリケーション層から複数の TCP 接続を用いる手法が提案されている。

2.1 は複数の TCP を接続を用いたプログレッシブダウンロードの分割されたブロックの受信の様子を示した例である。複数のブロックを別々の TCP 接続に対して要求を行う場合、ブロックの再生順番と受信完了順序が一致しない可能性がある。図 2.1 が示すように、先頭から連続するブロック 1 及びブロック 2 は再生可能である (有効ブロック) が、それ以降のブロック 3 は未受信のブロックを間に挟んでいるため再生することはできない (非有効ブロック)。複数の TCP 接続を束ねることでグッドプットを向上させても、受信ブロックが有効ブロックでない限りは応答性は低下してしまい、ユーザー体験は悪化することが予想できる。先行研究ではこの問題への解決策として

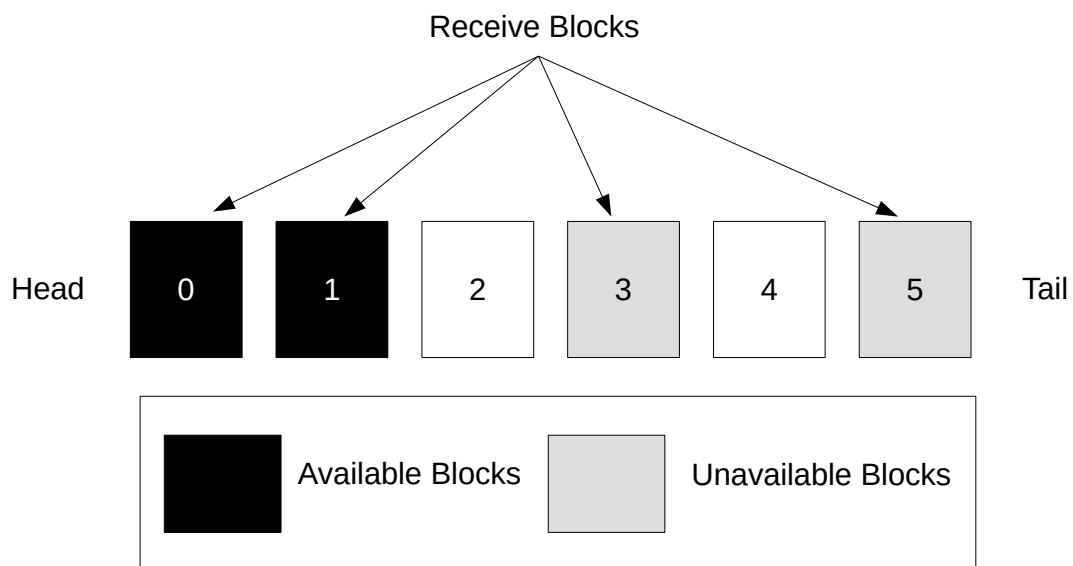


図 2.1: ブロックの有効性

## 2.4 タイマ駆動を用いた要求方式

## 第3章 提案方式

本章では性能差のある複数の TCP 接続を並列的に利用する際に生じるいくつかの問題点を解消するためのアルゴリズムを実装した提案方式について述べる。

また、実際に複数の TCP 接続を用いた動画のプログレッシブダウンロードをプログラムに実装する際に考慮すべき点がいくつかある。プログレッシブダウンロードの実装は大きく分けて動画ファイルのダウンロードとバイナリファイルをデコードして再生という2つのセクションに分かれている。既存のウェブブラウザや VLC<sup>1</sup> 等のネットワークメディア再生機能付きの動画プレイヤーソフトのではこの2つのセクションは1つのプログラムから高度に同期をとりながら同時並列的に制御されている。しかし、本研究では実装の難易度と主としてダウンロードセクションについて論じるためにこれら2つのセクションは分離している。

### 3.1 遅延要求方式

#### 3.1.1 固定遅延方式

#### 3.1.2 差分計測を用いた遅延予測方式

#### 3.1.3 接続使用回数比を用いた遅延予測方式

### 3.2 重複再要求方式

#### 3.2.1 バッファ内非有効ブロック数依存方式

#### 3.2.2 非有効ブロック受信回数依存方式



## 第4章 実装評価

### 4.1 提案方式の評価

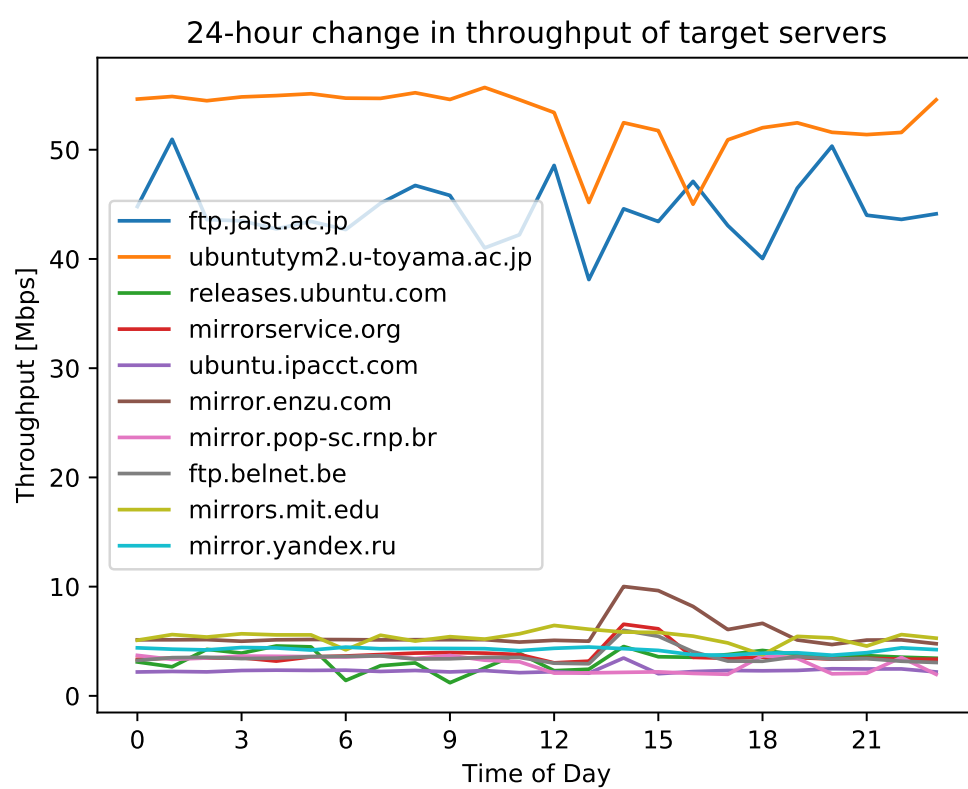
#### 4.1.1 テストベッドでの評価

#### 4.1.2 実ネットワークでの評価

実ネットワークでの評価にあたり Ubuntu のパブリックミラーサーバーを利用した.  
使用したサーバー群

ホスト	組織	国
ftp.jaist.ac.jp	JAIST	JP
ubuntutym2.u-toyama.ac.jp	Univercity of Toyama	JP
releases.ubuntu.com	Canonical	GB
mirrorservice.org	University of Kent	GB
ubuntu.ipacct.com	IPACCT	BG
mirror.enzu.com	Enzu Inc.	US
mirror.pop-sc.rnp.br	PoP-SC	BR
ftp.belnet.be	Belnet	BE
mirrors.mit.edu	MIT	US
mirror.yandex.ru	Yandex	RU

参考 各サーバーの 24 時間の性能の時間変化



## 第5章 動画配信サーバーへの適用例

### 5.1 プロキシでの実装

## 第6章 今後の課題

今後の課題として, 以下が挙げられる.

- 実際のユーザー体験を考慮した評価
- タイマ駆動要求方式の実装との比較

## 謝辞

本研究の機会を与えて頂き，多くの御指導，および御助言を賜わりました舟坂 淳一准教授に深甚なる謝意を表します．また，その他多くの御助言を頂きました諸氏に心より感謝致します．

## 参考文献

[1] test