

自動検針モバイルエージェントの巡回方法の研究

2000MT041 川口 恵

2000MT069 丹羽 博之

2000MT077 大町 将也

指導教員 後藤 邦夫

1 はじめに

現在、公共料金の検針方法は検針員による各家庭の訪問である。しかし、この方法では確実にデータを回収することはできるが、夜間おこなえないことや、1件1件が人による訪問のため効率が悪く、時間がかかるといった欠点がある。

一方、FTTH や ADSL、CATV の普及により家庭におけるインターネット利用が大幅に増加しつつある。これに伴い近い将来、各家庭にホームサーバが設置され、家庭機器など身の回りのものがネットワークで繋がれることが予想される。これにより、自宅に人がいない場合での遠隔操作や家庭の状態を把握することが可能になる。

本研究ではあるガス会社の料金回収システムをもとに、対象となる全てのホームサーバのデータをエージェントが短時間で確実に効率良く回収できる巡回方法を検討する。検討方法としては、まずはじめに確率モデルでエージェントの回収率と回収時間に重点をおいた理論値を求める。その際に、どのような順路で巡回すればよいか、次のホームサーバにいけなるときはどうか、エージェントがどのくらいのデータを格納できるかを考える。その値から効率の良い経路を決定し、実際に稼働できるかをエージェントを用いてインターネット上でシミュレーションする。そして、シミュレーションの結果を基に、理論値がどれくらい信頼性があるかどうかを評価し、世の中に役立つシステムの提案を考えている。

川口は主に確率モデルを、丹羽、大町は主にシミュレーションを担当した。

2 モバイルエージェント

この節では、本研究で用いるエージェントについての概念と役割について述べる。エージェントとは「利用者から委託されて仕事を代行処理するソフトウェア」である [1]。

エージェントを用いると効果的な場合には以下の3つがある。

- 遠隔地にあるホームサーバを長時間監視する場合
- 負荷を分散したい場合
- 通信に自律的な判断が必要な場合

2.1 本研究におけるモバイルエージェントの役割

本研究では、エージェントを用いて公共料金の自動検針をおこなうための料金回収システムについて考える。

図1は通信モデルを表す。

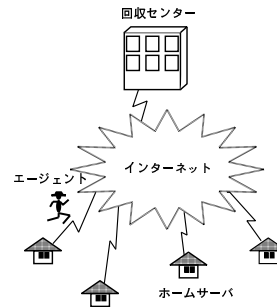


図1: 通信モデルの図

回収センターは情報の集積とエージェントの管理をおこなう。また各家庭にホームサーバを設置し、そこに各家庭のデータが格納される。センターから出たエージェントは各家庭のホームサーバを巡回し、データを収集する。回収されたデータはエージェントによってセンターに運ばれ、センターにて集積される。

2.2 ガス会社で使用されているエージェント

ガス会社がエージェントを用いる理由は以下の3つがある。

- 回収センターの負荷を削減できる
- データ収集の高速化を計ることができる
- エージェントは利用者側で操作されるので移動先での管理が必要ない

しかし、ガス会社が実験で使用したエージェントは巡回経路内で次のホームサーバに移動できない事象が起きると、そこでエージェントが停止し、データの回収ができなかった。そこで、本研究では既存のモバイルエージェントである JADE [2] を用いることにした。JADE を用いると、エージェント内に移動先の変更を処理する機能を含めることができる。この機能により、次のホームサーバに移動できないときは何度か送信を試み、それでも次のホームサーバに送信ができないときは、飛ばしてその次のホームサーバへの移動する。本研究ではこの機能をスキップと定義する。

3 確率モデルによる平均値解析

この節では 3.1 節で目標を掲げ、それに基づいて数学的に解析する。そして、効率の良い巡回経路を検討する。

3.1 料金回収システムの目標

本研究では巡回モデルを考えるにあたり以下のことを目標とする。

- エージェントがホームサーバを巡回し、全てのデータを回収し終える時間を 1 時間以内とする。
- エージェントがホームサーバを巡回し、全てのデータを回収する確率を 100 パーセントとする。
- データの回収状況やエージェントが消滅していないかという確認を 10 分から 30 分毎に把握できるようにする。
- センターから発生するエージェントは出来るだけ少なくする

3.2 システム設計のための検討

図 2 は確率モデルにおいてエージェントが、あるホームサーバからあるホームサーバへ移動するときのモデル図を表す。

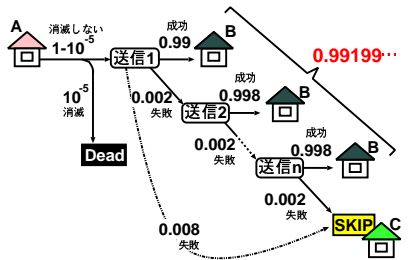


図 2: 1 件あたりの送信モデル図

ホームサーバの不具合やネットワーク回線の不具合によるエージェントの消滅を考慮に入れた。エージェントが消滅しない場合に次のホームサーバに移動できる。しかし、ホームサーバと TCP コネクションの不成立が原因で移動に失敗する場合がある。この原因には、一時的な通信の遅れの場合と恒久的な通信の遅れの場合がある。恒久的な遅れにはネットワークの長時間の障害、ホームサーバのダウンの 2 つがあり、この場合は何度繰り返しても送信できない。最大送信回数まで繰り返しても送信に失敗する場合はスキップして移動先を変更する。確率モデルで解析するために、本研究では図 2 に表した数値を用いる。

3.3 システム設計のための仮説

このシステムを設計するために考えなければならない事項は以下の 3 つである。

1. スキップと最大送信回数
2. 回線速度とデータ量
3. 1 つのエージェントの巡回件数

1 については、2.2 節より回収率を高くするために移動できないホームサーバを飛ばすことにした。よって、この機能を生かすために最大送信回数の上限を決める必要がある。

2 については、エージェントは各ホームサーバのデータを収集していくので、徐々にデータ量が大きくなっていく。よって、エージェントは回線速度の遅いホームサーバから順に巡回した方が通信回線の負荷が軽減され巡回に要する時間も短縮できると考えられる。

3 については、目標である 100 パーセントデータ回収を 1 時間以内にするためには、1 通りの巡回を 40~50 分にして、残りの時間で再回収をする必要がある。よって、1 つのエージェントが巡回できる件数に上限を決める必要がある。

3.4 システム設計のための検討結果

3.3 節で考えた仮説について検討した結果は以下の 3 つである。

1. 最大送信回数を 3 回とする
2. 各ホームサーバを巡回する順番は回線速度の遅いホームサーバから巡回する
3. 1 つのエージェントの巡回件数を 800 件とする

図 3 は最大送信回数により、データの回収率と巡回時間がどのように変化するかを表す。

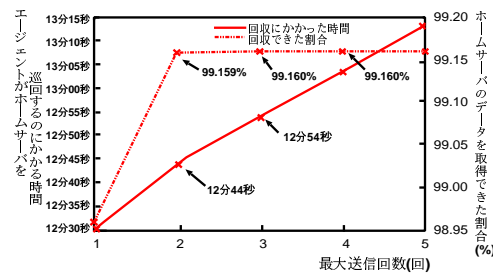


図 3: 最大送信回数を変動させたときの回収率と回収時間図 (1 巡 400 件の場合)

図 3 より、最大送信回数を 3 回とした。回収できた割合に注目してみると最大送信回数が 2 回目以降はほとんど変化がないことがわかる。しかし、最大送信回数が 2 回から 3 回に変わると 200 万世帯を対象とすると、全体と

して 200 件の差が生じる。そこで送信回数の 2 回目と 3 回目のときにかかる時間に注目して比べたことにした。図 3 は 1 巡が 400 件の場合であるが、その時間の差は 10 秒程度である。1 巡の値が 400 件以上に増えても回収時間の 1 時間以内 (3.1 の目標値) にそれほど影響を与えないと考えた。

図 4 は、回線速度の遅い順に巡回した場合と速い順に巡回した場合でのホームサーバの件数と巡回時間の関係を表す。

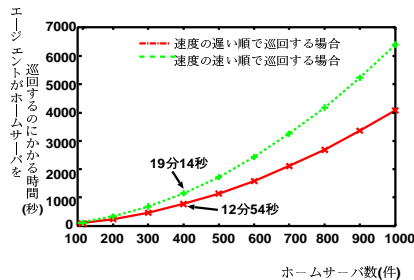


図 4: 回線速度の比較図 (最大送信回数が 3 の場合)

図 4 より、回線速度の遅い順に巡回した方が良いと考えられる。回線速度の遅い順に巡回した場合は、回線速度の速い順に巡回した場合より早いことがわかる。その時間の差は件数が多くなるにつれて開いている。ホームサーバが 400 件の場合で比較してみると 19 分 14 秒と 12 分 54 秒で、差が 6 分 20 秒もあり、明らかである。

図 5 は回収にかかる時間と回収できる割合の関係を表す。

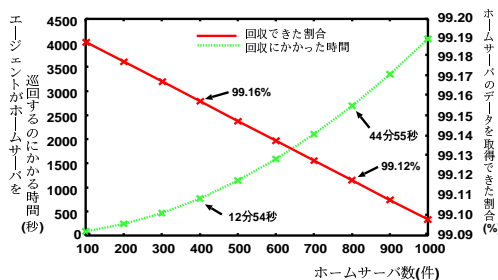


図 5: ホームサーバ数を変動させたときの回収率と回収時間

3.1 節より制限時間が 1 時間なので、1 通りの巡回は 40 ~ 50 分以内でなければならない。そこで図 5 より、800 件ぐらいが妥当であると考えられる。800 件を巡回する際に、半分巡回したらセンターに戻り回収データを置いていく、その後残りの巡回をするという形式にすれば、平均回収時間が 26 分となる。これは回収時間が 19 分短縮されたことになるし、タイムアウトを 40 分にしてもほとんどのエージェントが戻ってこれる。よって、巡回件数を 400 件ずつの計 800 件、対象件数が 200 万件なのでエージェント発生数は 2500、タイムアウトの時間

は 40 分とした。

4 シミュレーション実験

この節では、数学的に解析された理論的モデルに基づいたシミュレーション実験について述べる。

4.1 実験の環境

図 6 はシミュレーションにおいて、接続されたインターネット環境とエージェントの巡回を表す。

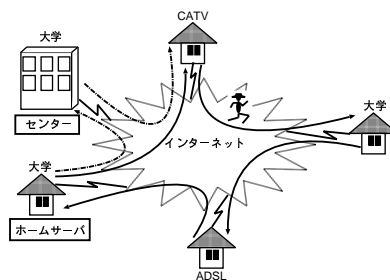


図 6: 実験環境

大学の研究室のデスクトップ PC がセンターとしてエージェントの発生とデータの収集をおこなう。実験でおこなうホームサーバとして 4 台の PC を用意する。そのうち 2 台が大学の環境で、1 台が CATV (自宅)、1 台が ADSL (自宅) の環境でインターネットに接続する。

4.2 エージェントの巡回方法

図 7 は実験の流れを表す。

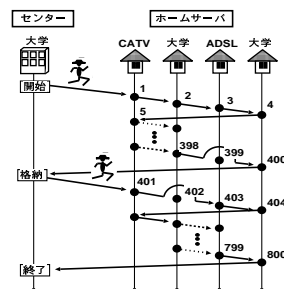


図 7: 実験の流れ

まず、センターからエージェントを発生させ、インターネットを介して巡回をおこなう。最初に CATV 回線のホームサーバに移動する。その後、エージェントは大学の環境、ADSL 環境、大学の環境、CATV 環境の順番で繰り返し移動する。1 つのエージェントが巡回するホームサーバの数は、前半 400 件、後半 400 件の計 800 件とした。したがって、1 台の PC あたり 200 件分のホームサーバの役割をして、エージェントが 800 件巡回しているものとみなす。

4.3 実験結果

実験は午前1時から午前8時にかけて800件のホームサーバのデータ回収実験を20回おこなった。回収にかかった時間と回収できた件数は以下の通りである。

図8は実験における回収にかかった時間を表す。

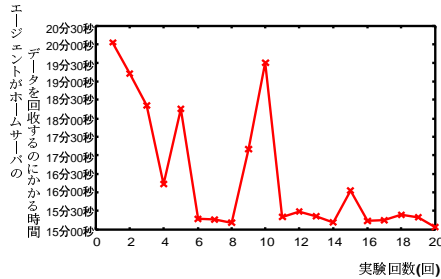


図8: 処理時間図

図8より、最短時間は15分7秒、最長時間は20分5秒となった。この最長と最短の時間の差は、時間帯による回線速度や混雑の具合が異なったためである。

図9は実験におけるデータを回収できた件数を表す。

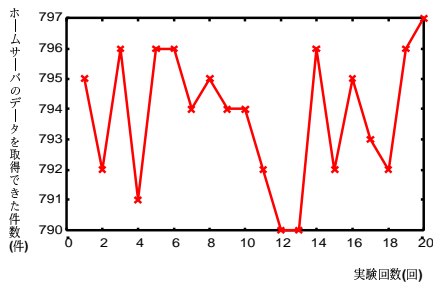


図9: 取得件数図

図9より、最大取得件数は797件、最小取得件数は790件であった。取得件数に関してはほとんど差が生じていない結果となった。

5 結果のまとめ

本研究では図10を効率が良い巡回経路と考えた。

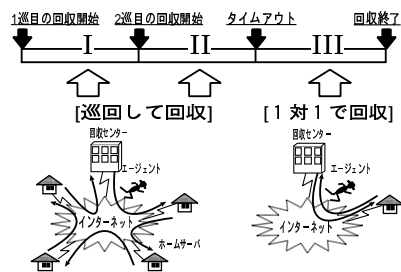


図10: 経路の図

エージェントはセンターを出発し、各家庭に設置されているホームサーバを巡回しながらデータを回収する。区間Iで400件のデータを回収した後、エージェントは一度センターに戻る。そして、回収したデータをセンターに格納してから区間IIで残りの400件のデータを回収する。この作業で回収できなかったデータは、センターにて把握されている。よって、区間IIIでエージェントが1件ずつ回収する。

そして、この経路が実際に動作するかシミュレーションで実験をおこなった。結果は以下の表の通りになった。

表1はシミュレーションで得られた実験結果を表す。

表1: シミュレーションの結果(平均値)

	データの回収率	回収するのにかかった時間
シミュレーション	99.23%	16分35秒

表1より、データ回収率の99.23%は800件中793.3件が取得できることを表している。また、回収するのにかかった時間は確率モデルで求めたタイムアウトの40分以内で回収可能であるという結果を得た。

6 おわりに

本研究では、200万件を対象とした自動検針をおこなうための料金回収システムについて考えた。まず、回収にかかった時間と回収された件数の割合を確率モデルを用いて求め、自動検針の巡回に適した経路を導いた。そして、この経路が実際に動作するかシミュレーションで実験をおこなった。

本研究では、実験をおこなうのに4台のホームサーバを用いたので、このモデルシステムを実装するには確実なデータを採集できたとは言いきれない。よって、より多くのホームサーバを用意し、より確実なデータを計測する必要がある。また、今回はエージェントのセキュリティについて考慮しなかった。しかし、エージェントはネットワーク内を移動して処理をおこなうので、データの流出、改竄などが考えられる。よって暗号化や認証などの対策が必要である [1]。

参考文献

- [1] 服部 文夫, 坂間 保雄, 森原 一郎: わかりやすい エージェント通信, 株式会社 オーム社, 1998.
- [2] JADE, <http://sharon.csel.it/projects/jade/>