

## モバイルコアネットワークにおける M2M通信集約手法の解析的評価

○長谷川 剛 (ごう), 村田正幸?  
\*大阪大学サイバーメディアセンター  
†大阪大学大学院情報科学研究科

### 研究の背景

- モバイルネットワーク負荷の増大
  - 米国のモバイルネットワークトラフィックは3年で5000%の成長
  - キャリアの投資コストの増大
- 新たな通信需要: M2M (Machine-to-Machine) 通信
  - 1回あたりの通信時間は短く、周期的/間欠的な通信を行う
  - 端末数は電話端末の10倍程度まで成長すると予測されている
  - ARPUは電話端末に比べてかなり小さい
  - 電話端末、スマートフォンのトラフィックに最適化されたモバイルネットワークにそのまま収容すると、リソース利用効率が悪化する
    - ベアラ確立、無線リソース確保の仕組みがM2M通信に合っていない
- M2M端末がモバイルネットワークに収容されると、ネットワーク負荷が増大する反面、収容するためのコストを回収できない

2

### 端末の周期的な通信の例と通信集約

- スマートメータ
  - デマンドレスポンス制御 (30-60分毎) のために1~数分毎に消費電力を収集
  - モバイルネットワークに直接接続される場合がある
- スマートフォン上のアプリケーション
  - バックグラウンド動作中でも、数十秒~数分ごとの定期的な通信が発生する
    - Keep-alive, measurement, polling, 広告, DNS lookup 等
    - ある程度の通信時刻のスレは許容される場合が多い
- 通信集約
  - モバイルコアネットワーク内で通信 (ベアラ確立要求) を集約し、1つのベアラで集約された端末の通信を収容する
  - ネットワーク内で通信を一旦終端する (Fog/edge computing)
  - モバイルコアネットワーク内のベアラ数が削減され、ネットワーク負荷が軽減される
  - 集約による遅延時間の増大は許容されると考える

3

### 研究の目的

- M2M通信の増大に伴うモバイルコアネットワーク負荷を削減するための通信集約手法に着目し、その有効性を評価する
  - 集約箇所や集約度の変化によるメリットとデメリット
  - 集約処理のためのシグナリング手順
  - ベアラ数削減の効果と、集約処理による遅延時間増大のトレードオフ
  - 数学的解析手法による性能評価
  - 適切な集約箇所、集約度、ノード処理能力の配分などを明らかにする

4

### モバイルネットワークにおける通信ベアラ

- ベアラ (トンネル) は端末側からコアネットワーク側へ順次確立される
- ベアラは端末 (UE) 毎に確立され、電源が入っている限りはゲートウェイ間のベアラは保持され続ける
  - 端末数の増大によってリソース消費量が拡大する

5

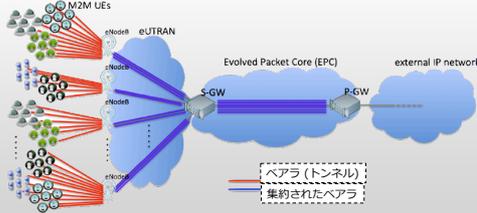
### 通信集約手法(1): SGWで集約する場合

- SGWで到着するベアラ確立要求を保持し、複数本をまとめて1本のベアラ要求とし、ベアラ確立を続ける
  - 集約ノードにおけるベアラ確立要求の待ち時間が小さい反面、集約ノード (SGW) での集約処理の頻度が高い

6

### 通信集約手法(2): eNodeBで集約する場合

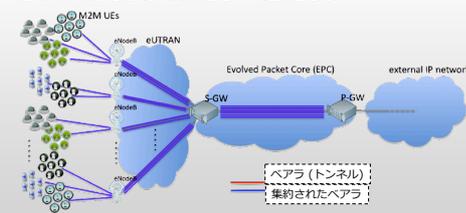
- eNodeBで到着するベアラ確立要求を保持し、複数本をまとめて1本のベアラ要求とし、ベアラ確立を続ける
- SGWと比べて集約ノードにおける収容端末数が少ないため、集約のための待ち時間が大きい



7

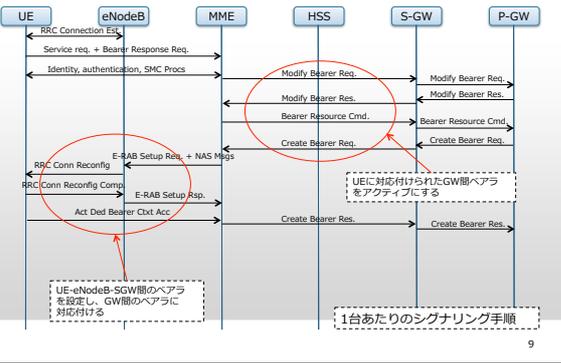
### 通信集約手法(3): 端末グループ化の場合

- eNodeBに通信要求を出す前に端末をグループ化し、グループ代表の端末のみがベアラを確立する
- コアネットワークの変更は不要だが、端末グループ化のための通信手段が必要
- 集約のための待ち時間は3つの手法中、最大となる



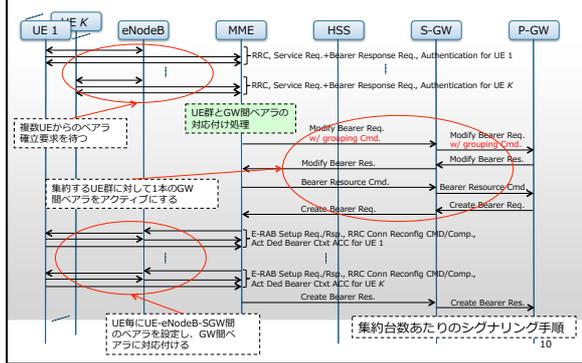
8

### 通常的数据通信開始時のシグナリング手順



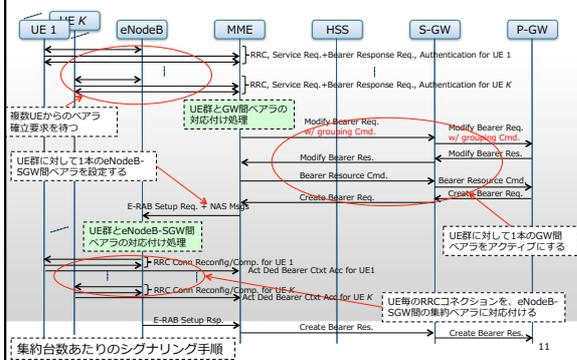
9

### S-GWで集約を行う場合のデータ通信開始時のシグナリング



10

### eNodeBで集約を行う場合のデータ通信開始時のシグナリング

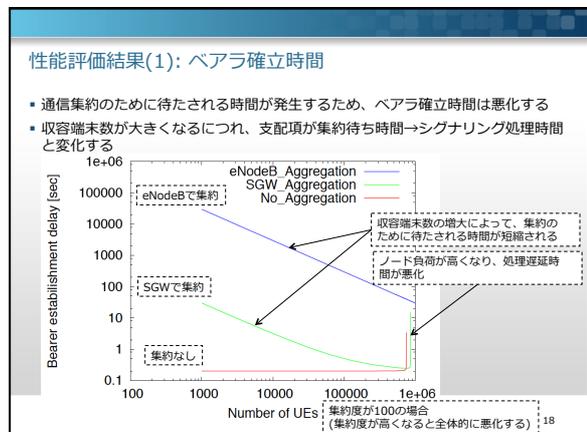
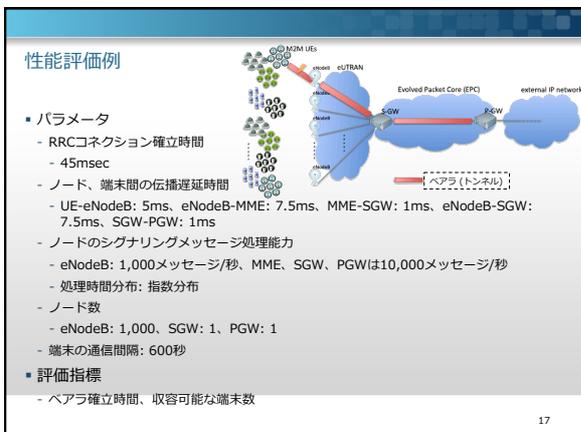
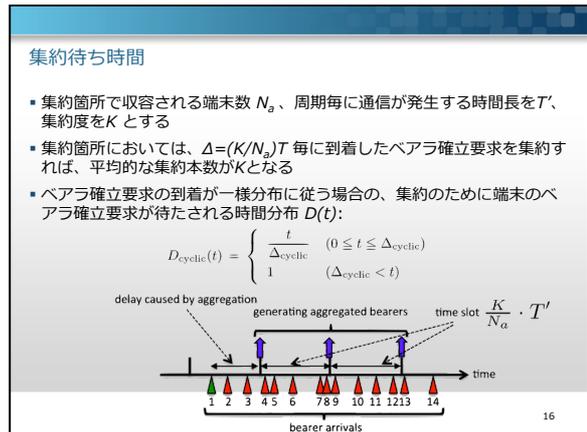
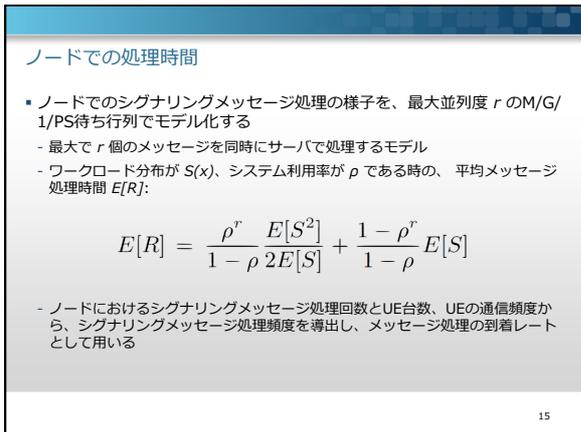
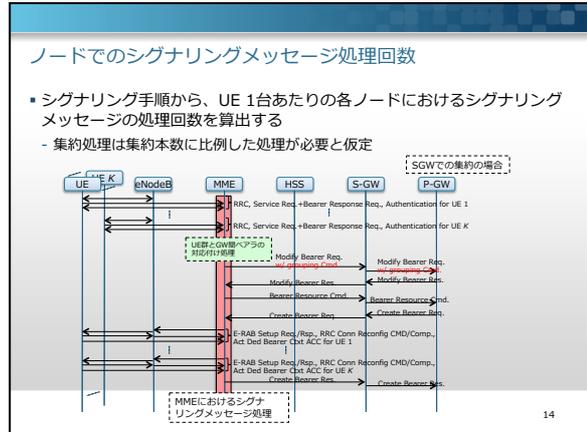
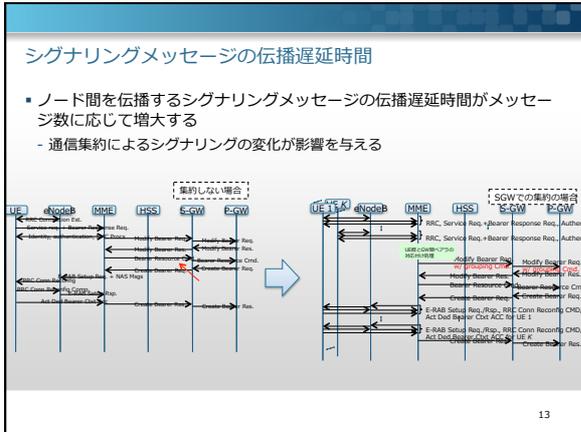


11

### 通信集約手法の性能解析

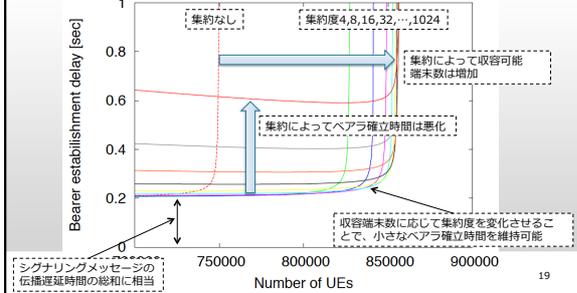
- 端末で通信要求が発生してから、PGWまでのベアラが確立されるまでの時間 (ベアラ確立時間) を評価する
- シグナリング手順にかかる時間
- シグナリングメッセージの伝播遅延時間
- ノードにおけるシグナリングメッセージの処理遅延時間
- 通信集約によって発生する時間
- 集約箇所において、集約度に応じた端末数のベアラ確立要求が待たされる時間

12



### 性能評価結果(2): 収容可能端末数

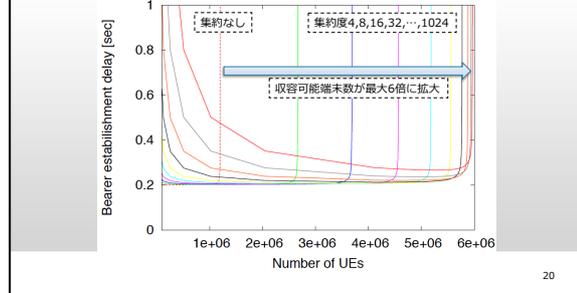
- 収容可能端末数: ベアラ確立時間が発散する直前の端末数
- 通信集約によって収容可能端末数は750,000から860,000に拡大



19

### 性能評価結果(3): MMEの処理能力が十分にある場合

- MMEの処理能力を10倍の100,000メッセージ/秒にした場合
- 負荷の高いMMEの処理能力を向上させる効果は大きい



20

### まとめと今後の課題

- M2M通信の増大に伴うモバイルコアネットワークの通信負荷を削減するための通信集約手法
  - 通信集約箇所によって集約効果と通信遅延のトレードオフが変化する
  - 通信集約手法の解析的性能評価
  - 集約のために発生する遅延時間
  - 集約処理によって変化するコアノード負荷を考慮したベアラ確立時間
- 性能評価結果
  - ベアラ確立時間は、集約度が高まるにつれて増加する
  - 負荷の高いMMEに高い処理能力を与えることで、収容端末数が6倍に増加
- 今後の課題
  - 端末のグループ化通信や通信タイミング制御の検討
  - コアノードのクラウド化や、モバイルコアネットワークのSDN化がもたらす影響の評価
  - 3GPPのシグナリングにとられない手法の検討

21