تقنيات ترميز شكل الموجة

المحتويات

المقدمة
المتطلبات الأساسية
المتطلبات
المكونات المستخدمة
الاصطلاحات
تعديل كود النبضة
تصفية
أخذ العينات
صوت رقمي
تكميم وترميز
مصاحبة
مرافقة القانون والحماة
تعديل كود نبضي تفاضلي
إدارة المحتوى الرقمي (DPCM) المتكيفة
خطوات محددة تبلغ 32 كيلوبايت/ثانية
معلومات ذات صلة

المقدمة

على الرغم من أن البشر مجهزون بشكل جيد للإتصالات التناظرية، إلا أن الإرسال التناظري لا يتسم بكفاءة عالية. عندما تصبح الإشارات التناظرية ضعيفة بسبب فقدان الإرسال، فمن الصعب فصل البنية التناظرية المعقدة عن هيكل ضجيج الإرسال العشوائي. إذا قمت بتضخيم الإشارات التناظرية، فإنها أيضا تضخم الضوضاء، وفي نهاية المطاف تصبح الاتصالات التناظرية صاخبة جدا حتى لا يمكن إستخدامها. فالإشارات الرقمية التي لا تشتمل إلا على حالتي "بت واحد" و"بت صفر" يسهل فصلها عن الضوضاء. ويمكن تضخيمها من دون فساد. يكون الترميز الرقمي أكثر مناعة ضد التلف الضجيجي في الوصلات بعيدة المدى. وتحولت نظم الاتصالات في العالم أيضا إلى صيغة إرسال رقمية تسمى تعديل كود النبض. PCM هو نوع من الترميز يسمى ترميز "شكل موجي" لأنه ينشئ شكل مشفر من شكل موج الصوت الأصلي. يصف هذا المستند على مستوى عال عملية تحويل الإشارات الصوتية التناظرية إلى إشارات رقمية.

المتطلبات الأساسية

المتطلبات

لا توجد متطلبات خاصة لهذا المستند.

المكونات المستخدمة

لا يقتصر هذا المستند على إصدارات برامج ومكونات مادية معينة.

الاصطلاحات

للحصول على مزيد من المعلومات حول اصطلاحات المستندات، ارجع إلى اصطلاحات تلميحات Cisco التقنية.

تعديل كود النبضة

PCM هي طريقة ترميز نموذج موجي معرفة في مواصفات ITU-T G.711.

تصفية

تتمثل الخطوة الأولى لتحويل الإشارة من الإشارات التناظرية إلى الإشارات الرقمية في تصفية مكون التردد الأعلى للإشارة. هذا يجعل الأمور أسهل عند تدفق الإشارة لتحويل هذه الإشارة. ومعظم طاقة اللغة المحكية تتراوح بين 200 و 300 هرتز ونحو 2700 أو 2800 هرتز. تم إنشاء ما يقرب من 3000 هيرتز لعرض الحزمة لالكلام القياسي والاتصال الصوتي القياسي. لذلك لا يجب أن يكون لديهم مرشحات دقيقة (إنه مكلف جدا). يصنع عرض نطاق ترددي يبلغ 4000 هيرتز من نقطة معدات إذا كان العرض. يتم إستخدام عامل التصفية الذي يحدد مدى موجات لمنع إستبدال الحواف (الصقل). وهذا يحدث عندما يتم تقليل حجم إشارة الصوت التناظرية للإدخال بشكل كامل، والتي يتم تعريفها بواسطة معيار Nyquist على أنها FS > 2(BW). تردد أخذ العينات أقل من أعلى تردد للإشارة التناظرية للإدخال. يؤدي ذلك إلى حدوث تداخل بين نطاق الذبذبة الخاص بالعينات والإشارة التناظرية للإدخال. مرشح مخرجات التجاوز المنخفض، يستخدم لإعادة تشكيل إشارة الإدخال الأصلية، ليس ذكيا بما يكفي لاكتشاف هذا التداخل. وبالتالي، فإنه ينشئ إشارة جديدة لا تنشأ من المصدر. إنشاء إشارة خاطئة هذا عندما يسمى إعادة الدمج.

أخذ العينات

تتمثل الخطوة الثانية لتحويل إشارة صوت تناظرية إلى إشارة صوت رقمية في أخذ عينة من إشارة الإدخال الذي تمت تصفيته بتردد عينة ثابت. ويتم ذلك باستخدام عملية تسمى تعديل الاتساع النبضي (PAM). تستخدم هذه الخطوة الإشارة التناظرية الأصلية لتعديل سعة قطار النبضات الذي له امتداد وتردد ثابتان. (انظر الشكل 2.)

يتحرك قطار النبضات بتردد ثابت، يسمى تردد أخذ العينات. يمكن أخذ عينة من الإشارة الصوتية التناظرية بمليون مرة في الثانية أو مرتين إلى ثلاث مرات في الثانية. كيف يتم تحديد تردد أخذ العينات؟ اكتشف عالم يدعى هاري نايكست أنه يمكن إعادة بناء الإشارة التناظرية الأصلية إذا تم أخذ عينات كافية. قرر أنه إذا كان تردد العينة ضعف أعلى تردد على الأقل للإشارة الصوتية التناظرية الأصلية، فإن هذه الإشارة يمكن إعادة بنائها بمرشح تمرير منخفض في الوجهة. معيار نايكست مذكور على هذا النحو:

```
(Fs > 2(BW

Fs = Sampling frequency

BW = Bandwidth of original analog voice signal
```

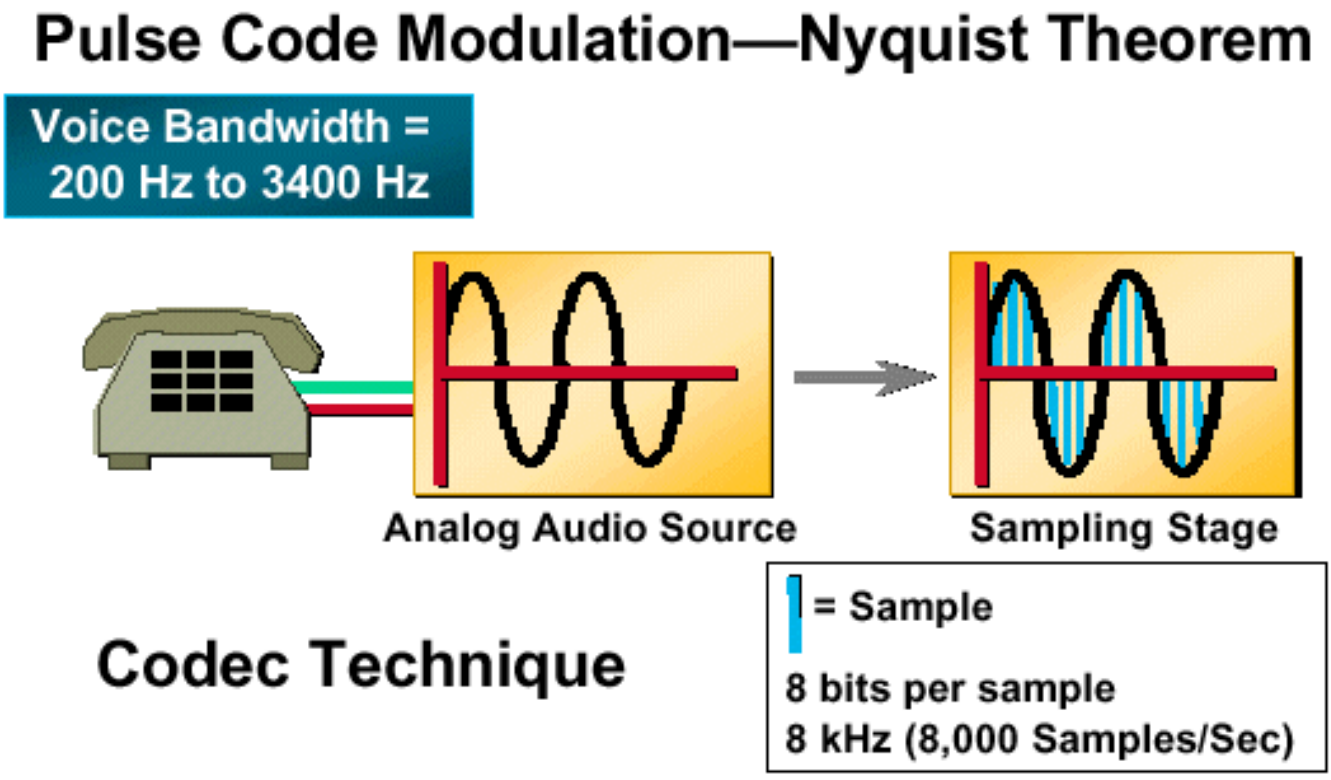
الشكل 1: أخذ العينات التناظرية

صوت رقمي

بعد قيامك بتصفية عينات (باستخدام PAM) من إشارة صوتية تناظرية المدخل، فإن الخطوة التالية هي رقمنة هذه العينات إستعدادا لنقلها عبر شبكة هاتفية. تسمى عملية رقمنة الإشارات الصوتية التناظرية PCM. والفارق الوحيد بين نظام إدارة المواد الكيميائية ونظام إدارة المواد الكيميائية هو أن نظام إدارة المواد الكيميائية يأخذ العملية خطوة أخرى إلى الأمام. تقوم PCM بفك ترميز كل عينة تناظرية باستخدام كلمات الترميز الثنائي. يحتوي PCM على محول تناظري إلى رقمي في جانب المصدر ومحول رقمي إلى تناظري في جانب الوجهة. يستخدم PCM تقنية تسمى التكميم لتشفير هذه العينات.

تكميم وترميز

الشكل 2: تعديل كود النبض - مبرهنة Nyquist

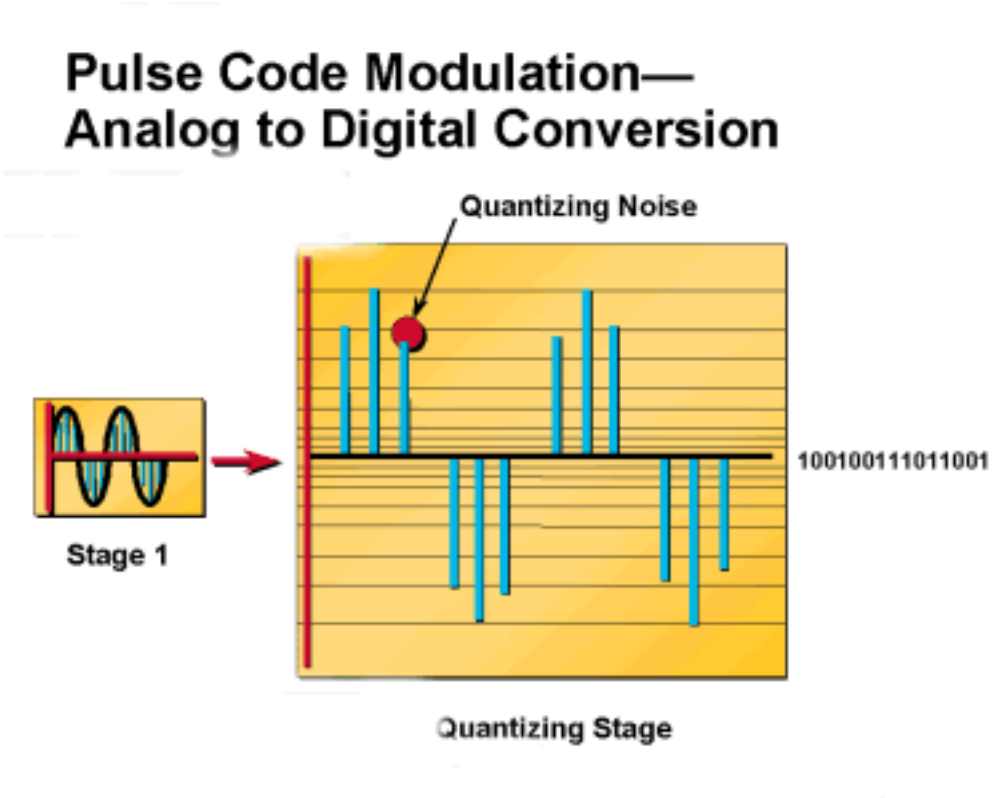


التكميم هو عملية تحويل كل عينة قيمة تناظرية إلى قيمة منفصلة يمكن تعيينها لكلمة شفرة رقمية فريدة.

مع دخول عينات إشارة الإدخال مرحلة التكميم، فإنها يتم تعيينها لفترات التكميم. كل فواصل التكميم يتم فصلها بشكل متساو (كمي منتظم) عبر النطاق الديناميكي للإشارة التناظرية المدخلة. يتم تعيين قيمة منفصلة لكل فاصل تكميم على شكل كلمة ترميز ثنائي. حجم الكلمة القياسي المستخدم هو 8 بت. إذا تم أخذ عينة من إشارة تناظرية إدخال بمقدار 8000 مرة في الثانية وأعطيت كل عينة كلمة رمز بطول 8 بت، فإن الحد الأقصى لمعدل نقل البت للأنظمة الهاتفية باستخدام PCM هو 64000 بت في الثانية. الشكل 2 يوضح كيفية اشتقاق معدل البت لنظام PCM.

كل عينة إدخال يتم تعيين فترة تكميم تكون أقرب لإرتفاع السعة. إذا لم يتم تعيين نقطة إدخال فاصل كميه يطابق إرتفاعها الفعلي، عندئذ يتم إدخال خطأ في عملية PCM. يسمى هذا الخطأ ضجيج التكميم. إن ضجيج التكميم مكافئ للضجيج العشوائي الذي يؤثر على نسبة الإشارة إلى الضجيج (SNR) لإشارة صوتية. SNR هو مقياس لقوة الإشارة نسبة إلى ضجيج الخلفية. وتقاس النسبة عادة بالديسيبل. إذا كانت قوة الإشارة الواردة بجهد كهربي صغير مقابل، ومستوى الضوضاء، أيضا بجهد كهربي صغير، هو VN، فإن نسبة الإشارة إلى الضوضاء، S/N، بالديسيبل، تعطى وفقا لصيغة S/N = 20 لوغ10(Vs/VN). يقاس SNR بالديسيبل (dB). وكلما إرتفعت SNR، كانت جودة الصوت أفضل. تشويش التكميم يقلل من نطاق snr للإشارة. لذلك تؤدي زيادة ضجيج التكميم إلى تدهور جودة الإشارة الصوتية. الشكل 3 يوضح كيفية توليد تشويش التكميم. لأغراض الترميز، تنتج كلمة N بت تسميات تكميم 2N.

الشكل 3: التحويل التناظري إلى الرقمي



إحدى الطرق لتقليل تشويش التكميم هي زيادة مقدار الفواصل الزمنية للتكميم. يقل الفرق بين طول نطاق إشارة الإدخال وفترات التكميم كلما زادت فواصل التكميم (تؤدي زيادة الفواصل إلى تقليل تشويش التكميم). ومع ذلك، يجب أيضا زيادة كمية الكلمات المشفرة بالتناسب مع الزيادة في الفواصل الزمنية للتكميم. وتقدم هذه العملية مشاكل إضافية تتناول قدرة نظام إدارة المواد الكيميائية على معالجة المزيد من كلمات التعليمات البرمجية.

SNR (بما في ذلك تشويش التكميم) هو العامل الوحيد الأكثر أهمية الذي يؤثر على جودة الصوت في التكميم المنتظم. يستخدم التكميم الموحد مستويات تكميم متساوية عبر النطاق الديناميكي الكامل لإشارة تناظرية إدخال. وبالتالي، فإن الإشارات المنخفضة لها SNR صغير (جودة صوت منخفضة مستوى الإشارة) والإشارات العالية لها SNR كبير (جودة صوت عالية مستوى الإشارة). ونظرا لأن معظم الإشارات الصوتية المتولدة من نوع منخفض، فإن الحصول على جودة صوت أفضل عند مستويات إشارة أعلى يعد طريقة غير فعالة بالمرة لتحويل الإشارات الصوتية إلى إشارات رقمية. لتحسين جودة الصوت في مستويات إشارة أقل، يتم إستبدال التكميم الموحد (PCM) بعملية تكميم غير منتظمة تسمى الرفقة.

[مصاحبة]

تشير الرفقة إلى عملية ضغط الإشارة التناظرية أولا في المصدر، ثم توسيع هذه الإشارة مرة أخرى إلى حجمها الأصلي عندما تصل إلى وجهتها. ويتم إنشاء هذه المرافقة بالجمع بين العبارتين، وهما الضغط والتوسع، في كلمة واحدة. وفي وقت عملية الرفقة، تضغط عينات الإشارات التناظرية المدخلة في أجزاء لوغارتمية. يتم بعد ذلك تكميم كل قطعة وترميزها باستخدام نظام كمي موحد. عملية الضغط لوغارتمي. يزداد الضغط كلما زادت عينة الإشارات. بمعنى آخر، فإن الإشارات العينة الأكبر حجما تكون مضغوطة أكثر من الإشارات العينة الأصغر. وهذا يتسبب في زيادة ضجيج التكميم كلما زادت إشارة العينة. تؤدي الزيادة اللوغاريتمية في تشويش التكعيبية خلال النطاق الديناميكي لإشارة نموذج الإدخال إلى بقاء SNR ثابتا خلال هذا النطاق الديناميكي. ويطلق على معايير الاتحاد الدولي للاتصالات السلكية واللاسلكية - التكنولوجيا للرفقة اسم "قانون" و "قانون".

مرافقة القانون والحماة

القانون وقانون الوحدة هما مخططان لضغط الصوت تحددهما اللجنة الاستشارية للهاتف والبرق الدوليين ((CCITT G.711 التي تضغط بيانات PCM الخطية ذات 16 بت إلى ثماني وحدات بت من البيانات اللوغاريتمية.

شركة قانون

تحديد قيم العينة الخطية إلى أثنتي عشرة وحدة بت، يتم تعريف ضغط القانون أ عن طريق هذه المعادلة، حيث يمثل A معلمة الضغط (A=87.7 في أوروبا)، ويمثل X العدد الصحيح المعمم ليتم ضغطه.

$$F(x) = \begin{cases} \dfrac{A*|x|}{1+\ln(A)} & 0 \le |x| < \dfrac{1}{A} \\ \dfrac{\operatorname{sgn}(x)*(1+\ln(A|x|))}{1+\ln(A)} & \dfrac{1}{A} \le |x| \le 1 \end{cases}$$

شركة قانون

تحديد قيم العينة الخطية إلى ثلاث عشرة وحدة بت بحجم القياس، يتم إستخدام ضغط u-law (u-law و mu-law بالتبادل في هذا المستند) بواسطة هذه المعادلة، حيث m هي معلمة الضغط (m =255 في الولايات المتحدة واليابان) و x هو العدد الصحيح المعتاد ليتم ضغطه.

$$F(x) = \frac{\operatorname{sgn}(x)*\ln(1+\mu|x|))}{\ln(1+\mu)} \quad 0 \le |x| \le 1$$

وتستخدم أوروبا وبقية العالم معيار القانون في المقام الأول، وتستخدمه أمريكا الشمالية واليابان.

أوجه الشبه بين القانون والقانون

- وكلا التقريبين الخطي لعلاقة الإدخال/الإخراج اللوغاريتمية.
- يتم تنفيذ كل منهما باستخدام كلمات ترميز من 8 بت (256 مستوى، بمعدل واحد لكل فاصل كميه). تتيح كلمات الترميز اللغوي ذات 8 بت معدل 64 كيلوبت في الثانية. يتم حساب ذلك عن طريق ضرب معدل أخذ العينات (ضعف تردد المدخلات) بحجم كلمة الرمز (2 × 4 كيلوهرتز × 8 بت = 64 كيلوبت/ثانية).
- ويقوم كلاهما بتقسيم نطاق ديناميكي إلى إجمالي 16 قطاعا:ثمانية أجزاء موجبة وثمانية جوانب سلبية.كل مقطع هو ضعف طول المقطع السابق.يتم إستخدام التكميم الموحد داخل كل مقطع.
- كلاهما يستخدم طريقة مماثلة لترميز الكلمة ذات الثماني بت:الأول (MSB) يعرف القطبية.مقطع تعريف BITS 2 و 3 و 4.وحدات البت الأربع الأخيرة هي مستويات الإشارة الأدنى من تلك التي يوفرها القانون.

الخلافات بين القانون والقانون

- التقريب الخطي المختلف يؤدي إلى أطوال و منحدرات مختلفة.
- يختلف التعيين العددي لمواقف البت في كلمة الترميز من 8-بت إلى المقاطع ومستويات الترقيم داخل المقاطع.
- يوفر القانون نطاق ديناميكي أكبر من القانون.
- يوفر القانون u أداء أفضل للإشارات/التشويهات في حالة الإشارات منخفضة المستوى مقارنة بالقانون A.
- يتطلب القانون 13-بت لمكافئ موحد للمعالج PCM، ويشترط القانون 14-بت لمكافئ موحد للمعالج PCM.
- تحتاج العلاقة الدولية إلى إستخدام القانون (أ)، أو إلى التحويل هي مسؤولية الدولة التي تطبق القانون (u-law).

تعديل كود نبضي تفاضلي

في وقت إجراء عملية PCM، تكون الاختلافات بين إشارات عينة الإدخال ضئيلة للغاية. تم تصميم "PCM التفاضلي" (DPCM) لحساب هذا الاختلاف ثم إرسال إشارة الفرق الصغيرة هذه بدلا من إشارة الإدخال العينة بأكملها. ونظرا لأن الفرق بين عينات الإدخال أقل من عينة إدخال كاملة، فإنه يتم تقليل عدد وحدات البت المطلوبة للإرسال. وهذا يسمح بتقليل الخرج اللازم لنقل الإشارات الصوتية. باستخدام DPCM يمكن أن يقلل معدل البت الخاص بالإرسال الصوتي إلى أقل من 48 كيلوبت/ثانية.

كيف تقوم DPCM بحساب الفرق بين العينة الحالية والعينة السابقة؟ يعمل الجزء الأول من إدارة المحتوى الرقمي تماما مثل PCM (ولهذا يطلق عليه اسم PCM التفاضلي). يتم نسخ إشارة الإدخال في تردد عينة ثابت (ضعف تردد الإدخال). ثم يتم تعديل هذه العينات باستخدام عملية PAM. عند هذه النقطة، فإن عملية إدارة المحتوى الرقمي (DPCM) تتولى الأمر. يتم تخزين إشارة الإدخال النموذجية في ما يسمى بمتكهن. يأخذ المتنبأ إشارة العينة المخزنة ويرسلها من خلال مفرق. يقوم المفرق بمقارنة الإشارة العينة السابقة مع الإشارة العينة الحالية ويرسل هذا الفرق إلى مرحلة التكميم والترميز ل PCM (يمكن أن تكون هذه المرحلة تكميم أو اقتران بشكل موحد بقانون أو قانون). بعد التكميم والترميز، يتم إرسال إشارة الفرق إلى وجهتها النهائية. عند الطرف المستقبل للشبكة، يتم عكس كل شيء. أولا، إشارة الفرق تم تخفيضها. ثم تتم إضافة إشارة الاختلاف هذه إلى عينة إشارة مخزنة في جهاز تنبؤ ويتم إرسالها إلى عامل تصفية تمرير منخفض يقوم بإعادة بناء إشارة الإدخال الأصلية.

إدارة المحتوى الرقمي هي طريقة جيدة لتقليل معدل البت للبث الصوتي. لكنه يسبب مشاكل أخرى تتعلق بنوعية الصوت. تقوم إدارة المحتوى الرقمي بترتيب وترميز الفرق بين إشارة إدخال العينة السابقة وإشارة إدخال العينة الحالية. تقوم إدارة المحتوى الرقمي (DPCM) بتحديث إشارة الفرق بشكل كمي باستخدام تكميم منتظم. تعمل الكمية الموحدة على توليد SNR صغير الحجم لعينة إشارات الإدخال الصغيرة وكبير لعينة إشارات الإدخال الكبيرة. لذلك فإن جودة الصوت أفضل عند الإشارات العالية. وهذا السيناريو غير فعال إلى حد بعيد، لأن معظم الاشارات التي يولدها الصوت البشري صغيرة. تحتاج جودة الصوت إلى التركيز على الإشارات الصغيرة. ولحل هذه المشكلة، يجري تطوير DPCM متكيف.

إدارة المحتوى الرقمي (DPCM) المتكيفة

DPCM المتكيف (ADPCM) هي طريقة ترميز موجية معرفة في مواصفات ITU-T G.726.

يقوم ADPCM بتكييف مستويات تكميم إشارة الفرق التي تم توليدها في وقت عملية DPCM. كيف يقوم ADPCM بتكييف مستويات القياس الكمي هذه؟ إذا كانت إشارة الفرق منخفضة، فإن ADPCM تزيد من حجم مستويات التكميم. إذا كانت إشارة الفرق عالية، فإن ADPCM تقلل حجم مستويات الترقيم. يقوم ADPCM بتكييف مستوى الترقيم مع حجم إشارة فرق الإدخال. وهذا يؤدي إلى إنشاء SNR يكون موحدا خلال النطاق الديناميكي لإشارة الفرق. ويؤدي إستخدام ADPCM إلى تقليل معدل نقل الصوت من 32 كيلوبت في الثانية إلى نصف معدل البت الخاص ب A-Law أو U-Law PCM. تنتج ADPCM صوت "جودة الرسوم" تماما مثل PCM A-Law أو U-Law. يجب أن يحتوي الترميز على تكرار حلقي، باستخدام وحدات بت إخراج جهاز الترميز لإعادة ضبط الترقيم.

خطوات محددة تبلغ 32 كيلوبايت/ثانية

ينطبق بوصفه معايير الاتحاد الدولي للاتصالات G.726.

- تحويل نماذج PCM للقانون أو MU-law إلى عينة PCM خطية.
- احسب القيمة المتوقعة للعينة التالية.
- قم بقياس الفرق بين العينة الفعلية والقيمة المتوقعة.
- فرق التعليمات البرمجية كأربع وحدات بت، قم بإرسال وحدات بت هذه.
- إرجاع أربع وحدات بت إلى جهاز التنبؤ.
- قم بتغذية أربعة وحدات بت بالجزء الخلفي لزيادة الكمية.

معلومات ذات صلة

- دعم تقنية الصوت
- دعم منتجات الاتصالات الصوتية والاتصالات الموحّدة
- استكشاف أخطاء خدمة IP الهاتفية من Cisco وإصلاحها
- الدعم الفني - Cisco Systems

حول هذه الترجمة
ترجمت Cisco هذا المستند باستخدام مجموعة من التقنيات الآلية والبشرية لتقديم محتوى دعم للمستخدمين في جميع أنحاء العالم بلغتهم الخاصة. يُرجى ملاحظة أن أفضل ترجمة آلية لن تكون دقيقة كما هو الحال مع الترجمة الاحترافية التي يقدمها مترجم محترف. تخلي Cisco Systems مسئوليتها عن دقة هذه الترجمات وتُوصي بالرجوع دائمًا إلى المستند الإنجليزي الأصلي (الرابط متوفر).