



دانشکده مهندسی کامپیوتر

فاز اول پروژه

انتقال داده ها

استاد درس: احمد اکبری ازیرانی

نیم سال دوم تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

فاز ۱

فشرده سازی صوت

رامتین احسانی - ۱۴۰۰/۳/۱۰

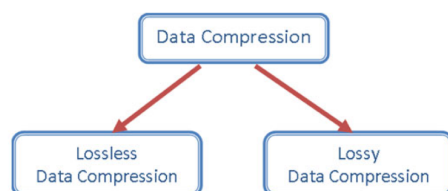
فاز اول پروژه درس انتقال داده ها تهیه شده توسط رامتین احسانی با استفاده از سیستم حروف چینی `LaTeX` و بسته ی `XePersian`

۱.۱ فشرده سازی

به پروسه ی encode کردن اطلاعات با استفاده از بیت های کمتر، عمل فشرده سازی گفته میشود. در کل ۲ نوع `Data Compression` وجود دارد:

- بدون اتلاف^۱
- با اتلاف^۲

Lossless^۱
Lossy^۲



شکل ۱.۱: انواع فشرده سازی

در نوع اول هیچ گونه از اطلاعات و بیت ها از دست نمیروند ولی در فشرده سازی نوع دوم، یک سری از داده های غیرضروری و بی کاربرد را از اطلاعات داده کم میکند و تعداد بیت ها را کاهش میدهد. انواع زیادی از داده ها را میتوان فشرده سازی کرد و در ادامه به طور مختص، فشرده سازی صوت را مورد بررسی قرار میدهم.

۱.۱.۱ اهمیت

فشرده سازی در صنعت انتقال داده بسیار پراهمیت است. فشرده سازی باعث کاهش حجم دیتا میشود و در نتیجه میتوان تعداد فایل ها و دیتا های ثبت شده را افزایش داد و بخاطر همین باعث صرفه جویی در هزینه ها میشود.

۲.۱.۱ تاریخچه

اولین نوع از فشرده سازی داده ها را میتوان به استفاده از مورس کد اختصاص داد که در سال ۱۸۳۸ اختراع شد.

در سال ۱۹۴۰ بیشتر کارهای مدرن برای فشرده سازی داده ها شروع شد و در سال ۱۹۵۱، هافمن^۳ الگوریتم معروف خود را معرفی کرد که از مهمترین الگوریتم های فشرده سازی داده به شمار میرود.

۲.۱ فشرده سازی صوت

نوعی از فشرده سازی داده است که به منظور کاهش اندازه فایل های صوتی طراحی شده است. الگوریتم های فشرده سازی صوتی در نرم افزارهای کامپیوتری تحت عنوان رمزگذارهای صوتی^۴ اجرا می شوند.

^۳Huffman Albert David
^۴Codec Audio

۱.۲.۱ فشرده سازی صوت همراه با اتلاف

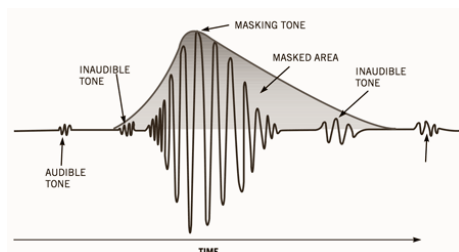
در فشرده سازی صوت همراه با اتلاف نرخ فشرده سازی بالاتری بدست می آوریم و این روش کاربردهای زیاد و مختلفی دارد مانند:

- Vorbis
- MP۳
- در اکثر DVD های تصویری
- کابل رادیو
- ...

در این نوع فشرده سازی، داده ها به ۵ تا ۲۰ درصد رشته اصلی کاهش می یابند در مقایسه با ۵۰ تا ۶۰ درصد در بدون اتلاف.

برای این نوع از فشرده سازی صوت، از راه های شناخت روح صوت^۵ برای حذف بخش های ناواضح و بی کاربرد صوت استفاده میشود.

این بخش ها به اصطلاح غیر قابل شنیدن هستند و حذف آن ها، حجم آن ها را کمتر میکند و در نتیجه به فضای کمتری برای ذخیره سازی آن ها احتیاج میشود.

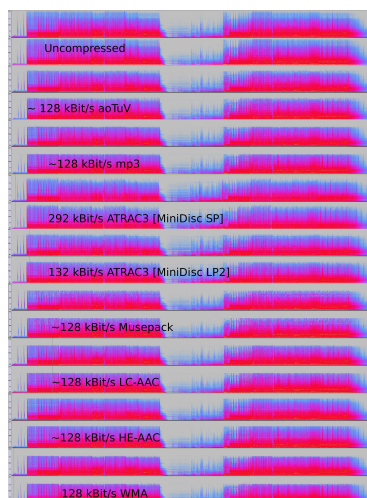


شکل ۲.۱: فشرده سازی با اتلاف

فشرده سازی در فایل های MP۳ را در نظر بگیرید. این نوع از فایل ها بخاطر حجم کمی که دارند بسیار بین کاربران معروف هستند و برای استفاده روزمره مناسب اند. ولی فشرده سازی همراه با اتلاف برای افراد حرفه ای که در حوزه موسیقی کار میکنند مناسب نیست چون داده های زیادی در این نوع از فشرده سازی از بین میرود.

^۵Psychoacoustic

بنابراین همیشه کمی مصالحه^۶ در فشرده سازی ها وجود دارد. در صورت استفاده از فشرده سازی با اتلاف، امکان ثبت ۲ ساعت از فایل صوتی در CD^۷ با حجم ۶۴۰MB وجود دارد. ولی در صورت استفاده از بدون اتلاف، این مقدار به ۱ ساعت کاهش پیدا میکند.



شکل ۳.۱: فشرده سازی با اتلاف

۲.۲.۱ فشرده سازی صوت بدون اتلاف

این نوع از فشرده سازی برخلاف روش قبلی، از الگوریتم هایی استفاده میکند که دیتای فایل صوتی فشرده شده در مقایسه با فایل اصلی، هیچ گونه کم و کاستی در دیتای اصلی ندارد و فقط از حجم آن کاسته شده است. هرکدام از فایل های صوتی دارای ۲ بخش صداها و سکوت ها هستند. در این روش بخش سکوت مورد هدف قرار میگردد و فشرده سازی میشود تا این بخش ها فضایی تقریباً برابر با صفر را اشغال کنند. مثال هایی از فرمت های پر استفاده ی این روش فشرده سازی:

• FLAC

• WAV

• ALAC

• Lossless WMA

trade-off^۶
Compact-Disk^۷

• ...

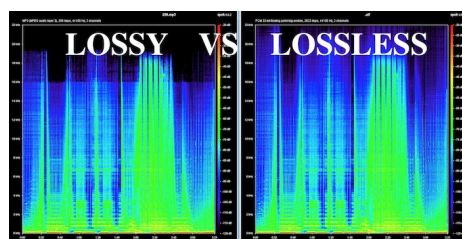
مزایای استفاده از این روش عبارتند از:

- کیفیت بالاتر
- از دست ندادن دیتا و اطلاعات
- قابل تبدیل به هر فرمت دیگر بخاطر از دست ندادن اطلاعات

معایب این روش:

- نرخ فشرده سازی کمتر
- حجم بالا
- استفاده کمتر در کارهای روزمره و ساپورت نکردن از بعضی فرمت های این روش در دستگاه های امروزی

این روش فشرده سازی برای افراد حرفه ای که در حوزه موسیقی کار میکنند بسیار مناسب است. ولی برای استفاده روزمره و غیر حرفه ای چندان مناسب بنظر نمی آید. بسته به استفاده ی ما هرکدام از روش ها میتوانند برای ما مناسب واقع شوند.



شکل ۴.۱: مقایسه سیگنال فشرده شده در هر دو روش

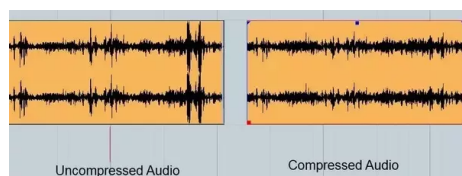
۳.۲.۱ انواع فایل های صوتی

در ادامه تعداد بیشتری از فرمت فایل ها صوتی با روش فشرده سازی آن ها آورده شده است.

بدون اتلاف	با اتلاف
ALAC	AA۳
FLAC	AAC
APE	MP۳
SHN	MPC
TTA	OGG
WV	WMA

۴.۲.۱ اهمیت

فشرده سازی صوت نه تنها باعث کاهش حجم فایل میشود، بلکه باعث میشود که بدون دستکاری در دیتاهای فایل، صدا بهتر و رسا تر شود .
همچنین فشرده سازی باعث کاهش محدوده دینامیکی^۸ - فضای بین صدای تیز^۹ و صدای نرم^{۱۰} - میشود و صدا را دل نشین تر میکند.
این موضوع در شکل ۵.۱ هم مشخص است.



شکل ۵.۱: سیگنال صوتی فشرده شده در مقابل فشرده نشده

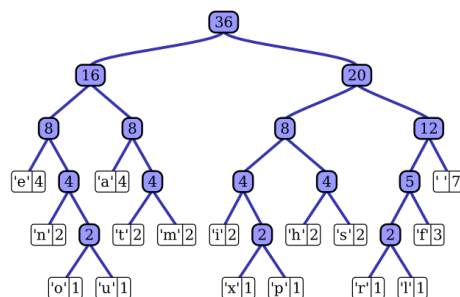
۵.۲.۱ الگوریتم ها

برای فشرده سازی دیتا روش های زیادی وجود دارد که در ادامه برخی از این روش ها را توضیح میدهم.

range Dynamic^۸
Sharp^۹
Soft^{۱۰}

الگوریتم هافمن^{۱۱}

الگوریتم هافمن از روش های فشرده سازی بدون اتلاف داده است. این الگوریتم بر اساس ورودی که دریافت میکند درخت میکشد و بر اساس تعداد تکرار هر ورودی، به آن مقداری میدهد.



شکل ۶.۱: نمونه درخت بدست آمده از الگوریتم

این الگوریتم از معروف ترین الگوریتم های مورد استفاده برای فشرده سازی دیتا به خصوص صدا و تصویر است.

DCT

یکی دیگر از روش های فشرده سازی، استفاده از Discrete Cosine Transform است که از فشرده سازی های با اتلاف به شمار میرود.

از این روش بیشتر برای فشرده سازی تصویر استفاده میشود ولی با برای صدا هم روش مناسبی به شمار می آید.

DFT

DFT از تغییر دادن DCT بدست می آید و مزیتی که دارد این است که بهره وری محاسباتی بهتری دارد. استفاده از این روش فشرده سازی، بدون اتلاف است.

MP3 ۶.۲.۱

یکی از قدیمی ترین فرمت های فشرده سازی فایل های صوتی به شمار میرود که در ادامه کمی به تاریخچه آن میپردازم.

^{۱۱}Huffman Coding

قالب ام‌پی‌ای از روی پروژه‌ای که در سال ۱۹۸۲ با مدیریت موسمن و گروهی در کنار کارل هاینز برندنبرگ در مؤسسه تحقیقاتی فرانهورف ارلانگن و دانشگاه نورنبرگ ارلانگن توسعه پیدا کرد. شرکت‌های ای‌تی‌اندتی و تاسون این پروژه را پشتیبانی کردند.

در سال ۱۹۹۲ این فرمت به عنوان فرمت استاندارد صدا به‌ام‌پگ اضافه شد. اجرای این فرمت روی رایانه‌های شخصی از اوایل ۱۹۹۰ امکان‌پذیر شد.

به علت نوع فشرده‌سازی امکان پخش این فرمت صدا روی خطوط دی‌اس‌ال و اینترنت نیز به راحتی امکان‌پذیر است. با ظهور نیستر و شبکه‌های پی‌تویی این فرمت خودش را بیشتر از همه گسترش داد. در سال ۱۹۹۸، امکان پخش پرتابل فایل‌های صوتی ام‌پی‌۳ با دستگاه‌های ام‌پی‌۳ پلیر ممکن شد.

قالب ام‌پی‌۳، یک سیستم متراکم و فشرده‌سازی برای موسیقی است که باعث کاهش تعداد بایتهای موجود در یک آهنگ، به بهای اندکی افت در کیفیت صدای آن می‌شود. هدف آن فشرده‌کردن کیفیت آهنگ سی‌دی بدون از دست دادن کیفیت صدای آن می‌باشد.

با یک ام‌پی‌۳، ۳۲ مگابایت آهنگ موجود روی یک سی‌دی به ۳ مگابایت فشرده می‌شود. اینکار باعث می‌شود که یک آهنگ را در عرض چند دقیقه بارگیری کنید و همچنین می‌توانید صداها آهنگ را در سخت دیسک رایانه‌تان ذخیره کنید.

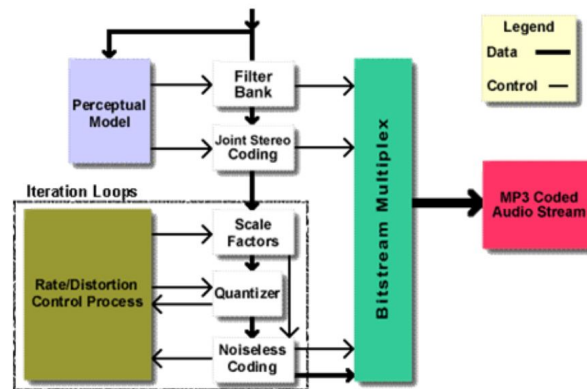
این فرمت، محبوب‌ترین فرمت برای فایل‌های موزیک محسوب می‌شود. در واقع MP3 موفق‌ترین فرمت از خانواده ام‌پی‌ای‌جی می‌باشد.



شکل ۷.۱: لوگوی معروف MP3

فلوچارت فشرده سازی فایل های MP3

MPEG-Layer3 Overview



MP3 Compression Flow Chart

شکل ۸.۱: فلوچارت MP3

۳.۱ جمع بندی

یکی از مهمترین مبحث های انتقال داده ها، مبحث فشرده سازی است که روز به روز این علم جدیدتر و به روزتر شده تا بتوان به بهینه ترین شکل ممکن داده ها را فشرده کرد.

در این تحقیق سعی کردم تمامی مباحث مرتبط و مهم این مبحث را جمع آوری کنم و در صفحه آخر هم منابع استفاده شده را ضمیمه کردم.

در فاز بعدی با یکی از روش های آورده شده در این تحقیق، فشرده سازی صوت را با متلب پیاده سازی میکنم.

با تشکر، رامتین احسانی

Bibliography

- [1] Geeksforgeeks, “Dct.” <https://www.geeksforgeeks.org/discrete-cosine-transform-algorithm-program/>.
- [2] Geeksforgeeks, “Huffman.” <https://www.geeksforgeeks.org/huffman-coding-greedy-algo-3/>.
- [3] Codegeekz, “Lossles vs lossy.” <https://codegeekz.com/understanding-the-difference-between-lossless-and-lossy-audio-files/>.
- [4] Lifewire, “Lossy compression.” <https://www.lifewire.com/what-makes-an-audio-format-lossy-2438561#>.
- [5] Lifewire, “Lossless compression.” <https://www.lifewire.com/what-makes-an-audio-format-lossless-2438560>.
- [6] Wikipedia, “Data compression.” https://en.wikipedia.org/wiki/Data_compression.