



دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شریف

پروژه درس

# پردازش علائم دیجیتال

وحید مواجی ۸۳۲۰۵۹۴۷

یوسف ابراهیمی ۸۳۲۰۰۰۵۱

بهاره عباسی ۸۴۲۰۵۰۳۸

استاد:

دکتر منظوری

زمستان ۱۳۸۴

## فهرست مطالب

### بخش اول

۱	بررسی اجمالی فرمت فشرده‌سازی MPEG .....
۲	Waveforms and Psychoacoustics: .....
۳	جزئیات .....
۴	نکته‌هایی در مورد Lossiness .....
۴	افکتهای نقاب گذاری (Masking Effects) .....
۵	نقاب گذاری همزمان (Simultaneous (Auditory) Masking) .....
۷	نقاب گذاری زمانی (Temporal masking) .....
۷	ورود به نرخ بیت (Bitrate) .....
۸	نرخ بیت در برابر نرخ نمونه برداری .....
۸	آناتومی فایل MP3 .....
۸	هدر فریم (Header Frame) .....
۱۱	دقت در جریان داده .....
۱۲	فضای ID3 .....
۱۳	فریم در ثانیه (Frames per second) .....

### بخش دوم

۱۴	سخت افزار, portable, استریوهای خانگی و kitها: .....
۱۴	بخش MP3 از استریوی خانگی: .....
۱۴	۱- اتصال کارت صدای کامپیوتر به استریو .....
۱۴	۲- قرار دادن یک سخت افزار MP3 player اختصاصی به عنوان یک جزء ثابت در استریو .....

۱۴	اتصالات آنالوگ:
۱۵	اتصال کامپیوتر به استریو:
۱۶	اتصال وسایل خارجی:
۱۶	اتصالات دیجیتال:
۱۶	انواع اتصال دیجیتال:
۱۷	Player های portable:
۱۸	مسایل مرتبط با حافظه portable ها:
۱۹	درايوهای Lilliputian hard :
۱۹	CD های portable MP3:
۲۰	نسل بعدی Rio:
۲۵	سایر وسایل و نرم افزارها:
۲۶	MP3 player های خانگی:
۲۸	MP3 CD-ROM Player ها:
۲۹	Kit player ها:

فایل‌های MP3 که به خوبی کد شده‌اند، دارای حجمی معادل با یک دهم فایل اصلی خود می‌باشند. در اینجا ما به بررسی این موضوع و نحوه انجام آن می‌پردازیم.

## بررسی اجمالی فرمت فشرده‌سازی MPEG

فایل‌های صوتی غیر فشرده، مانند آنچه بر روی یک CD وجود دارد، اطلاعاتی زیادی را که مغز قادر به پردازش آنها نیستند در خود نگه می‌دارند. برای مثال، اگر دو نوت، بسیار شبیه هم باشند، ذهن تنها به پردازش یکی از آنها قادر خواهد بود. اگر دو نوت متفاوت باشند اما یکی از آنها بلند و دیگری آرام باشد، ذهن تنها صدای بلندتر را بررسی خواهد کرد و به صدای آرام‌تر نمی‌پردازد. همچنین گوش انسان به بعضی از فرکانسها نسبت به بقیه حساستر می‌باشد. مطالعه این نوع موارد Psychoacoustic نامیده می‌شود که بیشتر بوسیله جداول و نمودارها و فرمولهای ریاضی الگوی شنیداری انسان را نشان می‌دهد.

ابزارهای کدینگ MP3، سیگنال ورودی را تجزیه کرده و آن را به الگوهای ریاضی شکسته و آنها را با الگوهای موجود در کدر مقایسه می‌کنند. در نتیجه کدر می‌تواند الگوهایی که با کدر موجود سازگاری ندارند را حذف کند و بقیه را نگه دارد. در هنگام کدینگ، تعداد بیت‌هایی را که برای نگه‌داری داده‌ها مورد نیاز می‌باشد، می‌توان تعیین نمود. هر چه تعداد بیت‌ها کمتر باشد، فضای کمتری مورد نیاز خواهد بود اما کیفیت فایل تولیدی پایین خواهد بود. به این فشرده‌سازی به دلیل از بین رفتن اطلاعات، Lossy گفته می‌شود. بهر حال فشرده‌سازی دومی نیز اعمال می‌شود که بر روی داده‌های باقی مانده از مرحله اول کار می‌کند که معمولاً، از روشهای سنتی در این فیلد استفاده می‌شود (به مانند فشرده‌سازی‌های ZIP).

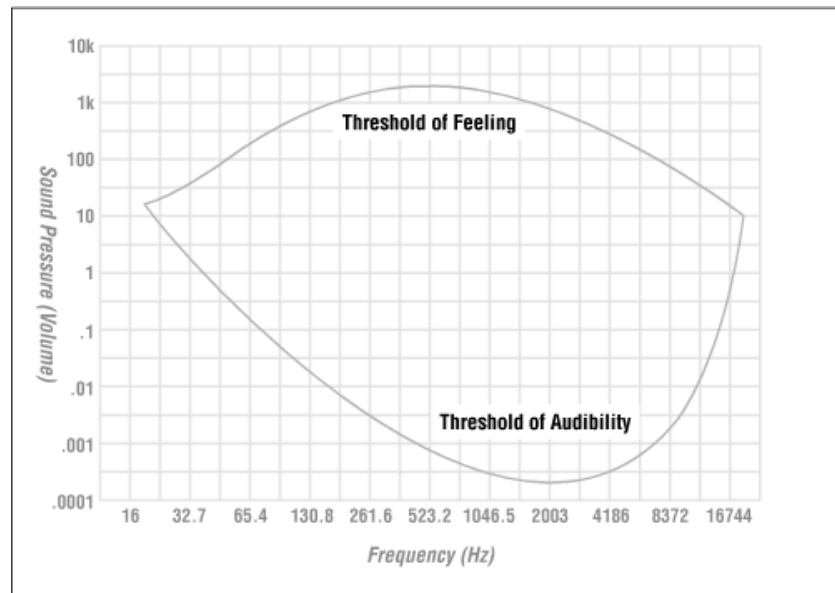
فایل‌های MP3 متشکل از فریم‌های بسیار کوچک متوالی می‌باشند. هر فریم دارای یک Header

می‌باشد که اطلاعاتی را در مورد داده خود می‌دهد.

در ابتدا و یا انتهای یک فایل MP3، اطلاعات اضافی مانند: اندازه فایل، نام هنرمند، آلبوم، سال تولید، نوع آهنگ و ... ذخیره می‌شود. به این نوع اطلاعات ID3 گفته می‌شود. در اینجا ما ساختار فایل MP3 و برچسب ID3 آن را بررسی خواهیم کرد.

## :Waveforms and Psychoacoustics

جهان از امواج تشکیل شده است و هر چیزی با طول موج متفاوتی در حال ارتعاش می‌باشد. اما در این بین امواجی وجود دارند که انسان آنها را به صورت نور و صوت تشخیص می‌دهد. از طرفی با توجه به ساختار گوش انسان، ما قادر به تشخیص امواج صوتی ما بین ۲۰HZ و ۲۰KHZ با توجه به شکل (۱) می‌باشیم.



(شکل ۱)

هرچند که توانایی شنیداری در افراد مختلف متفاوت می‌باشد، اما به طور عمومی انسان فرکانسهای میانی (در رنج 20HZ-20KHZ) را نسبت به بقیه بهتر می‌شنود و حساسیت به فرکانسهای بالا

با توجه به افزایش سن از بین می‌رود. در حقیقت اکثر افراد بالغ تنها تا فرکانس ۱۶KHZ را می‌شنوند و فرکانسهای بالاتر را احساس نمی‌کنند. در کل رنج شنیداری اکثر مردم بین ۲KHZ تا ۴KHZ می‌باشد. از طرفی ذهن انسان نیز بر روی اطلاعات ورودی تاثیر گذار می‌باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده ذهن انسان در هر لحظه تنها بر روی یک میلیاردیوم از اطلاعات حاصل شده از حواس پنجگانه‌اش کار انجام می‌دهد. به عبارتی مغز کار را بر روی مواردی که دارای اهمیت بیشتری هستند متمرکز می‌کند.

## جزئیات

MP3 از دو روش برای فشرده کردن فایل‌های صوتی استفاده می‌کند. ۱- Lossy، ۲- Lossless. در ابتدا تمام مواردی را که گوش انسان قادر به شنیدن نیست به دور ریخته می‌شود و سپس موارد باقی مانده را فشرده می‌کند تا به حداکثر کوچک سازی فایل بینجامد. به طور خلاصه، مراحل کدینگ MP3 را می‌توان به موارد زیر تقسیم نمود:

۱- شکستن سیگنال ورودی به اجزای کوچک (Frame) که هر کدام دارای طولی به اندازه کسری از ثانیه می‌باشد.

۲- تحلیل سیگنال برای مشخص کردن "Spectral energy distribution". به عبارت دیگر، بر روی کل فرکانسهای صوتی، مشخص می‌شود که بیتها را چگونه باید تقسیم بندی کرد تا به بهترین کدینگ دست یابیم.

۳- با توجه به نرخ بیت کدینگ (encoding bit rate)، تعداد بیت‌های قابل اختصاص به هر فریم را حساب می‌کنیم.

۴- فرکانسهای موجود در هر فریم با مدل‌های ریاضی شنیداریشان که در فایل‌های کدک (Codec)

موجود می باشد مقایسه می شود. از این طریق می توان تشخیص داد که کدام یک از فرکانسها را باید مورد توجه قرار داد و تا چه حد می توان از بقیه صرف نظر کرد.

۵- از طریق "کدگذاری هافمن" اطلاعات حاصل از مراحل قبل را فشرده سازی می نماییم.

۶- تمام فریمها به صورت متوالی در کنار یکدیگر قرار می گیرند تا فایل اصلی را تشکیل دهند.

## نکته هایی در مورد Lossiness

فرمت های فشرده سازی، بر روی صوت، ویدیو، تصویر و ... همه به دو صورت Lossy و Lossless می باشند. تفاوت بسیار ساده است : فرمت های Lossless دقیقاً با نسخه اصلی برابرند در صورتی که در فرمت های Lossy روش ZIP می باشد. وقتی که ما فایل ZIP را به صورت غیر فشرده می کنیم، حاصل با آنچه در ابتدا داشتیم دقیقاً برابر است و تغییر حتی یک بیت قابل قبول نمی باشد.

یک مثال خوب برای فرمت فشرده سازی Lossy، JPEG می باشد که از این اصل که "فایل های تصویری اطلاعات بیش از حدی را برای نمایش یک تصویر دارا می باشند" بهره می برد. با دور ریختن اطلاعات اضافی و فشرده کردن اطلاعات موجود از طریق الگوهای ریاضی، می توان به سطح قابل قبولی از فشرده سازی در مورد تصاویر دست یافت.

## افکتهای نقاب گذاری (Masking Effects)

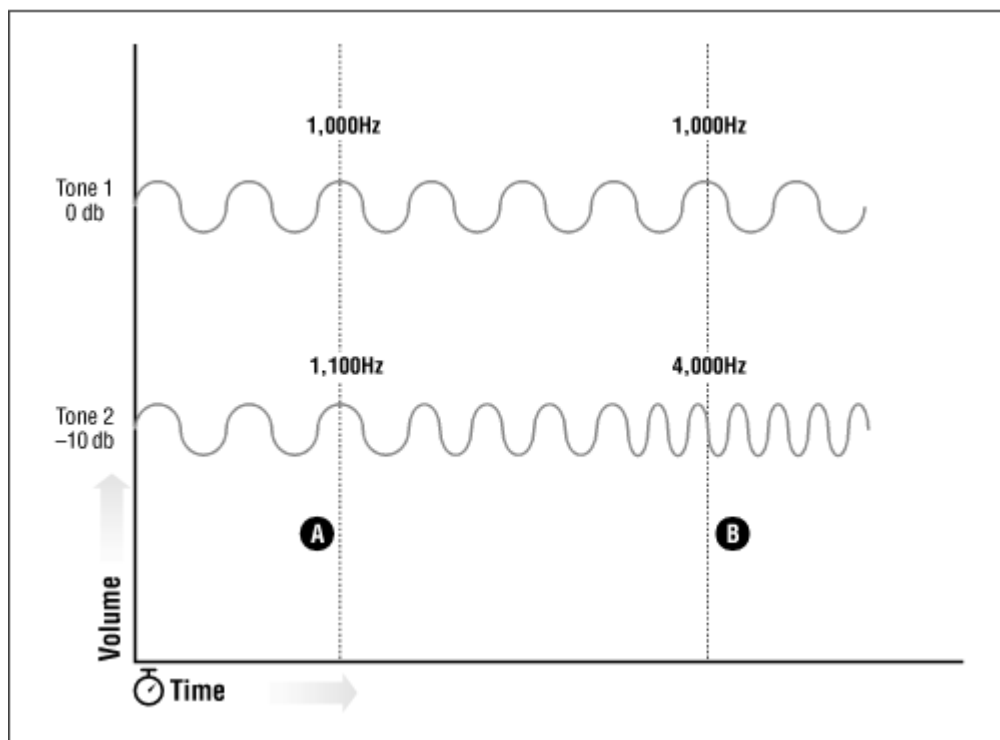
بخشی از رویه فیلتر کردن ذهنی، که در هر لحظه ای به صورت ناخودآگاه برای همه ما اتفاق می افتد، شامل بخشی به نام Masking می باشد که مورد توجه دانشجویان Psychoacoustic می باشد: مطالعه رابطه ی بین گوش، مغز و سیگنال صوتی. دو نوع تاثیر Masking در MP3 رخ می دهد: Auditory و Temporal.

## نقاب گذاری همزمان (Simultaneous (Auditory) Masking)

با یک مثال، این نوع از Masking را توضیح می‌دهیم. فرض کنید پرنده‌ای در مقابل خورشید در حال پرواز است. چیزی که ما می‌بینیم، پرنده‌ای است که وارد حوضه دید ما می‌شود و وقتی به مقابل خورشید می‌رسد به دلیل نور شدید خورشید از دید ما محو می‌شود. وقتی پرنده به سوی دیگر می‌رسد، ما دوباره آن را می‌بینیم. مثال دیگر، صداهای آرام برخورد دست یک شخص با تارهای گیتار می‌باشد که ما آن را در سکوت کامل می‌شنویم ولی در اجرای یک کنسرت موسیقی بعید می‌باشد که شنیده شوند.

MP3 با توجه به فرکانس و شدت صدا از این موضوعات بهره می‌برد. فرض کنید یک صوت مشکل از سیگنال سینوسی با فرکانس 1 KHZ باشد. حال سیگنال دومی را که سینوسی بوده و با فرکانس 1/1 KHZ می‌باشد ولی دارای شدت کمتری است (10db-) در نظر بگیرید. اگر این دو با هم شروع شوند، اکثر افراد صدای دوم را تشخیص نخواهند داد. دلیل این امر، نه تنها به خاطر شدت کمتر، بلکه به دلیل نزدیکی فرکانس آن به فرکانس صدای اول نیز می‌باشد. برای نمایان شدن این حقیقت، ما فرکانس صدای دوم را تغییر می‌دهیم تا به 4 KHZ برسد و شدت صدای آن را بدون تغییر می‌گذاریم. چنانچه صدای دوم متفاوت از صدای اول می‌شود، قابل شنیدن می‌شود. تا جایی که اکثر افراد به راحتی آن را می‌شنوند و تشخیص می‌دهند که دو نوت در حال پخش است که یکی از آنها از دیگری بلندتر می‌باشد؛ (شکل ۲).





(شکل ۲)

پدیده‌ای که در اینجا اتفاق می‌افتد، **Simultaneous masking** نامیده می‌شود که یکی از قوانین مهم مغز در شنیدن را نمایان می‌کند: وقتی فرکانسها به هم نزدیک هستند، ما آنها را تقریباً یکی می‌گیریم. در حقیقت مغز ما موارد ضعیف را حذف می‌کند و به عنصرهای مهم می‌پردازد.

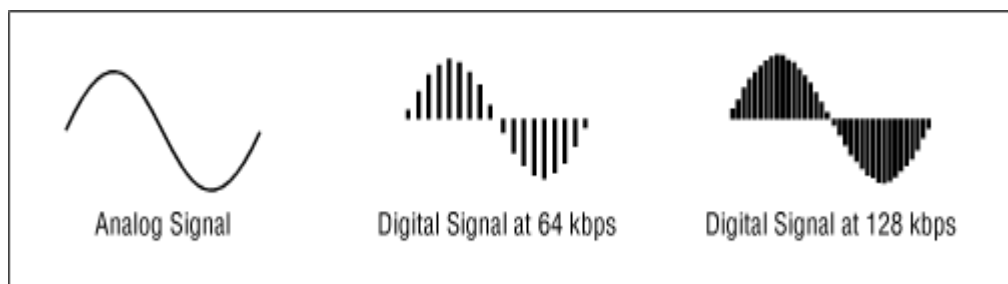
MP3 و اکثر فرمت‌های فشرده‌سازی دیگر از حقایقی مانند فوق استفاده می‌کنند و مواردی را که دارای اهمیت کمی هستند حذف می‌نمایند تا حجم داده‌ها را کم کنند. از آنجایی که این گونه فرمت‌ها از توصیف‌های ریاضی محدودیهای انسان در شنیدن استفاده می‌کنند به آنها **Perceptual Codecs** می‌گویند. از طرفی این گونه فرمت‌ها مواردی مثل تعداد بیت در هر ثانیه (bps) برای ذخیره کردن داده‌ها و تعداد کانالهای صوتی که ذخیره می‌شوند (مونو، استریو و ...) را در نظر می‌گیرند تا حجم فایل نهایی را تقلیل دهند.

## نقاب گذاری زمانی (Temporal masking)

علاوه بر نقاب گذاری همزمان که به فرکانس و شدت صوت وابسته است، نوع دومی از نقاب گذاری وجود دارد که بر اساس زمان می باشد. این ایده از آنجا ناشی می شود که انسان صداهای کاملاً متفاوت را که در زمان یکسانی پخش می شود به سختی می تواند بشنود و تشخیص دهد. برای مثال، اگر یک صدای بلند و دیگری آرام به طور همزمان پخش شوند، شما قادر به شنیدن صدای آرامتر نخواهید بود. اگر بین دو صدا تاخیر کافی وجود داشته باشد، شما صدای آرامتر را خواهید شنید. کلید موفقیت نقاب گذاری زمانی در تشخیص مدت زمان تاخیر بین دو صدا می باشد. به طوری که صدای دوم قابل شنیدن شود. این فاصله زمانی (آستانه) در حدود ۵ میلی ثانیه می باشد.

## ورود به نرخ بیت (Bitrate)

در حالی که کاربران MP3 قادر به کنترل میزان Lossiness بودن به مانند عکسهای JPEG نمی باشند، اما تعداد بیت در هر ثانیه که برای ذخیره داده مورد نیاز می باشد را می توانند کنترل کنند. در روبه کدینگ، قسمت های نامربوط سیگنال بر اساس دو عامل نگاشت می شوند: یک مدل ریاضی از قابلیت های شنیداری انسان و نرخ بیت، که در هر زمان کد کردن تعیین می شود. نرخ بیت به تعداد که در هر ثانیه برای ذخیره کردن محصول نهایی بکار می رود را گویند. با توجه به شکل (۳) هر چه نرخ بیت بیشتر باشد، کیفیت صوت حاصل بهتر خواهد بود. اما باید توجه داشت که افزایش نرخ بیت موجب افزایش فضای مورد نیاز می شود.



(شکل ۳)

## نرخ بیت در برابر نرخ نمونه برداری

نرخ بیت، عامل اصلی و نهایی کیفیت می‌باشند. کیفیت و قابلیت تفکیک یک سیگنال صوتی به طور عمومی از طریق تعداد نمونه در ثانیه مشخص می‌شود. در حالی که نرخ بیت تعداد داده ذخیره شده در ثانیه می‌باشد، نرخ نمونه مشخص کننده فرکانسی است که توسط آن سیگنال ذخیره می‌شود و با کیلو هرتز مشخص می‌شود. نرخ نمونه برای یک CD صوتی،  $44/1\text{ KHZ}$  می‌باشد، به همین جهت به عنوان نرخ نمونه پیش گزیده در اکثر انکدرها لحاظ می‌شود. حرفه‌ای‌های صوت، معمولاً از  $48\text{ KHZ}$  و اخیراً از  $96\text{ KHZ}$  استفاده می‌کنند. در مورد سخرانی‌ها و صحبت‌ها، معمولاً از  $8\text{ KHZ}$  برای نمونه‌برداری استفاده می‌شود. از طرفی در ایستگاه‌های رادیویی اینترنتی، بدلیل محدودیت پهنای باند اینترنت از یک چهارم نرخ نمونه برداری در CDها استفاده می‌شود.

## آناتومی فایل MP3

در اینجا نگاهی به فرمت داخلی فایل MP3 آورده می‌شود.

### هدر فریم (Header Frame)

همانطور که قبلاً گفته شد، فایل MP3 از تعداد بسیاری فریم تشکیل شده است، که هر کدام

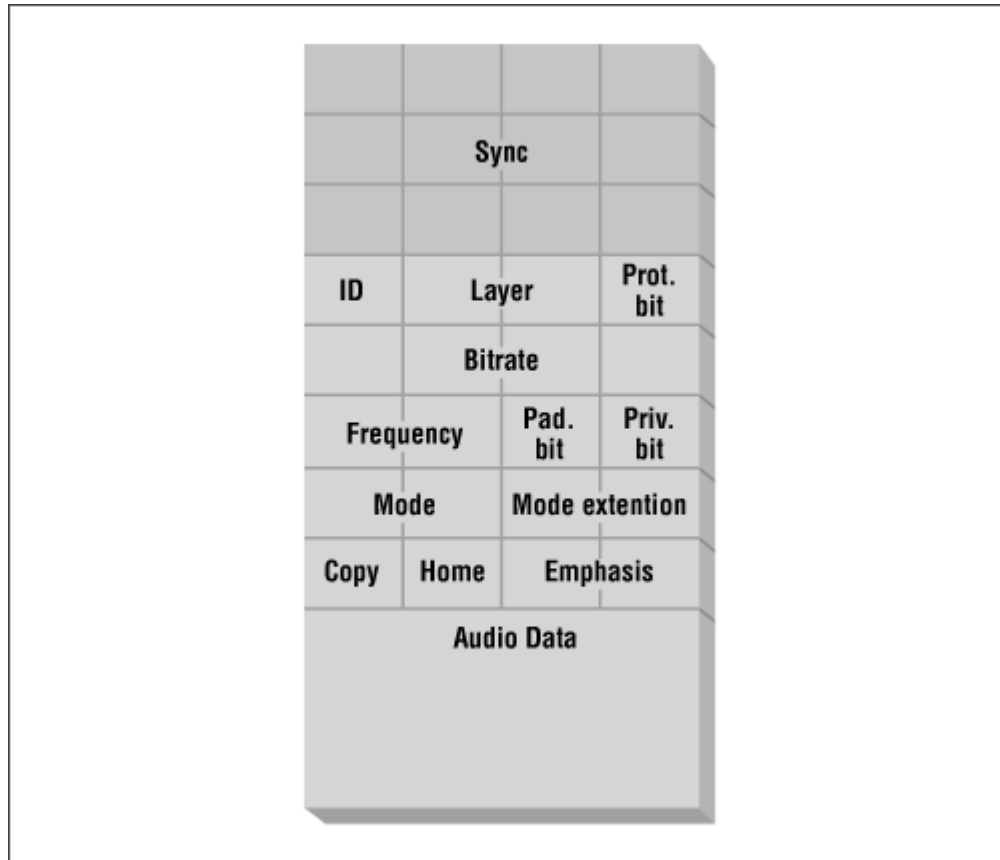
شامل کسری از ثانیه داده صوتی می‌باشد که آماده هستند تا توسط دیکدر در کنار یکدیگر قرار گیرند و خروجی را بسازند. در ابتدای هر فریم، هدر آن قرار دارد که ۳۲ بیت از متا-داده‌ی (Meta-Data) مربوط به داده‌های فریم را نگه می‌دارد؛ شکل (۴).



(شکل ۴)

همانطور که در شکل (۵) آمده است، هدر MP3 با یک بلوک Sync که شامل ۱۱ بیت می‌باشد، شروع می‌شود. بلوک Sync به پخش کننده‌ها (Player) اجازه می‌دهد تا بتوانند به دنبال یک فریم سالم (Valid) گشته و بر روی آن قفل کنند؛ این مورد در پخش MP3 (MP3 Broadcasting) مفید می‌باشد تا بتوان به راحتی از یک قسمت Track به جای دیگر رفت و یا برای Skip کردن ID3 و یا داده‌های دیگری که ممکن است در ابتدای فایل باشند، از آن استفاده کرد. البته باید توجه داشت که برای یک پخش کننده، پیدا کردن بلوک Sync در ابتدای یک فایل به معنای یافتن یک فایل MP3 نمی‌باشد. زیرا الگوی ۱۱ بیتی به صورت تئوریک قابل یافتن در هر فایل باینری دودویی می‌باشد. بنابراین، پیدا کردن هدرهای معتبر (Valid) دیگری در فایل مهم می‌باشد.

جدول (۱) سی و دو بیت موجود در هدر را به همراه نحوه توزیع آنها در سیزده موضع مختلف هدر نشان می‌دهد.



(شكل ٥)

Position	Purpose	Length (in Bits)
A	Frame sync	11
B	MPEG audio version (MPEG-1, 2, etc.)	2
C	MPEG layer (Layer I, II, III, etc.)	2
D	Protection (if on, then checksum follows header)	1
E	Bitrate index (lookup table used to specify bitrate for this MPEG version and layer)	4
F	Sampling rate frequency (44.1kHz, etc., determined by lookup table)	2
G	Padding bit (on or off, compensates for unfilled frames)	1
H	Private bit (on or off, allows for application-specific triggers)	1
I	Channel mode (stereo, joint stereo, dual channel, single channel)	2
J	Mode extension (used only with joint stereo, to conjoin channel data)	2
K	Copyright (on or off)	1
L	Original (off if copy of original, on if original)	1
M	Emphasis (respects emphasis bit in the original recording; now largely obsolete)	2

32 total header bits

(جدول ١)

## دقت در جریان داده

یکی از اهداف اولیه در مورد MP3، مناسب بودن آن برای پخش اینترنتی بوده است. در نتیجه، این مهم است که دریافت کننده‌های MP3 بتوانند در هر نقطه‌ای از جریان داده قفل نمایند. این امر، دلیل محکمی برای قرار دادن یک هدر در ابتدای یک فریم داده می‌باشد تا دریافت کننده‌ها بتوانند در هر زمانی بدنبال Sync در داده گشته و سریعاً شروع بکار کند. نکته جالب این است که این حقیقت در مورد فایلها و وجود هدر و Sync در هر فریم باعث می‌شود بتوان فایلها را به قطعات کوچکتر برید و هر قطعه را به طور جداگانه پخش نمود (البته در تئوری). اما این مورد با توجه به لایه ۳ در فایلهای MP3 قابل اجرا نمی‌باشد. بدین دلیل که داده‌های موجود در هر فریم وابسته به سایر فریمها می‌باشد.

بدنبال بلوک sync، بیت ID می‌آید که مشخص کننده نوع کدینگ می‌باشد که آیا از نوع MPEG-1 یا MPEG-2 می‌باشد. دو بیت در بخش لایه مشخص کننده لایه فریم (از نوع I، II، III و یا نامشخص) می‌باشد. اگر بیت محافظتی (Protection) ست شده باشد، یک چک سام (Checksum) شانزده بیتی به آخر هدر اضافه می‌شود.

فیلد نرخ بیت (Bitrate)، مشخص کننده نرخ بیت در فریم موجود می‌باشد (برای مثال ۱۲۸Kbps)، که به دنبال آن یک مشخص کننده نرخ نمونه برداری (Samplerate) (از ۱۶KHz تا ۴۴/۱ KHz با توجه به نوع کدینگ MPEG-1 یا MPEG-2) می‌آید. بیت‌های افزوده (Padding) برای حصول اطمینان از برآورده شدن نیلز نرخ بیت می‌باشد. برای مثال، یک جریان بیت با ۱۲۸Kbps در لایه II با نرخ نمونه برداری ۴۴/۱ KHz ممکن است دارای فریمهای ۴۱۷ بیتی و تعدادی فریم ۴۱۸ بیتی باشد. فریمهای ۴۱۷ بیتی، بیت افزوده را به یک ست می‌منند تا با فریمهای ۴۱۸ بیتی هماهنگ شوند.

فیلد مد (Mode)، مربوط به نوع خروجی می‌شود که می‌تواند شامل استریو (Stereo)، مونو (mono)، Joint Stereo، دو کاناله (Dual Channel) باشد. اگر افکت Joint Stereo فعال شده باشد، فیلد Mode

Extension به دیکدر می گوید تا چگونه عملیات خود را بر روی فریم انجام دهد. بدین معنی که فرکانسهای بالا چگونه در کانالها ترمیب شده اند.

بیت کپی رایت، اطلاعات کپی رایت را نگه نمی دارد، اما مانند بیت کپی رایت در CDها و DAT ها عمل می کند. اگر بیت به یک ست شده باشد، کپی کردن Track غیرقانونی می باشد. اگر داده ها بر روی مدیای اصلی خود باشند، بیت مربوط به Original به یک ست می شود.

فیلد تاکید (Emphasis) به مانند یک پرچم، در مواردی که در فایل اصلی به یک ست شده باشد، مورد استفاده قرار می گیرد. هر چند که امروزه از این فیلد استفاده نمی شود.

سرانجام، دیکدر به بخش چک سام می رسد (اگر موجود باشد) و سپس به داده اصلی در فریم. این روند دوباره و دوباره بر روی میلیونها فریم متوالی انجام می شود.

## فضای ID3

در ابتدا و یا انتهای یک فایل MP3، بر چسب ID3 ممکن است ذخیره شود، که احتمالاً شامل هنرمند، لقب، اطلاعات کپی رایت، موارد استفاده، اثبات مالکیت، تصویر و نظرات باشد. به طور واقع دو گونه از ID3 ها وجود دارد. ورژن ۱ (ID3v1) و ورژن ۲ (ID3v2). هر چند که تفاوت آنها زیاد است، تمام پخش کننده های MP3 امروزی قادر به مدیریت هر دوی آنها می باشند. ID3v2 علاوه بر اینکه داده بیشتری را در خود نگه می دارد، بر خلاف ID3v1 در ابتدای فایل نیز می آید. دلیل این امر بسیار ساده می باشد: وقتی فایل MP3 در حال پخش شدن به صورت online است، پخش کننده (Player) نیاز دارد تا اطلاعات فایل را قبل از پخش شدن دریافت کند، در غیر این صورت ما بعد از پخش فایل، اطلاعات آن را دریافت خواهیم کرد و وقتی خیلی دیر شده است ما اطلاعات مورد نیاز را داریم.

## فریم در ثانیه (Frames per second)

همانگونه که صنعت فیلم سازی استاندارد ی برای مشخص کردن تعداد فریم در ثانیه برای یک فیلم در نظر گرفته است تا پخش کننده های فیلم بتوانند نرخ مناسب و ثابتی را تضمین نمایند، در مورد MP3 هم چنین استاندارد ی وجود دارد. بدون توجه به نرخ بیت در فایل، یک فریم در فایل MPEG-1 برای ۲۶ms بطول می انجامد. این امر به ۳۸fps می انجامد. اگر نرخ بیت بیشتر شود، به سادگی طول فریم بزرگتر خواهد شد. همچنین، تعداد نمونه ذخیره شده در هر فریم ثابت و برابر با ۱۱۵۲ نمونه در فریم می باشد.

اندازه کل یک فریم به صورت بایتی با فرمول زیر محاسبه می شود :

$$\text{Frame Size} = 144 * \text{Bit rate} / (\text{sample rate} + \text{Padding})$$

به طوری که bit rate، تعداد بیت در یک ثانیه می باشد. Sample rate به نرخ نمونه در فایل اصلی ارجاع می دهد و Padding تعداد بیتی می باشد که به فایل اضافه می شود تا فریمها را یکسان سازی کند و فضاهای خالی را بپوشاند. برای مثال، اگر ما در حال کد کردن یک فایل با ۱۲۸Kbps و نرخ نمونه ۴۴/۱ Khz و بدون Padding باشیم، حجم فریم به صورت زیر محاسبه خواهد شد :

$$144 * 128000 / (44100 + 0) = 417.96 \text{ bytes}$$

با توجه به وجود بخش هدر در فریم، ممکن است بنظر آید که دادهای هدر افزونگی اطلاعاتی را برای ما ایجاد می کنند. بهر حال باید در نظر داشت که هر هدر ۳۲ بیت می باشد. اگر در نرخ ۳۸fps کار کنیم، ما حدود ۱۲۲۳ بیت در هر ثانیه مربوط به هدر خواهیم داشت. از آنجایی که یک فایل که ۱۲۸Kbps کد شده است دارای ۱۲۸۰۰۰ بیت در هر ثانیه می باشد، می بینیم که تعداد بیت هدر به تعداد بیت داده، بسیار کم و قابل صرف نظر کردن می باشد.



## سخت افزار، قابل حمل ها (Portables)، استریوی خانگی و کیت ها

### پخش MP3 از استریوی خانگی

دو راه برای پخش MP3 از استریوی خانگی وجود دارد که هر کدام دارای معایب و مزایایی است :

۱- اتصال کارت صدای کامپیوتر به استریو که در نتیجه توابع decoding و کنترل playback در داخل کامپیوتر صورت می گیرد.

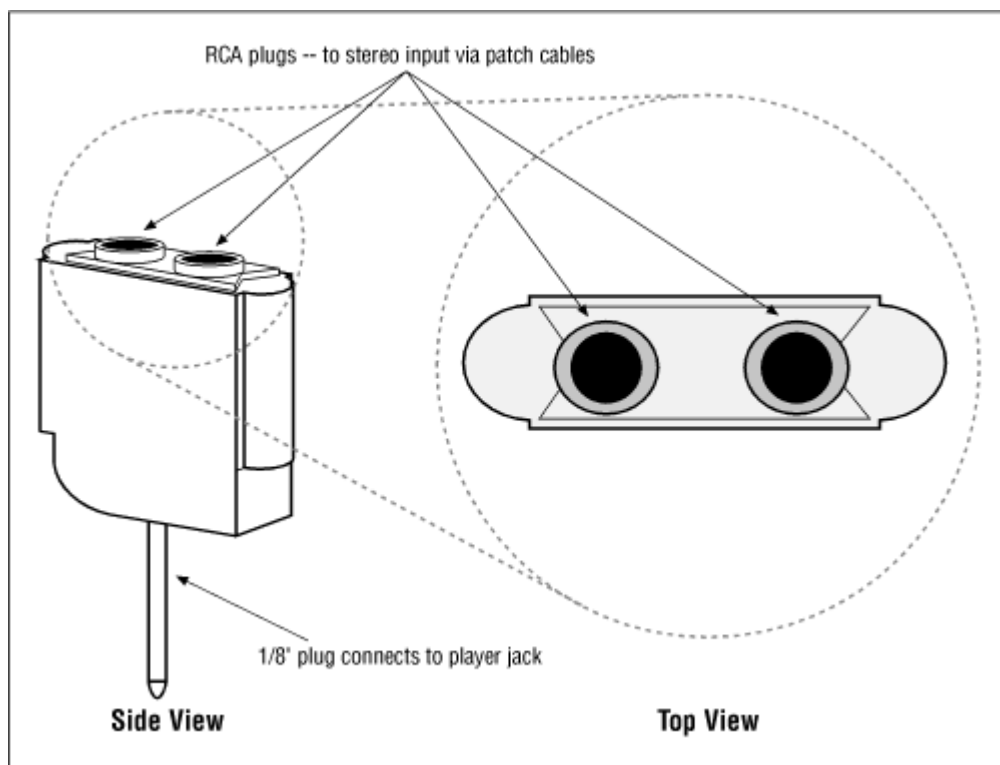
۲- قرار دادن یک سخت افزار MP3 player اختصاصی به عنوان یک جزء ثابت در استریو. در هر صورت اتصالات از طریق پورت های آنالوگ یا خروجی های دیجیتال برقرار می شود. تفاوت بین این دو نوع اتصال در فرآیند تبدیل است. مثلاً " بیت های دیجیتال باید در بعضی جاها به سیگنال های آنالوگ تبدیل شوند. که این عمل توسط یک DAC (Digital-to-Analog Converter) تعبیه شده در تجهیزات دیجیتالی amplifier, DAT یا به صورت یک out board DAC انجام می گیرد.

### اتصالات آنالوگ:

از آنجا که بیشتر مردم نه amplifier با ورودی های دیجیتال و نه DAC های در اختیار دارند. معمولاً " اتصالات به طور ساده از طریق کابل های آنالوگ صورت می گیرد.

## اتصال کامپیوتر به استریو:

برای اتصال مستقیم یک کابل RCA که سیم patch هم نامیده می‌شود نیاز است. adapter باید یک فیش ورودی در یک سمت برای اتصال به فیش خروجی کارت صدا و دو اتصال مادگی در سمت دیگر باشد که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. کابل RCA به اتصالات مادگی adapter وصل می‌شود. باید توجه داشت که طول کابل RCA باید مناسب باشد. اگر آن را خیلی بلند انتخاب کنیم موجب افزایش نویز می‌شود.



شکل ۱-۲: آداپتور اتصال کارت صدا به استریو

## اتصال وسایل خارجی:

هر وسیله MP3 playback خارجی که انواع آن در ادامه بحث می‌شود می‌تواند از طریق استریو خانگی استفاده شود. اتصال برای همه انواع آنها یکسان است. اجزای استریو خانگی MP3 دارای اتصالات RCA هستند که فیش‌ها می‌توانند وارد ورودی‌های آمپلی‌فایر شوند. نسل آینده MP3 player ها دارای خروجی‌های دیجیتال می‌باشند.

Player های portable مثل Creative NOMAND اساساً "خروجی‌های RCA ندارند. در عوض یک فیش خروجی ۱/۸" هد فن دارند. برای اتصال این وچنین وسایلی به استریو به آداپتورها و کابل‌های مناسب نیاز است. بعضی از وسایل portable خود دارای این تجهیزات می‌باشند.

## اتصالات دیجیتال:

فیش‌های ورودی دیجیتال به علت قیمت و حجم پایین بسیار متداول شده‌اند. ابزارهای کارت صدا دارای DAC های تعبیه شده هستند. همچنین می‌توان از out board DAC جهت handle صدای دیجیتال ورودی استفاده کرد. برای استفاده از یک اتصال دیجیتال نیاز به پشتیبانی وسایل MP3 playback از خروجی‌های دیجیتال می‌باشیم.

## انواع اتصال دیجیتال:

اتصالات دیجیتال به ۴ دسته تقسیم می‌شوند که در سخت افزارهای معمول عمده‌تاً یکی دو تا از آنها رایج است. باید توجه داشت که نوع کانکتور باید هم در کارت صدا و هم در آمپلی‌فایر یا DAC یکسان باشد.

## **: S/PDIF**

RCA می‌باشد و بسیار شبیه یک فیش Sony-Philips Digital Interface مخفف استاندارد است.

ولی یک فیش هر دو سمت چپ و راست کانال را handle می‌کند.

می‌توان هر نوع RCA را با کانکتورهای S/PDIF به کار برد.

## **:Toslink**

رایج ترین نوع اتصال فیبر نوری نسبتاً "ارزانی است که به وسیله کابل Toslink ساخته می‌شود.

فیش های Toslink شامل یک غلاف مربع شکل حول یک فلز کم قطر می‌باشند که داخل فلز کابل

نوری قرار دارد. فیبر داخلی از جنس پلاستیک است. Toslink به خوبی سیگنال دیجیتال را عبور می‌دهد.

## **:AES/EBU**

برای تجهیزات خاصی بکار می‌رود. می‌تواند با یک اتصال میکروفن به کار برده شود.

## **:AT&T GLASS**

گران و غیر معمول است و یک نوع اتصال فیبر نوری است که کیفیت ارسال آن به علت کاربرد

فیبر شیشه به جای پلاستیک نسبت به Toslink بالاتر می‌باشد. در تجهیزات خاصی به کار می‌رود.

## **:portable Player های**

cradle وسیله ای برای اتصال portable player به pc است. شکل ۲-۲



شکل ۲-۲: یک NOMAD portable داخل cradle

### مسائل مرتبط با حافظه portable ها:

نسل اول و دوم portable ها حجم حافظه کمی داشتند. و در صورت نیاز به ذخیره موزیک های بیشتر مجبور به پایین آوردن بیت ریت بودیم که در نتیجه کیفیت کاهش پیدا می کرد. در نسل بعدی با ماژول های حافظه hot-swappable , درایوهای کوچک هارد و CD player های portable که داده های MP3 cd ها را پخش می کرد مشکل حل شد.

یک کارت مولتی مدیا اسکن دیسک MMC (Multi-Media Card) می تواند یک فلاپی تعویض

پذیر یا یک حافظه swappable در MP3 باشد. شکل ۲-۳



شکل ۲-۳: اسکن دیسک مولتی مدیا

## درایورهای Lilliputian hard :

میکرو درایو IBM با حافظه ۳۴ MB است که به علت کوچک بودن در وسایل portable MP3

به کار می‌رود. شکل ۴-۲



شکل ۴-۲: میکرو درایو IBM

## CD های portable MP3 :

از آنجا که Rio اولین نسل آنها ست نسبت به portable های امروزی کمبود های زیادی دارد. اگر

چه زیر مجموعه های Rio با حافظه بیشتر، اتصالات USB و غیره پیشرفت زیادی کرده اند. شکل ۵-۲



شکل ۵-۲: Diamond Rio PMP500

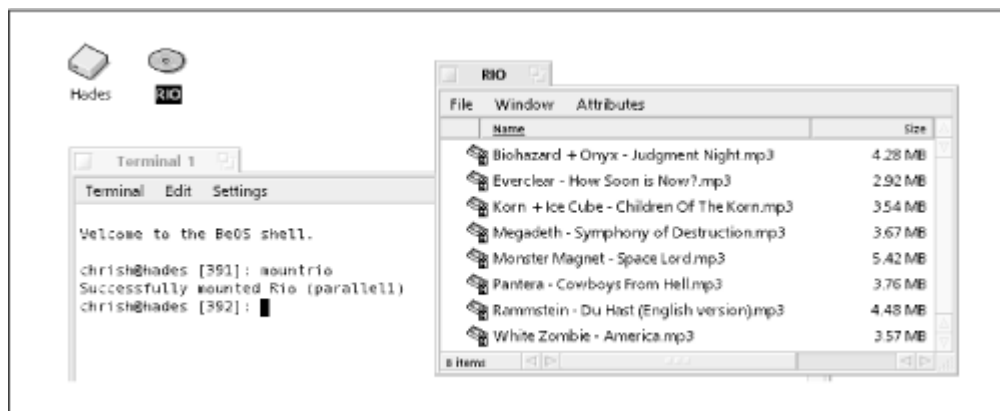
Diamond یک سایت به نام [www.Rioport.com](http://www.Rioport.com) طراحی کرده است که کاربران می‌توانند از این

سایت آهنگ های دلخواه خود را مجانی یا با هزینه پایین down load کنند.همچنین می توانند از این سایت به سایت های MP3 دیگر وصل شده و آهنگ های مرد نظر خورد را down load کنند.

Rio از platform های دیگر استفاده می کنند: از آنجا که ورژن های قدیمی Rio نرم افزار یا نوع اتصال مناسب را برای کاربردهای MacOS فراهم نمی کنند. کاربران BeOS و Linux از ورژن open source پروتکل سیستم فایل Rio که به وسیله Snowblind Alliance ساخته شده است بهره می گیرند.

کاربران Linux می توانند source را برای Rio utility از [www.world.co.uk/sba/rio.htm](http://www.world.co.uk/sba/rio.htm) download کرده و پس از نصب از آن استفاده کنند. کاربر باید آدرس پورت parallel را بداند. و آن را با -p flag مشخص کند. آدرس های حافظه معمول برای پورت های parallel 0x378, 0x3BC و 0x278 می باشند. برای نمایش یک دایرکتوری از فایل جاری که در load unit میشود از rio-d و برای upload یک فایل جدید مثلاً از "rio- g~/data/MP3/somsong.MP3" و برای حذف یک آهنگ از z-flag استفاده کند.

کار برای کاربران BeOS راحت تر است. آنها به جای اینکه مستقیماً از Rio utility استفاده کنند. از یک فایل سیستم Rio به عنوان یک بخش فایل load اتوماتیک استفاده می کنند که در شکل ۲-۶ نشان داده شده است.



شکل ۲-۶: فایل سیستم Rio

نسل بعدی Rio:

در سال ۲۰۰۰ ارائه شد. و به کاربران امکان انتخاب یک حافظه removable را می‌دهد. کاربران می‌توانند ماژول MMC, ماژول حافظه stick یا حتی میکرو درایو IBM را استفاده کنند. ورژن جدید Rio فایل‌های مدیای ویندوز را پشتیبانی می‌کند. Diamond دنبال افزایش سایز و کیفیت نمایشگر بود که در نهایت کاربران می‌توانند آهنگ‌های ذخیره شده را در tag های ID3V2 ببینند.

### :Creative Lab NOMAND

NOMAND I در دو مدل 32 MB و 64 MB موجود است. که هر دو مدل می‌توانند تا 32 MB کارت فلش ROM داشته باشند. NOMAND II حافظه تعبیه شده ندارد و در عوض دارای ماژول‌های افزودن حافظه بیشتری می‌باشد. NOMAND II می‌تواند سایز کارت smart media را داشته باشد. در هر دو ورژن NOMAND ویژگی تیونر FM تعبیه شده است و قابلیت voice memo دارند. اگر palm pilot خود را فراموش کردید می‌توانید به مد memo سوئیچ کنید. memo شما به صورت encode MP3 شده و در حافظه دستگاه ذخیره می‌شود.

NOMAND II کاملاً " برنامه پذیر است و کاربران می‌توانند نرم افزارهایی برای update فلش ROM آن تهیه کنند. که امکان handle فرمت‌های بیشتر یا مکانیزم‌های حفاظتی copy write را فراهم می‌کند.

### :RCA Lyra

این وسیله علاوه بر فرمت MP3, Real Audio G2 را هم به وسیله اینترفیس drag و drop MP3 پشتیبانی می‌کند. Lyra دارای یک نمایشگر LCD است که نام track, نام خواننده, نام folder, شماره track و بیت ریت و زمان track را نمایش می‌دهد. همچنین دارای این قابلیت است که می‌توان فایل‌های on board را مجازاً " در دایرکتوری خودشان مانند هارد مدیریت و مرتب کرد.



## I-Jam:

به کوچکی یک کیف است و یکی از کوچکترین portable MP3 player ها می باشد. USB و سیستم عامل های windows و MacOS را ساپورت می کند. مصرف توانش بالاست و به جای 5 mw که در اکثر player ها مصرف می شود. 60 mw مصرف توان دارد. I-Jam موزیک ها را فقط در کارت های حافظه اسکن دیسک ذخیره می کند. و هیچ گونه حافظه تعبیه شده ای ندارد. دارای دو فیش خروجی یکی برای هد فن و دیگری برای استریو می باشد. دارای نرم افزار مدیریت فایل یا نرم افزار upload اختصاصی نیست. و به جای آن یک DDL را ارائه می دهد که این امکان را برای I-Jam station فراهم می کند که مثل یک درایو نرمال Windows Explorer به نظر بیاید. باید فایل ها را درون درایو درج کنیم و با پیغام out of disk space متوجه پر شدن unit شویم.

در جدول ۱-۲ انواع MP3 player را با هم مقایسه شده اند.

جدول ۱-۲: مقایسه انواع MP3 player

	Diamond Rio 300	Diamond Rio 500	Creative Labs' NOMAD I	Creative Labs' NOMAD II	RCA Lyra RDD204	PONTIS MP3 player	I-Jam's I-Jam
Storage type	SmartMedia	SmartMedia	Flash memory	SmartMedia	32 MB or 64 MB flash cards only	MultiMedia cards	San Disk MultiMedia Card (16 MB, larger ones expected in the future)
Built-in storage capacity	Built-in 32 MB plus optional 32 MB add-in cards	Built-in 64 MB plus optional 32 MB add-in cards	32 MB plus optional 32 MB cards	None plus optional 64 MB cards	None plus optional memory modules	None plus two slots	In future models

Weight (in ounces, w/o batteries)	2.4	2.75	2.5	Unknown	4.0	3.5	2.5
Dimensions (in inches)	3.5x2.5x0.625	3.59x2.46x0.74	2.3x3.35x0.67	Unknown	4.5x2.5x0.875	4.36x2.75x0.8	3.375x2.0x0.875
Can record voice memos	No	No	Yes	Yes	No	No	No
FM radio tuner	No	No	Yes	Yes	No	Planned	Yes
Backlit display	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Planned	Yes
Output connector types	Headphone	Headphone	Headphone plus stereo connecting cable	Headphone plus stereo connecting cable	Headphone	Headphone	Headphone and Stereo
Upload connection types	Parallel	USB	Parallel	USB	Parallel	Serial, parallel, or USB	Parallel or USB
Output signal strength?	5mW	5mW	5mW	Unknown	15-20mW	5mW	50mW
Case type	Opaque black plastic (teal or camouflage in some editions)	Opaque metallic gray or translucent teal or purple	Magnesium	Plastic	Metal	Plastic	Plastic (clear or opaque)
Cost (as of December,	169.95	269.95	249.99	Under 400.00	249.99 for 64 MB with	190.00	219.95

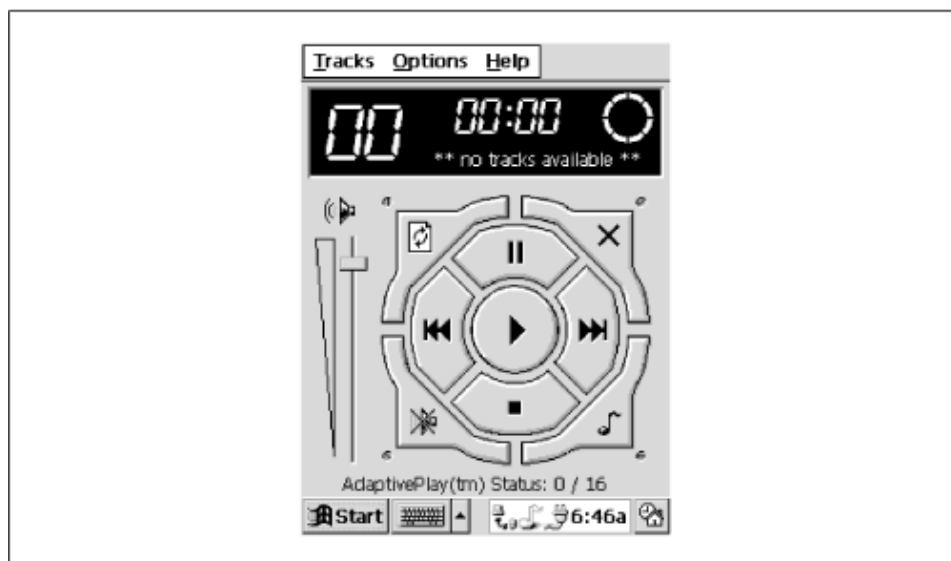
1999, in U.S. dollars)					car kit, 199.99 for 32 MB		
Software upgradeable	No	Yes; audible codec	No	Yes	Yes	Planned	Yes
EQ controls	4 presets	4 presets plus bass and treble	Yes, environments	Yes, environments	5 modes: Flat, bass, rock, pop, jazz	Bass and treble	Bass and treble
On-board file management	No. Displays song numbers only, not filenames	Yes; Filenames displayed, play_lists possible	No	Unknown	Yes	Planned	Complete (shows up in Explorer)
Supports other audio file formats	MP3 only	MP2, Audible.com content	Windows Media (WMA)	Any formats are possible with software upgrade	RealAudio G2	Planned	Will support all audio formats
Can store normal data in addition to audio files	No	No	No	Yes (SmartMedia)	No	Planned	All data types
Copy protection mechanism	None	MetaTrust infrastructure present, not implemented w/o upgrade	No	Planning SDMI	Will have SDMI in future	Planning SDMI	Will be SDMI
MacOS support	No	Yes	No	No	No	Yes	Yes

Linux/BeOS support	3 <sup>rd</sup> party	3 <sup>rd</sup> party	No	No	No	Yes via open SDK	No
Comes with cradle	No	No	Optional	Memory dock	No	Optional	JamStation

سایر وسایل و نرم افزارها:

### Utopiasoft's Hum

این مورد یک portable MP3 player نیست اما یک سیستم نرم افزاری را برای کامپیوتر های دستی که بر اساس win-CE می باشند را فراهم می کند. و پخش فایل های MP3 را مستقیماً از طریق PAD (Assistant Personal Digital) امکان پذیر می کند. اغلب دارای حافظه محدودی هستند. و این به معنی است که Hum احتمالاً به جز در مواردی که از کارت های فلش compact استفاده می شود مفید نخواهد بود. اگر کامپیوتر مورد استفاده دارای cpu کندی باشد یا در گیر application های دیگری باشد. سرعت پردازش Audio به طور اتوماتیک تا 22 KHZ پایین خواهد آمد. در حالی که اگر منابع بیشتری در اختیار کامپیوتر باشد سرعت پردازش Audio به 44 KHZ خواهد رسید.



شکل ۲-۸: Utopiasoft's Hum

## Handspring Visor/InnoGear MiniJam

حافظه داخلی آن می‌تواند بین ۰ MB تا ۳۲ MB باشد. MiniJam دارای دو اسلات MMC یکی در جلو و دیگری در پشت دستگاه می‌باشد در کل می‌توان تا 256 MB موزیک را در آن ذخیره کنید. دکمه‌های stop, play, Rewind و fast forward در بالای آن قرار دارند. صفحه نمایش آن اطلاعات ID3 tag و کنترل equalization را فراهم می‌کند. کاربر حتی قادر به ذخیره memo های صوت روی visor از طریق MiniJam می‌باشد. درون MiniJam از DSP های میکرونی استفاده می‌شود. فضای حافظه می‌تواند با ماژول های حافظه share شود. و میتوان داده ذخیره شده را از PDA به کارت های MMC منتقل کرد.



شکل ۲-۹: MiniJam

## MP3 player های خانگی:

این وسایل خیلی با وسایل portable تفاوتی ندارند. فقط سائز آنها در اندازه استریو خانگی

می‌باشد. عمدتاً ۴ نوع MP3 player خانگی وجود دارد:

۱- وسایل مشابه portable ها.

۲- وسایلی با LED یا LCD خوانتر و دارای کنترل از راه دور.

۳- cd player های تغییر یافته برای handle داده های MP3 .

۴- اجزای استریو خانگی که کامپیوتر base نمی‌باشند و اختصاص به MP3 handle و یا سایر فرمت های صوتی دارند.

انتخاب یک player به پارامتر های مورد نظر ما از لحاظ حافظه، قابلیت اتصال مناسب، نمایش، نرم افزار آن، play list ها و نویز دارد.

### AudioRequest:

یکی از کامل ترین MP3 player های خانگی است. شامل هارد درایوی است که ۱۵۰ تا ۳۰۰ ساعت MP3 را ذخیره می‌کند. بر خلاف Rio یک وسیله خوب جهت ضبط نیز می‌باشد.



شکل ۲-۱۰: نوعی AudioRequest

### Lydstrom SongBank:

به جای یک خروجی به استریو دارای سه خروجی آنالوگ مجزا است. و سه پورت دیجیتال (Toslink, S/PDIF, AES/BEU) دارد که به سه ماژول playback نرم افزاری مجزا متصل می‌شوند. هر ماژول می‌تواند یک خروجی مجزا باشد. در نتیجه در اتاق های مختلف خانه می‌توان به آهنگ های مختلفی گوش داد. دارای یک LCD بزرگ می‌باشد. واحد اصلی می‌تواند تا ۶۰۰۰ آهنگ را ذخیره کند. ولی با حافظه خارجی می‌توان این رقم را به بی نهایت رساند. قبلاً "حافظه های خارجی درایو های هرد خارجی استاندارد بودند اما در آینده انواع کارت ریج ها، فلش کارت ها، واحدهای PCMCIA و غیره را نیز

پشتیبانی می‌کند.



شکل ۱۱-۲ Lydstrom SongBank:

MP3 CD-ROM Player ها:

:NetDrives' Brujo

حافظه on board ندارد. دارای استاندارد RCA و خروجی های headphone است. کنترل از راه دور ۳۱ کلیدی دارد که تا فاصله ۸ کیلومتری می‌تواند استفاده شود. می‌تواند بیش از ۲۲۰ فایل MP3 را handle کند.

:MacPower Peripherals' Mozart's Music Box

در LCD نمایشگر فقط شماره track ها وجود دارد. و این وسیله قادر به خواندن tag های ID3 نمی‌باشد.

CD player ها:

بیشتر برای استفاده در ماشین کاربرد دارند. و از انواع آنها می‌باشد. Xeonon MP Shuttle II و In-

Player های Dash and In-Trunk

## Kit Player ها

MP3 Player هایی هستند که هم برای استفاده در ماشین و هم منزل مناسبند.