

Mobile IP を利用した待ち行列シミュレーションと比較評価

渡邊 利晃[†] 井手口 哲夫[†] 奥田 隆史[†] 田 学軍[†]

近年、日常生活における安全性に関する問題が顕著になっており、日本ではホームを対象とした様々なセキュリティ問題対策が施されている。本研究では、地域を対象としたコミュニティセキュリティシステムを提案する。セキュリティとして求められる機能は幾つか考えられるが、それらの実現及び拡張性の向上の為に共通プラットフォームを用意する必要がある。そこで、共通プラットフォームとして MPB(Mobile Police Box)システムを提案している。システムを構築する上で、コミュニティの実現法とノード間の通信メカニズムの設計が重要となる。これらにおいて要求されるアーキテクチャを述べ、通信メカニズムについて Mobile IP のシミュレーションによる通信特性を考察する。

Simulation using Mobile IP based on queuing model and its evaluation

Toshiaki Watanabe[†] Tetsuo Ideguchi[†] Takashi Okuda[†] and Tian Xuejun[†]

Now, the problem about the safety in everyday life is remarkable, and various actions against a security issue for a home unit are taken in Japan. On the other hand, this research proposes the community security system. Although some functions called for as security are considered, we have the necessity of preparing a common platform, for improvement in these realization and extension. Then, the MPB (Mobile Police Box) system is proposed as a common platform. On developing this system, it is important to realize a community and design the communication mechanism between nodes. This paper describes an architecture demanded and evaluates its communication characteristic by the simulation of Mobile IP.

1. はじめに

近年、セキュリティ対策の技術の進歩が著しい状況である。その技術は主にホームセキュリティと呼ばれ、いわゆる特定の閉空間、つまり人の出入りが管理可能な空間を対象としたものである。そこで筆者等は、地域を対象としたコミュニティセキュリティシステムについて

検討している[1]～[6]。コミュニティを複数の仮想閉空間の集合として捉え、その中で、必要なセキュリティ機能について述べ、各機能の連携性の向上及び追加・削除の容易性を図るために共通プラットフォームを導入する事を提案し、必要となるプロトコルについて比較検討を進めている。また、新たにアプリケーション層にプロトコルを定義し、そのプロトコルメカニ

[†] 愛知県立大学大学院 情報科学研究科

ズムを検討する必要がある。そこで通報に関して待ち行列モデルによる Mobile IP ベースの平均待ち時間と廃棄率を算出し、検討及び評価を行う。

2. コミュニティの概要と共通プラットフォーム

本稿における提案の対象となるコミュニティセキュリティについて述べる。

(1)コミュニティの構成要素

コミュニティは公的所有物と私的所有物により構成されている。公的所有物は公園・公道・その他公的な建築物を指し、私的所有物は主に家や私有地を指す。それぞれに人・物・情報が存在している。

(2)セキュリティとして考えられる機能

コミュニティにおけるセキュリティとしてどのような機能が挙げられるかを考える。安全を侵す“脅威”の事象を時系列的にとらえると、その事象が発生するまで、事象が発生してから検知するまで、およびそれ以降の3に分けることができる。

各区間で求められる機能について考えると、事象発生前ではいかにして事象が起こるのを防ぐか、または事象が発生しにくくするか等の対策が課題となる。次に、事象が発生後は、いかに早く、正確に事象が発生したことを伝えるかが重要である。検知後は事象を分析することによって、なぜ事象が起こってしまったのか、どうすれば同じ事象の再発を防ぐことができるのかを考えることが重要となる。それぞれのセキュリティ機能を実現するために共通プラットフォームを導入する。その上に各機能をアプリケーションとして実現させることにより、機能の追加や拡張が容易となる。実現方式を図1に示す。

セキュリティ機能の下に置く共通プラットフォームとして Mobile Police Box(MPB)を提

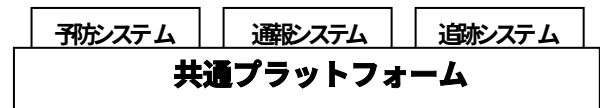


図1：実現方式のモデル

案している[2][3]。その上に各機能をアプリケーションとして実現させることにより、機能の追加や拡張が容易となる。

(1)MPB システムの構成要素

- ・コミュニティ(開空間ネットワーク)
- ・MPB(Mobile Police Box)：移動ノード
- ・VPS(Virtual Police Station)：固定ノード
- ・LR(Local Residence)：固定ノード
- ・MS (Monitoring Station):固定ノード

MPB はコミュニティ内の事象に対するセキュリティ対策を行う。VPS は複数のコミュニティの状態をまとめて管理するノードである。LR は事象の通報者で、コミュニティ内に存在する。MS は監視を行いながら事象に関する映像を通報として送信するノードで、コミュニティ内に設置する。

(2)MPB システムの定義

- ・MPB は各コミュニティにつき1つ設置
- ・複数のコミュニティを管理するステーションを設置
- ・セキュリティ機能を実現させるための共通プラットフォームを持つ

(a)予防機能：コミュニティ内での MOB の移動による巡視

(b)通報機能：VPS や LR, MS, 及び隣接コミュニティの MPB との通信

(c)追跡機能：事象発生場所への移動、事象移動の際の追跡

(3)システムを実現するにあたっての課題

MPB システムを実現させるために重要な点として 1 つに実開空間をどのように表現させるかという課題がある[6]。もう 1 つの課題として、システムの構成要素として必要となるノ

ード間の通信プロトコルが挙げられ、本稿ではこの課題について考察する。

3. 通信プロトコル

3.1 ネットワーク層

LR からの MPB に対する通報において、迅速に処理が進むよう、LR は予め MPB のアドレスを認識しておく必要がある。このため、MPB にはアドレスの一意性が求められる。つまり、MPB がどこに移動しても同じノードとして認識できる、移動透過性が必要であると言える。移動透過性を持つプロトコルとして Mobile IP[7][9]、DDNS[10]、MAT[11]が代表的であるが、文献[3]にて比較検討結果、Mobile IP を採用している。

3.2 トランスポート層

TCP と UDP があるが、MPB システムの通信は通報によるものと構成要素の操作に使われるものから成るので、処理を迅速に進めるために UDP を選択する。なお、UDP では受信確認などの信頼性が欠けるが次章に示す MPB プロトコルをアプリケーション層に置くことで解決する。

3.3. Mobile IP ベースの MPB プロトコル

上述したプロトコルを用いた上で、各構成要素間のやり取りを定める必要がある。具体的には MPB の状態切り替えや通報の処理の仕組みを定める。また、UDP では行うことの出来ない受信確認機能も付加する。これを MPB プロトコルとして定義する。プロトコルの階層構造を図 2 に示す。プロトコルを設計するにあたり、必要な前提条件を設定し、方針を定める。

(1)LR は固定ノードとする。

(2)LR は MPB のアドレスを知っているとは限らないが、VPS のアドレスは知っているもの

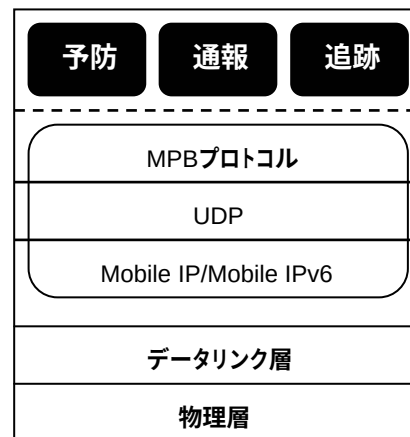


図 2：階層構造

とする。VPS のアドレスは広く認知されている。

(3)LR は位置情報を提供できる。これは、発生通報場所を物理的に特定するために必要となる。LR は固定ノードであるから座標(A,B)を持つ。

(4) MPB は通報を受けた場合の行動の選択肢として次の3つがある。

(a)LR の近くで事象が発生していて、(A,B)に向かって移動

(b)LR の近くではない特定のエリアに移動

(c)事象が移動するものであり、その事象を追跡

(5)VPS は、各 VCS に存在する MPB の IP アドレスを保持する。

(6)LR から MPB への通報ルートは VPS を経由する場合と直接 MPB に宛てられる場合の2通りがある。

(7)MPB は VCS 1 つにつき 1 つ設置するため、移動する事象を追跡しているときに事象が VCS の境界を越えてしまった場合、MPB は事象移動先の VCS の MPB にその旨を通知した後追跡を停止する。

以上の条件から通報と MPB の関係を図 3 に示す。

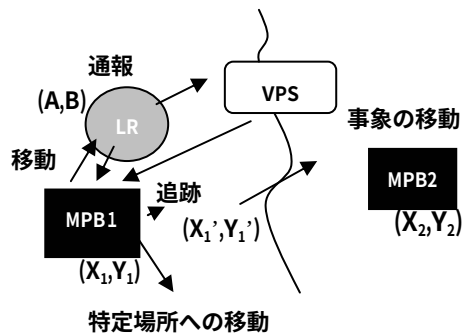


図 3：通報と MPB の関係

文献[3]にて、上記の前提条件を踏まえた上での問題点を数点挙げ、検討を行っている。ここでは、その中で取り上げた通報処理問題に対し、Mobile IP を適用した場合のモデルを考え、シミュレータ上にて実装し、平均待ち時間と廃棄率を算出する。

4. 通信処理系のモデル

VCS に 1 つの MPB を設置するため、MPB は多くの LR からの通報を処理する能力が要求される。そこで、通信処理系の 3 つのモデルを提案し、比較評価する。待ち行列モデルにより、通報発生間隔及び処理時間、バッファ容量をパラメータとして計算する。

- (1) 有限即時応答モデル：バッファが一杯の場合、即時に処理不可応答を返す有限バッファモデル

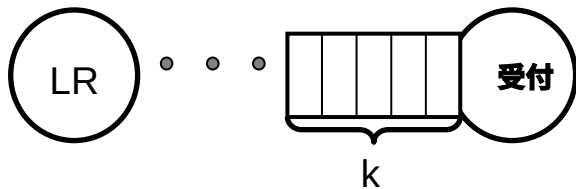


図 4：有限即時応答モデル

- (2) 有限タイムアウト処理モデル：充分に容量の大きいバッファ k を持ち、到着した通報に個別にタイマー T を設定し、 T 経過後の通報はバッファから削除するモデル

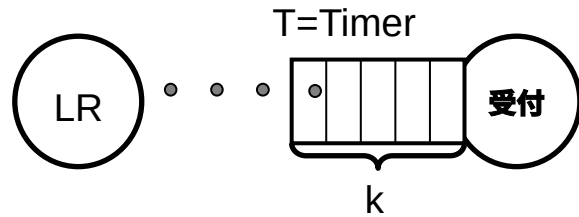


図 5：有限タイムアウト処理モデル

- (3) 有限 2 段タイムアウト処理モデル：バッファに入れなかった通報を入れるサブキューを用意し、その中でタイマーを設置するモデル

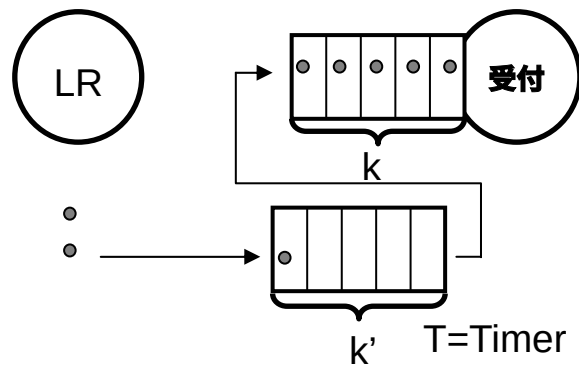


図 6：有限 2 段タイムアウト処理モデル

5. シミュレーション評価

4 章で紹介した 3 つのモデルのうち(1)のモデルについてネットワークシミュレータで Mobile IP を用いて実装し、平均待ち時間とパケット廃棄率を求める。

5.1. シミュレーションモデル

シミュレータには OPNETv11.0 を用いる。モデルを図 7 に示す。

実線は有線リンク、破線は無線リンクである。HA-FA 間ではパケット(通報)をカプセル化して転送する。本来、LR は VCS 内に多数存在するが、ここでは 1 つの LR とし、パケット発生間隔により通報量の発生を表現する。

また、このモデルでは MPB は単一の FA の元にいるものとする。

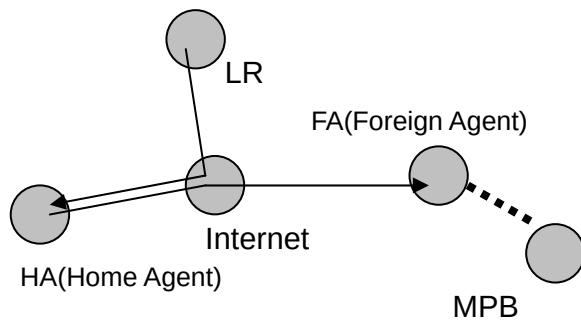


図 7：シミュレーションモデル

5.2 シミュレーションパラメータ

本シミュレーションの共通パラメータとして次のように定め、シミュレーション時間は 2000 分で行う。

- ・データレート：128kbps
- ・LRの送信するパケットサイズ：128bit
- ・パケット発生間隔(λ)：180sec～300sec

その他の待ち行列モデルのパラメータとして、サービス時間($1/\mu$)は 360s で固定とし、バッファ容量 K は 10～50 の範囲で 10 間隔で変動させ、パケット廃棄率 D と平均待ち時間 TW を求める。

5.3 シミュレーション結果と評価

結果を図 8, 図 9, 図 10 に示す。TW については λ が大きいほど微減している。 K に関しては、通報者の立場を考えると、TW が長いほど対応までの時間が遅れるためシステムの信頼性を失うことになり、10(最小 50 分程度)以下が望ましい。この結果を受けると MPB は VCS 内に複数設置するか、サービス時間の短縮を検討する必要がある。廃棄率は、通報発生間隔が 5 分から 3 分に変化させた場合、それぞれ約 10%から約 45%になる。したがって、システムとしてどの程度の廃棄率を許容できるかが重要な課題となる。例えば、 $\lambda/\mu = 2/3$ の条件では約 27%程度となり、 λ/μ の設定値の設計が必要である。

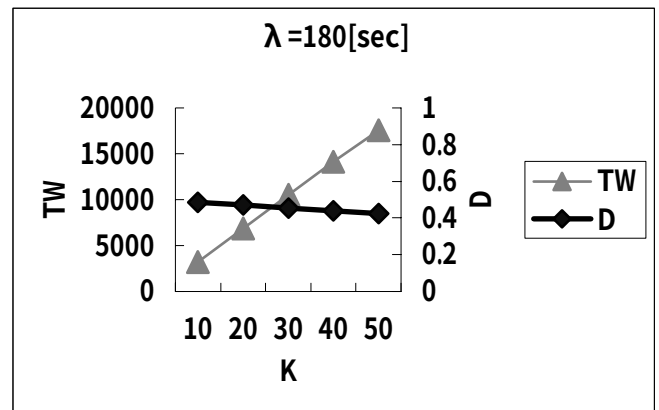


図 8： $\lambda = 180$ における TW 及び D

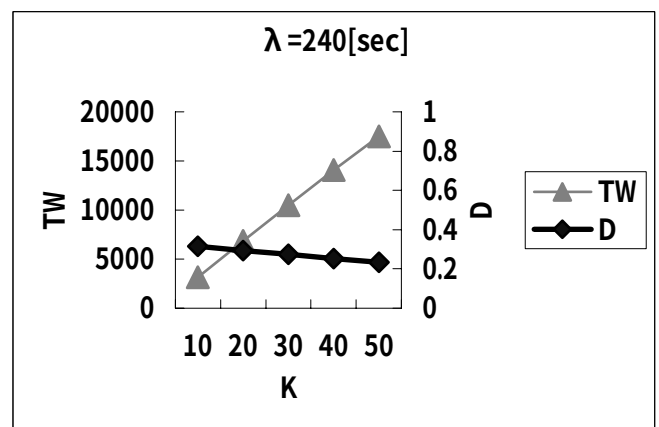


図 9： $\lambda = 240$ における TW 及び D

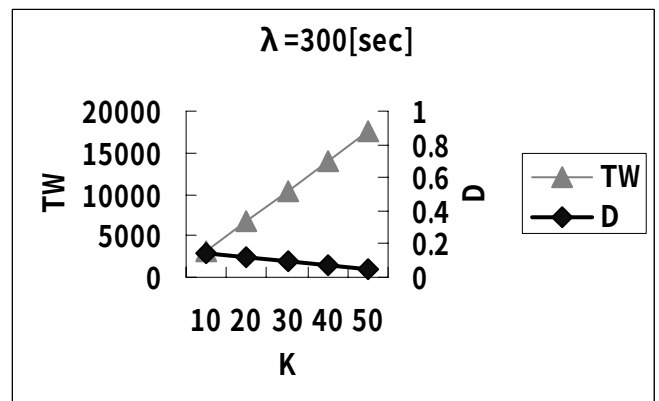


図 10： $\lambda = 300$ における TW 及び D

6. まとめ

第 2 章でコミュニティセキュリティの概要と必要性を延べ、共通プラットフォームを示し、第 3 章で共通プラットフォームで用いるプロトコルについて説明し、その中で通報処理問題

の解決の必要性を述べた。次に、第 4 章において通信処理系のモデルを提案し、第 5 章でそのうちの有限即時応答モデルにおいてシミュレータを用いて要求されるシステムパラメータを検討した。

今後の課題として、他の 2 モデルについても比較評価し、最も稼働率の高いモデルを選択した上で、複数の FA 間を移動する MPB についても検討する必要がある。また、サービス時間については、実験的な値を用いたが、実際の環境を想定すると、通報に対する処理の詳細化が必要であり、その対応として過去の通報履歴を記録するデータベースの構成が必要である。最後に、廃棄率の許容範囲についても、最適設計を行うことが望まれる。

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)No.17500042 の支援を受けて行った。

参考文献

- [1]渡邊利晃,井手口哲夫,奥田隆史,村田嘉利:コミュニティセキュリティにおける共通プラットフォームに関する研究,情報処理学会,第 67 回全国大会講演論文集(2005)
- [2]渡邊利晃,井手口哲夫,田学軍,奥田隆史: コミュニティセキュリティにおける共通プラットフォームの提案とその通信プロトコルの検討,電子情報通信学会,情報ネットワーク研究会,pp.65-70(2005)
- [3]渡邊利晃,井手口哲夫,奥田隆史,村田嘉利: コミュニティセキュリティにおける共通プラットフォームの提案と評価, 情報処理学会, DICO2005 シンポジウム論文集,pp101-104(2005)
- [4]平手正博,井手口哲夫:コミュニティセキュリティとそのシステム構成の一考察,情報処理

学会,FIT2003

- [5]平手正博,井手口哲夫:コミュニティセキュリティにおけるモバイル通信の一考察,情報学ワークショップ 2003 pp.121-124(2003)
- [6] 梶野春恵,井手口哲夫,渡邊利晃,奥田隆史: コミュニティセキュリティにおける仮想閉空間の実現方式の検討,情報学ワークショップ 2005, pp.203-207(2005)
- [7]Perkins,C.: IP Mobility Support, IETF(1996). RFC 2002
- [8] <http://www.atmarkit.co.jp/>
- [9]Hohnson,D.B.and Perkins,C.:Mobility Support in IPv6 IETF(2001).Draft-ietf-mobileip-ipv6-14.txt,Internet-draft(Workin progress)
- [10]相原玲二他,アドレス変換方式による移動透過インターネットアーキテクチャ,情報処理学会論文誌,Vol.43,No.12,pp.3889-3897(2002)
- [11]楯岡孝道: DNS による IP 移動透過性の実現,情報処理学会誌,Vol.44,No.06,pp.656-657
- [12] <http://www.opnet.com/>