

無線メッシュネットワークを用いた 異常時の移動通信網復旧システムの提案

遠藤 零始[†] 高橋 修[†]

公立はこだて未来大学システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科

1. はじめに

日本では携帯電話や PHS が広く普及しており、国内で最も普及している移動通信手段となっている。一方で、日本は地理的条件から地震や豪雨豪雪などによる自然災害が起こりやすい。つまり、日本は移動通信が普及した災害大国であると言える。しかし、災害発生直後は移動通信網を構成する機器への損傷やトラフィック量の激増による輻輳が起こるため、現状では災害時に移動通信を使用することは難しい状態である。

本稿では、移動通信として PHS を用いて、その特徴を活かしながら無線メッシュネットワーク[1]の技術を応用することにより、災害時にも移動通信が使用できる可能性を高めるシステムを提案する。

2. 関連研究

無線メッシュネットワークを用いて災害時にネットワークを構築する研究として、災害時に通信インフラを再構築する研究[2]がある。以下にその概要と問題点を挙げる。

2.1 概要

関連研究では、通信方式に無線 LAN メッシュネットワークの一種である WAPL[3]を用いて、被災地内に無線 LAN によるネットワークを構築することにより、無線 LAN インタフェースを備えた端末が利用できるようなものである。電源を確保することができれば、基地局の設置は有線による配線は必要としない。また、気球により基地局を高高度へ基地局を設置することで、より広範囲で通信可能になるような仕組みを備える。

2.2 問題点

関連研究の問題点としては、設置にかかるコストと無線 LAN による消費電力量の増加の 2 点がある。

設置に関しては、災害時に設置するために人材が必要となり、設置も時間が必要となるため、災害直後に通信網を構築するのは難しい。

消費電力に関しては、基地局だけではなく端末も消費電力が大きくなってしまったため、通信網の稼働時間を延ばすためには基地局と端末の

両方の給電手段を確立しておく必要がある。

3. PHS システムの構成と特徴

3.1 PHS の構成

図 1 に PHS の通信網の概要図を示す。端末と基地局の間は無線通信によって接続されている。基地局と交換機の間は有線による回線で接続されており、交換機によって PHS ネットワークのバックボーン回線へ接続される。

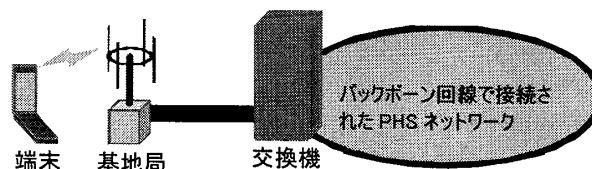


図 1 PHS の通信網の概要図

基地局には個々に予備電源を搭載しており、正常な給電が停止した場合に予備電源として使用される。本システムでは、予備電源の使用に関して制限はないと考えられているため、特定の地域ですべての基地局が補助電源による動作となった場合に、システムの稼働時間が短くなってしまいう可能性が大きい。また、通信に関しては、バックボーン回線までの回線が切断された場合には、基地局としての動作ができなくなってしまう。

3.2 PHS の特徴

提案システムは PHS の特徴を活かす事によって従来システム以上の効果と稼働時間を延ばすことを狙っている。

PHS はマイクロセル方式であるという点から、個々の基地局の通信可能エリアは小さくなってしまいうが、消費電力を少なくすることが可能となる。また、PHS の規格[4]として通信チャネルを自律分散で管理する機能があるため、セルの多重化による通信品質の向上が行われており、1 つの基地局のエリア内に多くの基地局が存在し、結果として基地局数が非常に多くなっている。

4. 提案システム

4.1 システム基本構成

提案システムの基本構成は図 2 のようになっている。PHS の基地局に対して無線メッシュネットワークを適用する。ただし基地局数が非常に多いため、全ての基地局を用いてメッシュを構築することは難しく、システムの稼働時間を

“First aid mobile networks by wireless mesh networks method”

[†]Future University - Hakodate

既存システムより長くすることもできなくなる。そこで本システムでは、複数の基地局を経緯度を基準とした正方形のクラスタを作る。このクラスタは対角線長が基地局の通信可能距離以下となっており、クラスタに属するすべての基地局はクラスタ内をカバーすることが可能となる。もしクラスタ内の基地局数が一定数よりも多い場合には、一定数以下になるまで4等分に分割を繰り返す。このように定義されたクラスタを用いてクラスタ間で無線メッシュネットワークを構築する。

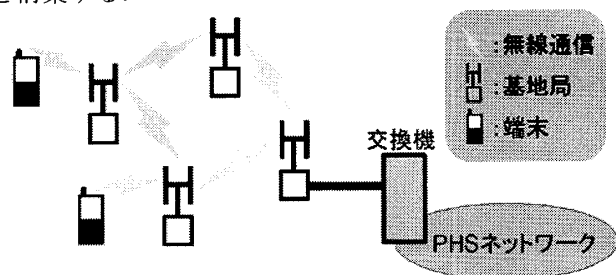


図2 システムの基本構成図

4.2 基地局の分類

クラスタ内の基地局は定期的に自身の状態を同一クラスタ内の基地局に通知することにより、クラスタ内全ての基地局の状態を共有する。クラスタ内で基地局の状態が悪い状態に変化した事を判断した場合にシステム稼働のための準備を開始する。

システム稼働中はクラスタ内の基地局は1つのみが基地局として動作するように限定する。その基地局を代表基地局と呼び、クラスタ間の通信と基地局としての動作の両方の動作を行う。代表基地局の選出は以下4つの状態の情報を元に行う。

- 状態1 基地局への給電状態
- 状態2 端末とのインタフェースの状態
- 状態3 交換機までの回線の状態
- 状態4 補助電源の残量の状態

この4つの状態から基地局を分類し、分類結果に優先度をつけ、優先度の範囲で基地局を3つの種類に分ける。優先度は到達目標基地局を含んだメッシュを構築できることを目標に設定され、優先度の値が大きいものを優先度が高いと定義する。分類の結果と優先度は表1のようになる。

表1 基地局の分類結果

		基地局の状態				優先度
		給電	端末 IF	回線	電源残量	
到達目標基地局	到達目標基地局	—	正常	正常	—	8~5
	中継基地局	—	正常	切断	—	4~1
	不使用基地局	—	異常	—	—	0

到達目標基地局は、メッシュ上に形成される経路の到達目標となる基地局で、状態2と状態3

が正常であることが最低条件となっている。中継基地局は、メッシュ上に形成される経路で中継ノードとなるような基地局で、状態2が正常であることが最低条件となっている。不使用基地局は、状態2が異常である基地局で、本システムでは使用しない基地局である。到達目標基地局と中継基地局は、基地局として動作し、それぞれの優先度は電源の状態が良いものを優先度が高くなるようになっており、状態1と状態2の値によって設定される。優先度が同じ基地局が代表基地局の選出候補になった場合には、状態4の状態が良いほうを優先的に選出する。代表基地局が補助電源で稼働している場合には、状態4の値が一定数以下になるまでは代表基地局として稼働させ、一定数を下回ったら再度代表基地局の選出を行う。

4.3 クラスタリング

クラスタ間の通信は隣接する4つのクラスタのみの限定し、クラスタをまたいだリンクが生成されないようにする。これにより、図3のようなクラスタ間に無線メッシュネットワークを構築し回線として機能させる。クラスタ間の通信には PHS のチャネルの中でプライベート使用を許されているチャネルを用いる。これにより公衆のチャネルを消費することなく基地局同士での通信が可能となる。

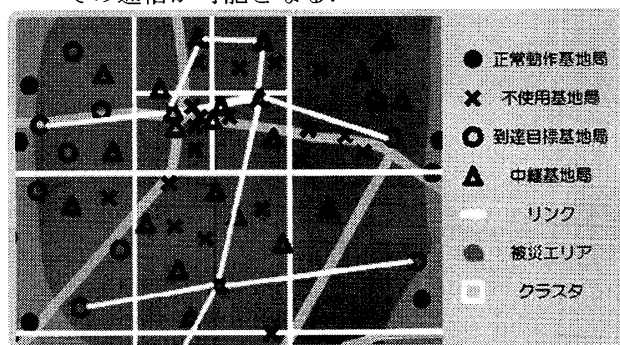


図3 メッシュ構成の例

5. おわりに

本稿ではシステムの提案を行った。今後は提案システムをネットワークシミュレータ上で実装し、性能評価を行う。また、遅延による問題が考えられるため、クラスタ間以外にもメッシュを構成できるように改良する事を予定している。

参考文献

- [1] Y. Matsumoto, J. Hagiwara, A. Fujiwara, H. Aoki, A. Yamada, S. Takeda, K. Yagyu, F. Nuno, "A Prospective Mesh Network based Platform for Universal Mobile Communication Service," IEICE Vol. 2004 年通信, No. 1 (20040308) p. 732
- [2] 山崎浩司, 伊藤将司, 渡辺晃, "被災地内にインフラを再構築する研究", DICOM2007 Jun. 2007.
- [3] 市川祥平, 小島崇広, "アクセスポイントの無線化を実現する WAPL の方式", DICOM2005 July. 2005
- [4] ARIB RCR STD-28, <http://www.phsmou.org/>