

OPEN STM Tips

DOCSIS3.0 の信号品質監視指標

1. 背景・目的

DOCSIS3.0 では、RF 系信号品質の監視指標が一部拡張された。

本 Tips では、拡張された各監視指標の意味と利用方法について説明する。

2. 対象読者

OPEN STM シリーズの製品ユーザー、USP パートナー

3. 参考文献・関連文書

DOCSIS 3.0 OSSI CM-SP-OSSIV3.0-I12-100611 (以降、「OSSI3.0」)

4. その他

本 Tips 中の図表番号につき、参考文献からの抜粋には原文の番号をそのまま流用し、独自に作成した図表には”Tips-*”の形式で番号を付与した。

5. 最終更新日

2010 年 8 月 25 日

OPEN STM Tips

DOCSIS3.0 の信号品質監視指標

6. 詳細

6.1 監視指標のオブジェクト相関図

DOCSIS3.0 では、従来の上り/下り SNR・上り/下り受信レベル・上り送信レベルに加え、上り/下り RxMER・上りスペクトラム・上り CNIR の3指標が追加された。

Figure J-1 に、DOCSIS3.0 で拡張された各監視指標のオブジェクト相関図を示す。

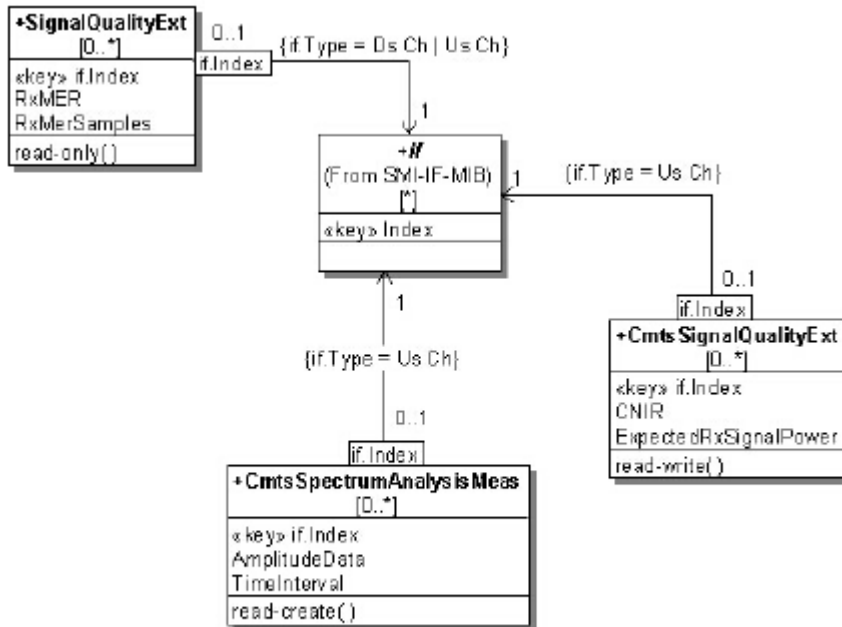


Figure J-1 - Signal Quality Monitoring Object Model Diagram⁴²

拡張された各監視指標は、全て論理チャンネル IfIndex に紐付き、論理チャンネル単位の状態情報を表す。すなわち、CMTS における個別 CM の状態を表現する CmtsCm 系の監視指標とは、情報の概念・単位が本質的に異なる。

6.2 SignalQualityExt テーブル

SignalQualityExt テーブルは、ChIfIndex、RxMER、RxMerSamples により構成される。

RxMER (Receive Modulation Error Ratio)は、デジタル信号伝送技術で一般的な品質指標である MER の事であり、Rx の接頭辞は受信回路の MER を表す。

受信された高周波信号は、復調後にシンボル照合フィルター回路に入り、搬送波の周波数・位相変動、シンボルタイミング及び利得を適宜調整され、シンボル単位でサンプリングされるが、この時点で MER が計測される。

DOCSIS では、CM/CMTS の F コネクタを RxMER の規定点に定義しているため、計測点と F コネクタ間の回路分を補正した値が、RxMER として MIB に出力される。

RxMER は次式で定義される。

OPEN STM Tips

DOCSIS3.0 の信号品質監視指標

$$MER_{\text{symbol}} (\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{E_{\text{av}}}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |e_j|^2} \right\}$$

但し、 E_{av} : 平均シンボル電力、 N : 平均化回数、 e_j : コンスタレーション差分ベクトル

RxMER は、Equalization 後、FEC 前の信号品質を表す。

DOCSIS では従来、MER にほぼ等しい計算式で定義される監視指標として、SNR (Signal to Noise Ratio)が使われてきた。しかしながら SNR は、DOCSIS が平均化回数を定義しなかった為、CMTS/CM ベンダー間に解釈差が生じており、2010 年 8 月現在においても、MIB 表示値に互換性が保証されていない。

RxMerSamples=測定サンプル数は、SNR の問題を解決する目的で導入された係数であり、前式の平均化回数に相当する。RxMerSamples は、下り伝送の場合には計算対象のシンボル数を意味し、上り伝送の場合にはバースト数を意味する。

すなわち、収集タイミングと RxMerSamples が近い条件で RxMER を比較すれば、異機種間 CM の信号品質比較でも、ある程度の互換性を期待できる。

下り伝送の RxMER 定義は、互換性が向上した下り SNR 相当の監視指標と見なして差し支えないが、上り伝送の SNR と RxMER の意味の違いには注意が必要である。

というのは上り伝送の場合、SNR が単一 CM からの単一バーストの信号品質=各 CM の状態を表すのに対し、RxMER は複数 CM からの RxMerSamples 数分のバーストの平均信号品質=チャンネル単位の信号品質を表す。

MIB 定義に置き換えると、上り SNR は docsIfCmtsCmStatusSignalNoise すなわち、個別 CM に紐付く情報として定義されるのに対し、上り RxMER は docsIf3SignalQualityExtRxMER すなわち、上り ChIfIndex=上り論理チャンネルに紐づく情報として定義される。

上り RxMER の個別 CM の状態情報への分解・変換は不可能である。

以上の点を考慮すると、上り RxMER は、症状がチャンネル単位となる流合雑音系障害の監視などの用途に向いており、個別 CM の状態情報を表す上り SNR とは別概念・別目的の指標として応用すべきである。

OPEN STM Tips

DOCSIS3.0 の信号品質監視指標

6.3 CmtsSignalQualityExt テーブル

CmtsSignalQualityExt テーブルは、CNIR、ExpectedRxSignalPower により構成される。

CNIR (Carrier to Noise plus Interference Ratio)は、信号伝送技術で以前から存在する CNR すなわち信号対雑音比の雑音に、 $+\alpha$ すなわち相互干渉成分を含めた、DOCSIS 独自の指標である。通常の CNR 測定では、搬送波を落とした状態で雑音成分を測定するが、DOCSIS CNIR はサービス中の状態で雑音成分を測定せざるを得ないため、雑音測定における搬送波の相互干渉の影響を完全には除去できない。この為 DOCSIS では、現実的な測定方法に即し、CNIR が新たに定義された。

すなわち CNIR は、復調前の信号品質を表す、CNR に近い指標である。

ExpectedRxSignalPower は、レンジングによる自律調整の目標値として予め CMTS に設定された、CMTS への CM 上り信号の到達レベルを表す。

CNIR および ExpectedRxSignalPower は、CMTS から上りチャンネル単位で取得できる。

MIB 表現における単位は、それぞれ 10thdB、10thdBmV である。

ExpectedRxSignalPower-CNIR は、対象チャンネルの雑音成分+相互干渉成分を表す。

同指標を複数チャンネル間で比較すれば、不要波成分の分布を定量的に把握できる。

CNIR は復調前すなわち、Pre-Equalization 前の信号品質を表すため、Pre-Equalization 効果の判断には、RxMER-CNIR が有効である。

上述のように CNIR は、HFC 伝送システムの性能を表現する指標であり、監視系業務への具体的な応用が見込める。

6.4 CmtsSpectrumAnalysisMeas テーブル

AmplitudeData は、各上りチャンネルの瞬間的な周波数特性を表し、CMTS から上りチャンネル単位で取得できる。

AmplitudeData は 257 要素以上の離散値の集合情報であり、各要素すなわち bin が測定帯域内に 25kHz 以下の等間隔で配置され、各々が相対的な信号強度を表す。各 bin は 2 バイト値で表現され、0.01dB 精度、-327.68~327.67dB の値範囲を取る。

SNMP や IPDR による定期収集では、TimeInterval (ミリ秒) すなわち更新頻度以上の収集間隔を設定する。

Figure V-2, V-3 に、収集・デコードした AmplitudeData のグラフ表示例を示す。

OPEN STM Tips

DOCSIS3.0 の信号品質監視指標

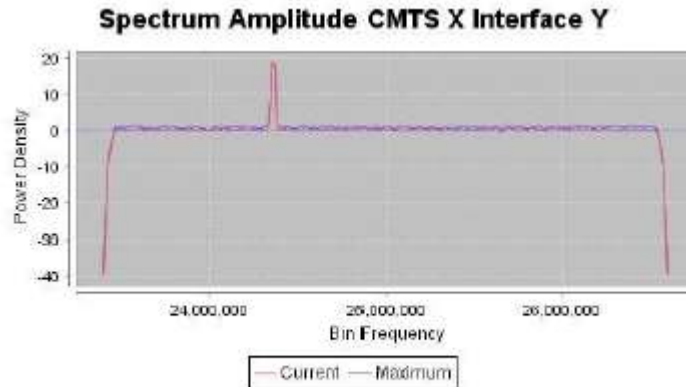


Figure V-2 - Spectrum Amplitude Constructed Graph from collected data

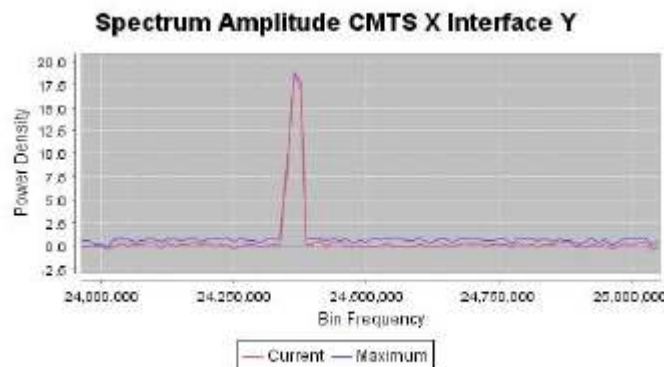


Figure V-3 - Spectrum Amplitude Detail Graph from collected data

Figure V-2, V-3 から分かる通り、CmtsSpectrumAnalysisMeas テーブルの応用により、スペクトラムアナライザーに近い表示形式の画面が得られる。

本機能は視覚的な表現力に優れ、プロモーション・デモンストレーションに向くため、NMS 各社によるデモレベルのサンプル実装が見込まれる一方で、スペクトラムアナライザーと比較すると、操作性・柔軟性に欠ける。Cable Labs.には本機能の実用的な水準への向上を目標に、更なる仕様検討と、継続的な改良を期待したい。

6.5 OPEN STM による対応方針

OPEN STM 標準版による上記の各監視指標への対応は、現時点では計画していない。

但し、製品ユーザーの具体的な要望がある場合には、対応方針を検討する。

以上