

様式 F - 7 - 1

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成27年度）

1. 機関番号 

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 基盤研究(C)（一般） 4. 補助事業期間 平成27年度～平成29年度

5. 課題番号 

1	5	K	0	0	1	2	6
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 ゲーム理論的アプローチを用いた制御可能型P2Pコンテンツ配信に関する研究

## 7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
1 0 3 7 9 1 0 9	ササベ マサヒロ 笹部 昌弘	情報科学研究科	准教授

## 8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

## 9. 研究実績の概要

Peer-to-Peer (P2P)コンテンツ配信では、サーバによる配信に加えてシステムに参加中のユーザ端末（ピア）も受信したコンテンツの断片（ピース）を他のピアに送信することで、サーバの負荷を軽減できる。このとき、ゲーム理論における知見を基に、他のピアからのピース取得には自らのピース提供が必要となる、Tit-for-Tat (TFT)戦略の導入により、ピアの積極的なピース送信を促すことができる。今年度は、ファイル型コンテンツを対象に、このようなTFT型P2Pコンテンツ配信をサーバが間接的に制御することのできる方式を設計した。

まず既存研究に倣い、サーバにとって望ましいファイル配信を、ピア間での平均ファイル取得時間の最小化を目的とする線形整数計画問題として定式化した。既存研究では、すべてのノード（サーバもしくはピア）同士が互いのピースの保持状況を把握できることを前提としていたが、システムの自律分散性を高めるため、各ピアが一部のピアのピース保持状況のみを知ることができるものとした。その結果、ピアのアクセス回線容量に基づく階層構造と階層内・隣接階層間でのリング状のネットワークが最適なファイル配信に適していることを明らかにした。

さらに、最適なファイル配信を実現するシステム内でのピースの流れ（ピースフロー）を分析することで、サーバのピース送信方式とピアのピース取得方式を設計した。サーバのピース送信方式は、アクセス回線の遅いピアから速いピアへと段階的にシステム内での流通量の少ないピース（希少ピース）を送信することで実現できる。一方、ピアのピース取得方式は、従来通りTFTによる制約の下、システム内の希少ピースを取得することで実現できる。

## 10. キーワード

- |               |             |           |         |
|---------------|-------------|-----------|---------|
| (1) P2Pネットワーク | (2) コンテンツ配信 | (3) ゲーム理論 | (4) 最適化 |
| (5)           | (6)         | (7)       | (8)     |

## 11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

ファイル型コンテンツを対象とした場合に、サーバがP2Pコンテンツ配信を間接的に制御するためには、ピア間のネットワーク構造とサーバのピース送信方式が特に重要となる一方で、各ピアのピース取得方式は従来通りで問題ないことがわかった。これらの知見は、研究計画を立案した際の予想に概ね従うものであり、また、それらの成果の一部については、国内研究会で2件発表を行い、内1件は賞を受賞することができた。以上のことから、本研究は概ね順調に進展していると判断している。

## 12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

配信対象のコンテンツとしては、ファイル型に加えてストリーミング型があることから、前年度までの知見を基に、TFT型P2Pストリーミング配信における最適なピースフローの分析、分散制御方式の確立を目標とする。最適なピースフローの分析においては、まずTFT型P2Pストリーミング配信を離散時間の最適化問題として定式化する。具体的には、まず先行研究におけるファイル型の場合と同様に、いつ、どこからどこに、どのピースが送信されるかを決定変数として定義する。制約条件についてはファイル型の際の制約条件と同様となる。一方、目的関数としては、各ピアがストリーミングの再生を要求してから再生を開始できるまでに生じる遅延時間(再生開始遅延時間)の平均的最小化として設計できる。この再生開始遅延時間は、決定変数からなる線形式として次のように表現できる。ストリーミング型では、ファイル型と異なり、ピース毎に再生順が決まっている。時点0ですべてのピースを保持している場合のk番目のピースの再生開始時刻はk-1で与えられる。一方、ピースkの取得完了時刻はピースkを保持していなかった時間と同義であり、これは先行研究の知見により決定変数からなる線形式で表現できる。ピースkの再生開始遅延時間はこれら取得完了時刻と再生開始時刻の差で表される。すべてのピースを通しての再生開始遅延時間は、これら各ピース毎の再生開始遅延時間の最大値で定義できることから、目的関数も線形式となる。以上のことから、想定する問題は整数線形計画問題に帰着される。CPLEXなど既存の線形ソルバを利用することで得られた最適解を分析することで、最適なストリーミング配信に必要な、配信サーバから各ピアへの適切なピースフローを解明する。さらに、最適なピースフロー実現のための分散制御方式を設計し、ファイル型の場合と同様にその妥当性を検証する。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

導入を予定していた計算機の発売時期が遅れているため。

(使用計画)

導入を予定していた計算機は次年度中には発売される見通しのため、その際の購入費用の一部に充てる予定である。

(課題番号: 15K00126)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

## 13. 研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(0)件/うち査読付論文 計(0)件/うち国際共著 計(0)件/うちオープンアクセス 計(0)件

著者名		論文標題				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)						
オープンアクセス						

(学会発表) 計(2)件/うち招待講演 計(0)件/うち国際学会 計(0)件

発表者名		発表標題		
小川 夏輝, 笹部 昌弘, 笠原 正治		制御可能型P2Pファイル配信方式に関する一検討		
学会等名	発表年月日	発表場所		
電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会	2015年07月06日	奈良先端科学技術大学院大学(奈良県生駒市)		

発表者名		発表標題		
小川 夏輝, 笹部 昌弘, 笠原 正治		通信負荷の軽減を考慮した制御可能型P2Pファイル配信方式に関する一検討		
学会等名	発表年月日	発表場所		
インターネット技術163委員会新世代ネットワーク構築のための基盤技術研究分科会ワークショップ	2015年09月15日	みのたにグリーンスポーツホテル(兵庫県神戸市)		

(図書) 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

## 14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

(出願) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

(取得) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

## 15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

(国際研究集会) 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

## 16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究: -

17.備考

