

Komfortabel gelöst: Nachbarschaftsanalyse in 2G- und 3G-Netzen

Die modernen, komplexen Mobilfunknetze der dritten Generation erfordern Messmethoden, die auf möglichst einfache Art und Weise Hinweise auf potenzielle Problemstellen liefern und Lösungen anbieten. Die Funknetzanalytoren R&S®TSMx erfüllen genau diese Ansprüche, bieten sie doch zusammen mit der Mess-Software R&S®ROMES einen ausgeklügelten Algorithmus zur Analyse von Nachbarschaftsbeziehungen, mit dem sie sich seit einem halben Jahr beim Einsatz im Wirknetz bewähren.

Entscheidend: Eigenschaften der Nachbarzellen

Jedes zellulare Netz lebt von der Fähigkeit, bei Bedarf eine Verbindung zwischen einem Mobiltelefon und dem Netz von einer Zelle zu einer anderen weitergeben zu können. Während in einem GSM-Netz an dieser Aktion ausschließlich zwei Zellen beteiligt sind (Source Cell und Target Cell), kann es in UMTS-Netzen auch eine Gruppe von Zellen sein, die in sogenannten Active Sets verwaltet wird. Im Folgenden werden UMTS-Netze näher betrachtet.

Um eine bestehende Verbindung in eine andere Zelle transferieren zu können, muss bekannt sein, welche UMTS-Zellen in der Nachbarschaft einer Basisstation vorhanden sind. Diese „Nachbarschaftslisten“ sind in allen Basisstationen gespeichert. Sie werden von den Netzbetreibern meist mit Planungs-Tools generiert, deren Ergebnisse auf Simulationen beruhen. Anschließend vergleicht man die Listen mit den realen Verhältnissen im Netz und optimiert sie entsprechend.

Verbindungsabbrisse vermeiden

Fehlen relevante Basisstationen in der Nachbarschaftsliste, so kann das bei bestimmten Bewegungsprofilen eines Mobiltelefons zum Verbindungsabbriss führen (BILD 1). Eine nahe liegende Lösung wäre es, jede benachbarte Zelle in die Liste einzutragen. Dies scheidet jedoch aus, weil die Länge der Liste begrenzt ist und die Mobiltelefone nicht mit unnötigen Messaufgaben belastet werden sollen. Praxisgerechte Nachbarschaftslisten enthalten deshalb nur solche Basisstationen, deren Empfangsfeldstärke ausreichend groß für die Aufnahme in das Active Set ist.

An den Rändern eines UMTS-Netzes werden auch die Basisstationen eines GSM-Netzwerks in die Listen eingetragen und einer Nachbarschaftsanalyse unterzogen.

Interferenzen aufspüren

Ebenso wichtig wie das Aufdecken fehlender Nachbarschaftsbeziehungen ist das Aufspüren möglicher Interferenzen in einem Netzwerk. Der Platz in den Active Sets ist begrenzt und nur Basisstationen, die dort aufgenommen werden, können zur Verbindung beitragen. Da aber alle Stationen auf der gleichen Frequenz senden, sind nicht aufgenommene Basisstationen als potenzielle Störer zu betrachten – man spricht von der sog. Pilot Pollution.

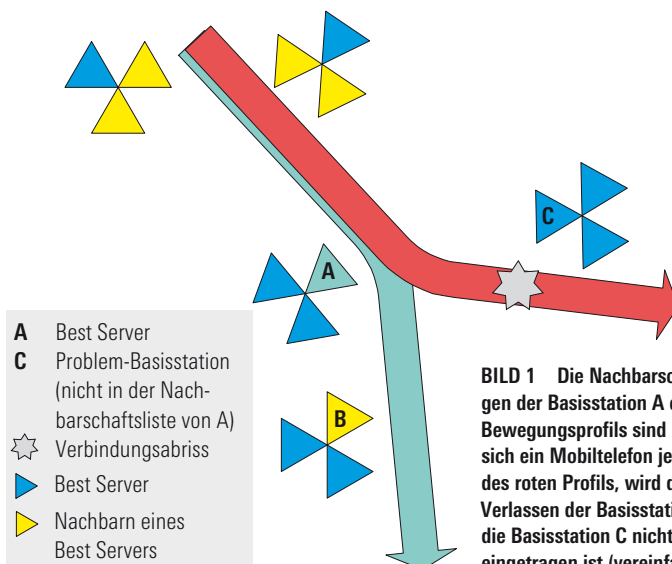


BILD 1 Die Nachbarschaftsbeziehungen der Basisstation A entlang des grünen Bewegungsprofils sind in Ordnung. Bewegt sich ein Mobiltelefon jedoch in Richtung des roten Profils, wird das Gespräch beim Verlassen der Basisstation A abreißen, weil die Basisstation C nicht als Nachbar von A eingetragen ist (vereinfachte Darstellung).

► Die R&S®TSMx als Nachbarschaftsanalysatoren

Die Funknetzanalysatoren R&S®TSMx von Rohde&Schwarz können diese relativ aufwendigen Messungen weitgehend automatisieren und vereinfachen. Die beiden Optionen GSM Network Scanner R&S®TSMU-K13 und WCDMA Network Scanner R&S®TSMU-K11 liefern dank ihrer hohen Dynamik und Messgeschwindigkeit eine gute Grundlage für genaue Aussagen über die Nachbarschaftsverhältnisse.

Der Algorithmus

Das Verfahren zur Nachbarschaftsanalyse beruht auf der Annahme, dass die Verhältnisse in einem Netz in Ordnung sind, wenn für jede Basisstation die Anforderungen an die Nachbarschaftsbeziehungen erfüllt sind. Ausgangspunkt für die Analyse ist jeweils ein Eintrag im Top-N-Pool, der die N qualitativ besten Basisstationen enthält, die der UMTS-PN-Scanner in einem definierten Zeitfenster erfassen konnte. Um die Analyse auf relevante Basisstationen zu begrenzen, werden nur solche betrachtet, die mit einer Mindest-Stärke und -Qualität empfangen wurden (Received Signal Code Power (RSCP) und E_c/I_0). Die Basisstation, die diese Bedingungen am besten erfüllt (Top 1 im Top-N-Pool) wird als „Best Server“ bezeichnet; auf sie bezieht sich die weitere Analyse.

Der nachfolgend beschriebene Algorithmus wird auf jede Basisstation angewendet (Top M ($M = 2 \dots N$)). Zunächst überprüft er, ob eine Basisstation in Bezug auf den Best Server stark genug empfangen wurde, so dass sich eine Analyse lohnt. Ist das der Fall, wird anhand der Basisstationsliste geprüft, ob sie als Nachbar des Best Servers vorgesehen ist. Bestätigt sich dies, wird ermittelt, ob das Active Set noch Platz bietet. Falls ja, ist die Planung in Ordnung, denn das Netz könnte das Telefon zur Aufnahme der gemessenen Station ins Active Set veranlassen. Ist das Active Set aber bereits belegt, kann diese starke Basisstation nichts zur Verbindung beitragen und wird grundsätzlich als potenzieller Störer eingestuft (PI Type 2).

Ist die Basisstation nicht als Nachbar des Best Servers in der Liste aufgeführt, prüft der Algorithmus, ob ihre Feldstärke für die Aufnahme in das Active Set ausreicht („Add Window“ in BILD 2). Reicht die Feldstärke nicht aus, wird sie als potenzieller Störer eingestuft (PI Type 1). Ist die durch sie verursachte Störung stark genug – wenn sie also in das „Interferer Window“ fällt – und damit eine nähere Untersuchung sinnvoll ist, wird ein Alarm ausgelöst.

Fallen Empfangsstärke und -qualität der Basisstation ins „Add Window“, könnte sie grundsätzlich einen Beitrag zur Verbindung leisten, auch wenn sie nicht

als Nachbar eingetragen ist. Voraussetzung dafür ist allerdings ein freier Platz im Active Set. Ist dort noch Platz, wird ein Alarm „Fehlender Nachbar“ (Missing Neighbour) erzeugt. Ist das Active Set aber belegt, muss untersucht werden, ob die Basisstation als potenzieller Störer einzustufen ist.

Nachbarschaften zu GSM-Netzen

An den Rändern eines UMTS-Netzes untersuchen die Funknetzanalysatoren R&S®TSMx zusätzlich die Nachbarschaft zu GSM-Netzen. Das Verfahren verläuft analog zum vorhergehend beschriebenen Algorithmus. Anstelle der Elemente des Top-N-Pools werden die vom GSM-Netzwerkscanner gemessenen GSM-Basisstationen auf ihre korrekte Implementierung als Nachbarn zum 3G-Netz untersucht.

Das Ergebnis: Basisstationspärchen

Das Ergebnis der Analyse sind Pärchen von Basisstationen, von denen jeweils eine als Best Server, die andere als Problemzelle eingestuft ist. R&S®ROMES listet pro Pärchen die entsprechenden Stellen mit Art, Länge und Dauer des Problems auf (BILD 3). Zusätzlich kann die Software die kritischen Stellen in einer Karte anzeigen.

SIB11-Analysator

Außer der Analyse von Störern und fehlenden Nachbarn liefert das Verfahren weitere Hinweise auf Probleme in der Netzwerkplanung und -konfiguration. Der R&S®TSMx decodiert die im empfangenen System Information Block (SIB) enthaltenen Netzwerkparameter, die auch die Nachbarschaftsbeziehungen einer Basisstation enthalten. Er vergleicht automatisch die über die Luftschnittstelle empfangenen Nachbarschaftslisten mit denen, die im Messsystem hinterlegt wurden. Stimmen sie nicht überein, erhält der Anwender detaillierte Hinweise, in welchen Elementen sich die beiden Listen unterscheiden (BILD 4).

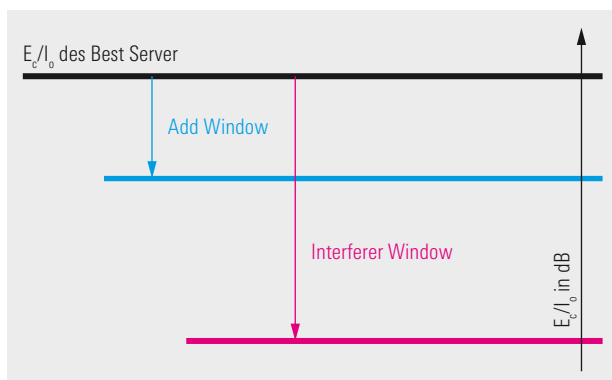


BILD 2
Abhängig von Empfangsstärke und -qualität fällt eine Basisstation in das „Add Window“ oder in das „Interferer Window“.

Fazit

Die Funknetzanalysatoren R&S®TSMx bieten zusammen mit der vielseitigen Mess-Software R&S®ROMES ein automatisiertes Messverfahren, mit dem Netzbetreiber in kurzer Zeit und mit wenig Aufwand wichtige Informationen über den Zustand ihres Netzes bzgl. Nachbarschaftsverhältnisse und potenzielle Störer gewinnen können. Diese Informationen fließen direkt in die Netzplanung ein und tragen somit einen wichtigen Teil zur Qualitätssicherung bei. Die Nachbarschaftsanalyse lässt sich parallel zu den bisher angewandten Messungen durchführen, es entsteht also kein zusätzlicher Zeitaufwand und spart somit Kosten.

Andreas Spachtholz

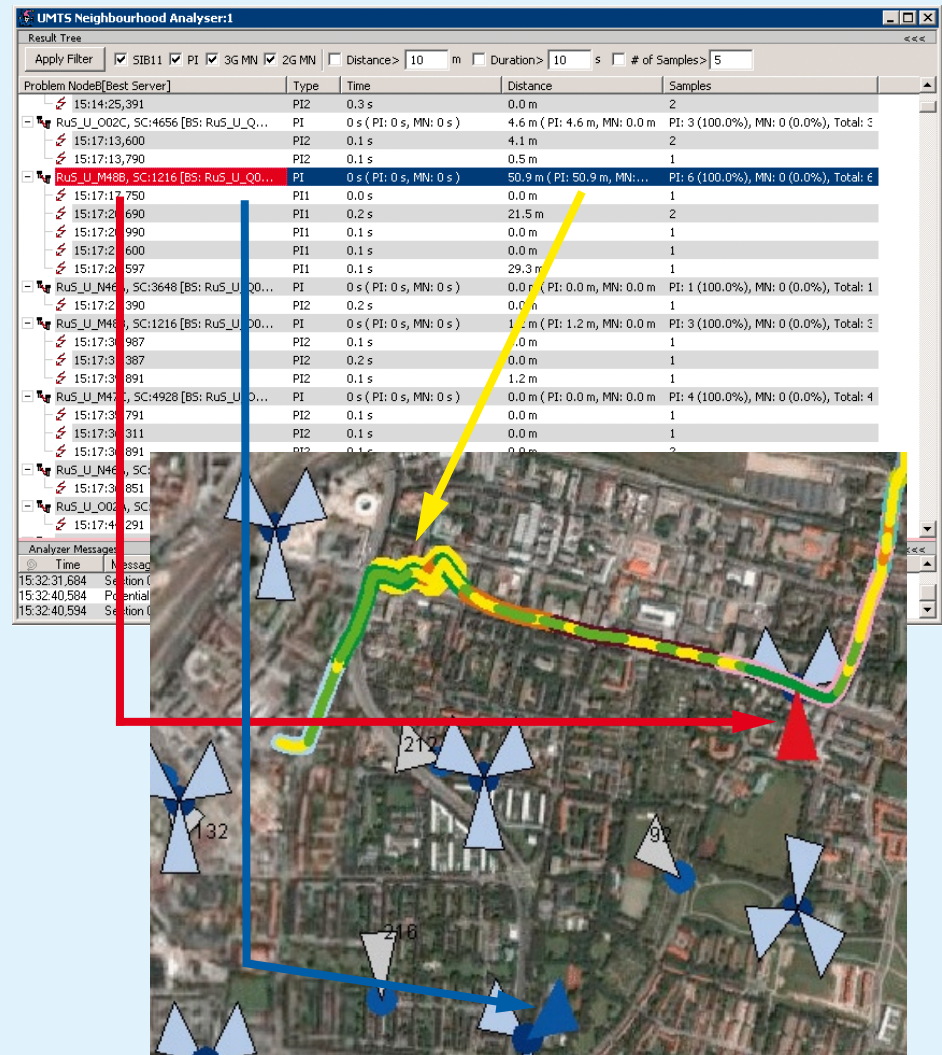
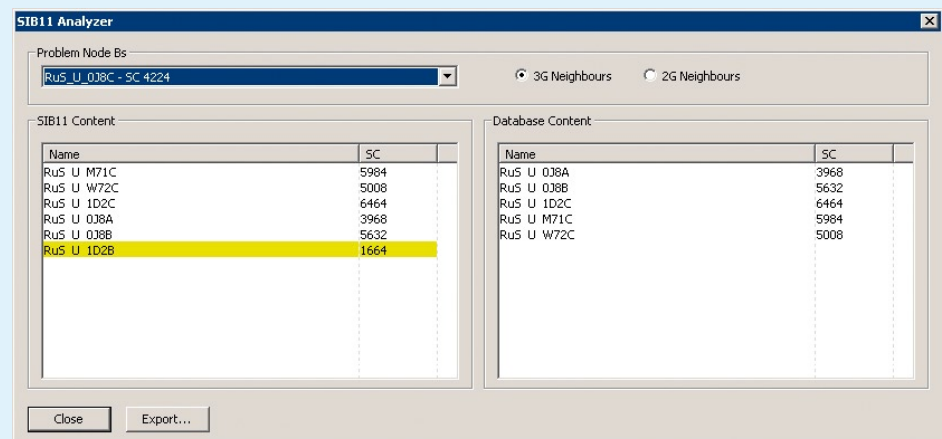


BILD 3 Liste potenzieller Problemstellen. Auf Wunsch wird die entsprechende Stelle auf der Karte markiert.

BILD 4 Der SIB11-Analysator zeigt die Unterschiede zwischen der Nachbarschaftsliste in der Basisstation und der empfangenen Nachbarschaftsliste.



Weitere Informationen unter
www.rohde-schwarz.com
 (Suchbegriff: TSMU)

LITERATUR

Radio Network Analyzer R&S®TSMU – Interferenzen in GSM-Netzen automatisch aufspüren. Neues von Rohde & Schwarz (2006) Nr. 190, S. 4–9.