

レグザタブレットAT300の メディア機能を支える高画質・高音質化技術

High-Quality Audio and Visual Technologies of REGZA Tablet™ AT300

今村 晃 長田 将高 森 弘史

■ IMAMURA Akira ■ OSADA Masataka ■ MORI Hirofumi

近年、屋内外の通信環境が高速化し、リビングはもとより外出先から寝室までどこでも電子書籍や映像コンテンツを視聴したいというニーズが高まっている。

東芝は、このようなユーザーの要望に応えるため、高画質化技術及び高音質化技術を搭載したキーボードレスのスレート型Android™(注1)搭載タブレットであるレグザタブレットAT300を開発した。画質面では、レゾリューションプラスとアダプティブディスプレイを搭載することで、鮮明で臨場感ある映像を視聴できるようになった。また音質面でも、オーディオエンハンサやノイズイコライザを搭載することで、小型スピーカでもより原音に近く、聞き取りやすい音質を実現した。

Toshiba has developed the REGZA Tablet AT300, a hardware keyboard-free slate tablet powered by Android™ that allows users to enjoy e-books, movies, and other contents in both indoor and outdoor settings. To fulfill various users' requirements, we have developed the following audio and visual enhancement technologies: "Resolution+" video enhancement technology and an adaptive display technology to deliver a clearer and sharper viewing experience, and an audio enhancer technology as well as a noise equalizer technology to improve the clarity and quality of voices and music and maximize the capabilities of compact stereo speakers.

1 まえがき

レグザタブレットAT300(図1)は、モバイルプラットフォームであるAndroid™、グラフィック処理性能に優れたプロセッサNVIDIA®(注2) Tegra™(注3) 2、及び広視野角で高精細の10.1型LED(発光ダイオード)バックライトLCD(液晶ディスプレイ)を搭載したキーボードレスのスレート型タブレット端末である。

近年、屋内外の通信環境の高速化が進行したことに伴い、どこでも電子書籍や映像コンテンツを視聴したいという個人ユーザーのニーズが高まっている。また、電子書籍を手軽に読める様々な端末が商品化されたことで、米国を中心に電子書籍市場が大きく広がっている。

東芝は、このようなニーズに対応するため、液晶テレビ“レグザ(REGZA)”や、ブルーレイディスク(注4)レコーダー“レグザブルーレイ”，AVノートPC(パソコン)“Qosmio™”，スマートフォン“レグザフォン”などで長年培ったノウハウや技術を生かしてAT300を商品化した。ここでは、AT300のメディア機能を支える、当社のタブレット向け高画質・高音質化技術について述べる。

(注1) Androidは、Google Inc.の商標又は登録商標。
(注2)、(注3) NVIDIA, Tegraは、米国及びその他の国におけるNVIDIA Corporationの商標又は登録商標。
(注4) Blu-ray Disc™(ブルーレイディスク)、Blu-ray™(ブルーレイ)は、ブルーレイディスクアソシエーションの商標。



図1. レグザタブレットAT300 — Android™, NVIDIA®Tegra™ 2, 及び10.1型LCDを搭載し、キーボードではなくタッチパネルで直感的に操作できる。

REGZA Tablet AT300

2 AT300の概要

AT300は、静電タッチパネル付き10.1型LCDを搭載し、HDMI®(注5)出力端子、USB(Universal Serial Bus)2.0端子、USB2.0(Mini-B)端子、SDXCメモ리카ード対応ブリッジメディアスロットなど豊富なインタフェースを備えている(表1)。これに加え、ノートPCと同じくスピーディな充電を実現する充

(注5) HDMIは、HDMI Licensing, LLCの商標。

表1. レグザタブレットAT300の基本仕様
Basic specifications of REGZA Tablet AT300

項目	仕様
プラットフォーム	Android™ 3.1
プロセッサ	NVIDIA® Tegra™ 2 動作周波数 1.0 GHz
画面	タッチパネル付き 10.1型 WXGA TFTカラー LCD (広視野角/省電力LEDバックライト)
記憶容量/メモリ	16 Gバイト フラッシュメモリ/1 Gバイト
Webカメラ	本体前面(有効画素数 約200万画素) × 1 本体背面(有効画素数 約500万画素) × 1
外形寸法(突起部含まず)	約177(幅) × 273(奥行き) × 15.8(高さ) mm
質量	約765 g
駆動時間	最大約7時間(連続動画再生時間)
通信	無線LAN (IEEE 802.11b/g/n準拠), Bluetooth®(注6) 搭載
インタフェース	HDMI® 出力端子, USB2.0コネクタ, miniUSBコネクタ, ブリッジメディアスロット(SDカード, SDXCカード他), マイク入力/ヘッドホン出力共通端子

WXGA: 1,280 × 800画素 TFT: 薄膜トランジスタ
IEEE: 米国電気電子技術者協会

電システムと、手軽に交換できるパック式バッテリーを備えている。また、グリップ感に優れた背面ラバー仕上げにより、手に持っても滑りにくい構造で、使いやすくなっている。

AT300は、標準搭載の“レグザAppsコネクト”により、レグザやレグザブルーレイと連携でき、無線のタッチリモコンとしてレグザやレグザブルーレイを直感的に操作することができる。また、標準サイズのHDMI®端子の搭載により、インターネット動画や書籍コンテンツをレグザに映し出すことができる。

3 タブレット向け高画質化技術

当社は、これまでにレグザで培った様々な高画質化技術をQosmioやレグザフォンなどの製品に展開してきた。これらの高画質化技術は、各製品の視聴環境や、プラットフォーム、アプリケーションなど様々な要因を考慮し、製品ごとに最適化している。

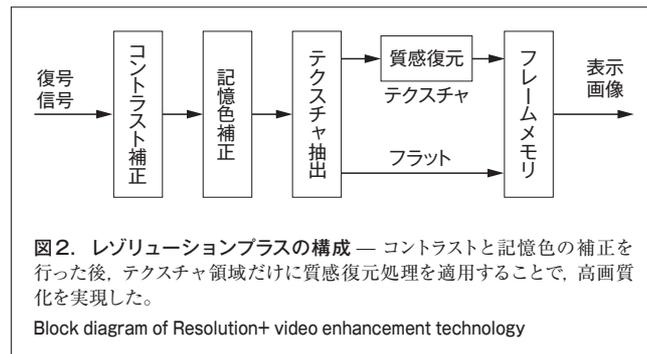
ノートPCとスマートフォンの中に位置するタブレット端末は、YouTube™(注7)ビデオに代表されるネットコンテンツを、スマートフォンのように様々な使用環境で視聴することが想定される。そこでAT300には、屋外などでも快適に高画質の映像を視聴できるレゾリューションプラスと、LCDの輝度や画面の色を周囲の環境に合わせて自動調整するアダプティブディスプレイを搭載した。

3.1 レゾリューションプラス

ネットコンテンツは、解像度や、ビットレート、撮影環境など、想定される映像品質が多岐にわたるが、一般的に、投稿されたネットコンテンツは色合いやコントラスト感が乏しい。また、

(注6) Bluetoothワードマーク及びロゴは、Bluetooth SIG, Inc.の登録商標。

(注7) YouTubeは、Google Inc.の商標又は登録商標。



AT300のパネル解像度よりも低解像度のネットコンテンツが依然として多く存在する。このようなネットコンテンツをフルスクリーン表示でも高画質で視聴するための機能がレゾリューションプラスである。レゾリューションプラスは、以下の三つの高画質化処理で構成される(図2)。

- (1) コントラスト補正
- (2) 記憶色補正
- (3) 質感復元

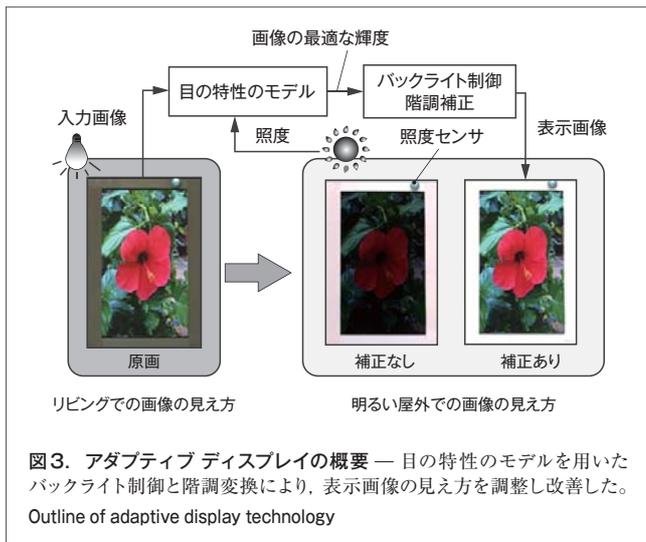
ここで、記憶色とは人が記憶している色味のこと、本来の色味よりも彩度が高くなるのが一般的に知られており、新緑の森、晴天時の空や海、肌の色味などで効果が大きい。レゾリューションプラスでは、まず、記憶色とコントラストの補正により、色鮮やかでめりはりのある映像を生成する。次に、コンテンツ解像度がパネル解像度よりも低い場合、アップスケーラによって拡大する。しかし一般的なフィルタリングによる拡大処理では、表示映像にぼけが生じてしまう。そこでAT300では、ネットコンテンツが本来持つ質感を再現するように質感復元を行っている。具体的には、映像信号の振幅情報に基づき映像をテクスチャ領域とフラット領域に分類し、テクスチャ領域内の画素だけに質感復元を行うことで、フラット領域に潜む微小ノイズを回避し、映像が持つ本来の質感だけを適切に復元できる。

これらの高画質化処理は、全てTegra™ 2上のソフトウェア処理で実施している。Tegra™ 2は、内部にARM Cortex™(注8)-A9 デュアルコアを実装している。当社は、(1)から(3)の高画質化処理についてマルチコアに適したマルチスレッド化を行い、Tegra™ 2が持つパフォーマンスを最大限に引き出した高画質化処理を実施した。

3.2 アダプティブディスプレイ

ノートPCよりも更に薄くて軽いタブレット端末は、スマートフォンに迫るモビリティがあり、その利用環境は屋内だけでなくどまらず、明るい屋外も想定される。そこで当社は、照度センサを用いて、視聴環境の明るさによらずLCD画面を見やすく表示するアダプティブディスプレイを開発した(図3)。

(注8) Cortexは、英国ARM社の商標。



周囲の明るさによる画面の見やすさの変化は、人の視覚特性とLCDの特性に起因する。視聴環境に応じた色の見え方モデルは、国際照明委員会 (CIE) によるCIECM02 (CIE Color Appearance Model 02)⁽¹⁾などが知られている。ところが、人の光受容細胞には、比較的明るい環境 ($10^{-1} \sim 10^8 \text{ cd/m}^2$) で応答するすい体と、暗い環境 ($10^{-6} \sim 10^2 \text{ cd/m}^2$) で応答するかん体が存在するが、CIECM02はすい体応答だけを考慮しており、暗環境下での推定精度に課題がある。

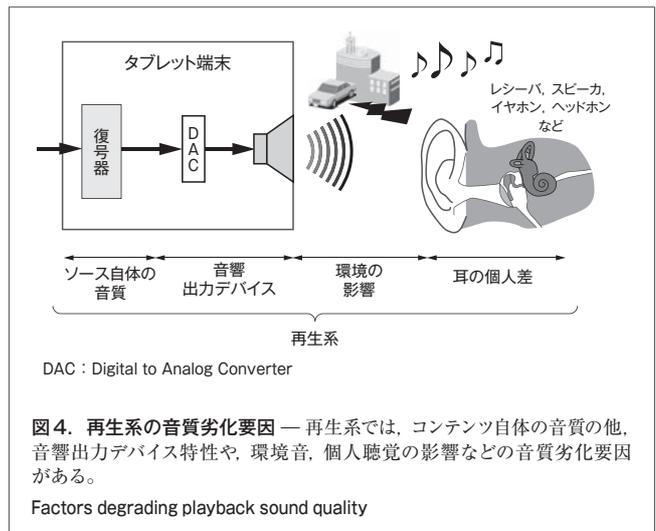
AT300では、環境照度 E (lx) のもとで、LCDに表示される輝度 I (cd/m^2) に対する光受容細胞の応答特性 $R(I, E)$ を、すい体応答 $R_{\text{rod}}(I, E)$ だけでなく、かん体応答 $R_{\text{cone}}(I, E)$ も加えた式(1)から推定している⁽²⁾。

$$R(I, E) = \frac{R_{\text{rod}}(I, E) + R_{\text{cone}}(I, E)}{S_{\text{rod}}(E) + S_{\text{cone}}(E)} \quad (1)$$

ここで、 $S_{\text{rod}}(E)$ はすい体の、 $S_{\text{cone}}(E)$ はかん体の飽和関数をそれぞれ示している。これにより、両光受容細胞が応答する $10^{-1} \sim 10^2 \text{ cd/m}^2$ においても、精度良く目の特性モデルを構築できる。アダプティブディスプレイでは、式(1)に基づき、 E が変化してもユーザーがLCDに表示される映像を常に等しく知覚できるよう、バックライト制御と階調補正を用いて映像信号の I を制御している。

4 タブレット向け高音質化技術

タブレット端末は、動画再生や音楽再生だけでなく、電子書籍の音声読上げなど様々なマルチメディア機能を備えている。マルチメディア機能が充実することで、ユーザーは手軽に様々なコンテンツを利用できるようになったが、タブレット端末で再生された音がユーザーの耳に届くまでには様々な音質劣化の要因がある。その主な要因としては、ソース自体の品質、



タブレット端末自体の薄型化が進むことによるスピーカ再生性能の低下、周囲雑音による影響、更には個人の耳の特性の影響などが挙げられる(図4)。

当社はこれらの劣化要因を体系的に改善することで、快適なマルチメディア視聴を実現することを目指している。AT300では、ソース自体の音質改善としてSRS社のオーディオ技術の導入を図るとともに、音響出力デバイスや環境の影響を改善する当社独自の技術を搭載することで、より明瞭で聞き取りやすい音を実現した。SRS社と当社の技術は音質劣化の改善点が異なるので、両者を併用することでより良い効果を得ることができる。

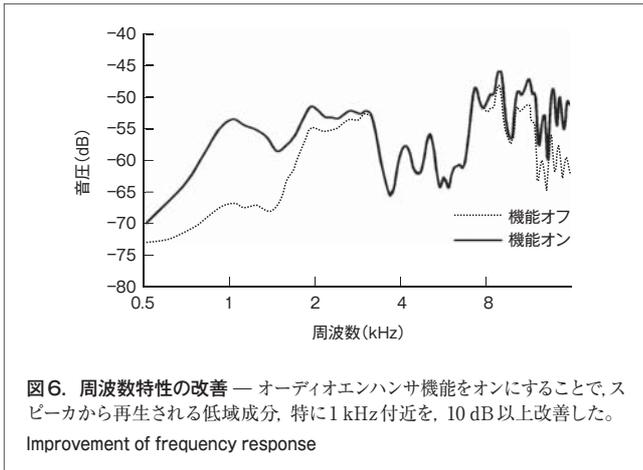
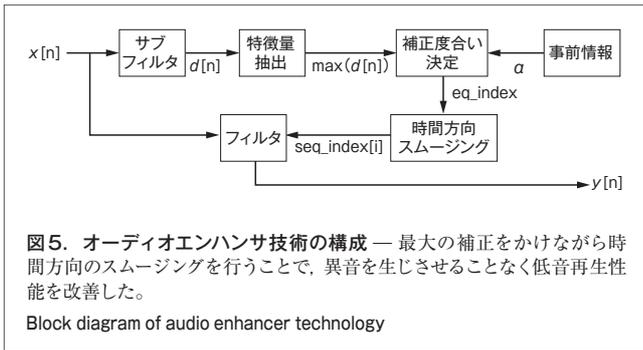
そこで当社は、タブレット端末での快適な音楽再生環境を実現する技術として、スピーカの音質を向上するオーディオエンハンサ、及び騒音の中でも聞き取りやすい音質に自動調整するノイズイコライザを搭載した。

4.1 オーディオエンハンサ

タブレット端末のような薄型デバイスでは、スピーカ自体も小型であることが望まれ、更にスピーカ容量も十分に確保できないことから、音質が低下傾向にあるという課題がある。特に低域成分はその傾向が顕著であり改善が望まれている。

この対策としては、デジタルイコライザによって事前にスピーカの劣化帯域の信号成分を増幅させるという手法が一般的である。しかし、低域にはソース音源のパワーが集中しており、安易に増幅を行うとデジタルサチュレーションによる異音が発生する可能性がある。そこで当社は、図5に示す構成のオーディオエンハンサを開発し、低音再生性能の改善と異音発生という二律背反の課題を解決した。

まず、ソース信号 $x[n]$ ($n=1, 2, 3, \dots, N$) を最初にサブフィルタ処理した後、特徴量として $\max(d[n])$ を抽出する。次に、補正度合い決定処理により、この特徴量と回帰分析による事前情報に基づいて、デジタルサチュレーションを発生させない



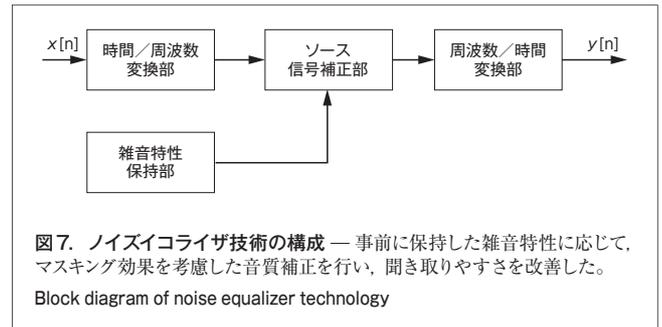
最大の補正度合いを決定する。更に、隣接するフレームごとに補正度合いが大きく異なると不連続性による異音が発生する可能性があるため、時間方向のスムージング処理を行う。こうして決定されたパラメータを使って $x[n]$ に対してフィルタ処理を行うことで、デジタルサチュレーションによる異音を発生させることなく、常に最大の補正をかけることが可能になる。

AT300の周波数特性を測定した結果を図6に示す。この技術により500~1,500 Hzの低域再生性能が改善され、特に1,000 Hz付近では10 dB以上改善されていることがわかる。

4.2 ノイズイコライザ

タブレット端末でユーザーが視聴する環境は様々であり、周囲に雑音があって再生音が聞き取りにくいという場合も多い。そこで当社は、図7に示す構成のノイズイコライザ技術を開発し、再生音を環境雑音の中でも聞き取りやすい音質に変換することでユーザーの利便性向上を図っている。

まず、 $x[n]$ は時間/周波数変換処理によって周波数域の信号に変換される。続いてソース信号補正部で、事前に保持した雑音特性と周波数域の $x[n]$ を比べて、雑音によって聞こえにくくなる成分だけを増幅処理する。ここで方式の要として、マスキング効果と呼ばれる人の聴覚特性を利用する。マスキング効果とは、大きなレベルを持つ信号の近傍にある別の周波数成分の音が知覚されにくくなる現象を言う。これを利用して、雑音によるマスキングしきい値と $x[n]$ のパワーを周波数帯



域ごとに比較し、雑音に埋もれる成分だけを増幅することで、音量を増加させることなく明瞭度を改善できる。
これにより、最大音圧不足という小型スピーカならではの制約の下でも聞き取りやすい音質を実現することが可能になる。

5 あとがき

レガザで培った高画質化技術をタブレット端末向けに最適化し、音質面でも薄型スピーカ向け音質改善技術や、雑音下での聞き取りやすさを改善する技術を搭載することで、当社ならではの画質、高音質、使いやすさを兼ね備えたレガザタブレットAT300を商品化した。

今後も当社は、新しいタブレット市場をリードする魅力的な製品を提供し続けることで、更なる顧客価値を創出していく。

文献

- (1) Fairchild, M. D. Color Appearance Models. New York, Wiley, 2004, 408p.
- (2) 小曳 尚 他. 周囲の明るさによらずLCD画面を見やすく表示する視聴環境適応表示技術. 東芝レビュー. 65, 10, 2010, p.27-31.



今村 晃 IMAMURA Akira

デジタルプロダクツ&サービス社 商品統括部 タブレット商品部主務。タブレットPCのマーケティング及び商品企画に従事。IEEE会員。
Products Management Div.



長田 将高 OSADA Masataka

デジタルプロダクツ&サービス社 コアテクノロジーセンター モバイル技術開発部主務。タブレット向け高音質化技術及びソフトウェア技術の開発に従事。日本音響学会会員。
Core Technology Center



森 弘史 MORI Hirofumi

東芝アメリカ情報システム社 デジタルプロダクツ事業部 技術部シニアエンジニア。タブレット向け高画質化技術及びソフトウェア技術の開発に従事。電子情報通信学会会員。
Toshiba America Information Systems, Inc.