



# 災害に強い医療情報 ネットワークの開発

## 研究背景と目的

災害に強いネットワークを構築するためには、通信インフラが断絶した場合にも動作させる必要がある。このため、無線ネットワークを利用した医療情報の研究を行った。また、医療情報はクラウド上のサーバに蓄積されるが、通信データ量が膨大となるため、ネットワークの負荷を低減させるために、エッジコンピューティングに着目して、データのフィルタリングを行い、トラフィック量の削減を図った。

## 医療情報収集ネットワーク

集会所や家庭に血圧計などの医療機器と無線端末(ホームゲートウェイ)があり、医療機器にはBluetoothが搭載されている。ホームゲートウェイは医療機器から情報を受信して、インターネット上の情報管理サーバに情報を送信する。災害に強いネットワークを構築するためには、ホームゲートウェイとサーバ間の通信経路に冗長性を持たせる必要がある。無線ネットワークを災害時のネットワークとして利用することで災害に強い医療情報ネットワークを構築可能となる。

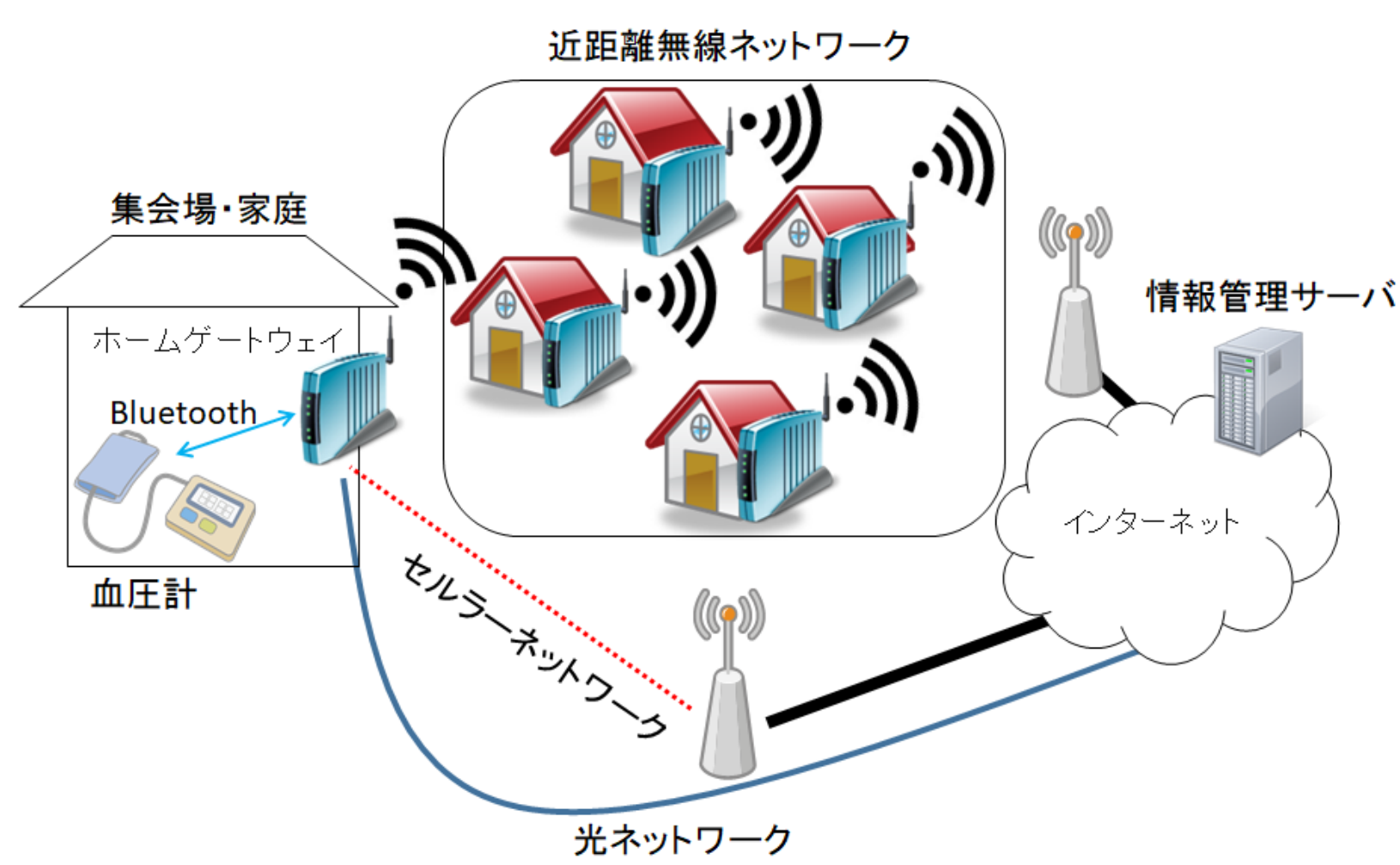


図1 医療情報収集ネットワーク

図1に想定するネットワークを示す。ホームゲートウェイから情報管理サーバへの接続は3つの形態を想定している。1つ目は光ネットワーク、2つ目はセルラーネットワーク、3つ目はマルチホップ無線ネットワークである。光ネットワークとセルラーネットワークは、通常時の接続形態であり、既存のサービスを利用する。無線ネットワークは非常時の接続形態である。

## エッジコンピューティング

情報管理サーバはインターネットのクラウド上に配置される。利用者のデータを処理せずサーバに送信する場合はデータ量が膨大となるため、サーバ及びネットワークの負荷が増大する。このため、ネットワークの入口(エッジ)でデータのフィルタリング・圧縮を実施する必要がある。エッジで一次処理を行うネットワークをエッジコンピューティングと呼ぶ。エッジコンピューティングでは、どのエッジで処理を行うか、どのデータセンタにサーバを配置するかが重要となる。

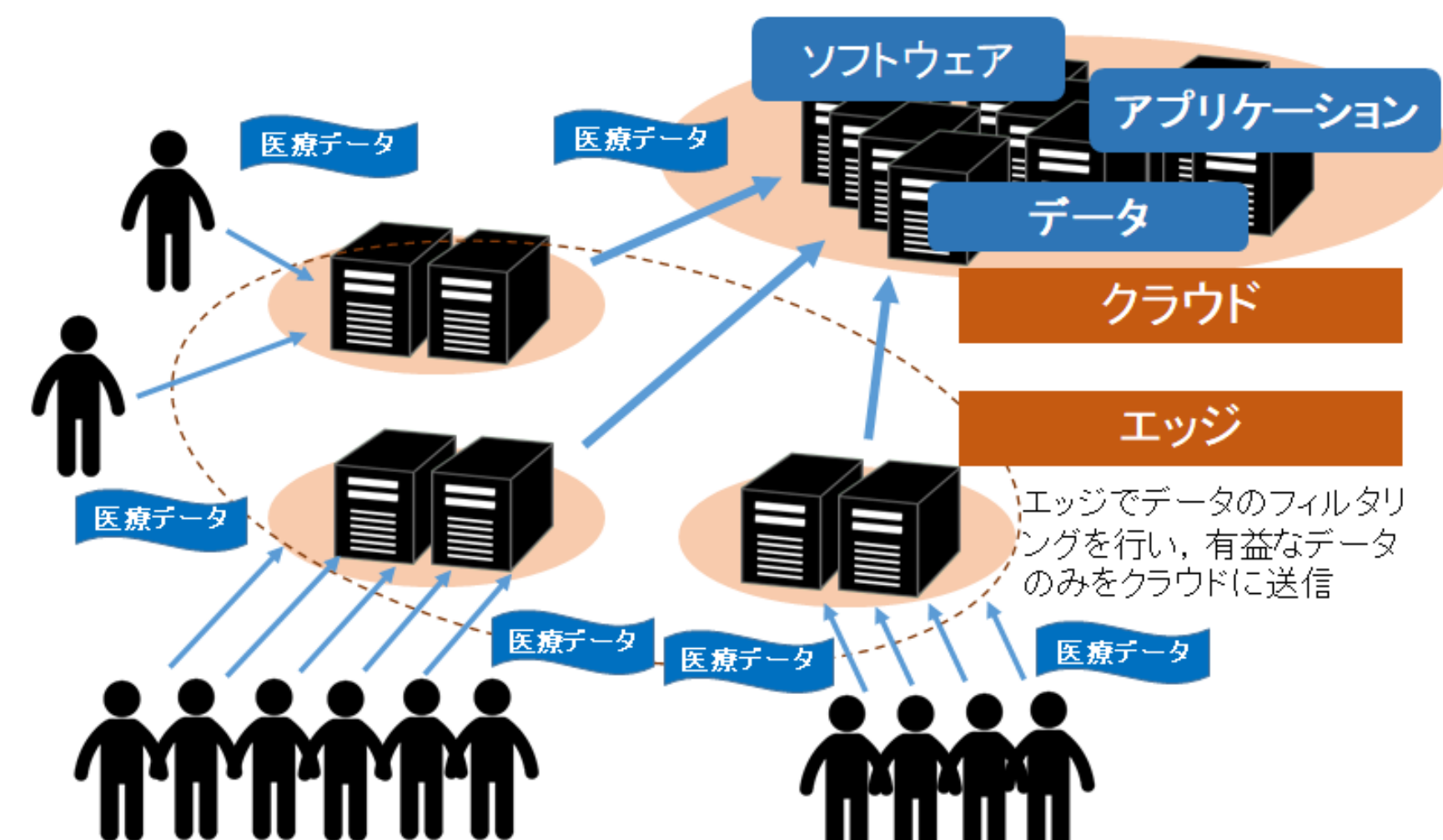


図2 エッジコンピューティング

1つのエッジには複数の利用者が接続されている。エッジで同一データを一つにまとめてデータ圧縮を行う。緊急性の低いデータの一時保管、不要データの廃棄などを行い、アプリケーションサーバの処理を一部担当すると共に、フィルタリングによる通信量削減を行う。

## 移動収集局を用いた無線ネットワーク

UAV(Unmanned aerial vehicle)に無線通信機を取り付け移動収集局として機能させる。UAVが各ホームゲートウェイを巡回することで医療情報を収集可能となる。UAVは航続可能距離の制限があるため、ホームゲートウェイの巡回路の決定が重要となる。すべてのホームゲートウェイを1度の航行で巡回できない場合は、複数回に分けて収集する必要がある。この問題は、クラスタリングと巡回セールスマン問題として扱い、総巡回距離を最小化したクラスタリング及び巡回路を決定した。

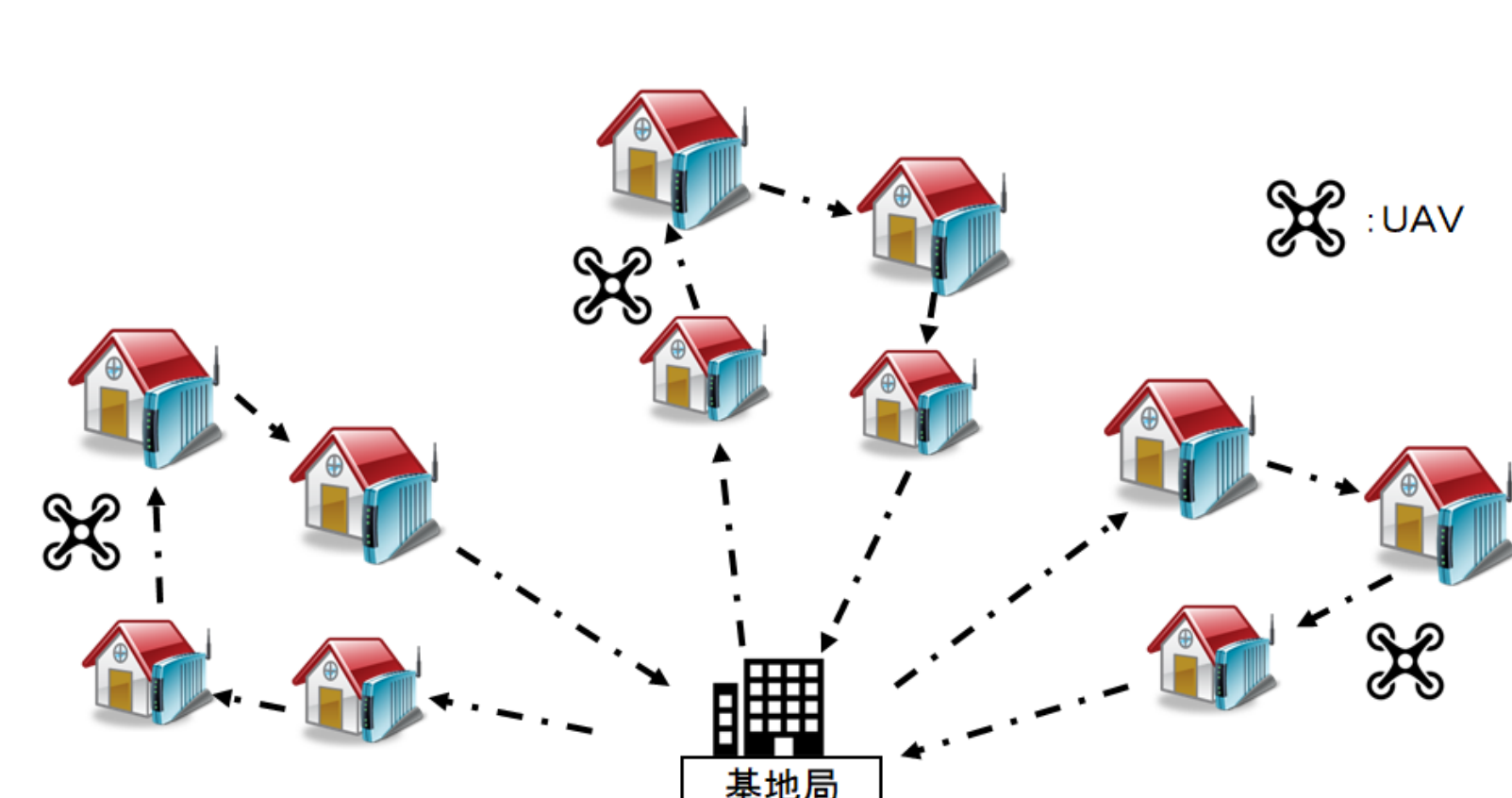


図3 UAVを用いたデータ収集

従来のクラスタリング方式では、クラスタ内の巡回可能距離が大きくなり、巡回距離が航続可能距離を超えてしまうため、航続可能距離を満たすためにクラスタ数を増やす必要がある。この問題に対して、クラスタ内の端末を他のクラスタに移譲することでクラスタ数を低減し、巡回距離も低減可能な方式を提案した。シミュレーション評価により、仙台市のモデルを使用した評価結果では、従来方式より、クラスタ数を半分、総巡回距離を24%削減できた。

## 数理計画法を用いたエッジへのサービス割り当て

エッジコンピューティングでは、どのサービスをどのエッジに收容させるか、どの経路を通過してエッジからデータセンタまで通信を行うかを決定する必要がある。この際、サービス品質(QoE: Quality of Experience)を保つために、遅延の最小化、通信コストの最小化、輻輳の回避などを考慮する必要がある。この問題に対して、数理計画問題として定式化を行い、問題を解く事でサービスとエッジの割付、通信経路の決定を行う方式を提案した。

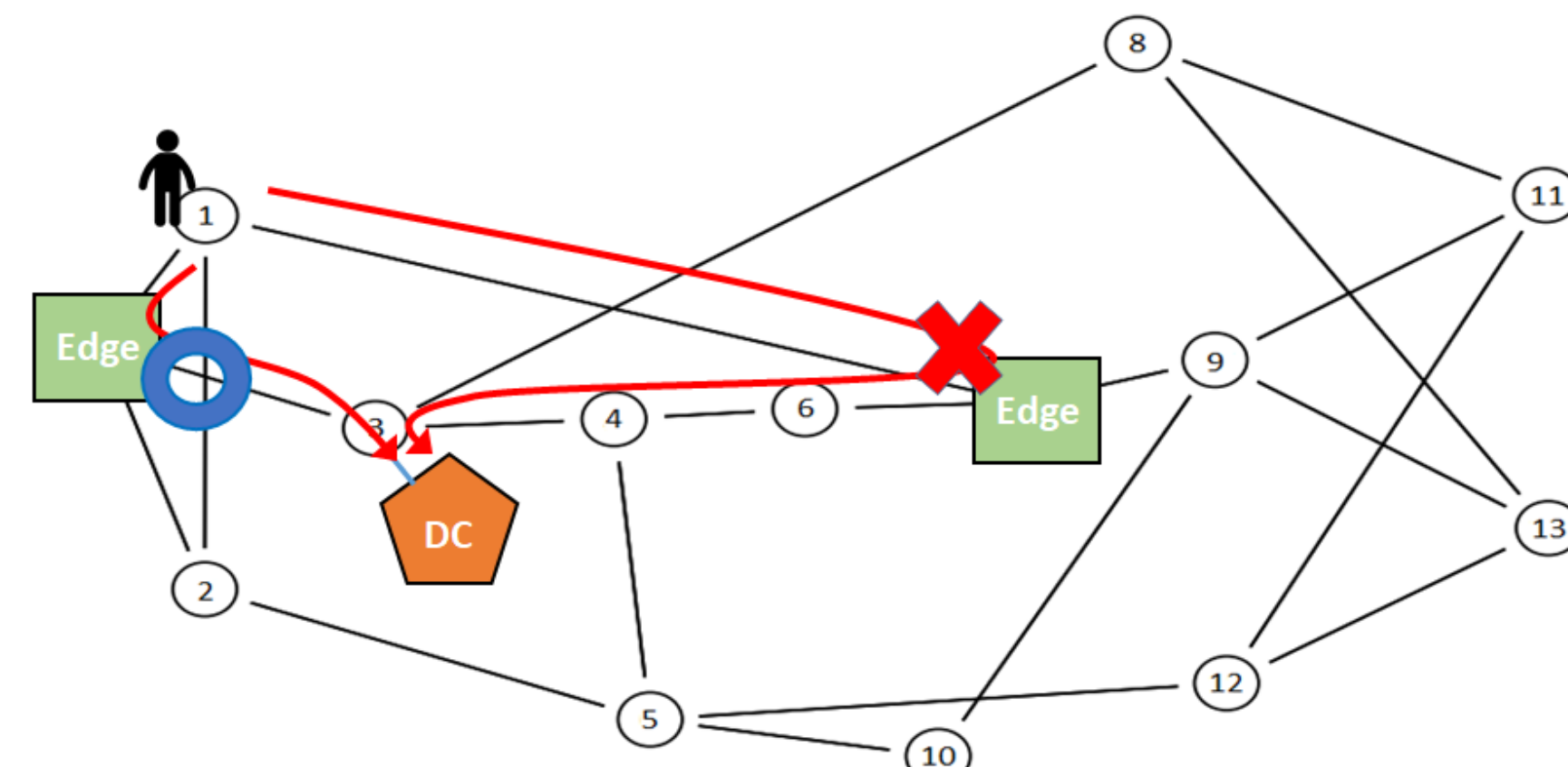


図4 QoEの維持と物理資源の有効利用を考慮してユーザ近傍へエッジサーバを割当

図4のように利用者から近いエッジで処理を行い、データセンタ(DC)に情報を届けることで、QoEが向上する。しかし、従来方式では、サービス品質を考慮していない問題や、計算の複雑さによる解の発見が困難となる問題があった。提案方式はこれらの問題を解決したため、従来方式と比較して、利用するネットワーク資源を75%に低減、経路遅延を37%に低減可能となった。