

知っておきたいキーワード

SON (Self Organizing Network)

松永泰彦†

† NEC モバイルRAN事業部

"SON (Self Organizing Network)" by Yasuhiko Matsunaga (Mobile Radio Access Network Division, NEC Corporation, Tokyo)

キーワード：自己組織化，ネットワーク運用管理，LTE (Long Term Evolution)

SONの概要

自己組織化 (Self-organization) は、群れをなして行動する生物など、自然界のさまざまな局面でみられる現象である。個々の構成要素は限られた情報と単純な原則に基づいて行動し、全体として意味のある構造をなすのが特徴

である。

近年、移動通信の分野において、自己組織化の概念を参考にしたSON (Self Organizing Network) の導入がすすめられている¹⁾。SONでは通常、運用中の基地局や端末からネットワーク品質の測定データを収集・分析し、ネットワークが自律的に基地局の動作

を最適化する制御を行う。これにより、大規模化するネットワークの敷設や運用管理の手間を軽減し、通信品質を向上させることが期待されている。

想定されているSONのユースケースとしては、図1に示すように、基地局の設定の自己構成機能、隣接リスト・ハンドオーバーパラメータの最適化機能 (基地局が端末にハンドオーバ

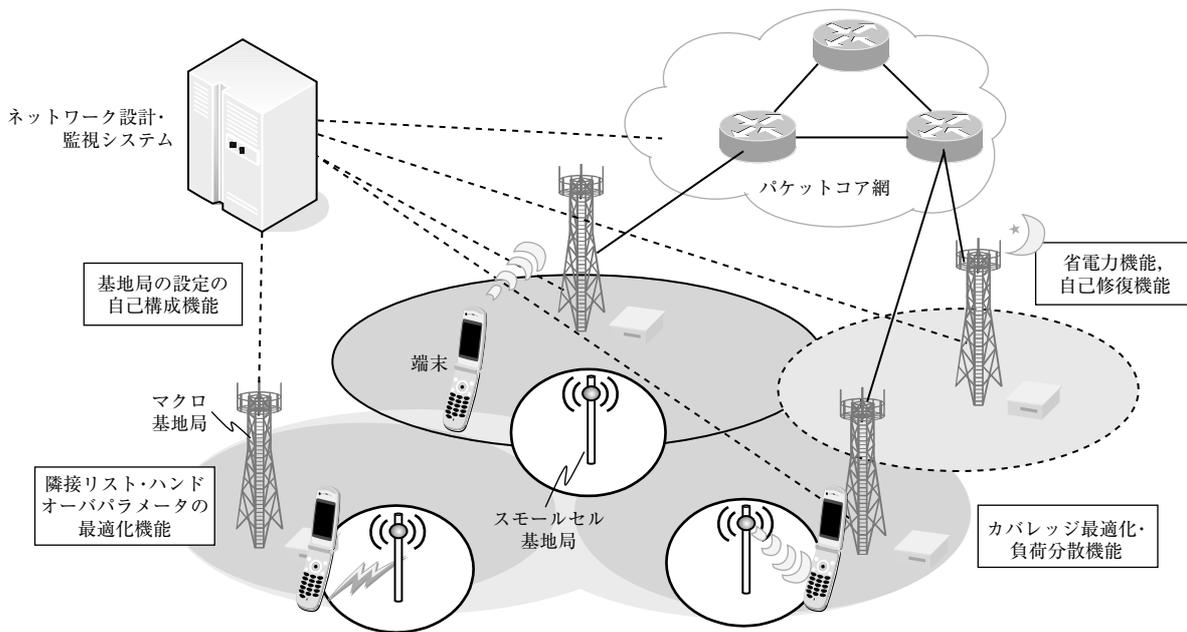


図1 SONの概要

☞ 候補先として報知する周辺基地局の情報)の最適化機能, ハンドオーバーパラメータの最適化機能, カバレッジ最適化機能, 負荷分散機能, 省電力

機能, 自己修復機能などがある. SONは次世代の移動通信規格であるLTE (Long Term Evolution)の一部として採用されており, 今後, UMTSな

ど他の移動通信システムへの導入や, LTEと他の移動通信システムとの接続切替えの最適化についての拡張が見込まれている.

SONの動作

移動通信の基地局が設置される環境はさまざまである. 例えば, 都市部ではビルの高層階に遠くの基地局からの電波が到達するため, ハンドオーバー候補となる隣接リストを多めに設定する必要がある. また, 土地の起伏の影響により電波が届きにくい場所では, アンテナの傾き角を浅くしたり, 送信電力を大きめに設定することにより, 通信サービスの圏外となる場所を低減することができる. 幹線道路や線路の近くで高速に移動するユーザーが多い環境では, 静止して通信するユーザーが多い環境よりも, ハンドオーバー条件を緩和したほうが通信の瞬断を防ぎやすい. さらに, 繁華街などで通信トラフィックの偏りが大きい場合には, より負荷の低い基地局に端末が接続しやすくなるようにセル選択のパラメータを調整することにより, 負荷分散を図ることができる.

従来, 上記のような設置環境に応じた基地局毎のパラメータ設定は, 基地局の設置時に伝搬解析ツール等を用いて初期設計を行い, さらに専用の測定器を用いた走行試験や, 運用中のトラフィック統計の分析によって所要の通信品質が満たされていることを確認していた.

一方, SONの導入後は, 図2のように, 一般ユーザの端末を測定器の代わりとして, 周辺基地局の受信品質や, 過去の通信品質の問題の情報を収集する. また, 基地局はトラフィック負荷, 過去の通信品質の問題, パラメータ設定情報などを収集する. 収集した測定情報の一部は, 周辺の基地局間で直接, またはネットワーク監視システムを介して交換して共有する. これらの測定情報の統計分析結果に基づき, 基地局が設置された環境と通信品質の問題の有無を判断し, ネットワーク側で基地局毎のパラメータを更新する. このようにして人が関与する作業を最小限に

抑えることにより, 多数の基地局の敷設や運用を効率化することが可能となる. なお, 測定情報の分析とパラメータの最適化については, 各々の基地局が分散的に行っても, ネットワーク監視システムが集中的に実施しても良く, 実装方法については特に規定されない. 一般に分散制御は環境の変化や基地局の障害に対する追従特性に優れ, 集中制御は中長期的な傾向の分析に基づく最適化や異なるベンダのネットワーク間の制御に適している. 両者の特徴をあわせた, 分散制御と集中制御を併用するハイブリッド制御も提案されている.

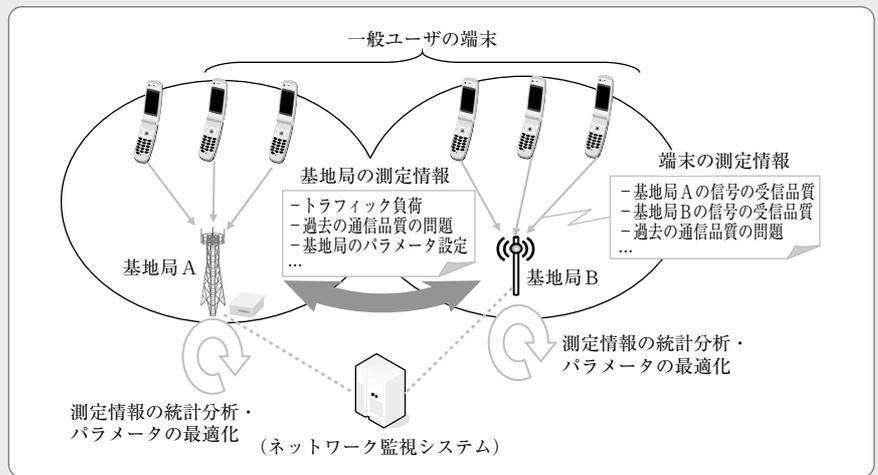


図2 SONの動作

3GPPにおける標準化

SONは, さまざまなベンダの端末, 基地局が混在する環境でも問題なく動作することが求められる. このため, 3GPP (3rd Generation Partnership Project) では, 端末や基地局が測定すべき情報, および必要な制御信号について標準化がすすめられている²⁾. 表1に3GPPにおけるSONの主な機能の標

準化状況をまとめて示す.

2009年に完成し, LTEの動作全般について記載されたRel.8仕様では, 基地局のセル識別子などの自己構成機能や, ハンドオーバー先の候補となる隣接リストの最適化のための仕様が定められた. 次に2010年に標準化されたRel.9仕様では, ハンドオーバー失敗を低減するための信号方式, 負荷分散のための測定, 省電力制御のための基地局

停止信号, ランダムアクセスチャネルの最適化のための測定などが追加された. さらに, 2011年に標準化されたRel.10仕様では, カバレッジ最適化のために従来専用の測定器を用いていた走行試験を代替する測定方式として, 非通信状態の端末からの情報収集や, 位置情報を含む無線品質の測定方法が規定された. ☞

また、LTEと他の無線アクセスネットワーク間の品質問題を解決するための測定方法、第3世代の無線アクセスネットワークに対するSONの適用など、Release 9以前に規定された仕様に対する拡張が行われた。

現在標準化中のRelease 11仕様では、Release 10以前の機能に対する拡張や、第3世代の無線アクセスネットワークへのさらなるSONの適用の議論などがすすめられている。

また、これらの仕様に加えて、主に一般ユーザの宅内に設置するフェムトセル基地局の自動構成機能や、自律的な干渉回避に関する検討も行われている。

表1 3GPPにおけるSONの標準化状況

| Release (年) | 機能 | 概要 |
|-------------------|--|--|
| Release 8 (2009) | Physical Cell Identity (PCI) | セル識別子の自動設定のための測定方式 |
| | Automatic Neighbor Relation (ANR) | ハンドオーバー先の候補となる隣接セルリストの自律最適化のための測定方式 |
| Release 9 (2010) | Mobility Robustness Optimization (MRO) | 過去に生じたハンドオーバー失敗に関する測定情報と、基地局間で測定情報を交換する信号方式 |
| | Mobility Load Balancing (MLB) | 基地局の負荷の測定情報と、隣接する基地局で負荷情報を交換する信号方式 |
| | Energy Saving (ESM) | 省電力制御のための基地局停止信号方式 |
| | RACH Optimization (RACH) | ランダムアクセスチャネル状態の測定方式 |
| Release 10 (2011) | Minimization of Drive Test (MDT) | 走行試験の代替のための、アイドル状態の端末からの情報収集と、測定情報を含む無線品質の測定方式 |
| | LTE SON enhancements | Release 9の機能拡張 LTEと他の無線アクセスネットワーク間のSON |
| Release 11以降 | UTRAN SON management | 第3世代の無線アクセスネットワーク内のSON |

SONの特性評価技術

SONは、通信品質の改善を実現するだけでなく、さまざまな環境において、安定して動作することが求められる。従来、無線通信のプロトコル特性やリソース管理技術の評価のために、六角形のセルが規則的に配置された仮想的なレイアウトが良く用いられてきたが、実際の都市環境では基地局の配置は不規則であり、ユーザの移動特性もさまざまである。そのため、SONの方式確立にあたっては、実際の都市に即した無線環境を前提として評価することが望ましい。図3は、筆者らが開発した3次元でSONの特性を評価するシミュレータの出力例である。本シミ

ュレータでは、建物や地形による影響を考慮した3次元伝搬推定情報を用いており、不規則な無線セルの形状や、ビル高層階において生じる不感地の影響を正確に模擬することが可能である。また、地図データを入力とし、道路の幅や交差状況、建物の密度などを考慮したユーザの3次元的な移動特性のモデルを自動的に生成するため、実際の都市交通状況に基づく基地局間のハンドオーバーの頻度や、不均一な負荷特性を評価することが可能である。このように、現実的な伝搬環境やユーザ移動条件に則してSONの方式検証を行うことにより、さまざまな環境でSONが安定的に動作することを確認できる。

NECでは、本シミュレータを用いて、基地局のカバー範囲を端末が密集するエリアに自動調整することにより、セル境界付近におけるユーザの通信速度が改善される効果を検証している。

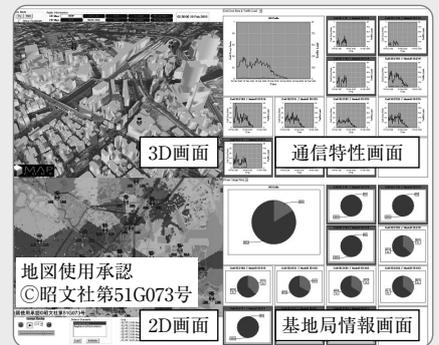


図3 LTE SON 3次元シミュレータ

むすび

今後、移動通信システムは、急増するトラフィックを收容するため、数多くの基地局を高密度に配置するスモールセル化が進展していくものと考えられる。SONによる多数の基地局の運用管理の効率化と通信品質の改善に期待したい。(2011年7月29日受付)

参考文献

- 1) 松永, 渡邊, ブルナー, 小島: "LTEに向けて開発進む「SON」自己最適化で運用コストを削減", 日経コミュニケーション (2009.6.15)
- 2) 3GPP TR 36.902, v 9.3.1: "Self-configuring and self-optimizing network (SON) use cases and solutions (Release 9)", (Mar. 2011)



まつなが やすひこ
松永 泰彦 1992年、東京大学工学部電子工学科卒業。1994年、同大学工学系研究科修士課程電子工学専攻修了。2009年、九州大学システム情報科学府情報工学専攻博士後期課程修了。1994年、NEC入社。2002年～2003年、カリフォルニア大学バークレー校客員研究員。現在、NECモバイルRAN事業部マネージャ。主に、移動通信システムの運用管理、リソース制御の商品企画に従事。博士(工学)。