

OPEN STM Tips

DOCSIS3.1 OFDM/OFDMAの通信速度監視

1. 背景・目的

DOCSIS3.1では、従来のQPSK/QAM変調チャンネルに相当するSC-QAM (Single Carrier QAM) に加え、OFDM/OFDMA変調方式が採用された。

OFDM/OFDMAチャンネルの場合、上り・下り共に変調プロファイルが伝送路の状態により動的・自律的に変化し、これに連動する形でInterface Group MIBのifSpeedも同じく動的に変化するため、CMの上り/下りifSpeedを定期ポーリング&リアルタイム監視すれば、その瞬間のCMの実質的な最大速度即ち、伝送路状態由来のユーザー体感品質の把握に加え、速度変化を根拠とした伝送路の状態変化の検知トリガーとして応用できる。

本Tipsでは、RFC2863の概要、DOCSISの各バージョンと変調方式におけるifSpeed値の意味・挙動、ifSpeed値の算出アルゴリズム、NMSへの応用方式案、留意事項について説明する。

2. 対象読者

CATV事業者、システムインテグレーター、ネットワーク管理者

3. 参考文献・関連文書

CM-SP-CM-OSSiv3.1-I20-210716.pdf (以降、「CM-OSSI」)
Interface Group MIB (以降、「RFC2863」)

4. その他

本Tips中の図表番号につき、参考文献・関連文書からの抜粋には原文の番号をそのまま流用、一方で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

2021年12月7日

OPEN STM Tips

DOCSIS3.1 OFDM/OFDMAの通信速度監視

6. 詳細

6.1 RFC2863 (Interface Group MIB) の概要

RFC2863は”Interfaces Group”のMIB仕様として1997年11月に公開されたRFC2233の後継であり、2000年6月にCisco Systemsにより公開された。

RFC2863は、全DOCSISバージョンのCMに必須実装されている。

RFC2863は対象ネットワーク機器の全インターフェース情報を、ifTable/ifXTableという名称の2つのMIBテーブルで管理する。

DOCSIS CMの場合、下りチャンネル、上りチャンネル、DOCSIS-MAC、Ethernet、USB、その他の各々にifIndexが割り当てられており、SNMPによる個別インターフェース単位での設定・管理・監視が可能である。

監視業務への応用例を挙げると、例えば特定CMのCPEインターフェースのifHCInOctetsとifHCOctetsを定期的にSNMP収集し、毎収集間のオクテット（バイト）数増分を監視指標として用いれば、CPE基準での実通信の発生の有無等、加入者視点での通信状況を、ある程度の定量性を持って把握できる。

CPEインターフェースのifIndexは、「プライマリ」インターフェースが1固定、それ以外のCPEインターフェースがある場合には5~15と32~47から割り当てられる。

何れのCPEインターフェースにどのifIndex値が割り当てられるかは、CMベンダーの実装依存であり、インターフェース種別により固定的・静的に割り当てている機種もあれば、SNMP Getの瞬間にアクティブなインターフェースにifIndex=1を動的に割り当てている機種もある。このため、CMのベンダー・機種・ファームウェアバージョン依存による収集対象ifIndexの選択上の混乱を避けたい場合、敢えてCPEインターフェース監視ポイントとせず、DOCSIS-MACインターフェースに相当するifIndex=2を監視ポイントとする運用方法も、代替的な選択肢の一つである。

DOCSIS CMのifIndex採番ルールをTable 11に示す。

Table 11 - CM Interface Numbering

| Interface | Type |
|-----------|-------------------------------------|
| 1 | Primary CPE interface |
| 2 | DOCSIS-MAC interface |
| 3 | Primary downstream RF interface |
| 4 | One of the upstream RF interfaces |
| 5 - 15 | Additional CPE interfaces |
| 16 - 31 | eDOCSIS eSAFE interfaces |
| 32 - 47 | Additional CPE interfaces |
| 48 - 79 | Additional downstream RF interfaces |
| 80 - 111 | Additional upstream RF interfaces |
| 112 - 143 | Additional downstream RF interfaces |

6.2 DOCSISの各バージョンと変調方式におけるifSpeed値の意味・挙動

DOCSIS3.0以前の全バージョン、及び、DOCSIS3.1のSC-QAM下りチャンネルの

ifSpeedは、シンボルレートにシンボルあたりのビット数を乗じた値である。

上りチャンネルも基本的には同様だが、伝送路状態に応じて変調プロファイルを動的に変化させる設定も可能なため、設定中最速な変調プロファイルのシンボルレートを乗算に使う点が異なる。

何れにせよQPSK/QAMのifSpeedは固定的・静的な概念であり、設定を変更しない限り値は不変なため、状態監視目的の収集対象項目としては意味に乏しい。

一方でOFDM/OFDMAチャンネルの場合、上り・下り共に変調プロファイルが伝送路の状態により動的・自律的に変化し、これに連動する形でifSpeedも同じく動的に変化する。このためOFDM/OFDMAチャンネルの場合、CMの上り/下りifSpeedを定期ポーリング&リアルタイム監視すれば、その瞬間のCMの実質的な最大速度即ち、伝送路状態由来のユーザー体感品質の把握に加え、速度変化を根拠とした伝送路の状態変化の検知トリガーとしても応用できる。

OPEN STM Tips

DOCSIS3.1 OFDM/OFDMAの通信速度監視

6.3 ifSpeed値の算出アルゴリズム

6.3.1 OFDM下りチャンネル

OFDM下りチャンネルのifSpeed値の算出アルゴリズムは、以下の通りである。

```
numCountedSubcarriers = 0;
totalBitLoading = 0;
for (i = 0; i < numActiveSubcarriers; ++i)
{
if subcarrier is not PLC and not continuous pilot then
{
totalBitLoading += modulationOrder(i); //in bits per symbol
numCountedSubcarriers += 1;
}
}

averageBitLoading = (totalBitLoading / numCountedSubcarriers);

ifSpeed = numCountedSubcarriers * averageBitLoading * subcarrierSpacingHz *
[numFftSamples/(numFftSamples + cyclicPrefixSamples)] * (127/128)
```

6.3.2 OFDM上りチャンネル

OFDM上りチャンネルのifSpeed値の算出アルゴリズムは、以下の通りである。

```
frameCapacity = 0;
for (i = 0; i < numMinislotsPerFrame; ++i)
{
minislotCapacity(i) = numDataSymbols(i) * modulationOrder(i) +
numComplementaryPilotSymbols(i) *
compPilotSymbolModulationOrder(i);
frameCapacity += minislotCapacity(i);
}
```

$$\text{numFramesPerSecond} = \frac{\text{idftSize}}{(\text{idftSize} + \text{cyclicPrefix})(\text{numSymbolsPerOfdmaFrameK})(\text{fftDuration})}$$

```
ifSpeed = numFramesPerSecond * frameCapacity;
```

OPEN STM Tips

DOCSIS3.1 OFDM/OFDMAの通信速度監視

6.4 NMSへの応用方式案

NMSにifSpeed項目を追加する場合、定期ポーリング処理である「CM一覧」「CM詳細」、長期蓄積履歴の検索処理である「CM履歴」及び、リアルタイム通信処理である「CM状態収集」の各相当画面が対象となる筈である。

加入者からの体感品質低下クレームへの対応時、「CM詳細」「CM状態収集」のifSpeed値をチェックすれば、一次切り分けと原因推定の参考情報として使える筈である。

また、加入者による過去の品質低下の体験情報と「CM履歴」の過去履歴を照合すれば、品質低下とifSpeed間、即ち、伝送路状態との相関の有無を類推できる。

更に、「CM一覧」のifSpeed値表示により、複数CM間のifSpeed値変化の共通傾向から原因を推定する業務の参考情報としても使える筈である。

6.5 留意事項

6.5.1 OFDM/OFDMAチャンネルの判定方法

DOCSIS3.1ではOFDM/OFDMAチャンネルに新たなifType値が定義された。

OFDM即ちOFDM下りチャンネルには従来のdocsCableDownstream(128)の代わりにdocsOfdmDownstream(277)、OFDMA上りチャンネルにはdocsCableUpstream(129)の代わりにdocsOfdmaUpstream(278)が割り当てられた。

このためifType値を条件指定する形でSNMP Getのアルゴリズムを組めば、OFDM/OFDMAチャンネルに相当するIF情報のみを選択的に取得できる。

6.5.2 ifSpeedとifHighSpeedの相違

RFC2863では、前身のRFC2233で定義されたCounter32等の32ビットデータ型を前提としたifTableを置換せずに追加する形で、Counter64等の64ビットデータ型項目を含むifXTableが定義された。

このためRFC2863では設定速度を表現するOIDとして、ifTable.ifSpeedとifXTable.ifHighSpeedの二つが重複して存在するが、両者の格納値は同一であり、DOCSIS3.1 CMでは何れも必須実装なので、ifTable.ifSpeedのみの取得で問題ない。

以上