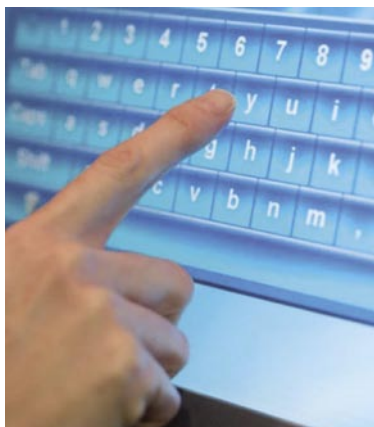


Codecs Multimedia para los procesadores i.MX de Freescale

Por Luis Casado

Freescale Semiconductor
www.freescale.com

Los Codecs software optimizados de Freescale solucionan el desarrollo de aplicaciones que manejan audio y video para los procesadores i.MX31 e i.MX27. Estos codecs multimedia se facilitan como paquetes de software optimizado, totalmente funcionales, listos para dar solución a distintos tipos de aplicaciones, como reproducción o grabación de audio y video, captura de imágenes y su visualización. En el caso del i.MX31 se ofrecen dos tipos de codecs, los puramente software y los codecs software que controlan el acelerador hardware integrado en el dispositivo. En el caso del i.MX27, son codecs software que controlan los codecs aceleradores por hardware incluidos en el procesador. Los procesadores de la familia i.MX de Freescale basados en núcleo ARM, además de ser altamente populares en aplicaciones multimedia, son también muy utilizados en aplicaciones industriales, donde los interfaces hombre-máquina mejoran día a día e incluyen características más avanzadas. Es también común su uso en aplicaciones de video-vigilancia, transmisión de audio y video de entretenimiento en transporte público, control de accesos, interfaces domóticos, etc. Los codecs multimedia de Freescale son integrables en los sistemas operativos Windows Embedded CE, integrándose en Windows Media Player (Direct Show Framework) y sistemas operativos Linux (Gstreamer multimedia Framework). Para más información, visite www.freescale.com/imx



La demanda de interfaces de usuario más sofisticados, con capacidades gráficas avanzadas, reproducción de audio, visualización de video, aceleradores de gráficos en 3D ha crecido en los últimos años. Nuestros clientes están migrando de sistemas basados en sencillos visualizadores alfanuméricos o gráficos monocromo a sistemas gráficos en color y últimamente con capacidad de reproducción de audio y video. No será de extrañar que en los próximos años nuestras cocinas, lavadoras o cualquier dispositivo electrónico incluya un video que sirva de manual de instrucciones de su uso, incluso en máquinas del entorno industrial. Otro sector emergente en los sistemas más avanzados de visualización lo encontramos en las aplicaciones de video vigilancia, controles de acceso, terminales de mano, controles remotos avanzados para domótica, y un largo etcétera. Freescale facilita la integración de todas las piezas más complejas de la aplicación, proporcionando los codecs que son fácilmente integrables en los Board Support Packages para Windows CE y Linux, también ofrecidos por Freescale para la plataforma de procesadores i.MX.

Definiciones: Codec, Demuxer, Parser, Wrapper, Plugin, Framework...

Codec: Es un programa o porción de software capaz de codificar o decodificar una trama de datos o una señal. Un Codec puede codificar un paquete de datos para su transmisión, almacenamiento, encriptación o puede decodificar un paquete de datos para su visualización o edición. Los paquetes o tramas de datos (Streams) con contenido multimedia es un caso habitual donde los codecs son extensamente utilizados debido al elevado tratamiento y transformación que reciben este tipo de datos, generalmente con el objetivo de

reducir el ancho de banda para su transmisión o reducir el número de datos para su almacenamiento.

En este artículo nos centraremos en los codecs para el manejo de datos multimedia, datos con contenido de audio y de video. Los paquetes de datos o Streams, con contenido multimedia, incorporan generalmente video y audio y una serie de datos adicionales o metadata que permiten la sincronización de ambos streams, de audio y de video, para un determinado contenedor o formato de los datos o para su conexión con otras capas de software.

Centrándonos en los codecs multimedia podemos hablar, entre otros términos, de:

Bitrate: es la cantidad de información o detalle que es almacenada o transmitida por unidad de tiempo. Depende de la frecuencia de muestreo de la señal, tipo de codificación y de los algoritmos implementados. En audio puede variar entre 8 kbps y 320 Kbps y para señales de video entre 16 Kbps y 15 Mbps.

- **Modo CBR (Constant Bit Rate):** Básicamente es la velocidad a la que los datos de salida del codec deberían de ser extraídos o consumidos. Es constante a lo largo del tiempo.
- **Modo VBR (Variable Bit Rate):** es la cantidad de datos de salida del codec relativo a un segmento de tiempo concreto, pero que puede ser variable.

Tipo de compresión: Podemos trabajar con algoritmos de compresión sin pérdidas (Lossless) que permiten la reconstrucción total y exacta de los datos originales y compresión con pérdidas (Lossy) en la que en los datos recuperados o descomprimidos serán diferentes de los datos originales, pero lo suficientemente iguales para tolerar esa pérdida. Estos métodos proporcionan mayor ratio de compresión (JPEG, MP3, MPEG4,..)

Resolución: Tamaño y detalle de la imagen o datos de video. En la tabla 1, a continuación, podemos ver las resoluciones de video más populares.

| Format | NTSC-based | PAL-based |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| SQCIF | | 128 × 96 |
| QCIF | 176 × 120 | 176 × 144 |
| QVGA | 320 × 240 | 320 × 240 |
| CIF | 352 × 240 | 352 × 288 |
| SIF | 352 × 240 | 352 × 288 |
| VGA | 640 × 480 | 640 × 480 |
| DI | 720 × 480 | 720 × 576 |
| HD (720p) | 1280 × 720 | 1280 × 720 |
| HD (1080p) | 1920 × 1080 | 1920 × 1080 |

Continuando con definiciones relacionadas con los codecs:

Parser: En la ciencias de computación y lingüística, parsing es el proceso de analizar una secuencia de balizas o tokens dentro de un conjunto de datos, con el fin de determinar si su estructura gramatical es correcta respecto a un determinado formato. En el contexto de datos multimedia, el concepto es usado relacionado con la mezcla de datos de audio y de video en una trama determinada de datos, para comprender si están correctamente multiplexados. La multiplexación de video y audio es el proceso de entrelazar ambos en una sola trama de transporte de datos. Normalmente se trabajará en un multiplexado o mezcla por división de tiempo (time-division multiplexing). En video digital el tipo y formato de la trama de transporte de los datos es una característica del contenedor de esos datos, que además incluirá datos adicionales (metadata) y otras informaciones de control. En este caso el contenedor podría ser un tipo de fichero, AVI, MPEG,..etc. Entre los contenedores más populares, tenemos:

- **MP4:** contenedor o formato de archivo que puede contener video codificado con diversos codecs y audio comprimido procedente de diferentes codecs de audio, incluso simultáneamente en diferentes pistas de audio. El parser MP4 se encargará de separar las pistas de audio y video. Un archivo MP4 puede contener video MPEG-4 o H.264 y audio en formato MP3, AAC o AC3, de modo que el parser MP4 se encargará de separar cada trama de datos y usará el correcto codificador o decodificador para cada una de las partes.
- **AVI (Audio Video Interleave)** es un formato contenedor multimedia introducido por Microsoft en 1992. Los archivos AVI pueden contener

datos de audio y video de diferentes tipos. El archivo AVI es un caso especial del tipo de archivo RIFF (Resource Interchange File Format), que divide los datos de un archivo en bloques o 'chunks' que identifican el tipo de dato, soportan indexación de los datos y otras informaciones adicionales.

- **ASF (Advanced Systems Format):** es un contenedor de audio y video propiedad de Microsoft especialmente indicado para streaming multimedia. ASF es parte de Windows Media Framework. No especifica que codec debería de utilizarse para la codificación de audio y video. Similar a Quicktime, AVI o Ogg. Basado en objetos serializados identificados por marcas (GUID). Los tipos de fichero más populares que utilizan este contenedor o parser son Windows Media Audio (WMA) o Windows Media Video (WMV).

Muxer/Demuxer: El software que produce la trama de transporte de datos y a veces incluso el formato del contenedor de los datos es el Muxer. Por el contrario, Demuxer es el algoritmo software que extrae y separa los datos de audio y video de la trama de transporte y del formato del contenedor utilizado. Un ejemplo de demuxer o contenedores de datos pueden ser mp4, avi o asf, como hemos visto anteriormente.

Wrapper: El termino wrapper generalmente de refiere al tipo de empaquetado, básicamente significa el envoltorio de un objeto. Un wrapper encapsula una única fuente de datos para hacer su uso más fácil y optimizado que la misma fuente de datos en el formato original. Se utilizan para presentar un simplificado interface, para encapsular datos procedentes de diferentes fuentes y presentar un interface común a todas ellas, para añadir funcionalidades a la fuente de datos o para producir compatibilidad en los datos, integrar seguridad, etc. En el presente documento, con wrapper nos referimos a una capa de interface de programación o API entre el framework y el codec. Cada framework multimedia, como por ejemplo el Gstreamer o Directshow poseen su propio wrapper. En un formato de Plugins para Gstreamer en Linux y como Filtros para Directshow en Windows CE.

Plugin: También llamados plugin, add-in, add-on o add-on es un programa software que interacciona con una aplicación Host proporcionándole una funcionalidad cuando se la demanda. Las aplicaciones dan soporte para la integración de plugins, por ejemplo, para permitir a desarrolladores de terceras partes incluir capacidades nuevas, ampliar la aplicación y poder separar el código fuente de aplicaciones que puedan tener incompatibilidades de licencias. Los reproductores multimedia usan plugins para soportar distintos formatos de archivos y permiten la aplicación de filtros. Por ejemplo el Gstreamer para Linux.

La aplicación host proporciona servicios que los plugins pueden utilizar, incluyendo una manera de registrarse automáticamente en la aplicación y un protocolo con el que compartir datos entre aplicación y plugin. No tienen capacidad de trabajar sin una aplicación host y permiten que se puedan añadir y actualizar dinámicamente sin cambios en la aplicación host.

Multimedia Framework: Podemos definir framework como una plataforma, un entorno o marco de trabajo y desde el punto de vista software como una estructura de soporte definida, en la que un proyecto software puede ser organizado y desarrollado, incluyendo librerías de funciones, lenguajes para procesos por lotes, software de desarrollo, etc. Encapsula los detalles de bajo nivel para concentrar el esfuerzo en el desarrollo de la aplicación. Un framework multimedia es un framework software que maneja datos multimedia en una computadora o a través de una red. Habitualmente ofrecen un conjunto de funciones de interface o API intuitiva y una arquitectura modular para soportar fácilmente la integración de codecs o trabajar con contenedores de distintos formatos, bien a través de filtros o plugins. Un framework multimedia es utilizado, por ejemplo, en aplicaciones como reproductores multimedia o editores de video. Ejemplos de frameworks multimedia son Gstreamer, FFmpeg, Helix o DirectShow.

Tabla 1 Resoluciones de vídeo más extendidas

Codecs de Audio

AAC (Advanced Audio Coding): compresión de audio con pérdidas, generalmente con mejor calidad de sonido que MP3 con el mismo bitrate in en particular por debajo de 192 kbits/sg. Utilizado por Apple en iPod, iTunes e iPhone y en el estándar de video MPEG-4. Utilizado también por Sony en la Playstation 3 y en la Wii de Nintendo. Esta libre de licencias o royalties para streaming de audio o distribución de contenidos codificados en AAC, como por ejemplo radio a través de Internet. Es necesaria licencia para la fabricantes o desarrolladores de codecs AAC. Utiliza diferentes niveles o profiles en función del bitrate, calidad de salida, etc. Existen variantes como AACPlus, HE-AAC, HE-AAC v1, HE-AAC v2.

MP3 (MPEG-1 Audio Layer-3): algoritmo de compresión con pérdidas de audio y el más popularmente utilizado. Reduce el audio en calidad CD en un factor entre 10 y 14 sin pérdida de calidad apreciable. Utiliza las características de percepción de audio humanas para el diseño del algoritmo de compresión de audio, eliminando partes del sonido que estarían enmascaradas en el sonido original. Añaden codificación de datos Huffman coding para reducir el número de bits por símbolo en la creación del fichero comprimido. La calidad del audio resultante depende del bitrate utilizado.

WMA (Windows Media Audio): sistema de compresión de audio desarrollado por Microsoft, utilizado tanto para el codec y para el fichero contenedor. Codec propietario que forma parte del Windows Media Framework, competidor directo del codec MP3.

WMA 10 Pro (Windows Media Audio 10 Professional): soporta diferentes calidades que van desde 24-bit/96Khz en estéreo, procesado surround de 5.1 ó 7.1 canales de audio. Puede ser utilizado por sistemas de Alta fidelidad o en dispositivos portátiles. Soporta streaming, descarga progresiva desde 128 a 768 Kbps.

WMA 9 Lossless: es un codec de compresión sin pérdidas desarrollado por Microsoft trabajando a bitrates de 470 a 940 Kbps. Matemáticamente equivalente al sonido original, es el WMA de mayor calidad y utiliza el mismo contenedor de archivo que los otros codecs WMA.

Codecs de Video

MPEG-2: Compresión de audio y video con pérdidas reduciendo el ancho de banda requerido para la transmisión de audio y video en banda base. Define el algoritmo de compresión, formato de croma y otras características. Tiene diferentes niveles de calidad en función del bitrate, número de imágenes por segundo, etc. Altamente utilizado en transmisión broadcast de televisión digital terrestre o por satélite y los sistemas actuales de DVD.

MPEG-4: Sistema de compresión de audio y video. Incluye la mayoría de características del MPEG-1 y MPEG-2 y otros estándares relacionados, añadiendo nuevas funcionalidades como VRML para rendering 3D. Soporta manejo de derechos digitales anticopia. Principalmente usado en transmisión de audio y video en Internet, video-llamadas y transmisión broadcast de televisión digital con mayores índices de compresión y calidad que los estándares anteriores.

H.264: Sistema de compresión de video, también conocido por MPEG-4 Part 10 o MPEG-4 AVC (Advance Video Coding). Disminuye el bitrate necesario para la codificación de video que los anteriores estándares proporcionado una mayor calidad de video con la mitad de ancho de banda que MPEG-2, H.263 o MPEG-4 Part 2. Es muy flexible para su aplica-

ción en gran variedad de aplicaciones, redes y sistemas., pudiendo trabajar a bajos y altos bitrates, con alta o baja resolución de video, DVD, broadcast, almacenamiento, redes de video sobre IP o sistemas de telefonía multimedia.

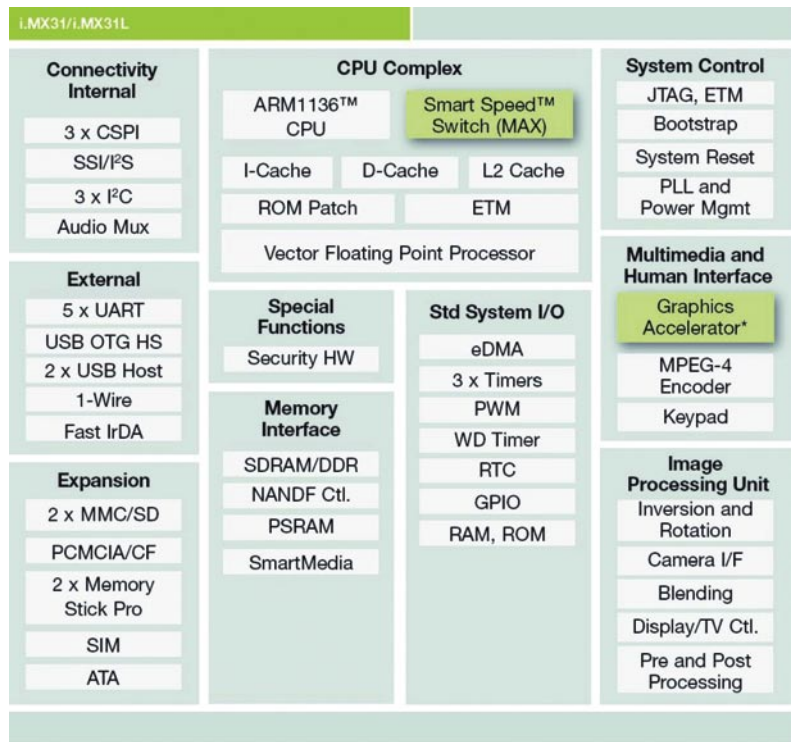
DivX: Creado por DivX, Inc. Incluye el codec DivX, cuya popularidad es debida a la capacidad de comprimir largos segmentos de video en tamaños pequeños manteniendo muy alta calidad relativa en la visualización. Utiliza MPEG-4 Part 2 para el video, también llamado MPEG4 ASP.

WMV (Windows Media Video) : es un formato de archivo para video comprimido utilizado por varios codecs propietarios de Microsoft, diseñado inicialmente para la transmisión de video en Internet compitiendo directamente con Real-Video. El video esta encapsulado en el formato ASF (Advanced Systems Format) utilizando eWMV codec. Utiliza el formato Windows Media Audio codec para el audio. Existen varios niveles de calidad o profiles, SP, MP o VC-1 (Windows Media Video 9 Advanced Profile), este último dirigido a imágenes en alta definición.

Codecs Hardware

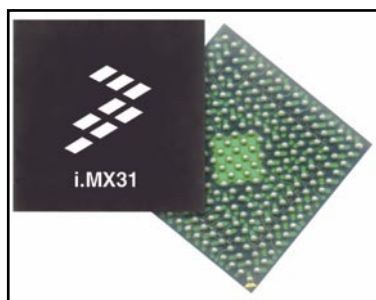
Hantro Encoder MPEG-4 en i.MX31

El procesador i.MX31 incluye un codificador MPEG-4 hardware con las siguientes características principales:



*Not available in i.MX31L or i.MX31LC

Figura 1. Diagrama de bloques del i.MX31



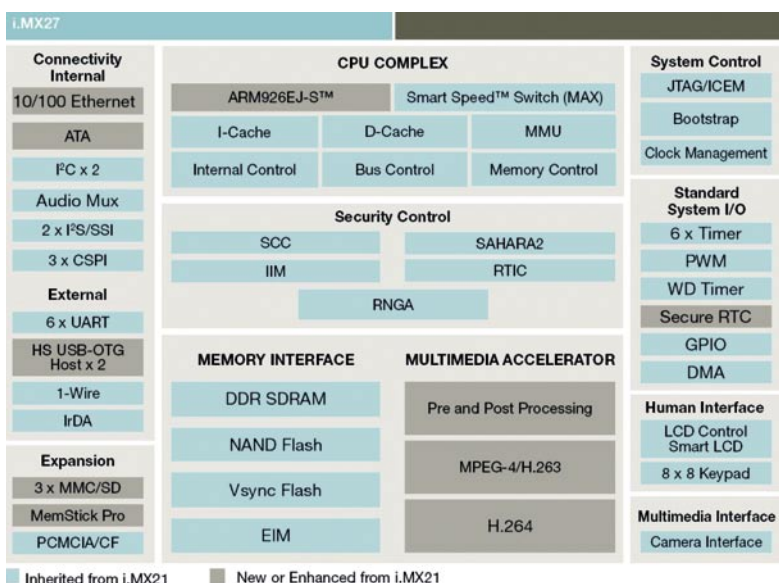
- Consumo reducido
- Algoritmo de pre-procesado de la imagen de entrada con filtro de suavizado de imagen.
- Estabilización movimiento cámara
 - Soporta los siguientes formatos:
 - MPEG-4 Simple Profile, levels 0-3
 - MPEG-4 Advanced simple profile, levels 4-6 (para resolución VGA)
 - H.263 Profile 0, levels 10-70

VPU en i.MX27

El procesador i.MX27 incluye el módulo hardware VPU con las siguientes características principales:

- Multi-estándar/multi-instancia video codec
 - MPEG-4 part-II simple profile encoding/decoding
 - H.264/AVC baseline profile encoding/decoding
 - H.263 P3 encoding/decoding
 - Multi-party call
 - Operaciones multi-formato
- Codificador
 - [-16,+16] 1/2 y 1/4-pel estimación de movimiento
 - 16x16, 16x8, 8x16, 8x8 tamaños de bloque soportados y configurable

- Predicción
 - MPEG-4 AC/DC
 - H.264/AVC intra-prediction
 - H.263 Annex J, K (RS=0 y ASO=0), y T soportado
- CIR (Cyclic Intra Refresh)/AIR (Adaptive Intra Refresh)
- Bit-rate control (CBR & VBR)
- Decodificador
 - H.264 BP
 - Soporta H.264 baseline profile
 - Tamaño Variable de bloque (16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8 y 4x4)
 - Detección de Errores.
 - MPEG-4 SP
 - Soporta MPEG-4 simple profile
 - 4MV con unrestricted motion vector
 - Procesado de errores: resincronización, data-partitioning RVLC
 - H.263 P3
 - Baseline profile plus Annex I, J, K (RS=0 y ASO=0), y T
- Pre/Post rotación y Mirroring
- Programabilidad
 - El VPU incluye un procesador 16-bit DSP dedicado a proceso de datos y control hardware.
 - Registros de propósito general e interrupciones para comunicación con el Host.
- Prestaciones
 - Hasta full-duplex VGA 30fps codificador/decodificador
 - Hasta half-duplex 720x480 30fps(720x576 25fps) codificador/decodificador



Linux Framework

Gstreamer es un multimedia framework de código abierto (open source) para el sistema operativo Linux que crea y une diferentes componentes para la reproducción y grabación de audio y de video. Trabaja con datos multimedia simples como puede ser la reproducción de un archivo de audio con compresión Ogg/Vorbis como con ficheros complejos de audio y video multiplexado. Todo ello de una manera transparente respecto al tipo de formato o codec utilizado, permitiendo a los desarrolladores añadir nuevos codecs o filtros escribiendo simplemente un plugin sobre un interface genérico.

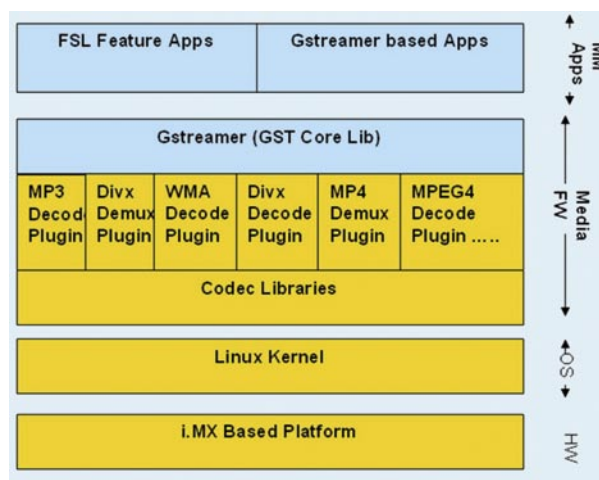


Figura 3. Estructura de capas para el Linux Framework Gstreamer

Soporta plugins codificadores, decodificadores, demuxers, muxers, etc. y esta basado en la licencia LGPL. Muy pocas funciones residen en el núcleo de la aplicación y la mayoría se incluyen como plugins basados en un interface con una API sencilla. Esta portado a múltiples arquitecturas como i86, PPC, ARM, Coldfire, etc.

Todos los elementos típicos del procesamiento multimedia codecs, parser, demuxer, etc son implementados como plugins y posee una estructura de interface ligera para una baja latencia de procesamiento.

Windows CE Framework

DirectShow esta diseñado para simplificar la tarea de crear aplicaciones multimedia aislando las aplicaciones de la complejidad del manejo y transporte de los datos, abstracción del hardware y problemas de sincronización. Utiliza

Figura 2. Diagrama de bloques del i.MX27



Figura 4. Sistema de desarrollo PDK para i-MX31

una arquitectura modular para manejar la variedad de fuentes de datos, formatos, dispositivos hardware, basada en filtros que pueden ser configurados y mezclados. Microsoft DirectX Media Objects (DMOs), similar a los filtros DirectShow usados en sistemas operativos Windows, pero de una manera más simple posibilita la integración fácil de aplicaciones multimedia por medio de una API. La licencia de su uso debe ser adquirida a través de Microsoft.

Codec Software Packages

Freescale ofrece dos tipos de paquetes de codecs software:

- Standard Codec Software Package consiste en librerías de codecs optimizados puramente software además de wrappers y parsers. **i.MX31 Standard Codec Software Package**
- Video Processing Unit (VPU) Codec Software Packages consiste en un paquete software que posibilita el manejo de los aceleradores y codecs hardware incluidos en los dispositivos. **i.MX27 VPU Codec Software Package** **i.MX31 VPU Codec Software Package**

Tabla 3. Codecs para i.MX27 para Linux y Windows CE

Codecs Disponibles

En las tablas 1 y 2 quedan reflejados los codecs disponibles para i.MX31 y i.MX27, tanto para Linux como para Windows CE

Conclusión

Freescale con la familia de procesadores i.MX y el soporte que ofrece por medio de los Board Support Packages (BSP) para las placas de desarrollo, tanto para Windows CE como para Linux, y los codecs multimedia, facilita la integración de funciones de procesamiento de audio

video en todo tipo de aplicaciones donde el interface hombre-máquina necesite de prestaciones avanzadas de visualización. Cualquier aplicación industrial que incluya visualización gráfica puede ser abordada con esta familia de procesadores, además de aplicaciones portátiles como reproductores multimedia o navegadores GPS.

Información Adicional

Para obtener más información de las soluciones multimedia de Freescale, puede consultar el siguiente link: www.freescale.com/imx

| The portfolio of codecs and parsers for the Linux i.MX31 platform includes: | The portfolio of codecs and parsers for the Windows Embedded CE i.MX31 platform includes: |
|---|---|
| Video Codecs | Video Codecs |
| H.264 BP Decoder | H.264 BP Decoder |
| MPEG-2 MP Decoder | MPEG-2 MP Decoder |
| MPEG-4 SP/H.263 Decoder | MPEG-4 SP/H.263 Decoder |
| MPEG-4 SP/H.263 Encoder (Hardware Codec) | MPEG-4 SP/H.263 Encoder (Hardware Codec) |
| WMV9 SP/MP Decoder | WMV9 SP/MP Decoder |
| Audio Codecs | Audio Codecs |
| AAC LC Decoder | AAC LC Decoder |
| Enhanced aacPlus Decoder | Enhanced aacPlus Decoder |
| MP3 Decoder | MP3 Decoder |
| MP3 Encoder | MP3 Encoder |
| SBC Encoder | SBC Encoder |
| WMA10 Decoder | WMA10 Decoder |
| WMA10 Lossless Decoder | WMA10 Lossless Decoder |
| WMA10 Pro Decoder | WMA10 Pro Decoder |
| WMA8 Encoder | WMA8 Encoder |
| Image Codecs | Image Codecs |
| BMP Decoder | BMP Decoder |
| GIF Decoder | GIF Decoder |
| JPEG Decoder | JPEG Decoder |
| JPEG Encoder | JPEG Encoder |
| PNG Decoder | PNG Decoder |
| Parsers | Parsers |
| ASF (WMA + WMV) | ASF Demuxer (WMA + WMV) |
| AVI Demuxer (H.264/MPEG-4 + MP3) | M4A Demuxer (MPEG-4 audio) |
| M2V Demuxer (MPEG-2 video) | M4V Demuxer (MPEG-4 video) |
| M4A Demuxer (MPEG-4 audio) | MP4 Demuxer (H.264/MPEG-4 + AAC/MP3) |
| M4V Demuxer (MPEG-4 video) | |
| MP4 Demuxer (H.264/MPEG-4 + AAC/MP3) | |

| The portfolio of codecs and parsers for the Linux i.MX27 platform includes: | The portfolio of codecs for the Windows Embedded CE i.MX27 platform includes: |
|---|---|
| Hardware-Accelerated Video Codecs | Hardware-Accelerated Video Codecs |
| H.264 BP Decoder | H.264 BP Decoder |
| H.264 BP Encoder | H.264 BP Encoder |
| MPEG-4 SP/H.263 P3 Decoder | MPEG-4 SP/H.263 P3 Decoder |
| MPEG-4 SP/H.263 P3 Encoder | MPEG-4 SP/H.263 P3 Encoder |
| Parsers | Parsers |
| AVI Demuxer (H.264/MPEG-4 + MP3) | M4A Demuxer (MPEG-4 audio) |
| M4A Demuxer (MPEG-4 audio) | M4V Demuxer (MPEG-4 video) |
| M4V Demuxer (MPEG-4 video) | MP4 Demuxer (H.264/MPEG-4 + AAC/MP3) |
| MP4 Demuxer (H.264/MPEG-4 + AAC/MP3) | |