



音声通話品質基準E-modelに関する最新動向及び関連する国内標準の紹介

NTTネットワークサービスシステム研究所 主任研究員 えぎ のりつぐ 恵木 則次



1. はじめに

ITU-T SG12においてIP電話の品質要因を考慮した総合品質推定技術であるITU-T勧告G.107 (E-model)^[1]が1998年に勧告化された。以来、ネットワーク伝送の高速化や広帯域音声符号化の開発に合わせて、電話音声の周波数帯域である300Hz-3.4kHzよりも広い周波数帯域の音声に対応した音声符号化方式が登場し、2011年には50Hz-7kHzの音声に対応したITU-T勧告G.107.1 (Wideband E-model)^[2]が標準化された。さらには、EVS (Enhanced Voice Services) に代表される50Hz-7kHzよりも広い周波数帯域に対応した音声符号化方式の登場に伴い、2019年には20Hz-20kHzの音声に対応したITU-T勧告G.107.2 (Fullband E-model)^[3]が標準化された。

本稿では、E-model/Wideband E-model/Fullband E-model及び関連する勧告について説明するとともに、最新の標準化動向について紹介する。また、これらのモデルと国内標準化勧告との関連についても併せて紹介する。

2. E-model/Wideband E-model/Fullband E-modelの概要

ネットワークを介するIP電話では、音声データの伝送遅延による会話の間延び、データ圧縮を目的とした音声符号化やパケット損失による音質の低下、端末要因によるエコーや音量変動、等により会話品質が低下する。E-modelはこれらの要因に関する複数のパラメータを入力して会話品質に対応した品質指標であるR値（最小：0-最大：100）を算出するプランニングモデルである（図1）。図1に示すように、E-modelでは異なる劣化要因に基づく劣化量を算出し、これらの劣化量に基づき最終的な会話品質を出力するモデルである。各劣化量を算出するにあたり、2023年時点で最新の勧告G.107 第10版においては23の入力パラメータが定義されている。

Wideband E-modelやFullband E-modelについては、対応する音声の周波数帯域はE-modelとは異なるものの、基本的な構成は図1に示すものと同様である。50Hz-7kHzの音声、20Hz-20kHzの音声、それぞれに対する各劣化量（ R_o , I_s , I_d , I_{e-eff} ）の算出方法がそれぞれ勧告G.107.1、

勧告G.107.2にて規定されている（ A については両勧告ともに0とすることが推奨されている）。音声周波数帯域の拡大に伴う音質の向上に対応して、E-modelのR値の最大値が100であることに對し、Wideband E-modelの最大値は129、Fullband E-modelの最大値は148が設定されている。ただし、Wideband E-modelやFullband E-modelでは、会話品質に影響を与えるすべての要因について検討が完了して

$$R = \underbrace{R_o}_{\text{雑音感}} - \underbrace{I_s}_{\text{音量感}} - \underbrace{I_d}_{\text{エコー遅延}} - \underbrace{I_{e-eff}}_{\text{歪み途切れ感}} + A$$

	概要
R_o	基本となる音声対雑音比 回線雑音、送／受話室内騒音、加入者線雑音による主観品質劣化を表現
I_s	瞬時劣化要因評価値 OLR(音量)、側音、量子化歪による主観品質劣化を表現
I_d	遅延劣化要因評価値 送話者エコー、受話者エコー、絶対遅延による主観品質劣化を表現
I_{e-eff}	装置劣化要因評価値 低ビットレートCODEC、パケット／セル損失などによる主観品質劣化を表現
A	利便性要因評価値 モバイル通信などの利便性が主観品質(満足度)に与える影響を補完

■図1. 勧告G.107 (E-model) の概要

	劣化要因	Wideband E-model (G.107.1)	Fullband E-model (G.107.2)
R_o	音声対雑音比	未対応 (最大値129を設定)	未対応 (最大値148を設定)
I_s	音量、側音、量子化歪	未対応 (劣化量0を設定)	未対応 (劣化量0を設定)
I_d	エコー	対応	未対応
	遅延	対応	対応
I_{e-eff}	音質 (CODECやパケット損失)	対応	対応

■図2. 各モデルの検討状況



いるわけではなく、一部の劣化要因に対しては未考慮もしくは固定値が設定されている（図2）。

3. 最新の標準化動向

2023年1月にジュネーブで開催されたITU-T SG12会合において、Fullband E-modelの改訂が合意された。本改訂では、新規パラメータの追加や未検討領域に対する対応がなされた。以下では3つの主な改訂内容について紹介する。

3.1 パケット損失に対するバースト損失耐性

E-model/Wideband E-model/Fullband E-modelにおいては、 I_{e-eff} を音質劣化量として定義しており、符号化及びパケット損失による音質の低下が考慮されている。特にパケット損失の影響については、パケット損失率に加え、パケット損失のバースト性や音声符号化方式（CODEC）のパケット損失耐性についても入力パラメータとして定義しており、これらの影響を総合的に考慮した音質劣化量の算出方法が各勧告に記載されている。各音声符号化方式やビットレートに対する符号化による音質低下量及びパケット損失耐性の値は、ITU-T勧告G.113^[4]にて定義されている。

本改訂では、ここまで示した入力パラメータに加え、1つの新規パラメータがFullband E-modelにおいて追加された。本パラメータは、音声符号化方式のバースト損失に対する耐性を示しており、音声符号化方式及びビットレートに対するパラメータ値が設定される。この値が大きいほど、パケットのバースト損失に対する耐性が高い音声符号化方式であることを示している。本改訂に合わせて2023年1月に標準化された勧告G.113 Amendment3において、このバースト損失耐性に関するパラメータ値が記載されているのはEVSのビットレート13.2kbpsのみであり、今後、より多くの音声符号化方式やビットレートに対する値が追加されることが期待される。

3.2 ユースケースの違いを考慮した遅延劣化量

E-modelでは、会話のユースケースの違いにより、遅延増加に対する感度や知覚可能な最小遅延時間が異なる点を考慮し、同一の遅延時間であっても前記ユースケースの違いにより異なる品質劣化量を算出するモデルを適用している。電話サービスを想定したケースでは、遅延に対する劣化量は高い値が算出される。一方、それ以外の音声通話において一般的な会話を行うケースにおいては、遅延に対する劣化量は低い値が算出される。本改訂では、Fullband

E-modelに対してもユースケースの違いを考慮した遅延劣化量の算出モデルが適用された。

3.3 周囲雑音に対する劣化量

20Hz-20kHzの音声における送話側、受話側の騒音量の違いによる会話品質の変化に基づき、Fullband E-modelにおける R_o の算出方法が追記された。図2に示すようにFullband E-modelにおける R_o はこれまで148という固定値を扱うとしていたが、改訂版においてはE-modelでも用いられている端末特性や送受話側の周囲騒音に関する9つの入力パラメータに基づき R_o を算出する式が追記された。

3.4 現在の検討事項

E-model/Wideband E-model/Fullband E-modelに関する議論はSG12 Q15において継続的に行われており、現在は以下に関する検討が進められている。

- ・ Fullband E-modelにおけるエコー劣化量への対応
- ・ Fullband E-modelにて追加されたバースト損失耐性を示すパラメータのE-model及びWideband E-modelへの拡張
- ・ 20Hz-20kHzの音声周波数帯域に対応した音声符号化方式に対するパラメータ値の算出手法の勧告化（300-3400Hz、50Hz-7kHzの音声周波数帯域に対応した音声符号化方式に対する算出方法については、ITU-T勧告P.833^[5]、P.833.1^[6]として、それぞれ勧告化されている）

4. 国内標準との関連

情報通信技術委員会（TTC：The Telecommunication Technology Committee）にて、E-modelをベースとした具体的な通話品質評価法としてTTC標準JJ-201.01「IP電話の通話品質評価法」が2003年4月に標準化された。JJ-201.01においては、IP電話サービスにおけるR値算出において考慮すべきパラメータ及びその評価法を規定しており、E-modelやその関連勧告の改訂や対象設備形態の拡張に合わせて改版を実施してきた。2023年時点で第9版が最新である。また、携帯電話における音声の周波数の広帯域化に伴い、Wideband E-modelをベースとした通話品質評価法であるTTC標準JJ-201.11「IP携帯電話の通話品質評価法」が2015年11月に標準化されている。2023年時点で最新である第2版では、Fullband E-modelの勧告化に合わせて、20Hz-20kHzの音声に対応した通話品質評価法が反映されている。



0AB-J番号を用いるIP電話については総務省により品質基準が定められており、本基準はE-modelに基づいている。また、電話サービスを提供する事業者（利用者3万人以上）は、前記品質に関連する情報について毎年度の総務省報告が義務付けられている。この品質測定には、JJ-201.01やJJ-201.11に記載される方法を用いることとしている。このようにE-model/Wideband E-model/Fullband E-modelは国内標準や電話サービスの品質基準や品質測定に深く関連するものであり、今回の改訂についても国内標準への迅速な反映が求められる。

5. おわりに

本稿では、会話品質を算出するプランニングモデルであるE-model/Wideband E-model/Fullband E-modelについての概要を説明するとともに、最新の標準化動向及び国内標準化勧告との関連性について紹介した。

今後もE-model/Wideband E-model/Fullband E-modelや関連する勧告の動向を継続的に把握し、これらの改訂に合わせた国内標準の改訂を進めていくことが求められる。

(2023年6月23日 ITU-T研究会より)

参考文献

- [1] ITU-T G.107, “The E-model: a computational model for use in transmission planning”, Jun. 2015.
- [2] ITU-T G.107.1, “Wideband E-model”, Jun. 2019.
- [3] ITU-T G.107.2, “Fullband E-model”, Mar. 2023.
- [4] ITU-T G.113, “Transmission impairments due to speech processing”, Nov. 2007.
- [5] ITU-T P.833, “Methodology for derivation of equipment impairment factors from subjective listening-only tests”, Feb. 2001.
- [6] ITU-T P.833.1, “Methodology for the derivation of equipment impairment factors from subjective listening-only tests for wideband speech codecs”, Apr. 2009.

ITUが注目しているホットトピックス

ITUのホームページでは、その時々ホットトピックスを“NEWS AND VIEWS”として掲載しています。まさに開催中の会合における合意事項、ITUが公開しているICT関連ツールキットの紹介等、旬なテーマを知ることができます。ぜひご覧ください。

<https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>