



モバイル通信システムにおける 計算機シミュレーションの活用

研究・開発機関：株式会社KDDI総合研究所
 利用施設：スーパーコンピュータ「富岳」、自社での計算サーバ
 計算規模：評価対象時間に比例し、基地局数や端末数に対し指数関数的に増加
 （例：5秒間、250基地局、3200端末での自社サーバの計算で24時間）
 利用ソフトウェア：自社開発ソフトウェア

Before

- モバイル通信システムの運用における通信品質の確認や新技術の評価を実際の装置だけで行くと、多大な費用や期間を要します。
- また、システムの進化に伴い、模擬すべき技術要素が増えており、シミュレーション計算に必要な時間が増大しています。

After

- 計算機シミュレーションと実機の測定を併用することで、通信品質確認や評価を迅速化し、費用や期間の節約を図ることが可能となりました。
- 計算時間の短縮に向けて、大規模な並列計算が可能なスーパーコンピュータ「富岳」などの利用を進めています。

■ モバイル通信システムでの計算機シミュレーション活用

現在、幅広く利用されているスマートフォンなどの通信は、4G(LTE)、5Gといったモバイル通信システムによって提供されています。また、2025年頃の実用化が想定される5G高度化や2030年頃の実用化が想定される6Gのモバイル通信システムの実現に向けて、新たな無線通信技術の検討が進められています。

モバイル通信システムの運用や、新たな技術導入の検討を行うにあたり、計算機シミュレーションは大きな役割を果たしています。4Gや5Gといった現在利用されているようなシステムに対しては、運用面の検討が中心となります。具体的な例としては、どこに基地局を設置すると電波がどこまで届いて通信エリアが構築できるかという把握に用いられており、通信事業者が提供する「サービスエリアマップ」として提供されています。もちろん、電波がどう届くかというのは、周辺の建物配置などの場所に依存しますので、現地での電波の強さや通信品質といった測定も必要になりますが、測定に加えて計算機シミュレーションの結果を併用することで、より広い範囲の通信エリアを迅速に把握することが可能になります。

また、5Gの高度化や6Gといった将来のモバイル通信システムの検討では、新たな無線通信技術を適用した場合の効果について、通信品質や収容量の向上といった様々な観点での検討を計算機シミュレーションで行います。初期段階での検討では、多数の候補技術から無線区間のみの評価を行う「リンクレベルシミュレーション」により、効果があるものを選定していきます。次の段階では、選定した候補技術の適用をした上で、モバイル通信システム全体を模擬することが可能な「システムレベルシミュレーション」により評価を進めていきます。この段階では、モバイル通信システムを考慮した場合の無線通信技術の単体での効果に加え、それらを組み合わせるような適用についても検討を進めていきます。評価結果をもとに、最終的に適用する無線通信技術を決定し、最後の段階となるモバイル通信システムの実際の機器によるフィールドでの評価を経て、皆様が利用するモバイル通信サービスとして新たな技術が提供されます。

システムレベルシミュレーションでは、図1に示すように、無線通信技術に加え、モバイル通信システムのプロトコル、伝送路、多数の基地局や端末の配置、動画やWebといった端末向けのアプリケーショントラフィック発生など、模

擬すべき要素が非常に多くなります。加えて、多数の基地局と端末の無線区間での受信電力や干渉の計算を、端末の移動に応じて1ms単位で1時間程度を対象とした計算機シミュレーションを実施する必要があります。さらに、技術の評価を行うには、基地局や端末の数、端末の移動速度、発生させるアプリケーション種別、適用する無線通信技術のレベルなど、多数のパラメータでの計算機シミュレーションを行う必要があります。効率的なシミュレーション

実施には、計算時間の短縮を図る必要があり、計算能力やメモリが確保可能な、スーパーコンピュータ「富岳」のような高い計算能力のある計算機の利用が必要になります^[1]。

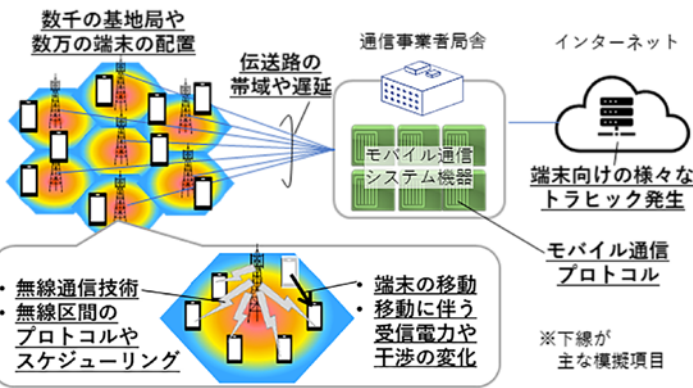


図1 システムレベルシミュレーションでの模擬内容

■ 5G 高度化におけるシステムレベルシミュレータの活用例

活用例として、当社で取り組みを進めた5G高度化に関する研究開発を紹介します。本研究開発では5G高度化における技術のひとつとして、無線アクセス網の仮想化技術を活用し、機械学習により、基地局の機能を適切に配置することでサービス毎の通信品質を保証する技術を検討しました。図2はその概念を示しており、IoT向けの低遅延や多接続、動画向けの高速・大容量などといった、サービスの要求品質や、無線リソース、計算機リソース、伝送路の利用状況を勘案して、適切な基地局機能の配置を行います。評価では、考案した機械学習により基地局機能配置の最適化を行い、多数の基地局や端末を配置し、様々なサービスによるトラフィックを発生させて、無線リソース等の利用状況を模擬した多数のパラメータによるシミュレーションを実施し、サービス毎に通信品質が保証されているかを確認します。図3はその評価結果の例^[2]で、提案した方式は既存よりもサービスで要求される通信品質の達成率が高く、効果があることを示しています。

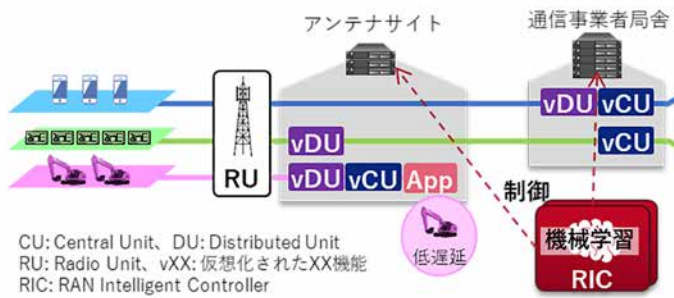


図2 5G高度化での仮想化技術によるサービス品質保証の概念

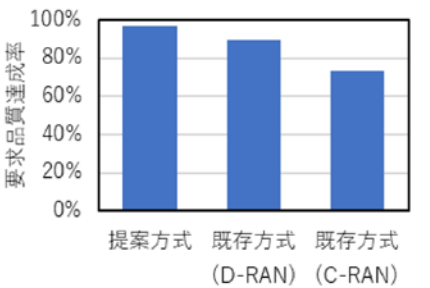


図3 通信品質確保の評価結果

このように、様々な観点での評価を進められる計算機シミュレーションは、現世代及び次世代でのモバイル通信システムの検討で活用されており、より良いモバイル通信を提供するために貢献しています。

謝辞 5G高度化に関する内容は、総務省委託研究「第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発 (JPJ000254)」で得られた成果です。

出典：[1] Megumi Shibuya et al., "A Parallel Processing Method of Large-scale System Level Simulator for Advanced 5G System", International Conference on Networking and Services 2023

[2] Yu Tsukamoto et al., "Adaptive Function Placement with Distributed Deep Reinforcement Learning in RAN Slicing", IEEE VTC2022 Spring