

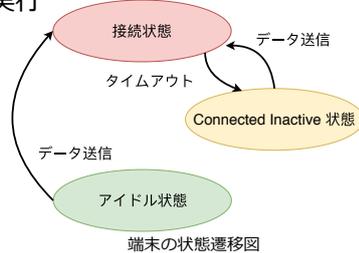
端末の状態遷移とノード負荷

- ▶ 端末が接続状態および Connected Inactive 状態にいる時、その端末のセッション情報を保持

➡ **メモリ使用量に影響**

- ▶ 端末が状態遷移する際には、**シグナリング手順**を実行

➡ **CPU負荷に影響**



2019/11/22 CQ 研究会 6

端末の状態遷移図

シグナリング手順

- ▶ 端末が状態遷移する際に、モバイルコアネットワークの各ノードで実行される一連の処理

- ▶ Connected Inactive 状態から接続状態へ遷移する際は、右図の青色で示したシグナリング手順が省略される

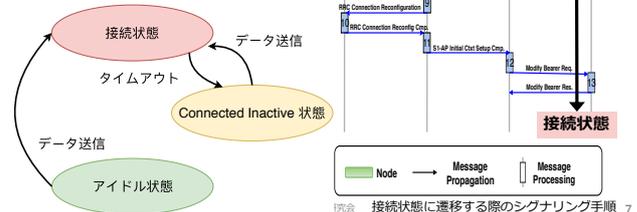


図1 接続状態に遷移する際のシグナリング手順 7

シグナリング手順

- ▶ 端末が状態遷移する際に、モバイルコアネットワークの各ノードで実行される一連の処理

- ▶ Connected Inactive 状態から接続状態へ遷移する際は、右図の青色で示したシグナリング手順が省略される

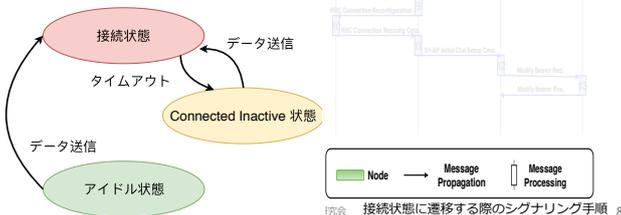


図2 接続状態に遷移する際のシグナリング手順 8

課題

- ▶ Connected Inactive 状態を導入することにより、メモリ使用量が增大

- ▶ 端末のセッション情報を保持するため、メモリ使用量が増加

特に、今後増加すると予想される IoT 端末には通信周期の大きなものがあり、低頻度のデータ送信に対して長期間 Connected Inactive 状態を維持すると、メモリが浪費される

- ▶ 稼働するサーバやインスタンスの台数を増やすと、オーバプロビジョニングが発生する

- ▶ サーバやインスタンス一台あたりの資源構成は固定
- ▶ 偏った資源需要に対してサーバやインスタンスを増加すると、本来増強する必要のない資源が供給される

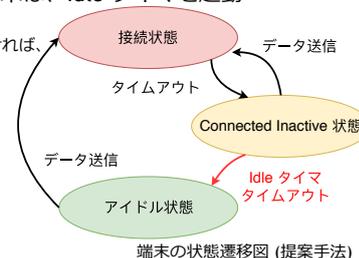
2019/11/22

CQ 研究会

9

提案手法 (1)

- ▶ Connected Inactive 状態の端末をアイドル状態へ遷移させる新たな状態遷移を導入
- ▶ Connected Inactive 状態からアイドル状態への状態遷移を Idle タイマによって制御
- ▶ データ送信が完了した端末は、Idle タイマを起動
 - ▶ Idle タイマが切れるまでに次のデータ送信が発生しなければ、アイドル状態へ遷移



2019/11/22 CQ 研究会 10

端末の状態遷移図 (提案手法)

提案手法 (2)

- ▶ Idle タイマの大きさを変化させ、Connected Inactive 状態とアイドル状態の端末台数を調整

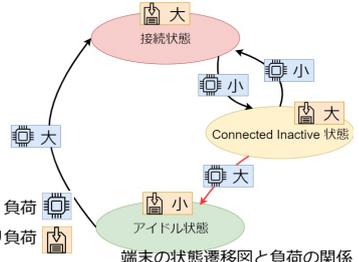
➡ **CPU とメモリにかかる負荷が調整され、収容可能な端末台数の増加が期待できる**

- ▶ Idle タイマが大きい場合、Connected Inactive 状態を維持する端末が増加

- ▶ CPU 負荷が減少
- ▶ メモリ使用量が増加

- ▶ Idle タイマが小さい場合、アイドル状態へ維持する端末が増加

- ▶ CPU 負荷が増加
- ▶ メモリ使用量が減少



2019/11/22

CQ 研究会

11

端末の状態遷移図と負荷の関係

性能解析

▶ 提案手法の有効性を定量的に評価

- ▶ 現実的なスケールで負荷の調整が可能か？

▶ 評価指標

- ▶ CPU 負荷 : 1 秒あたりに MME が処理するシグナリング数(メッセージ処理頻度)
- ▶ メモリ使用量 : MME が保持する端末のセッション情報のサイズ
- ▶ 収容可能な端末台数

モバイルコアネットワーク内のボトルネックはMME
 以下では、MME に発生する負荷に着目

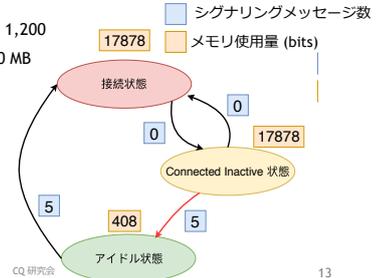
2019/11/22

CQ 研究会

12

パラメータ設定

- ▶ 端末の状態遷移に伴うシグナリングメッセージ数は 3GPP 標準および我々の過去の実験結果に基づき設定
- ▶ 端末の状態に応じた MME のメモリ使用量は、OpenAirInterface のソースコードに基づき設定
- ▶ MME ノードの性能は、我々の過去の実験結果に基づき設定
 - ▶ 1秒間に処理可能なシグナリングメッセージ数: 1,200
 - ▶ MME のメモリサイズ: 1,000 MB



2019/11/22

CQ 研究会

13

評価シナリオ

▶ 以下の2つのシナリオに対して評価

▶ シナリオ 1

- ▶ 端末台数 (N_{UE}) : 500,000 台
- ▶ 端末ごとの通信周期は10 s から 6,000 s の範囲で一様分布

提案手法の基本的な特性を確認

▶ シナリオ 2

- ▶ 端末台数 (N_{UE}) : 469,200 台、925,700 台、1,178,100 台
- ▶ 端末ごとの通信周期

端末の通信周期の分布 (3GPP TR45.820 より)

	通信周期			
	1 day	2 hours	1 hour	30 minutes
UE 台数の割合	40%	40%	15%	5%

現実的なモデルにおける提案手法の有効性を確認

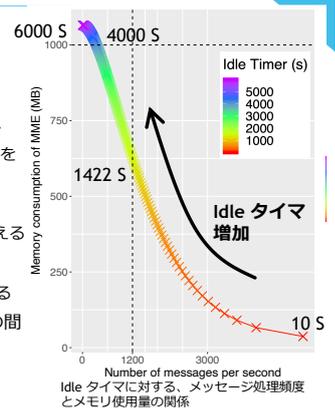
2019/11/22

CQ 研究会

14

評価結果 (シナリオ 1)

- ▶ Idle タイマの増加に伴い、メッセージ処理頻度は減少し、メモリ使用量は増加
 - ▶ Idle タイマの増加に伴い、アイドル状態へと遷移する端末が減少し、Connected Inactive 状態を維持する端末が増加するため
- ▶ Idle タイマが1,422 s 以下の場合
 - ▶ メッセージ処理頻度が1,200を超える
- ▶ Idle タイマが4,000 s 以上の場合
 - ▶ メモリ使用量が1,000 MB を超える
- ▶ Idle タイマを1,422 s ~ 4,000 s の間に設定することにより、全端末を収容可能



2019/11/22

CQ 研究会

15

評価結果 (シナリオ 2)

- ▶ Idle タイマを**最大**に設定し、メモリに負荷をオフロードした場合、**469,200**台の端末を収容可能
- ▶ Idle タイマを**最小**に設定し、CPU に負荷をオフロードした場合、**925,700**台の端末を収容可能
- ▶ Idle タイマに**適切な値**を設定し、CPU とメモリの負荷を調整することにより、**1,178,100**台の端末を収容可能

Idle タイマの設定値と収容可能な端末台数の関係

Idle タイマ	収容可能な端末台
1,800 s 以下	925,700 台
1,800 s 以上 & 3,281 s 以下	1,178,100 台
80,000 s 以上	469,200 台

2019/11/22

CQ 研究会

16

まとめ

- ▶ Idle タイマを制御することにより、CPU 負荷とメモリ使用量を互いにオフロード可能
 - ▶ 資源利用が効率化される
- ▶ 特定のシナリオにおいて、Idleタイマに適切な値を設定することにより、収容可能な端末台数が**最大151%向上**
- ▶ 端末の通信周期の分布が異なると、収容端末台数を最大化する設定値は変化
 - ▶ IoT 端末のように通信周期の予測が難しい端末を収容する際には、適応的な Idle タイマの制御を行う必要がある

2019/11/22

CQ 研究会

17

今後の課題

- ▶ Idle タイマの動的かつ適応的な制御手法の検討
 - ▶ 未知かつ時間的に変動する端末台数および通信頻度に応じた Idle タイマの動的制御
- ▶ 既存の資源管理手法と提案手法の組み合わせの検討
 - ▶ Server Disaggregation アーキテクチャやスケールアウト/スケールイン等と提案手法を組み合わせた制御