

端末の物理移動を利用したメッセージ交換方式の検証

南川 敦宣 森川 大補 太田 慎司 西山 智

KDDI 研究所

1. はじめに

近年、安心安全な社会環境の実現の一つとして、大規模地震等の災害時における情報通信技術の必要性が叫ばれている。特に急速に普及した携帯電話は非常時通信を担う機器の一つとして注目されているが、現状の携帯電話網は地震によって基地局の破損、停電、ネットワーク寸断や輻輳制御などにより、非常時の通信手段としてまだ十分ではない。非常時においても情報交換を可能とすべく、携帯電話や無線 LAN 端末の移動端末を利用した MANET(Mobile Adhoc NETWORK)の研究が盛んに行われている。しかし、多くの研究では End-to-End でリアルタイム接続が確保されることが前提となっており、中継ノード(端末)が十分に存在しない環境ではデータ転送が困難である。また MT が密に存在する場合でも、中継数や MT の存在数が大きくなるにつれ制御パケットも増大し、結果としてリアルタイムでの伝送が困難になる。これらの理由から広域での利用には適さないと考えられる。

非常時における実用的なメッセージング手法として、我々はメッセージを非常用固定局(EBS)に一時蓄積し、任意の移動端末(MT)の物理移動を利用して EBS 間でのメッセージ転送を行う方式を提案している[1][2]。本方式と衛星回線等との連携により、広域での情報交換を可能となる。本稿ではシミュレーションにて提案方式の特性を検証する。

2. 非常用ネットワークとメッセージング方式

2.1 非常用ネットワークの構成

非常用ネットワーク(非常網)は EBS と MT、及び非常網管理センター(EMC)で構成される(図 1)。EBS は被災地において避難所等の拠点等に設置され、1) 近距離無線や USB 等の有線接続による MT とのデータ交換、2) データの蓄積、3) 衛星回線或いは EBS 間を往来する MT を介しての EMC や近隣の EBS へのデータ転送、を行う。衛星回線を保持しない EBS の存在も考慮し、EBS を図 1 のように衛星回線を持つ EBS (p-EBS)、保持しない EBS (c-EBS) と階層的に分け、各地区の主要拠点到 p-EBS を、その周辺に c-EBS を設置する。近隣の EBS へのデータ転送は MT にデータのコピーを託し、MT が物理的に EBS 間を移動することで実現される。

EMC は非常網とその他のネットワーク(既存の携帯電話網)との接続や、非常網上における MT の位置情報を収集・管理する。

2.2 端末の物理移動を利用したメッセージング方式

End-to-End の接続が確保されていない非常網上でのメッセージ交換には MT の位置管理、および EBS 間でのメッセージ転送制御が重要となる[2]。

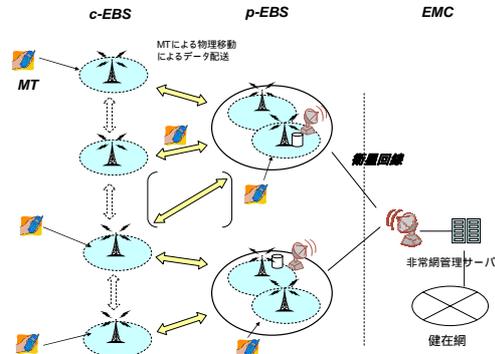


図 1: 非常用ネットワークの構成

非常網での MT 位置管理は、各 MT (ユーザ) が接続する EBS が特定のエリアに限られると仮定して行っている。各 EBS は MT 位置管理テーブルを保持し、MT の接続時に MT の持つ EBS 接続履歴を参照し、MT 位置管理テーブルを更新する。これを随時周辺の EBS へ転送することで、EBS 間で各 MT の活動エリアを共有する。この MT 位置管理テーブルにより EBS は MT から受け取ったメッセージの宛先 EBS を決定する。

EBS は MT が接続した際に、MT からメッセージを受け取ると共に、自身が蓄積しているメッセージのコピーを MT へ渡し、近隣の EBS への転送を依頼する。この時 MT に転送依頼するメッセージは、MT の EBS 接続履歴を参照し、決定する(図 2)。MT の接続履歴に含まれている EBS をその MT の活動エリアとし、EBS は以下のケースに合致したメッセージを転送依頼候補メッセージとして選択する。

- ・ 宛先 EBS が活動エリアに含まれる
 - ・ 自分より宛先 EBS に近い EBS が存在する
- MT のストレージ容量の制限により、転送依頼候補メッセージが MT の空き容量を超える場合は、転送依頼回数の少ないメッセージを優先的に選択するものとする。

このように MT に転送依頼するメッセージを選択的にすることにより、非常網でのメッセージコピーの氾濫(非常網への負荷)を抑制する。

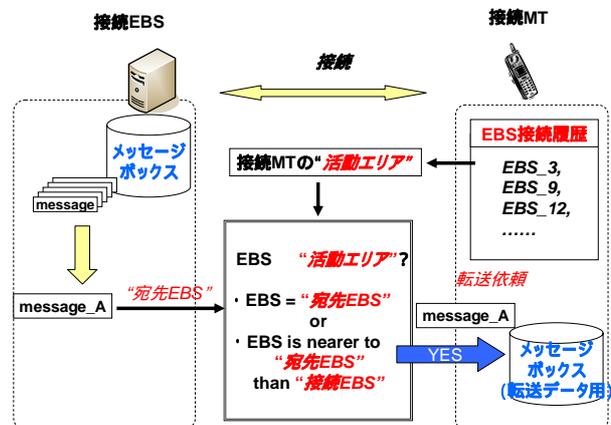


図 2: EBS でのメッセージ転送制御

Evaluation of message routing method using flow of mobile device in distress area
Atsunori Minamikawa, Daisuke Morikawa, Shinji Ota, Satoshi Nishiyama
KDDI R&D Laboratories Inc.

3. シミュレーションによる検証

2. で提案した転送制御の有効性を検証するため、以下の方式にてシミュレーションによる評価を行う。

- 方式 1 : MT 移動によるデータ転送、接続した全ての MT にメッセージ転送依頼
- 方式 2 : MT 移動によるデータ転送、EBS 接続履歴参照による選択的な転送依頼 (提案方式)
- 方式 3 : p-EBS で衛星回線を利用し、転送制御は方式 1 と同じ (提案方式と衛星回線の連携)

方式 1 では、c-EBS に蓄積されたメッセージのうち、あて先が遠方の場合は、一度近隣の p-EBS へ転送し、衛星回線を経由して、あて先 EBS まで転送するように設定している。

3.1 検証シナリオ

シミュレーションシナリオとして環境パラメータを以下の通り設定する。

- ・ シミュレーション時間 : 2000
- ・ EBS 数 : 30 (方式 1 において p-EBS:6, c-EBS:24)
- ・ MT 数 : 60
- ・ シミュレーション空間 : 300 x 300
- ・ MT 速度 : 3
- ・ メッセージ生成間隔 : 25
- ・ MT の転送容量 : 100
- ・ メッセージ生存時間 : 500

空間上では各 EBS がほぼ等間隔に分布するように設置し、また c-EBS は p-EBS を中心に設定している。MT は特定の地域を中心に 2~5 個の EBS 間をランダムに往来するように設定した。上記パラメータは 25 タイムスロット毎に 60000 通のメッセージが生成され、1 メッセージのサイズを 200Byte、MT の転送容量を 20MByte とした場合を擬似的に再現している。また各メッセージの宛先 MT は生成時にランダムに設定されるとする。

3.2 検証結果

図 3 に 3.1 のシナリオでの各方式のメッセージ到達率の時間変化を示す。T=1500 で到達率変動の傾向が大きく変化しているのは、メッセージの生成を停止したことによる。

方式 1 では初期のメッセージ到達率は高いが、T=300 付近で一度メッセージ到達率が収束し、最終的な到達率は 0.66 であった。これは EBS が接続する全ての MT に無差別にメッセージのコピーを渡しているため、非常網上にメッセージが少ない初期の頃はコピーが全域に伝播し易いが、時間と共に多くのメッセージのコピーが非常網上に氾濫すると、宛先まで転送されずに生存時間を迎えるメッセージが増え、到達率が上がらなくなる。

一方、方式 2 では初期の到達率は方式 1 に比べ低いが、T=350 付近にて方式 2 を逆転し、最終的に 0.94 の到達率を実現している。これは EBS での転送制御により、不必要なコピーの生成を抑え、非常網への負荷を抑えていることによる。

方式 3 では方式 2 と衛星回線との連携により遠方の EBS への転送を容易にし、転送時間を抑えている。またメッセージ転送で経由する EBS 数が少なく済み、非常

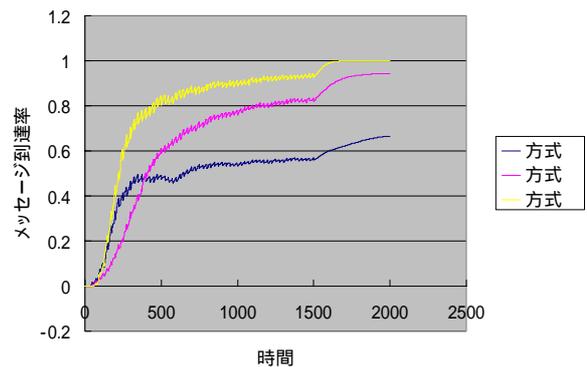


図 3: メッセージ到着率の時間変化

網への負荷が方式 2 より小さい。このためメッセージの到達率は 100%となった。

またメッセージの送信から到着までにかかる平均伝送時間は方式 1 :155.5、方式 2 :162.8、方式 3 :85.8 であった。

3.3 考察

3.1 のシナリオでのシミュレーションにおいて、方式 2 は方式 1 と比べ平均伝送時間が若干長くなるものの、伝送効率がよく、有効に機能していることがわかる。同様のシナリオにてシミュレーション時間、メッセージ生成間隔、MT の転送容量、メッセージ生存時間のパラメータを変え複数のシミュレーションを実施したが、メッセージ到達率の時間変動は図 3 と同様の傾向が見受けられた。すなわち、方式 1 は初期のメッセージ到達率は高いが、MT の転送容量が早くに飽和し、最終的に他の方式より低い到達率で収束する。メッセージの生成数が MT の転送容量に比べ十分低い場合は、方式 2 でもある程度高いメッセージ到達率を実現することは可能であるが、災害直後からしばらくの間、様々なトラフィックが想定される被災地でのメッセージ伝送を考えた場合、伝送効率のよい方式 3 の方が現実的であるといえる。

4. まとめ

端末の物理移動によるメッセージ交換方式に関して検討し、メッセージ転送制御において MT の EBS 接続履歴を参照する方式を提案した。本方式の検証をシミュレーションにて行い、メッセージ到達率、伝送時間の観点からその有効性を確認した。衛星回線との連携により本方式が非常時の有効な情報交換手段になりうることを示された。

今後はシミュレーションシナリオのパターン数を増やし、様々な環境下、特に実際の災害状況を想定したシナリオでの評価を行う予定である。

参考文献

- [1]南川, 太田, 西山, "非常用携帯電話ネットワーク構成の提案", IPSJ 全国大会 (第 68 回) 予稿集 (2006)
- [2]南川, 森川, 太田, 西山, "端末の物理移動を利用した非常時メッセージ交換方式の提案", DICO M02006 シンポジウム論文集 pp.249-252, 2006