

無線アクセスネットワーク設計と最適化の技術

梅本 健一・今村 友康・高橋 源

要 旨

近年、無線ネットワークのブロードバンド化が急速に進み、無線系も有線系と同等のサービス品質が要求されつつあります。設備投資が増すなかでシステム運用において設備性能を最大限に引き出し、ユーザが享受できる体感品質を高めることが必要になってきています。NECは体感品質を高める活動の1つとして、無線アクセスネットワーク(RAN)設計と最適化の技術を駆使したRAN品質改善手法(RAN-SAITEKIKI)によるプロフェッショナルサービスを提供しています。本稿ではRAN-SAITEKIKIの技術と実績を紹介するとともに今後の展望を紹介します。

キーワード

- Radio Area Network(RAN) ● 設計 ● 最適化 ● ユーザ体感品質 ● RAN-SAITEKIKI ● W-CDMA
- 業務効率化ツール ● プロフェッショナルサービス

1. まえがき

近年、有線系ネットワークのブロードバンド化とともに無線系ネットワークのブロードバンド化が急速に進み、無線系のネットワークにおいても有線系と同等のサービス品質が要求されています。また、ブロードバンド化に向けて様々な無線通信方式が台頭してきており、設備投資が増すなかでシステム運用において設備性能を最大限に引き出し、ユーザが享受できる体感品質を高めることが必要になってきています。NECは体感品質を高める活動の1つとして、W-CDMA無線アクセスネットワーク(RAN)設計と最適化の技術を駆使したプロフェッショナルサービスを提供しています。

本稿ではNECが蓄積したRAN設計とRAN最適化の技術を駆使したRAN品質改善の手法(RAN-SAITEKIKI)の概要についてRAN構築プロセスに基づき説明します。また、RAN-SAITEKIKIの要素技術とともに作業効率化のために開発したソフトウェアツールを紹介し、W-CDMAネットワークにおける実績について紹介します。最後に新技術や今後のサービス事業展開に向けて進めている技術開発を紹介し、今後の展望について示します。

2. RAN-SAITEKIKIの概要

2.1 RAN構築プロセスとRAN-SAITEKIKIのコンセプト

PDCやGSMといった第2世代通信システムは周波数を最適に配置して所要品質を確保してきましたが、W-CDMAのような第3世代通信システムでは同一周波数を使用するため、これまでになかった加入者容量に応じた干渉マネジメントによりカバレッジ、容量、所要品質を確保する必要が生じます。これらの多岐にわたるパラメータをトラフィック変動という環境変化に応じて動的に適応させることが必要となり、第2世代のシステムに比べてはるかに複雑なチューニングを行い、ユーザの体感品質を向上させる活動が必要となります。

NECではこのユーザ体感品質を向上させるために図1に示した一貫したプロセス(RAN-SAITEKIKI)を用いてRAN設計やRAN最適化など様々なプロフェッショナルサービスを提供しています。RAN構築の各プロセスとRAN-SAITEKIKIのコンセプトに関して説明します。

(1) Coverage Design

商用計画に基づき所要品質を満足するようRAN設計を行います。商用計画のトラフィック情報に基づく容量設計とリンクバジェットの検討によるカバレッジ設計を行い、サービス

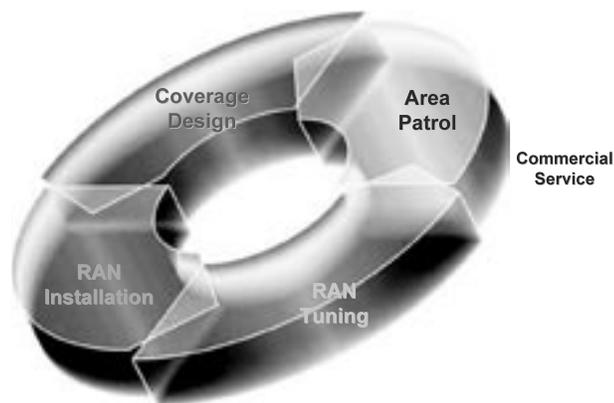


図1 RAN構築プロセスとRAN-SAITEKIKI

実施エリアに対する所要設備量、基地局諸元、初期ネットワークパラメータを検討・決定します。

(2)RAN Installation

Coverage Design結果に従って、RAN装置の設置工事を実施します。

(3)RAN Tuning

RAN Tuningは設置工事後にカバレッジと所要品質を確保するために行う調整作業です。基地局送信電力やアンテナチルト角の調整などにより設計目標に近づけるよう作業を行います。

(4)Area Patrol

RAN Tuningは運用トラヒックが無負荷状態での調整であるのに対し、Area Patrolは商用サービス運用中で実トラヒック負荷が設計と異なる状態となった場合でもカバレッジ容量、ネットワークパフォーマンスを確保するよう、干渉マネジメントを行う作業です。ネットワーク品質やトラヒック負荷の監視を定期的に行い、W-CDMAネットワークのプロトコル情報や様々な品質パラメータ情報を取得します。この結果を定量的に解析し、各種パラメータを調整します。

従来は各プロセスを異なる部門が実施していたために品質改善手法に一貫性が乏しく、非効率で期待する品質改善を得るのが困難でした。この構築プロセスを統一したArea Managementの考え方のもとで循環して実施することがNECのRAN-SAITEKIKIのコンセプトです。

2.2 RAN-SAITEKIKI実行を支える要素技術とツール群

RAN-SAITEKIKI実行には幅広い分野の技術と経験を必要

とします。実行に当たり技術に精通したエンジニアのノウハウをアルゴリズム化し、ツールに実装することで業務効率化の飛躍的な向上を図っています。本節ではCoverage Design、RAN Tuning、Area Patrolの主要要素技術について紹介します。併せて、NECが保有しているツールについて紹介します。

(1) Coverage Design

Coverage Designにおいて重要な技術は電波伝搬推定とトラヒック解析です。希望波を送信している基地局からの伝搬状況だけでなく、干渉波源となる基地局からの伝搬状況も正確に推定することが干渉マネジメントにおいて重要であり、本稿では電波伝搬推定技術を述べます。

様々な建物の存在率やエリアの人口密度の影響などで無線の伝搬損失は大きく変化します。伝搬損失の推定は統計的手法と決定論的手法に大別されます。統計的手法は実験結果の蓄積により関数化された伝搬損失式に従い、場所ごとの伝搬損失を求める手法です。計算時間は短いですが、関数化の統計誤差により建物存在率が高い場所では精度確保が難しくなります。他方、決定論的手法は送信点から受信点までの物理現象(反射・屈折・透過・回折)を緻密にトレースすることで場所ごとの伝搬損失を求める手法です。送信点から放射される電波を逐次トレースするため計算時間は統計的手法よりも長くなります。計算時間と精度の兼ね合いでこれらの様々な手法を適材適所に用います。実際は、都市部や郊外など建物の存在率が低い場所は統計的手法を用いて広い領域の解析を行い、ビル群が密集するような大都市や障害物が多く存在する建物内部は決定論的手法により解析を行っています。

NECは統計的手法を用いて実際にフィールドで測定したデータ(実測データ)に基づき伝搬損失式を補正する機能を持つW-CARDというシミュレータを有しています。また、3次元レイトラッキングという決定論的手法のなかでも高速化に適したレイラウンチング法を実装したRS3000というシミュレータを有しています。図2にRS3000の受信電力分布の解析例を示します。3次元解析のため高さの違いによる受信電力分布の違いが視覚的に理解できます。地物の影響や屋内の間仕切りを考慮し、屋内への電波の浸透状況や屋内から屋外への漏れ出し状況を推定することが可能です。RS3000の計算結果はW-CARDへ取り込むことが可能になっています。

(2)RAN Tuning

RAN Tuningの作業は測定器および端末(UЕ)を使用し

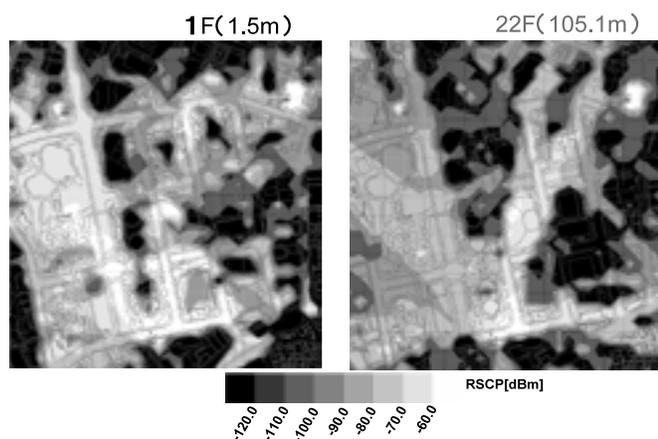


図2 RS3000による受信電力(CPICH RSCP)解析例

フィールドのRF/ネットワークパフォーマンス品質を測定し、RFパラメータである基地局送信電力の調整、アンテナチルト角・方向の調整、スクランプリングコードの最適配置、およびRRCプロトコルの関連パラメータ調整を行います。従来RAN構築を熟知した経験豊富なエンジニアが各種パラメータの調整を行っていました。NECでは測定器およびUEからのデータを収集・制御する自動収集ツール(UESOLTA)を開発し作業効率化を図り、またエンジニアのノウハウをアルゴリズム化させて「チルト調整機能」、「スクランプリングコード割り当て機能」、「隣接セルリスト作成機能」などの自動化を実現しており、解析効率を飛躍的に向上させています。W-CARDを用いたチルト変更によるチューニング例を図3に示します。黒枠内の弱い受信電力が強い電力に改善されていることが確認できます。

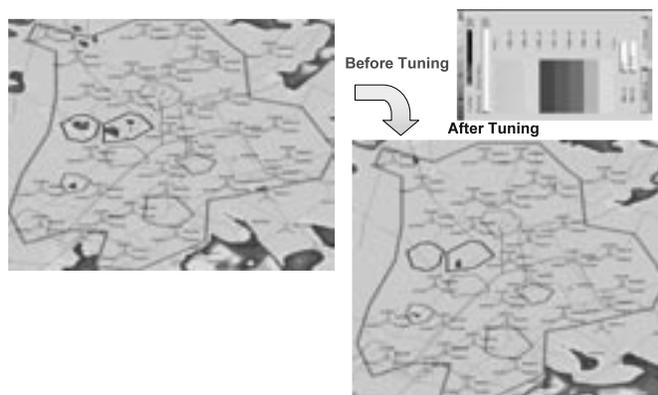


図3 W-CARDを用いたTuning実施例

(3)Area Patrol

Area Patrolでは測定器やUEを用いたフィールドのRF/ネットワークパフォーマンス品質の測定とプロトコル情報、トラフィックカウンターなどの各種測定を実施し、解析に必要な品質のパラメータを抽出して統計処理を行い、運用中の品質を定量的に把握し、実トラフィック変動に合わせた調整を行います。従来は測定技術やプロトコルの技術に精通した技術者が多量のパラメータの抽出および原因分析を行っており膨大な時間を必要としていました。この課題に対して現在NECでは無線インフラの品質としてのKPI(Key Performance Indicator)であるネットワークKPIとユーザー体感品質としてのKPIであるフィールドKPIを向上させるプロアクティブな測定解析技術を開発しています。

Area PatrolでRF特性改善を確認した一例を図4に示します。品質の良いHighレベルの基準を満たすエリアの面積率(場所率)が4.6ポイント改善していることが理解できます。

NECが有するツール群を図5に示します。Coverage DesignがPlanningに相当し、RAN TuningとArea Patrolの解析がAnalysis、測定がMeasurementを表してします。また、本稿では紹介できなかった複数の通信事業者のネットワーク品質をBenchmarkingするツールも有しており、戦略策定コンサルティングもプロフェッショナルサービスとして提供しています。

2.3 RAN-SAITTEKIKAの実績

W-CDMAにおけるRAN-SAITTEKIKAは海外ではイギリス、フランス、スペイン、香港をはじめヨーロッパ・アジア各地で

Comparative Table

Item		Before	After
HIGH	RSCP ≥ -87dBm	93.1%	97.7%
MEDIUM & LOW	-87dBm > RSCP	6.9%	2.3%

Comparative Graph

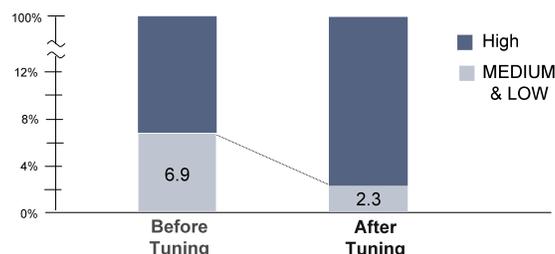


図4 Tuning実施による改善の解析結果例

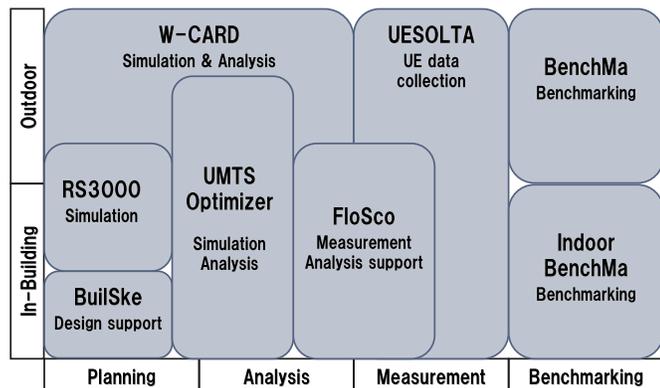


図5 NECのRAN-SAITEKIKIツール群

数多くの実績があります。また国内においても全国規模でRAN-SAITEKIKI実施の実績があります。

3. RAN最適化技術の今後の展望

3.1 高精度化・高速化

ネットワーク構築のためのシミュレーションにおいて高精度化のために地物影響の評価精度とトラフィック変動の評価精度の向上をめざして開発に取り組んでいきます。地物影響の評価精度向上に向けて地図データ作成の技術の開発を行っています。また、トラフィックの解析に関しては時間的な変動のモデリングを検討し、干渉電力評価精度の向上をめざしていきます。さらに、地物情報を持つ地図データ上でトラフィック解析や電波伝搬推定を行うには大規模な計算機リソースが必要になることが予想されます。RS3000にはすでに複数のサーバによる並列計算処理のシステムが適用されていますが、さらなる高速化を図っていきます。

3.2 新規技術への適応と運用サービスへの拡張

RAN-SAITEKIKIは新しい無線通信方式(HSUPA、Beyond 3G、4G)への対応にも積極的に取り組んでいます。今後は新規技術の台頭により階層化された複雑なシステム構成になることが予想されます。多様・複雑化するネットワークにおいて装置ベンダとしてのメリットを活かし機器特性を熟慮したネットワーク構築のプロフェッショナルサービスを提供していきます。さらに、ネットワーク構築のみならず、ネットワークオペレー

ションにおいても、プロフェッショナルサービスでの運用経験の特徴としたエンジニアの経験知とノウハウをシステム化させ新規技術に適応していきます。

4. むすび

本稿ではNECが独自に蓄積した無線NW最適化の方法論(RAN-SAITEKIKI)とその要素技術を述べました。技術に精通したエンジニアの経験知をアルゴリズム化し、作業効率化のために開発したツールソフトウェアを紹介しました。また、W-CDMAシステムにおける実績と新技術や今後の事業機会に向けて進めている技術開発を紹介し、今後の展望について述べました。

参考文献

- 1) 濱辺ほか;「WCDMA無線ネットワーク設計」
NEC技報, Vol.55, No.2, pp.11-14, 2002-2.
- 2) 小野ほか;「RADIOSCAPE-A Radio Propagation Analyzing Service for Effective Coverage Area Design-」
NEC Journal of Advanced Technology, Vol.1, No.4, pp.353-356, Fall 2004.
- 3) 丹羽ほか;「ネットワークマネージドサービスの展開」
NEC技報 Vol.59 No.2 pp.53~56

執筆者プロフィール

梅本 健一
第二キャリアソリューション事業本部
モバイルサービス事業推進本部
グループマネージャー

今村 友康
第二キャリアソリューション事業本部
モバイルサービス事業推進本部
マネージャー

高橋 源
第二キャリアソリューション事業本部
モバイルサービス事業推進本部

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL:<http://www.nec-mobilesolutions.com/infrastructures/solution/radio.html>