

DirectFB のデジタルテレビ用SoC への適用



(株)ルネサスソリューションズ
システムビジネス本部 システム推進部
部長 宗像尚郎 (munakata.hisao@renesas.com)

DirectFB とは？

DirectFBは、Linux Frame Buffer Device上に実装されるグラフィックス API

- Input DeviceやWindow Systemも提供されている
- Linux版のDirectDrawと言える
- <http://www.directfb.org/>

デジタルTV に DirectFB を適用するための拡張を行った

- 日本の放送仕様 (ARIB) が定めるサーフェース構造対応
- デジタルテレビで必要な YUV 入力フォーマット対応
- SoC に内蔵される加速描画機能 (blitter など) の活用

DirectFBのゴール

- 小さいフットプリント
- ハードウェア・アクセラレーションの最大限の活用
- 複数アルファ・ブレンド等の高度なグラフィックスAPI
- カーネル非改造
- libc以外のライブラリ非依存
- MHP (欧州の放送規格)への対応
- 本体は LGPL ライセンス
- カスタムドライバーを独自ライセンスで組合せ可能

DirectFBがサポートする機能

■ Graphics

- Rectangle Filling/Drawing
- Triangle Filling/Drawing
- Line Drawing
- Blit
- Alpha Blending (texture alpha, alpha modulation)
- Porter/Duff
- Colorizing
- Source Color Keying
- Destination Color Keying
- Integrated Window System
- 一部のOpenGL API (Mesa)

DirectFBがサポートするデバイス

DirectFB 0.9.21現在

■ Graphics Drivers

- Matrox Mystique/Millennium, G100, G200, G400/450, G550
- Via CLE266
- ATI Mach64/Rage Pro series
- ATI Rage 128
- ATI Radeon
- 3dfx Voodoo3/4/5/Banshee
- igs CyberPro 5xxx
- S3 Savage 3/4 series
- NeoMagic 220/2230/2360/2380
- nVidia TNT/GeForce series
- SiS 315
- Intel i810
- NSC Geode

■ Input Drivers

- Standard Keyboards
- Serial and PS/2 mice
- joysticks
- Linux Input Layer Devices
- 赤外線リモコン(lirc)
- iPAQタッチ・スクリーン
- ucb 1x00タッチ・スクリーン
- Microtechタッチ・スクリーン
- Sony PI Jogdial

ESEC 2006 CE Linux Forum テクニカルプレゼンテーション

対応メディア・フォーマット

■ 静止画像

- JPEG (libjpeg)
- PNG (libpng2)
- GIF
- Imlib2で対応可能な画像

■ フォント

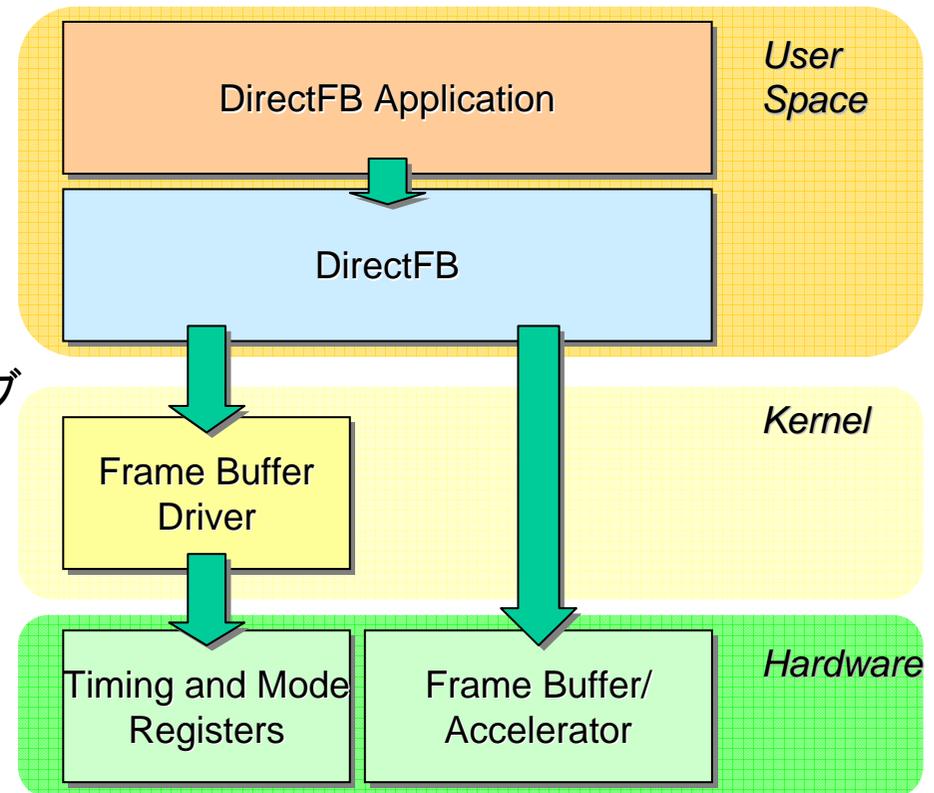
- DirectFB bitmap font
- TrueType (FreeType2)

■ 動画画像

- mpeg1/2 (libmpeg3)
- AVI (avifile)
- MOV (OpenQuicktime)
- Macromedia Flash (libflash)
- video4linux

DirectFBのアーキテクチャ

- DirectFBは、Frame Buffer Device上 (/dev/fb)で動作し、ハードウェアの acceleration機能などを有効に活用 (VESAフレーム・バッファでも動作)
- 実際にDirectFBが/dev/fbを通して行うのは:
 - ビデオ・モードの設定
 - フレーム・バッファのメモリ・マッピング
 - ビュー・ポートの変更
- DirectFB ではハードウェアの機能を最大限利用する時は /dev/fb ではなくメモリ・マップされたI/Oポートなどを利用する事もできる



DirectFB対応の上位APIなど

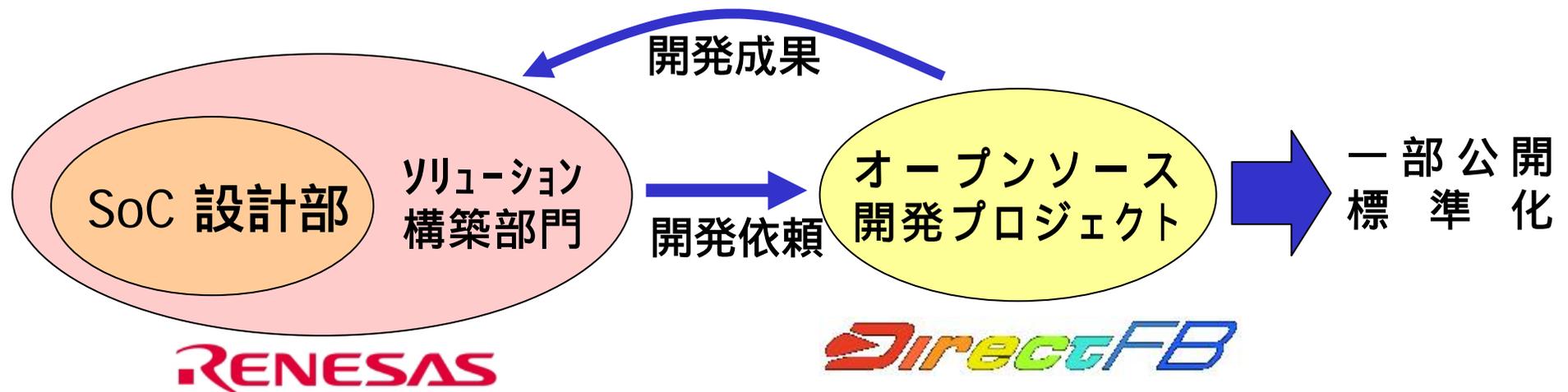
- XDirectFB
 - DirectFBを利用したXサーバ
- DirectFBGL
 - DirectFBのOpenGL拡張
 - Mesa/DRIを使用
- GTK+
 - DirectFB対応のGTK+
- DFB++
 - DirectFBのC++インタフェース
- DFBTerm
 - DirectFBで動作するターミナル
- DFBSee
 - DirectFBで動作する動画再生アプリケーション
- DFBPoint
 - DirectFBで動作するプレゼンテーション・アプリケーション
- MythTV
 - DirectFBでも動作するPVR
- Qt on DirectFB
 - DirectFBで動作するQt
- SDL (Simple Directmedia Layer)
 - ゲーム開発者向け
 - DirectFB上で動作するバージョン

Fusion Sound

- DirectFBとFusion IPCと呼ばれる同期専用カーネルAPIを通して動作するオーディオ・サブシステム
- Fusion IPCを使用することで、粒度の細かい同期を行えることが特徴
 - Fusion IPC については、ドキュメントが無いソース・コード・レベルでの解析が必要

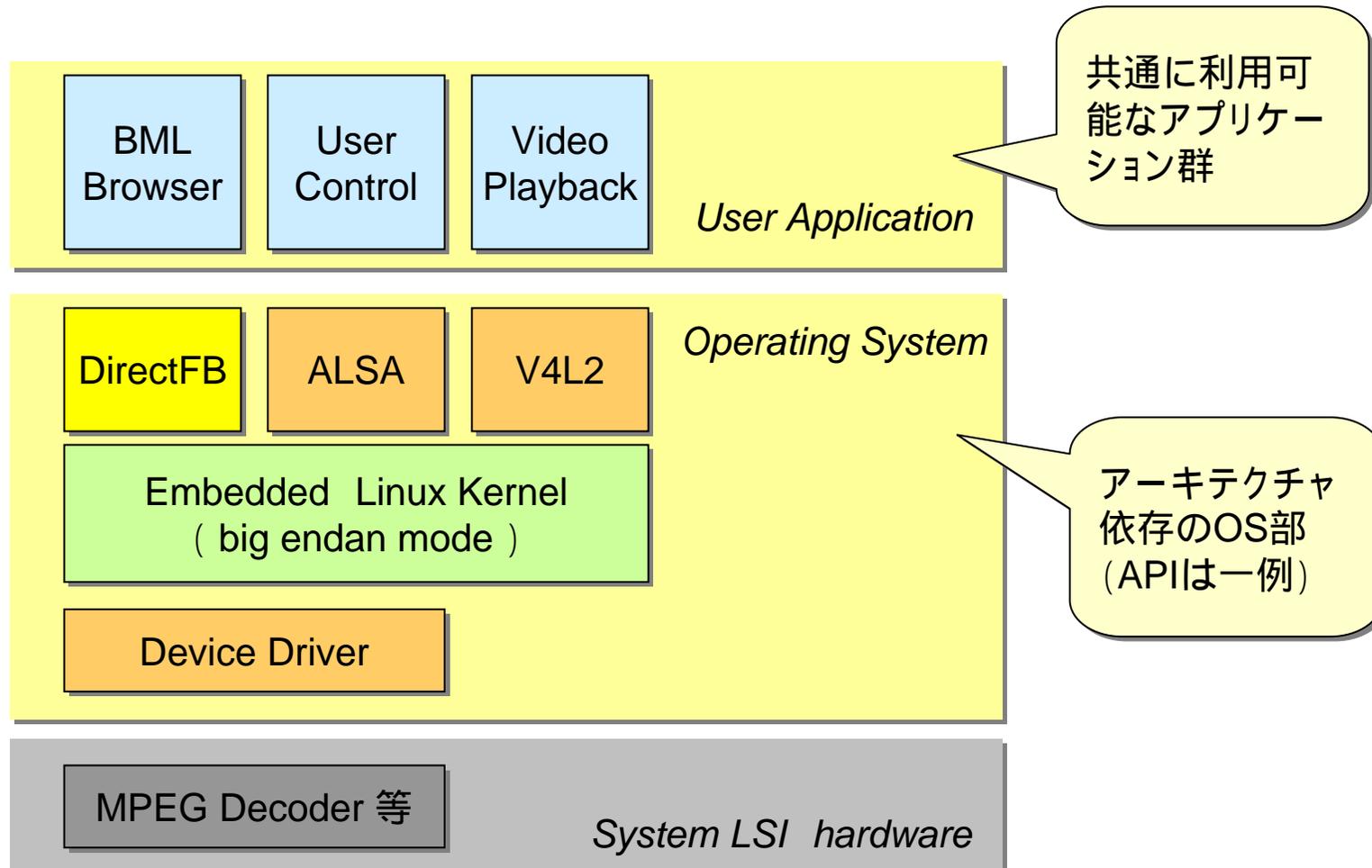
“OSS開発コミュニティの技術”を基に拡張実装

- Renesas は DTV用 SoC の標準ソフトを Linux 上に構築中
- 2D グラフィックス表示のフレームワークにオープンソースのインプリメンテーションの“DirectFB テクノロジー”を採用
- Renesas は DirectFB 開発プロジェクトに有償で開発を依頼
- 完成した成果の一部を オープンソースとして公開予定
(本来 GPL 適用部分ではないので、公開必須ではないが
API 仕様が事実上の世界標準となるという期待を込めて.....)



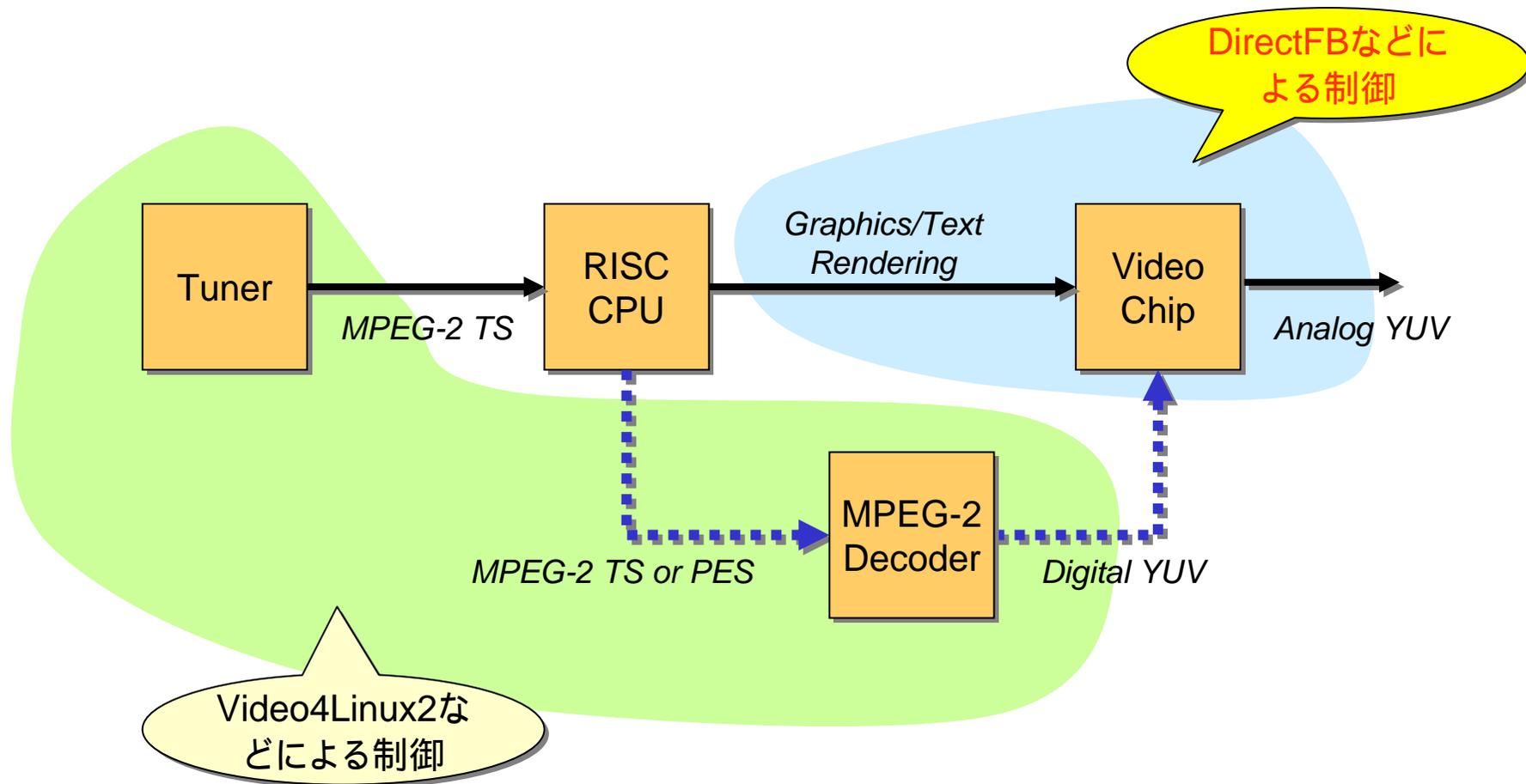
ESEC 2006 CE Linux Forum テクニカルプレゼンテーション

デジタルテレビアーキテクチャ (Software 構成)

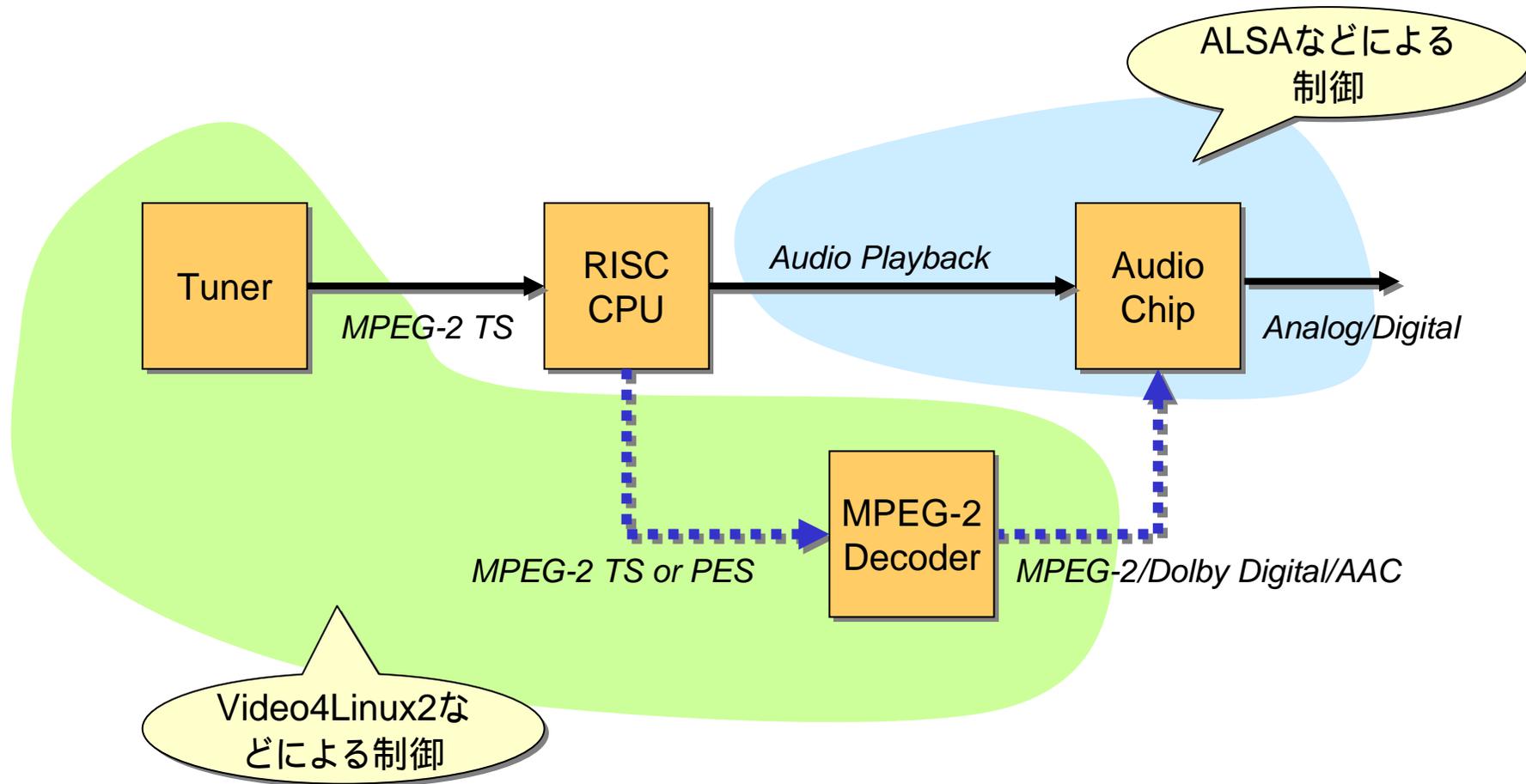


ESEC 2006 CE Linux Forum テクニカルプレゼンテーション

デジタルテレビ制御用 API (Video 制御)



デジタルテレビ制御用 API (Audio 制御)



デジタルテレビ要求機能の拡張実装

- DirectFBで欠落していた機能
 - YUVAカラーによる色設定
 - 動画面・静止画面を切替るためのリージョン指定
 - 日本語 FONT セットの取り扱い

- ALSAで欠落している機能
 - AACなどのデコード・サポート

ハードウェアの課題

■ 複数プレーン

- 1920 x 1080 x 24bpp x 1 ~ 2プレーン
(Video, Still-Image)
 - HD Decoderが、任意のビットマップを表示する機能を持てば1プレーンあれば良い
- 960 x 540 x 24bpp x 1 ~ 3プレーン (OSD, BML, CC)
 - ウィンドウ機能を持てば、1プレーンでも対応可能

■ ビデオ入力

- 1080i@60fps、Digital YUVを受けられるビデオ・ポート
- スケーリング機能
- クリッピング機能(optional)

今回行った ARIB対応のためのDirectFBのAPI 拡張

- IDirectFBSurface::SetColorYUVA()
 - YUVAで色指定をするためのAPI
オリジナルの DirectFB は ARGB と CLUT8 のみに対応
- IDirectFBFont::FindEncoding()
- IDirectFBFont::SetEncoding()
 - フォント・エンジンでサポートしている文字コーディングの検索と設定。オリジナルの DirectFB では UTF-8 固定
- IDirectFBDisplayLayer::SetClipRegions()
 - ARIBが規定している動静切替マスクの設定。この機能をサポートしている場合、レイヤのケーパビリティに DLCAPS_CLIPREGIONS が設定される

DirectFB ベンチマーク (1/3)

- Renesas DTV SoC上にDirectFBを移植
 - 前述DTV向けの拡張を実装
 - H/Wアクセラレーション機能を最大限有効化
- DirectFB標準添付ベンチマークプログラム(df_dok)を使って評価
 - 複数環境において実行
 - グラフィックスH/Wアクセラレーションの利用あり / なし
 - MPEGビデオストリーム画像の合成あり / なし

文字描画系	ビデオ合成あり		ビデオ合成なし		
	H/W Accel.無効	H/W Accel.有効	H/W Accel.無効	H/W Accel.有効	
Anti-aliased Text	14.030	114.512	17.868	126.651	KChars/sec
Anti-aliased Text (blend)	4.935	120.958	5.579	125.498	KChars/sec

DirectFB ベンチマーク (2/3)

図形描画系	ビデオ合成あり		ビデオ合成なし		
	H/W Accel.無効	H/W Accel.有効	H/W Accel.無効	H/W Accel.有効	
Fill Rectangle	6.659	75.437	7.528	95.110	MPixel/sec
Fill Rectangle (blend)	1.108	56.766	1.223	83.531	MPixel/sec
Fill Rectangles[10]	5.453	71.445	7.625	95.098	MPixel/sec
Fill Rectangles[10] (blend)	1.051	57.019	1.226	83.531	MPixel/sec
Fill Triangles	4.619	22.368	6.267	23.483	MPixel/sec
Fill Triangles (blend)	1.043	22.798	1.180	23.328	MPixel/sec
Draw Rectangle	0.428	11.206	0.446	11.680	KRects/sec
Draw Rectangle (blend)	0.214	8.119	0.244	9.405	KRects/sec
Fill Spans	5.083	14.510	7.069	21.259	MPixel/sec
Fill Spans (blend)	1.034	10.608	1.211	15.043	MPixel/sec

ESEC 2006 CE Linux Forum テクニカルプレゼンテーション

DirectFB ベンチマーク(3/3)

Blit系	ビデオ合成あり		ビデオ合成なし		
	H/W Accel.無効	H/W Accel.有効	H/W Accel.無効	H/W Accel.有効	
Blit	4.381	56.339	6.122	81.991	MPixel/sec
Blit colorkeyed	5.361	56.324	6.616	66.105	MPixel/sec
Blit with format conversion	Not impl.	61.014	Not impl.	82.014	MPixel/sec
Blit with colorizing	1.731	42.700	1.988	66.272	MPixel/sec
Blit from 32bit (blend)	0.752	42.325	0.852	66.133	MPixel/sec
Blit from 32bit (blend) with colorizing	0.661	41.904	0.741	66.266	MPixel/sec
Stretch Blit	4.871	64.754	6.894	75.597	MPixel/sec
Stretch Blit colorkeyed	6.277	51.156	7.201	63.822	MPixel/sec

まとめ

- PC Linux 上で開発されている Open Source の Graphics API である DirectFB の仕様、対応 API 等を検討した
- DirectFB を組み込み機器に実装するための移植を行った SoC 内蔵の非PC用のグラフィックスエンジンに対応する為カスタムの加速描画ドライバーの開発を DirectFB 開発コミュニティ に有償で委託した
- 国内デジタルテレビ規格 ARIB の要求仕様に適合させる為標準の DirectFB で不足していた機能、仕様を拡張実装したこの拡張部分は次バージョン DirectFB に反映していく予定
- 実際に デジタルTV用 SoC 上で DirectFB の加速描画機構を利用することにより、当初の目標描画性能を達成した