RECOMMANDATION UIT-R M.1309*

PAROLE CODÉE NUMÉRIQUEMENT DANS LE SERVICE MOBILE TERRESTRE

(Question UIT-R 101/8)

(1997)

Résumé

On dispose actuellement d'un grand nombre de nouveaux systèmes numériques qui sont en train de remplacer rapidement les systèmes analogiques pour les communications téléphoniques mobiles terrestres et sans cordon. La présente Recommandation offre une brève description des technologies de codage de la parole qu'utilisent aussi bien les systèmes actuels que les systèmes les plus récents.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il existe un développement rapide des méthodes de numérisation de la parole;
- b) qu'il existe différentes méthodes de codage de la parole fonctionnant à des débits binaires différents et offrant des signaux vocaux de diverses qualités;
- c) que lorsqu'on utilise la transmission numérisée de la parole, la qualité perçue du signal vocal devrait être égale ou supérieure à celle que l'on obtient dans une application comparable avec la transmission analogique;
- d) que les exigences de qualité de fonctionnement du codec (codeur/décodeur) vocal peuvent varier en fonction des applications;
- e) qu'il peut être avantageux d'adopter, pour le service mobile terrestre, des normes compatibles avec les Recommandations UIT-T qui se rapportent aux réseaux fixes;
- f) qu'il existe différentes méthodes pour coder de manière optimale la parole et le canal ou la modulation;
- g) que la capacité d'adaptation dynamique des débits des codecs aux conditions variables de la transmission pourrait déboucher sur des améliorations importantes au niveau de l'efficacité d'utilisation du spectre;
- h) que la conception du codec influe sur les critères de puissance;
- j) qu'il peut être nécessaire de comparer les divers codecs proposés pour telle ou telle application,

recommande

- 1** de faire en sorte que les critères du codec vocal soient adaptés avec soin à l'application, en tenant compte de la qualité souhaitée du signal vocal, du spectre disponible pour le système, de la capacité de trafic et d'autres facteurs, comme la consommation d'énergie des équipements;
- 2** de faire en sorte que les codecs aient un débit binaire aussi faible que possible pour assurer la qualité de fonctionnement requise du système radioélectrique sans nécessiter le recours à un nombre excessif de corrections d'erreur directe sans voie de retour (CED). Pour évaluer l'efficacité d'utilisation du spectre, il faut prendre en compte le débit du codec et le débit équivalent à la CED;
- 3** de réduire, lorsqu'il y a lieu, les coûts et le temps nécessaires à la mise en œuvre de nouveaux systèmes moyennant l'application de normes déjà adoptées, en encourageant la poursuite des études en vue de l'élaboration de nouvelles normes;
- 4** de prévoir, lorsque cela est possible, que les codecs utilisent des techniques telles que les débits binaires variables pour les adapter aux conditions de transmission;
- 5** d'élaborer une méthodologie d'évaluation et de quantification de la qualité de fonctionnement des codecs de façon que l'on puisse procéder à des comparaisons justes et équitables;

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention du Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T).

5.1 de veiller à ce que la méthodologie facilite le choix d'un codec, compte tenu des pondérations appropriées de tous les paramètres de système en rapport avec les codecs. Parmi ces paramètres, il y a lieu de citer:

- la qualité des signaux vocaux;
- le débit binaire du codec;
- la complexité et le coût du codec;
- la puissance de traitement nécessaire pour le maintien des fonctions en temps réel;
- la possibilité d'adapter le débit du codec/CED à différents environnements radioélectriques, et l'effet produit en conséquence sur l'utilisation efficace du spectre et la consommation d'énergie ou le coefficient d'utilisation des batteries;
- la compatibilité du codec avec d'autres systèmes radioélectriques (par exemple, fixes);
- la facilité avec laquelle il est possible d'ajouter une fonction de chiffrement;
- la solidité;
- la qualité de fonctionnement en présence d'autres signaux et d'un bruit de fond;
- le retard introduit par le codeur;

5.2 de prendre en considération les paramètres précités en vue d'élaborer une matrice dans laquelle les caractéristiques des codecs seraient comparées par paire, comme cela est décrit dans la méthodologie de sélection des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) (voir la Recommandation UIT-R M.1225). L'application correcte de cette méthodologie permettrait l'établissement d'un cadre général pour garantir que le meilleur système a été choisi pour telle ou telle application;

6 l'Annexe 1 donne à titre d'information des exemples de codec utilisés dans le service mobile terrestre et qui ont été présentés à l'UIT-R.

ANNEXE 1

Systèmes de codage de la parole utilisés dans le service mobile terrestre

Nom du système	Cellulaires (AMRT)		
	GSM/DCS/PCS (plein débit)	GSM/DCS/PCS (demi-débit)	GSM EFR US PCS 1900 EFR
Origine	ETSI	ETSI	Etats-Unis d'Amérique/ETSI
Fréquence (GHz)	0,9/1,8/1,9	0,9/1,8/1,9	0,9/1,9
Modulation	MDMG	MDMG	MDMG
Débit de transmission maximal brut (kbit/s) ⁽¹⁾	33,9	16,95	29,6
Type de codec	RPE-LTP	VSELP	ACELP
Débit du codec (kbit/s)	13	5,6	12,2
CED (kbit/s) ⁽²⁾	9,8	5,8	10,6
Retard algorithmique du codec (ms) ⁽³⁾	40	40	40
Retard du système radioélectrique (ms) ⁽⁴⁾	50	50	50
Qualité estimée de la note moyenne d'opinion (NMO) ^{(5), (6)}	3,6-3,8	3,5-3,7	4,1
Traitement estimé ⁽⁷⁾	2,5 Mips	17,5 Mips	15,4 WMops
Document de référence	ANSI J-STD-007 ETSI/ETS 300580	ETSI/ETS 300581	ANSI J-STD-007A ETSI/ETS 300723

Nom du système	Cellulaires (AMRT)			
	D-AMPS (plein débit)	D-AMPS (amélioré)	PDC (plein débit)	PDC (demi-débit)
Origine	Etats-Unis d'Amérique	Etats-Unis d'Amérique	Japon	Japon
Fréquence (GHz)	0,8	0,8/1,9	0,8-0,9/1,5	0,8-0,9/1,5
Modulation	MDP-4D (déphasage $\pi/4$)	MDP-4D (déphasage $\pi/4$)	MDP-4D (déphasage $\pi/4$)	MDP-4D (déphasage $\pi/4$)
Débit de transmission maximal brut (kbit/s) ⁽¹⁾	16,2	16,2	14	7,0
Type de codec	VSELP	ACELP	VSELP	PSI-CELP
Débit du codec (kbit/s)	8,0	7,4	6,7	3,45
CED (kbit/s) ⁽²⁾	5,0	5,6	4,5	2,15
Retard algorithmique du codec (ms) ⁽³⁾	28	25	47	85
Retard du système radioélectrique (ms) ⁽⁴⁾	48	45	75	130
Qualité estimée (NMO) ^{(5), (6)}	3,7	4,1	3,40	3,34
Traitement estimé ⁽⁷⁾	22 Wmops	14 Wmops	7,8 Mops	18,7 Mops
Document de référence	TIA/EIA IS-85	TIA/EIA IS-641	RCR STD-27	RCR STD-27

Nom du système	Cellulaires (AMRC)		
	AMRC-AMRT composite	AMRC (IS-96)	AMRC (IS-127)
Origine	Etats-Unis d'Amérique	Etats-Unis d'Amérique	Etats-Unis d'Amérique
Fréquence (GHz)	1,9	0,8-0,9/1,85-1,99	0,8-0,9/1,85-1,99
Modulation	MDP-4 avec décalage	MDP-4	MDP-4
Débit de transmission maximal brut (kbit/s) ⁽¹⁾	10,4	28,8	28,8
Type de codec	Semblable à la CELP	CELP	RCELP
Débit du codec (kbit/s)	7,2	8/4/2/0,8	8/4/0,8
CED (kbit/s) ⁽²⁾	3,2	19,2	19,2
Retard algorithmique du codec (ms) ⁽³⁾	26	27,5	30
Retard du système radioélectrique (ms) ⁽⁴⁾	60	37,5	40
Qualité estimée (NMO) ^{(5), (6)}	> 4,0	3,3	4,1
Traitement estimé ⁽⁷⁾	11 Mips	22 Mops	20 Mops
Document de référence	TIA/EIA IS-661	TIA/EIA IS-96	TIA/EIA IS-127

	Sans cordon		
Nom du système	CT2	DECT	PHS
Origine	ETSI	ETSI	Japon
Fréquence (GHz)	0,86	1,9	1,9
Modulation	MDFG	MDFG	MDP-4D (déphasage $\pi/4$)
Débit de transmission maximal brut (kbit/s) ⁽¹⁾	72	96	48
Type de codec	MICDA ⁽⁸⁾	MICDA ⁽⁸⁾	MICDA ⁽⁸⁾
Débit du codec (kbit/s)	32	32	32
CED (kbit/s) ⁽²⁾	0	0	0
Retard algorithmique du codec (ms) ⁽³⁾	(9)	(9)	(9)
Retard du système radioélectrique (ms) ⁽⁴⁾	0,375	0,375	0,25
Qualité estimée (NMO) ^{(5), (6)}	4,0	4,0	4,0
Traitement estimé ⁽⁷⁾	10 Mips	10 Mips	1,0 Mops
Document de référence	Rec. UIT-T G.726	Rec. UIT-T G.726	Rec. UIT-T G.726

	Radiogestion			
Nom du système	Projet 25	TETRA	IDRA	DIMRS
Origine	Etats-Unis d'Amérique	ETSI	Japon	Canada
Fréquence (GHz)	0,15-0,9	0,4/0,9	0,8/1,5	0,8
Modulation	MDP-4C/MF4C	MDP-4D (déphasage $\pi/4$)	MAQ-16	MAQ-16
Débit de transmission maximal brut (kbit/s) ⁽¹⁾	9,6	9,0	10,7	10,7/21,33
Type de codec	IMBE	ACELP	CELP/VSELP ⁽¹⁰⁾	VSELP
Débit du codec (kbit/s)	4,4	4,567	4,7/4,2 ⁽¹⁰⁾	4,2/8,0
CED (kbit/s) ⁽²⁾	2,8	2,633	2,766/3,177 ⁽¹⁰⁾	3,177/6,756
Retard algorithmique du codec (ms) ⁽³⁾	80	75	81/87	75/45
Retard du système radioélectrique (ms) ⁽⁴⁾	120	90	96/102 ⁽¹⁰⁾	102/54,6
Qualité estimée (NMO) ^{(5), (6)}	3,4	3,3-3,5	3,2	3,20/3,98
Traitement estimé ⁽⁷⁾	6,9 Mips	15 Mips	7,0/8,0 Mops ⁽¹⁰⁾	8,0 Mops
Document de référence	TIA/EIA IS-102,BABA	ETSI/ETS 300395	RCR STD-32A	68P81129E15 Motorola

- ACELP: prédiction linéaire avec excitation par code algébrique (algebraic code ELP)
- AMRC: accès multiple par répartition en code
- AMRT: accès multiple par répartition dans le temps
- CELP: prédiction linéaire avec excitation par code (code ELP)
- IMBE: excitation multibande améliorée (improved multiband excitation)
- MAQ-16: modulation d'amplitude en quadrature à 16 états

MDFG:	modulation par déplacement de fréquence avec filtrage gaussien
MDMG:	modulation par déphasage minimal avec filtrage gaussien
MDP-4:	modulation par quadrature de phase
MDP-4C/MF4C:	modulation par déplacement de phase cohérente à 4 états/modulation de fréquence à 4 niveaux et à enveloppe constante
MDP-4D:	MDP-4 différentielle
MICDA:	modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif
Mips:	millions d'instructions par seconde (requis par le codec)
Mops:	millions d'opérations par seconde (requis par le codec)
PSI-CELP:	interface de sous-système périphérique-CELP (peripheral subsystem interface-CELP)
RCELP:	prédiction linéaire moins stricte à excitation par code (relaxed code ELP)
RPE-LTP:	codage prédictif linéaire avec excitation par impulsions périodiques avec prédiction à long terme (regular pulse excitation/linear predictive coding using long term prediction)
VSELP:	prédiction linéaire avec excitation par somme vectorielle (vector sum ELP)
Wmops:	millions d'opérations pondérées par seconde (requis par le codec)

- (1) Débit binaire maximal disponible pour attribution à un seul utilisateur.
 - (2) Comprend uniquement les bits utilisés pour la CED à l'exclusion de tous les autres bits utilisés, par exemple, le bit pilote ou le bit de synchronisation.
 - (3) Retard algorithmique du codec = retard de la mise en mémoire + codage de la voix + retard du décodage de la voix.
 - (4) Retard du système radioélectrique = retard de la mise en mémoire + retard de codage de la voix + retard de codage de la CED + temps de transmission + retard de décodage de la CED + retard de décodage de la voix.
Le retard du système radioélectrique ne comprend pas les retards dus aux répéteurs et à l'interconnexion de réseaux.
 - (5) Testé dans des conditions d'absence d'erreurs.
 - (6) Les valeurs de la NMO d'un codec donné peuvent varier et varient effectivement d'un essai à l'autre, selon les langues utilisées, les populations, les laboratoires d'essai et les différents ensembles de codecs. Les valeurs de NMO définies par différents essais d'écoute ne sont pas directement comparables. Il est recommandé de poursuivre les études sur l'élaboration d'une procédure plus normalisée d'évaluation de la qualité (voir les Recommandations UIT-T P.830 concernant l'évaluation subjective et UIT-T P.861 concernant l'évaluation objective pour obtenir des indications sur l'élaboration de méthodes d'essai).
 - (7) Dépend du processeur.
 - (8) Recommandation UIT-T G.726 à 32 kbit/s.
 - (9) Le retard algorithmique n'est pas applicable.
 - (10) Ces paramètres ne sont pas normalisés et deux types de techniques de codage sont actuellement utilisées au Japon.
-