

P2P ファイル共有におけるポイント制インセンティブの提案

近藤進介 垂水浩幸

香川大学大学院工学研究科

E-mail: {s05g461@stmail, tarumi@}.eng.kagawa-u.ac.jp

従来のサーバ・クライアント通信方式の他に近年 P2P 通信方式の利用者が増えてきている。また、P2P 通信の特性はファイル共有に活かされている。しかし、P2P ファイル共有においてリソースを提供しないフリーライダーや不公平性が問題視されている。そこでインセンティブという概念で解決しようとする動きがあるが、完全に解決されている例はほとんど無く、解決されていても別の問題が発生している場合もある。また、インセンティブを与えられる条件としては回線の帯域によるものがほとんどである。しかしシステム全体のことを考えれば回線の帯域以外にもユーザの様々な行動でシステムに貢献することができる。この行動が反映されるように、本研究ではファイル共有システムにおける新たなインセンティブモデルとしてポイント制インセンティブを提案し、その有用性をシミュレータによって確認することを目的とする。

Proposal of Point Incentive System for P2P File Sharing Systems

Shinsuke KONDO Hiroyuki TARUMI

Kagawa University

E-mail: {s05g461@stmail, tarumi@}.eng.kagawa-u.ac.jp

Recently, the number of users of P2P network, especially for file-sharing, has increased. However, selfish behaviors of peers may cause social problems of P2P network, such as free-riding or unfairness. In order to solve these problems, researchers have proposed the concept called incentive, but no perfect solutions have been given. Most of the proposed incentives were based on the hardware contribution by peers such as network bandwidth or file storage donated by peers. In this paper, we point out that some P2P users should be appreciated by their behavior as well as their contributed hardware.

1. はじめに

近年、個人用計算機の性能の向上やネットワークの高速化に伴い、P2P 技術が見直されてきている。また、離れている複数の人との情報の共有化の技術が Web2.0 などの動きとともに盛んに研究されている。しかし、従来のサーバ・クライアント方式の通信だとサーバの性能がボトルネックとなり、大容量のファイルなどの共有には不向きであった。そこで、P2P の技術を利用することにより、より拡張性の高い共有システムを作るに至り、今日までに数多くの P2P ファイル共有システムが開発されてきた。その規模に関しては年々増加する傾向にある [1]。代表的なものとしては、WinMX, Winny, BitTorrent などがそうである。

しかし、P2P ファイル共有システムには未だ数

多くの問題点が存在している。最も話題にされる問題として著作権侵害があるが本研究ではこれは扱わない。他の問題として自分からはリソースを提供しないフリーライダーと呼ばれるユーザの問題が存在する。お互いのリソースを提供しあうことによって成り立つシステムのはずが、このようなユーザによって本来のスケラビリティを発揮できない、ユーザ間のバランスの不均衡などの問題が発生する。

このような問題に対し従来はインセンティブによる解決が有用であるとされてきた [2]。ファイル共有におけるインセンティブとは、システムにリソースを提供する見返りとして与えられる何か、である。従来のインセンティブを与える判断基準はユーザの回線帯域によるものが大きく、回線の

帯域というリソースを提供する見返りとして、通信環境が改善されるといったインセンティブが与えられる手法が主であった。しかし、システムに貢献するのは回線の帯域などのリソースだけでなく、ユーザの行動や振る舞いについても同様に評価されるべきである。ただし、様々な行動や振る舞いなどについて評価するのであれば、与えるインセンティブも一意的に定めるものであってはならない。また、従来のインセンティブモデルでは次章に示すような問題点が発生している。

ここで本稿では、様々なユーザの振る舞いによって共通のポイントを与えてやることにより、より公平でかつ従来の問題点を解消するような新たなインセンティブモデルを提案するものである。

本稿では2章でフリーライダー問題と従来のインセンティブによる解決手段と問題点について述べ、3章で著者が提案するポイント制インセンティブについて述べる。4章では提案したインセンティブモデルがどのように実装されるかの例を示し、5章で考察を述べる。

2. 従来のインセンティブモデル

本章ではまずフリーライダー問題について述べ、その後に P2P ファイル共有システムをインセンティブの観点から大きく3つのモデル(共有型、交換型、BitTorrent 型)に分類し、それらのインセンティブモデルを比較し、問題点を挙げ考察を述べる。

2-1. フリーライダー問題

フリーライダーとは、自分からリソースを提供することなしにリソースを提供している人たちと同じサービスを受ける人たちのことである。ファイル共有の世界であればリソースとはファイル容量、回線の帯域のことを指す。このフリーライダーが増大することにより、ファイルをアップロードするユーザの割合が低下し、少数の高速回線を提供しているユーザのマシンに多数のユーザが集中的に接続され、局所的にトラフィックが増大してしまう。結果システム全体のスケーラビリティが発揮できないといった問題に繋がる。また、ユーザ間の不公平性も挙げられる。

これらの問題を解消するためにインセンティブの研究が進められている。つまり、リソースを提供した人たちに対しては、多数のユーザとファイ

ルを共有しやすい環境を与えてやり、リソースを提供していないユーザに対しては、共有しにくい環境を与えてやるということである。具体的に言えば、検索結果が出にくいことや、単純に回線速度を制限するといった方法が見られる[3]。近年では、P2P ファイル共有システムにおいて最低限のリソースしか提供しないユーザに対してもフリーライダーとみなす傾向がある。

2-2. ファイル共有システムの分類

一つ目の分類は共有型 P2P である。これは、ユーザ自身はアップロードの具体的な制御が不可能であり、またファイルのキャッシュ機能や匿名性の高い通信経路により自身が何をアップロードしているかは分からないような共有ソフトを指す。これを図で表すと図1のようになる。矢印はファイルの流れを表している。

このようなシステムのインセンティブとしては回線速度が最重要視される。つまり、自分の帯域によって静的にダウンロードする上限が定められるか、もしくはアップロードに対する見返りとしてダウンロードの上限が定められる。そして、リソースを提供しないユーザはダウンロードが出来ず、アップロードをすればするほどダウンロードの環境が改善されていく。また、ファイルを持っていなくても、通信経路としての役割を果たすことにより、キャッシュが蓄積されていき、結果それをアップロードすることによりダウンロードが許可される。

特徴としてこのような共有ソフトは PureP2P であることが多い。しかし、その匿名性から違法な利用が問題視される。例としては、Winny[4] や Share[5] が挙げられる。

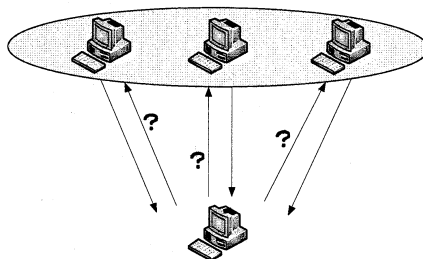


図1. 共有型のファイル共有システム

二つ目の分類は交換型 P2P である。これはユーザ自身がアップロードの制御をすることができ、

かつアップロードしている内容が分かるような共有ソフトを指す。また、メッセージ機能など交渉することが出来るような機能が付いており、交換する意味合いが強いのも特徴である。これを図2に示す。点線はメッセージの送受信を示しており、×印はユーザによってアップロードの切断が自由であることを示している。

PureP2P, HybridP2P の両方で共有ソフトが存在し、インセンティブは特に設けられておらず、ユーザ同士が監視しあうことによって、フリーライダー問題を解消しようとしている。しかし、相手の IP アドレスなどの個人情報は秘密にされているため、フリーライダー行為を行ったとしても、再犯防止が出来ず、根本的な解決にはなっていない。また、交渉をする手間がかかるため、ファイルの普及率やリソースの乏しいユーザの参加には問題が残っているといえる。このようなソフトの PureP2P の例は LimeWire[6] や Cabos[7]、Hybrid P2P の例は WinMX[8] などが挙げられる。

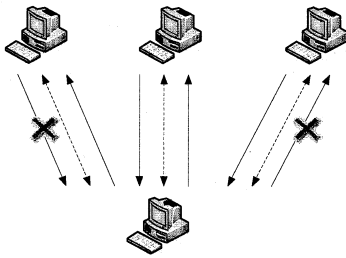


図 2. 交換型のファイル共有システム

最後の分類は BitTorrent 型である。これは Bram Cohen により開発された BitTorrent のプロトコルを利用した HybridP2P ファイル共有ソフトのことである[9]。このプロトコルの特徴は第一に匿名性の保障が全くされていないということ、つまり自分の IP アドレスは公開されており、ファイルも細分化されてはいるが特殊な通信経路は使用されておらず、暗号化もされていない。結果、共有型のように違法性を含む可能性は低くなる。

第2に自身の欲しいファイルの一部を保持していなければ共有が開始されないといった点である。最初にユーザはトラッカーと呼ばれるサーバから自分の欲しいファイルの情報やそれを保持しているユーザのリストを受け取ってくる(図3-①)。そして、シーダーと呼ばれるそのファイルについて

はアップロードしかしていないユーザからダウンロードを開始する(図3-②)。その後、他のユーザともファイルを補完しあうといった通信手段を取る(図3-③)。そして、ファイルの補完が終われば自身がそのファイルにおけるシーダーとなる。

第3に回線のサイズの小さいファイルしか持てないような帯域の乏しいユーザでも流通に貢献できる点である。これを実現するためにファイルの細分化が行われている。細分化の様子を表したものを図4に示す。例えば、756KBのサイズのファイルがあるユーザが配信したいとする。このユーザをオリジンと呼ぶ。BitTorrent ではファイルはピースと呼ばれる 256KB のファイルに細分化される。図の例では2人のユーザがダウンロードを開始し、Aはピース1とピース2をBはピース3をダウンロードしたとする(図4-①)。一つのピースのダウンロードが完了すればそのピースのアップロードが可能になるため、Bはオリジンだけでなく、Aとも交換が可能となる。

また、アップロードに関しては交換型のようなユーザ自身による個々の接続の選択はできない。これにより、リソースの低いユーザでもシステムに貢献でき、自分がダウンロードしている限り何かしらをアップロードしているシステムを実現した。しかし、逆に言えば自分が欲しいファイル以外は共有する必要がなくシーダーになるか否かはユーザの意思によるものである。このため、シーダーになるユーザが少なく結果的に古いファイルは入手しづらくなり、少数のシーダーのトラフィックが増大するといった問題が見られる。このプロトコルを用いた共有ソフトとしては、BitComet、Azureus などが挙げられる。

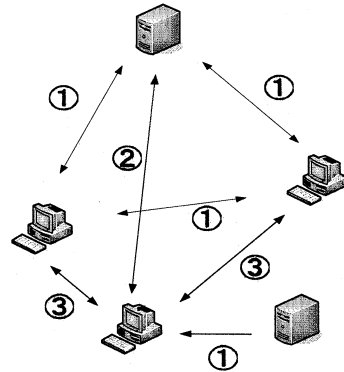


図 3. BitTorrent 型のファイル共有システム

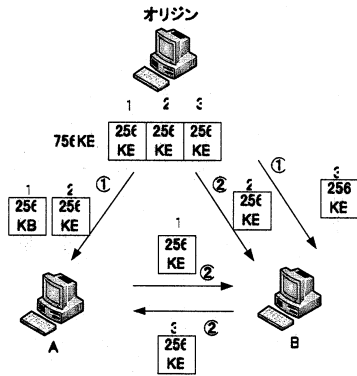


図4. BitTorrentのファイル細分化

2-3. その他のインセンティブモデルと問題点

実装例は少ないが、ユーザの振る舞いの履歴によりユーザを評価するシステムの研究が近年盛んに行われている。ユーザ間のファイルの取引がどれほど成功したかや、その取引は共有システム内でどれほどの重要性を持っていたかを評価値と呼ばれる値で示し、これをユーザに対して与える。この結果、評価値の高いユーザはネットワークポロジにおいて検索結果が返ってきやすい、またはダウンロードしやすい位置に組み込まれ、ファイル共有においてよりよい環境が与えられることになる。

このようなシステムは PureP2P, HybridP2P の両方でその手法が提案されているが、PureP2P ではユーザのデータを一括で処理することが不可能なため、直接繋がりのあるユーザに対してのみの評価となる。また一般的に PureP2P で実現する手法は分散ハッシュテーブルなどを用いて実現するため共有ソフト自体の動作が重たくなりがちである。そのため HybridP2P による実装が主である[3]。また、知り合いのユーザ同士がお互いの評価値を上げるためにファイルを大量交換するなどの不正に対してその判別ができるような評価システムを構築すべきであり、またより評価の信頼性を向上させるための研究[10]も行われている。

分類上、上述したファイル共有システムには当てはまらないが、重要なインセンティブモデルがいくつか存在する。共有される情報の種類や質によってそれにあつたインセンティブを発見し、それに基づく共有システムを開発する試み[11]や、ファイル共有において得られたインセンティブをポイントとして与え、それに対して現実世界での

品物の購入ができるといったインセンティブモデルがそうである[12]。しかし、これらはいずれもインセンティブを与える条件としては、アップロード速度やファイルリソースによるものである。

以上のことから、共有型のものであればリソースを提供しないユーザには帯域に制限を設けることによってフリーライダー問題の解決を試み、事実 Winny などのソフトではフリーライダー問題は解決したともいえる。しかし、その仕組み上でのユーザに何をアップロードするかという事をユーザが選択することができないため、自分の意図しないものがアップロードされるといった問題が発生した。つまり、違法性のあるファイルをアップロードしていてもユーザ自身は全く分からない。

交換型であれば、どのファイルをどのユーザへアップロードするか、またはどのファイルを誰からダウンロードするかを選択することが可能である。しかし、この仕組みでは例えば、自分のダウンロードが終わった時点で相手へのアップロードの完了を待たずに切断することが可能でありフリーライダー問題が解決するとは考えられない。

BitTorrent 型であれば、匿名性も低く交換型のようにアップロードの選択は出来ないため、共有型と交換型の問題を解決しているように思われるが、2-2の最後で述べたような問題が発生する。そこで、2-3で述べたように信頼できる相手か否かを今までの行動の履歴などから判別する評価システムが存在するが、これはあくまで交換または交渉の成立履歴を判断基準とするものである。

しかし、共有システム全体の貢献という観点から考えれば、交換、交渉のみの振る舞いを評価したのでは次章で示すように不十分である。また、フリーライダーを容認しないということは、初めてシステムを利用するユーザにとっては敷居が高くなってしまふという問題も発生する。そして、フリーライダー問題が原因でシステム全体が破綻した例は未だ無い。このことから、フリーライダーは少ない方が良いが、存在自体を否定する必要はないということが言える。

3. ポイント制インセンティブ

本章では、ポイント制インセンティブの提案とその説明に必要な概念であるコミュニティの定義について述べる。その後ポイントに関する詳細な

説明を述べる。

3-1. コミュニティの定義

ここでいうコミュニティとは、同じような情報を収集する人たちが、P2Pネットワークを通じて、情報を共有する場または集団のことを指す。ファイル共有システムと同じような意味だが、本研究におけるコミュニティの定義はより狭義的な意味合いである。例えば図4に示すように、一つのファイル共有システムの中にいくつかのコミュニティが存在する場合もあれば、ファイル共有システムそのものが大きな一つのコミュニティである場合も存在する。

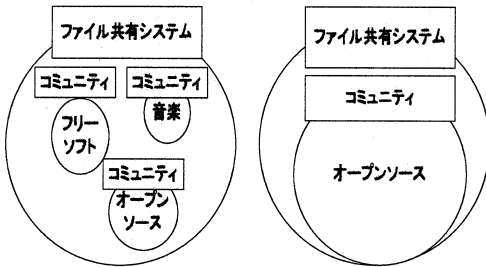


図4. コミュニティの概念図

3-2. ポイント制インセンティブ

2章までの問題点を整理すると以下のような点を踏まえたインセンティブが必要であると考えられる。

1. 匿名性の低いプロトコルを使用することを前提とすべきである
2. フリーライダーを容認しつつも同時に数を減らすようなシステムとすべきである
3. コミュニティに貢献するユーザにとって新たな判断基準を考えるべきである

ここで我々の考えるポイント制インセンティブとは従来の回線の帯域を重視したインセンティブではなく、それを含めたより広い意味でのユーザの振る舞いを貢献度として考慮するものである。ここで、ユーザの振る舞いをコミュニティに対する役割として大きく4つに分類する。

まず一つめがコミュニティに新しいファイルを提供する生産者、二つめが従来のインセンティブとして重要視されていた、コミュニティにファイルを流通させる流通者、そしてコミュニティに巡回したファイルを所持している保持者、最後に生産者に対してデバッグやレビューなど何らかの情

報をフィードバックするフィードバックカー、である。しかし、これらの振る舞いに対して、今までのように共通のインセンティブを与えていたのでは意味を成さない。例えば、ある低速回線のユーザが自分の作成したフリーソフトをコミュニティに提供したとする。今まで通り回線の帯域に対するインセンティブを受けたとしても、高速回線の同じ行為をしたユーザに比べて得られるものは同じではない。

ここで、図5に示すように貢献した度合いを共通のポイントとして与えてやる。また、コミュニティによって各役割のポイントの重要度を変えられるような仕組みにすべきである。これは、音楽を共有するコミュニティであれば、当然生産者が一番尊重されるべきであるからである。また OS のアップデートのようなものであれば流通者が一番重要であると考えられる。図では、矢印の太さによって、そのコミュニティにおける役割の重要度を表している。そして、与えられる具体的なインセンティブはコミュニティの自由に任せてやる。ポイントという共通の評価で考えてやることにより、コミュニティの特色にあった、より公平なインセンティブが与えられると考えている。

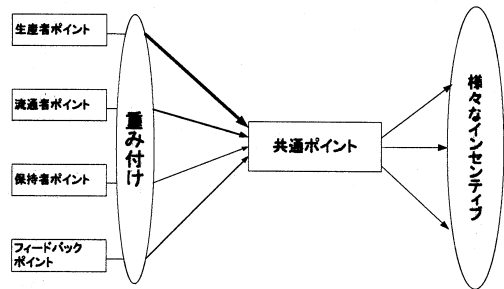


図5. ポイント制インセンティブ

3-2-1. 生産者ポイント

コミュニティに新しいファイルを提供することによって与えられるポイント。これにより従来の回線やファイル容量などのリソースの乏しいユーザにもインセンティブが与えられ、またよりコミュニティの活性化に繋がると考えている。

3-2-2. 流通者ポイント

従来のインセンティブと同じようにコミュニティの中でファイルを流通させたことに対するポイント。当然回線の帯域に余裕のある者や多くのフ

ファイルリソースを持っているユーザにはポイントが与えられやすい。

3-2-3. 保持ポイント

これは生産者にとってみれば、自分の提供したファイルをより多くのユーザにダウンロードしてもらうという目的があることからコミュニティに貢献していると考えている。同時にファイルを共有から外すといったような古いファイルの枯渇化を防ぐことが出来ると考えている。

3-2-4. フィードバックポイント

これはコミュニティに出回っているファイルをダウンロードしたユーザがデバッグ情報やレビューなど何らかの情報をフィードバックすることによって得られるポイントである。これにより、従来のフリーライダーにもポイントを得られる機会を持たせることができる。

4. 実装案

この章では、実際にこのインセンティブモデルが P2P ファイル共有システムで実装される場合の実装例について述べる。現在、想定している例では一から P2P ファイル共有システムを構築するのではなく、BitTorrent のプロトコルを応用することを考えている。これは、BitTorrent の問題点とこのインセンティブモデルの特長とが一致しているためである。

基本的にポイントの計算は全てトラッカーで行う。トラッカーにはコミュニティのユーザの IP アドレスや保持しているファイルの情報を管理している[9]。これにより保持者のポイントは計算でき、またこのトラッカーとユーザ間の通信は定期的に行われているため、差分を取ることによって生産者、流通者のポイントの計算が出来る。フィードバックに関しては、生産者にフィードバックを返したことをトラッカーに通知することによって、計算する。

5. おわりに

本論文ではフリーライダー問題と従来のインセンティブによる解決方法を3つに分類し、比較検討を行った。また、近年研究が行われている評価システムに基づくインセンティブに対しても検討し、その問題点を述べた。これらの問題点を指摘

した上で、それらの問題点を解決するべくポイント制インセンティブを提案した。このインセンティブモデルの特徴は、コミュニティに貢献する役割を4つに分け様々な形でコミュニティに貢献していることが明確に理解できる、フリーライダーの存在を認めている、コミュニティ内の古いファイルが入手しづらくなることの防止、が挙げられる。現在はこのインセンティブの有用性を確かめるためにシミュレータの作成を進めている。以後は、役割の重要度を変え、様々なシミュレーションを行うことによりこのインセンティブモデルの有用性を確かめたい。

参考文献

- [1] 大井恵太, 亀井聡, 森達哉, “P2P ファイル共有におけるコンテンツ分析”, 情報処理学会研究報告(DPS), 114 巻, 3 号, 2003
- [2] Stephanos Androuststellis Theotokis, Diomidis Spinellis, “A survey of Peer-to-Peer Content Distribution Technologies”, ACM Computing Surveys, Vol.36, No.4, 2004
- [3] Yang Bin Tang, Huai Min Wang, Wen Dou, “Trust Based Incentive in P2P Network”, Proceedings of CEC-East’04
- [4] 金子勇, “Winny の技術”, ASCII
- [5] NextP2P, <http://www.nextp2p.info/>
- [6] ライムワイヤー最新鋭のファイル交換ソフト, <http://www.limewire.com/japanese/content/home.shtml>
- [7] Cabos, <http://cabos.sourceforge.jp/>
- [8] WinMX, <http://ja.wikipedia.org/wiki/WinMX>
- [9] BitTorrent.org, <http://www.bittorrent.org/>
- [10] Emmanuelle Anceaume, Maria Gradinariu, Aina Ranvoaja, “Inventive for P2P Fair Resource Sharing”, Proceedings of P2P’05
- [11] 新谷虎松, 伊藤孝行, “インセンティブ発見に基づく情報共有システムの開発”, <http://www.ipa.go.jp/SPC/report/03fy-pro/mito/15-950d.pdf>
- [12] ALTNET LAUNCHES PEER POINTS MANAGER TO REWARD CONSUMERS FOR SHARING LICENSED DIGITAL CONTENT, <http://www.brilliantdigital.com/content.asp?skin=BDE1&ID=796>