

モバイルサービスレベル管理システム

松永 泰彦・小野 隆志・菅原 弘人
渡邊 吉則・本吉 正博・中田 貴之

要 旨

近年、携帯電話はビジネスの重要なコミュニケーションの道具として使われてきています。このため、モバイルでも有線通信と同様にSLAを取り決め、移動通信事業者が法人顧客に対して安定した通信品質の維持を約束することが期待されています。本稿では、移動通信事業者の法人向けSLA遵守管理業務を支援するモバイルサービスレベル管理システムを紹介します。SLA導入時には、3次元電波伝搬シミュレータを用いて法人ビル内の無線品質を高精度に予測します。また、SLA導入後は、端末と網から品質情報を取得し、その統計的な分析に基づき無線セルの異常やその兆候を検出して品質改善を図ることにより、SLAの維持が可能となります。

キーワード

●携帯電話 ●管理システム ●SLA ●電波伝搬 ●データマイニング

1. はじめに

携帯電話のコンシューマ市場の飽和、ナンバーポータビリティ導入、新規事業者への周波数開放などの環境変化に対応するため、各通信事業者はモバイルセントレックスやデータ通信などの法人向けモバイルサービスの強化を図っています。

従来、有線の通信サービスでは、SLA (Service Level Agreement)によって通信事業者が法人に対して提供すべき品質の取り決めがなされてきましたが、モバイルサービスでは無線区間の品質保証が困難なため、行われていませんでした。また、SLAを締結しても、適切な監視手法や保守方法などの管理環境が未整備であったため、契約自体が有効性を発揮できないという課題がありました。確かに広域なサービス提供エリアのすべてにわたって無線区間の品質保証を行うことは技術的・経済的に困難ですが、契約の対象を法人が特に高い品質を必要とするエリアに限定することにより、SLA提供の可能性が現実的なものとなります。

本稿では、モバイル環境でSLAを提供するに当たり、サービスレベルの管理に必要な技術について紹介します。

2. モバイルサービスレベル管理システムの構成

従来、有線網で規定されているSLA対象項目としては、可

用性、障害回復時間、転送性能、正常完了率などがあります。モバイル環境では、これに加えてSLA対象とするエリア、およびそのエリア内におけるサービス圏外率などが対象項目として考えられます。SLA対象のエリアを限定することにより、移動通信事業者が法人に対して品質を保証するために設置・制御すべき装置群が明確になるため、適切な無線網設計と運用によってSLAを提供できることとなります。

このたび開発したモバイルサービスレベル管理システムは、移動通信事業者がSLAに基づくサービスを提供する上で不可欠な、無線網設計と運用業務を支援するサービス基盤です。図1に本システムの全体図を示します。本システムの技術的な特徴は以下のとおりです。

1)ビル内無線品質査定

当社の3次元電波伝搬解析ツールRADIOSCAPEを用いて、広大な都市空間からビル内のフロアレベルまで一括した無線品質アセスメントを行います。これにより、人手による実測を行うことなく、品質改善計画やSLA契約指針の策定を迅速に行うことが可能となります。

2)異常無線セルマイニング

法人契約端末と携帯電話網から抽出される品質監視情報をもとに、統計的な異常度判定と時系列データマイニングを行います。これにより無線セルの品質異常の検出・予測および原因分析を効率的に行うことが可能となります。

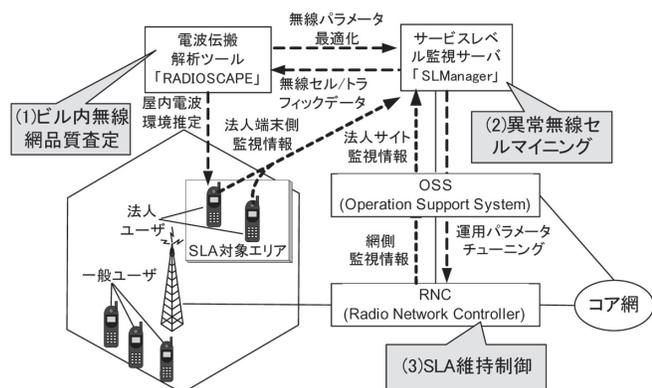


図1 モバイルサービスレベル管理システム

3)SLA維持制御

突発的なトラフィック需要の急増時には、適応的なリソースの割当制御によってSLA対象ユーザの品質維持を図ります。これにより、SLA対象ユーザの通信品質を契約値内に維持することが可能となります。

以下では、モバイルサービスレベル管理システムにおけるこれらの技術を紹介します。

3. ビル内無線品質査定

移动通信事業者が法人顧客とSLAを結ぶに当たり、まずSLAの対象とする法人ビル内の電波環境を正確に把握し、締結の可否や品質改善指針を導出する必要があります。

電波環境を把握するには、法人ビル内で専用の測定器を用いた実測を行う方法もありますが、多くの法人ビル内での実測は建物オーナーとの交渉が煩雑であり、時間を要するといった課題があります。そこで我々は、電波伝搬解析ツール「RADIOSCAPE」を用いたシミュレーションによるビル内無線品質推定技術を開発しました。

RADIOSCAPEの伝搬推定にはレイ・ラウンチング法(アンテナから全方位にレイ(光線)を放射して電波伝搬特性を解析する手法)を用いており、3次元地図と屋内フロアレイアウトから得られる構造物情報を忠実に考慮することによって、屋外基地局からビル内への電波伝搬状況を高精度に推定しています。図2に、新宿駅西口を例にシミュレーションした結果を示します。このような屋外と屋内のシームレスな解析においては、解析の分解能(レイの大きさ)を屋外と屋内のどちらに合わせるかが問題となります。分解能を構造物が大きい屋外に合わ

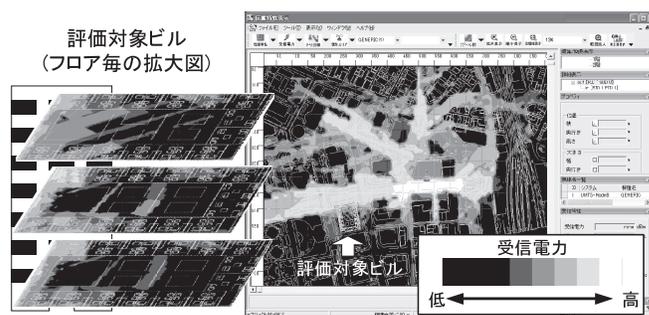


図2 RADIOSCAPEを用いたビル内無線品質査定

せた場合、屋内の詳細な情報を忠実に考慮することができなくなり精度劣化の原因となります。逆に分解能を屋内に合わせた場合、屋外では必要以上に細かい分解能となり計算時間の増大を招きます。そこで我々は「レイ分割再放射法」という技術を開発しました。この技術は、伝搬とともに拡大するレイがあらかじめ定められた大きさになったとき、そのレイを複数のレイに分割するものです。これにより、レイの大きさを伝搬環境に応じた最適な値に保つことができ、推定精度を劣化させることなく高速推定が可能となります。具体的には、都市部の環境において5倍~10倍の高速化が可能となり、2km四方の空間で1時間程度と実用に差し支えない計算時間を実現することができました。この技術により、実測を行うことなくビル内の無線品質を高精度に査定することが可能となりました。

4. 異常無線セルマイニング

移动通信事業者と法人の間でSLAが導入されたあとは、通信品質がSLA契約値内に維持できているかを監視する必要があります。本章では、端末と網から取得した品質監視情報から無線セルの品質異常の検出・予測および原因分析を効率的に行う手法について紹介します。

移动通信の場合、無線を通じてサービスを提供するという性質上、網側だけの品質監視では実際の法人契約端末における通信品質を完全に把握できないという課題があります。そこで、今回、法人の携帯電話端末上で通信品質の監視を行う品質監視エージェントを開発しました。

本エージェントはSLA対象エリア内におけるサービス圏外率、通信の正常完了率を測定し、1日に1回程度集計して遠隔のサービスレベル監視サーバに通知します。本エージェント

モバイルサービスレベル管理システム

を用いることにより、SLAの項目に、網側からは把握が困難なサービス圏外率を含めることが可能となり、また品質劣化の問題を網と端末で効率的に切り分けることができます。

次にサービスレベルを監視するサーバ「SLManager」の構成を図3に示します。監視サーバでは、網側オペレーションサポートシステム(OSS)および法人端末からSLA対象エリア周辺の品質監視結果を取得し、分析した結果をデータベースに保存します。法人に対しては管理部門に監視結果を報告し、移動通信事業者に対しては運用パラメータのチューニングなど、品質改善の指針を提示します。

一般にSLA違反時間を最小にするためには、異常を早期に発見し、原因分析と共に迅速な対応が望まれます。一方で、短時間かつ少ないデータからのSLA異常判定には、統計的信頼度を考慮しないと誤判定が多く生じてしまうという問題がありました。このような問題に対し、統計的信頼度を考慮した異常検出と時系列データのトレンド分析により異常セルを予測する異常セルマイニング技術を開発しました。

まず、異常検出では、発着信回数に対する失敗回数の測定値に対し、SLAで契約した失敗率を基準とした統計的はずれ度(SLA違反とみなせる確率)を計算します。この統計的はずれ度を異常度として用いることにより、同じ失敗率であっても発着信回数が多いほど異常度が高くなるため、データの統計的信頼度を考慮した異常検出が可能となります。本手法を用いることにより、SLA違反の兆候を調べる上で重要な単位時間当たりの通信の発着信回数が50以下といった少量のデータ

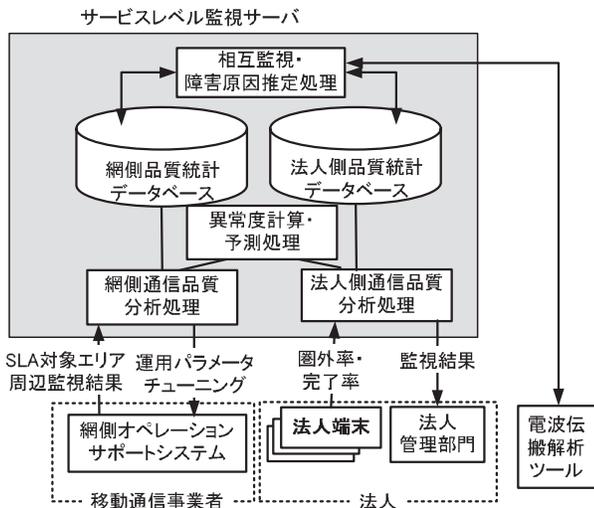


図3 サービスレベル監視サーバ SLManager

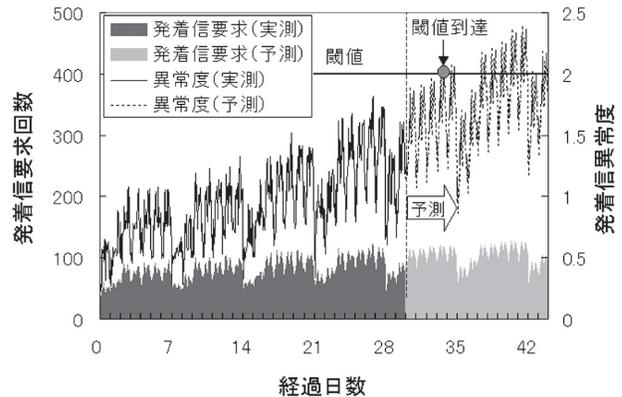


図4 TrendLiner を用いた異常無線セルマイニング

に対し、従来の失敗率を基準とする異常判定方式に比べて誤検出の割合を約70%低減できることになりました。

また、このようにして導出した通信品質の異常度や、トラフィック需要のトレンドを調べることにより、近い将来にSLA違反を引き起こす可能性がある無線セルを効率的に見つけることができます。一般に携帯電話網の品質や需要特性は環境に応じて動的に変化し、ユーザの日々の生活を反映して1日や1週間単位の複数の周期性を持つため、動的な変化と周期性を考慮した将来予測が必要となります。このような目的に適した予測手法としては、状態空間モデルを用いた時系列分析が知られています。しかし、従来の状態空間モデルでは、1つの周期に含まれるレコード数の3乗に比例する計算量を要するため、長い周期を含むデータの実時間解析は難しく予測精度も不十分という問題がありました。このたび開発した時系列データマイニングエンジンTrendLinerでは、長い周期を表すレコードを情報量規準に基づき適切な時間単位で集約しながら取り扱う階層状態空間モデルにより、従来方法と比較して100倍程度の高速度と10~30%の予測誤差低減を実現しました。サービスレベル監視サーバSLManagerにおけるTrendLinerの活用例を図4に示します。この例では、発着信の要求回数と異常度の時系列から、将来異常度が危険水準に達する時期を、周期的変動を考慮しながら事前に予測できています。

5. SLA維持制御

品質の劣化やその兆候が検出された場合、その原因に応じてSLAを維持するための対処が求められます。品質の劣化原因が長期的なトラフィック需要増や電波伝搬環境の変化の場

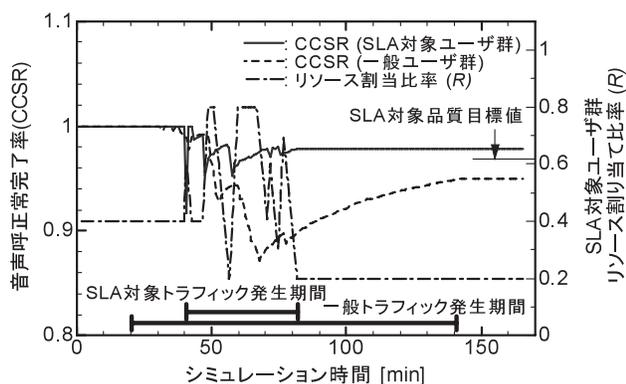


図5 SLA維持制御

合、電波伝搬解析ツールを使って無線パラメータのチューニングもしくは基地局増設の設計を行います。一方、より頻繁に生じる短期的なトラフィック変動については、無線アクセス網においてSLA対象ユーザー群に対する適応的なリソース制御が求められます。従来の携帯電話網におけるユーザ種別に応じたリソース割り当て制御としては、災害時優先電話における接続優先制御がありました。しかし、これは限られた公共機関向けの絶対的な優先制御であるため、通常の法人向けSLAの維持に適用するには非効率であるという課題がありました。そこで、ユーザの種別とサービスに応じて無線のリソースを管理し、SLA違反やその兆候を検出した際には、一時的にSLA対象ユーザー群に対するリソースを多く割り当てる呼受付制御方式を開発しました。

図5にこの呼受付制御方式を用いたSLA維持制御の効果をシミュレーションによって確認した結果を示します。輻輳によって一時的に音声呼の正常完了率(CCSR)が劣化しますが、リソース割り当て比率Rの増加によって、SLA対象ユーザの通信品質は目標値以上に迅速に回復しています。さらに一般ユーザー群の通信品質もSLA対象ユーザー群のトラフィックが減少し、容量に余裕ができた時点で回復しています。このように、ユーザ種別に応じた適応的なリソース割り当て制御により、法人ごとに異なるサービスレベルを要求された場合にもSLAを維持できるようになります。

6. おわりに

本稿では、モバイル環境においても、法人が特に高い品質を必要とするエリアに限定し、適切な網設計と運用を行うこ

とによってSLAを提供できる可能性を示しました。モバイル環境でのSLA提供の上で鍵となる技術として、ビル内無線品質査定、異常無線セルマイニング、SLA維持制御の各技術を紹介しました。今後これらの技術を統合したモバイルサービスレベル管理システムによって、ユーザ要望に応じた高品質できめ細かなモバイルサービスの提供が促進されていくものと期待します。

参考文献

- 1) 小野ほか;「モバイルSLA管理システム(1)~(5)」, 2005年電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-6-64、B-6-65、B-6-66、B-6-67、B-6-68.
- 2) 中田、竹内;「長期時系列予測のための階層的モデル化」, 2005年電子情報通信学会ソサイエティ大会、A-6-16.
- 3) Y. Matsunaga, et al., "A Framework for Enterprise SLA in W-CDMA Networks", IEEE PIMRC 2005, G-05-05.

執筆者プロフィール

松永 泰彦
インターネットシステム研究所
主任

小野 隆志
インターネットシステム研究所
主任研究員

菅原 弘人
インターネットシステム研究所
主任

渡邊 吉則
インターネットシステム研究所
主任

本吉 正博
インターネットシステム研究所

中田 貴之
インターネットシステム研究所