

顔検出技術を利用したPCの省電力機能 TOSHIBA Active Display Off

"TOSHIBA Active Display Off" Power-Saving Function for PCs Using Face Detection Technology

横田 龍平 入本 勇宇次 辻 和彦

■ YOKOTA Ryuhei

■ IRIMOTO Yuji

■ TSUJI Kazuhiko

近年のわが国の電力事情により、節電に対する意識が向上し、電子機器に対する省電力機能の要求が高まっている。

東芝は、この要求に応じて、パソコン(PC)の省電力機能“TOSHIBA Active Display Off”を開発し、23型の液晶一体型AVPC dynabook™ REGZA PC D732シリーズを皮切りに国内向けPCへの搭載を開始した。TOSHIBA Active Display Offは、Webカメラによりユーザーの顔を検出してPCの使用状況を判断し、PCが使われていないときには画面をオフにするものである。当社は独自のアルゴリズムを開発し、また顔検出処理の種々のパラメータを調整することで、顔検出性能と消費電力の最適化を図った。これにより、PC操作の利便性を損なうことなく、標準的な省電力機能に比べて2倍以上の節電効果を実現した。

Attention is being increasingly focused on power-saving functions for electronic products due to the implementation of electricity conservation measures as a result of the recent shortage of power supply capacity in Japan.

Toshiba has developed "TOSHIBA Active Display Off" as a power-saving function for PCs, and has been supplying PCs incorporating this function to the Japanese market starting with a 23-inch dynabook™ REGZA PC series. TOSHIBA Active Display Off judges whether the PC is being operated by detecting the user's face using the Web camera, and automatically turns the display off when the PC is not in operation. We have optimized the face-detection ability and power-saving capability of this system by applying our proprietary algorithm and adjustment parameters for face detection, and confirmed that more than double the power-saving capability is obtained compared with conventional power-saving functions, without any decrease in usability.

1 まえがき

近年のわが国の電力事情により、節電に対する意識が向上し、電子機器への省電力機能があいついで実用化されている。東芝は、電力ピークシフト機能を搭載したPCを2002年に商品化して以降、“TOSHIBA eco ユーティリティ”による二酸化炭素(CO₂)排出量の見える化など、PCの節電に取り組んできた。

今回当社は、Webカメラによる顔検出技術を利用したPCの省電力機能である“TOSHIBA Active Display Off”を開発し、dynabook REGZA PC D732シリーズを皮切りに国内向けPCへの搭載を開始した。

TOSHIBA Active Display Offは、Webカメラによる顔検出機能と独自のアルゴリズムを利用してユーザーのPC使用状況を判断し、PCが操作されていないときには積極的に画面をオフにすることで節電効果と利便性向上を実現するものである。更に、離席時のセキュリティロック忘れの防止や着席時の顔認証アプリケーションによるログオン機能との連携も可能にした。

ここでは、D732シリーズへ搭載したTOSHIBA Active Display Offの顔検出技術、低消費電力アルゴリズム、及びこれらにより実現した節電効果について述べる。



図1. dynabook REGZA PC D732シリーズ—23型フルHD(1,920×1,080画素)液晶ディスプレイを搭載した液晶一体型AVPCで、TVとPCの最新技術を凝縮した。

dynabook REGZA PC D732 series 23-inch full high-definition liquid crystal display audiovisual (full-HD LCD AV) PC

2 D732シリーズの節電技術

D732シリーズの外観を図1に、主な仕様を表1に示す。D732シリーズはデジタルハイビジョン液晶テレビ(TV)“レグザ(REGZA)”のデザインを踏襲した23型の大型液晶ディスプレ

表1. D732シリーズの主な仕様

Main specifications of D732 series

項目	D732/T9F 今すぐTV モデル	D732/T7F 3波チューナ モデル	D732/T6F シングルチューナモデル
OS	Windows®(注1) 7 Home Premium 64 ビット		
CPU	第3世代 インテル® Core™(注2) i7-3610QM プロセッサ 2.30 GHz		第3世代 インテル® Core™ i5-3210M プロセッサ 2.50 GHz
ディスプレイ	23型ワイド液晶 (16 : 9) フルHD Clear SuperView LED 液晶		
メモリ	8 Gバイト (4 Gバイト×2) PC3-12800/最大16 Gバイト		4 Gバイト (2 Gバイト×2) PC3-12800/最大16 Gバイト
HDD	2 T (テラ : 10 ¹²) バイト		
ドライブ	ブルーレイディスクドライブ (BDXL™(注3)対応)		DVDスーパーマルチドライブ
スピーカ	オンキヨー(株)製ステレオスピーカ		
サブウーファ	あり	なし	
TVチューナ	地上・BS (放送衛星)・110度CS (通信衛星) デジタル放送対応 ダブルTVチューナ		地上デジタル放送対応 TVチューナ
今すぐTV	あり	なし	
ACアダプタ	120 W (19 V 6.32 A)		
LED : 発光ダイオード	HDD : ハードディスクドライブ AC : 交流		

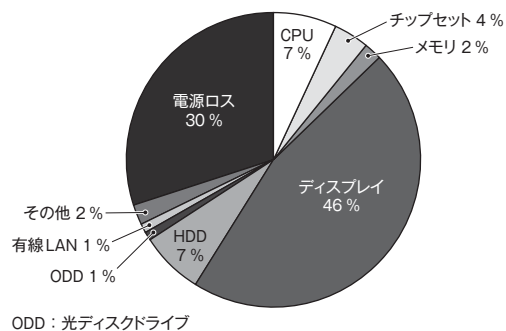


図2. D732シリーズのアイドル状態における消費電力の内訳 — アイドル状態における消費電力の約46%はディスプレイが占める。
Breakdown of power consumption of D732 series in idle state

いや、TVチューナ、大型スピーカ、大容量ストレージ、ブルーレイディスク(注4)ドライブなどを搭載した液晶一体型のAVPCである。

D732シリーズのアイドル状態における消費電力の内訳を図2に示す。消費電力の約46%をディスプレイが占めている。したがってPCを節電するには、使われていないときに画面をオフにすることが効果的であることがわかる。

一般的なOS(基本ソフトウェア)を例に、標準に設定されている省電力機能が動作するまでの時間を表2に示す。キーボードやマウスが一定時間操作されない場合に、各種の省電

(注1) Windowsは、Microsoft Corporationの米国及びその他の国における商標。
(注2) インテル、インテルCoreは、米国及びその他の国におけるIntel Corporation 又は子会社の登録商標又は商標。
(注3)、(注4) Blu-ray Disc™ (ブルーレイディスク)、Blu-ray™ (ブルーレイ)、BDXL™は、ブルーレイディスク アソシエーションの商標。

表2. 一般的なOSの省電力機能の例

Examples of power-saving functions of commonly distributed operating system

省電力機能	省電力機能が作動する時間	
	バッテリー動作時	ACアダプタ動作時
ディスプレイ輝度低下 (min)	2	5
ディスプレイオフ (min)	5	10
HDD モータオフ (min)	10	10
システムスタンバイ (min)	15	15

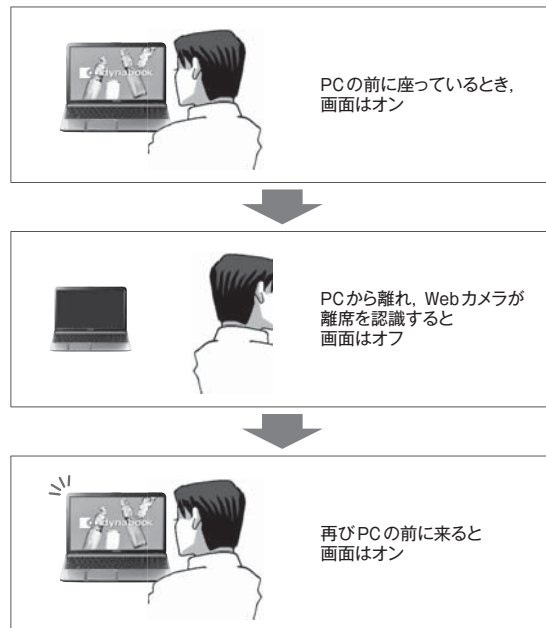


図3. TOSHIBA Active Display Offの基本機能 — ユーザーの顔を検出して、画面を自動的にオン/オフさせる。
Basic function of TOSHIBA Active Display Off

力機能が作動する。ただし時間による監視であるため、ドキュメントやメールを閲覧している途中で突然画面がオフし、慌ててマウスやキーボードを操作して消えた画面表示を戻すような煩わしさがある。

これに対し、TOSHIBA Active Display Offの基本機能を図3に示す。ユーザーがPCの前に座っているときは画面をオンの状態に保ち、ユーザーが離れたことを認識すると画面をオフする。ユーザーが再びPCの前に来ると、キーボードやマウスを操作することなく自動的に画面をオンする。この機能によりユーザーの利便性を損なうことなく省電力を実現できる。

3 TOSHIBA Active Display Offに採用した省電力技術

3.1 人感センサ

PC用の主な人感センサには、顔検出方式と赤外線方式が

表3. 顔検出方式と赤外線方式の比較

Comparison of two types of human detection technologies

項目	顔検出方式	赤外線方式
検出デバイス	Webカメラ	焦電型赤外線センサ
消費電力	-	○
検出感度	○	-
コスト	○	-

○:優れている -:劣る

ある。各々の方式の比較を表3に示す。

赤外線方式の利点は、消費電力が小さいことである。一方で、センサは人の動きを検知するため、PCの画面を凝視しているときには人がいないと判断して省電力機能が働くなど、人の検出感度が良くないという欠点がある。

顔検出方式の利点は、赤外線方式に比べて人の検出感度が良い点と、PCへ標準で搭載されているWebカメラを使用するためコストアップがない点である。一方、カメラで顔を検出するためにCPUなどが動作するので、消費電力が比較的大きいという欠点がある。TOSHIBA Active Display Offでは、顔検出方式の利点を生かすとともに低電力化を実現するため、独自のアルゴリズムを適用し、また、顔検出パラメータの最適化を行った。これらで採用した技術について、以下に述べる。

3.2 顔検出のアーキテクチャ

TOSHIBA Active Display Offのソフトウェアモジュール構成を図4に示す。全体の制御や設定画面などのUI(ユーザーインターフェース)を担うメイン部や、Webカメラを制御し画像をキャプチャするカメラ制御部、画像から顔を検出する顔検出エンジン、カメラ制御部と顔検出エンジンを併せて制御する顔検出処理部、ディスプレイの状態取得や画面のオン/オフ制御などを行うディスプレイ制御部、省電力機能の設定をPCに取り込む電源プラン取得部などから構成される。

3.3 画面オフのアルゴリズム

TOSHIBA Active Display Offの基本的なフローチャート

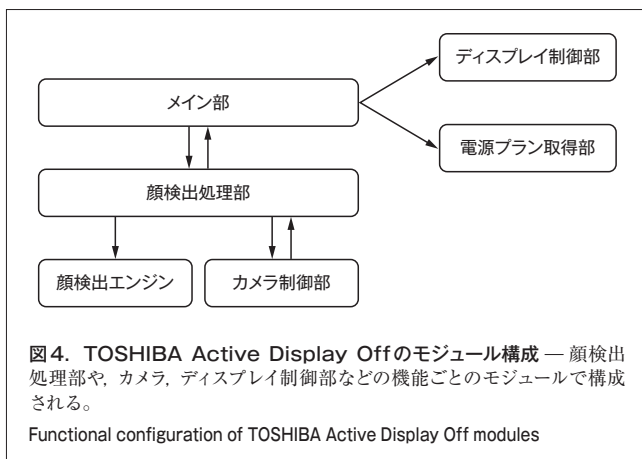


図4. TOSHIBA Active Display Offのモジュール構成 — 顔検出処理部や、カメラ、ディスプレイ制御部などの機能ごとのモジュールで構成される。

Functional configuration of TOSHIBA Active Display Off modules

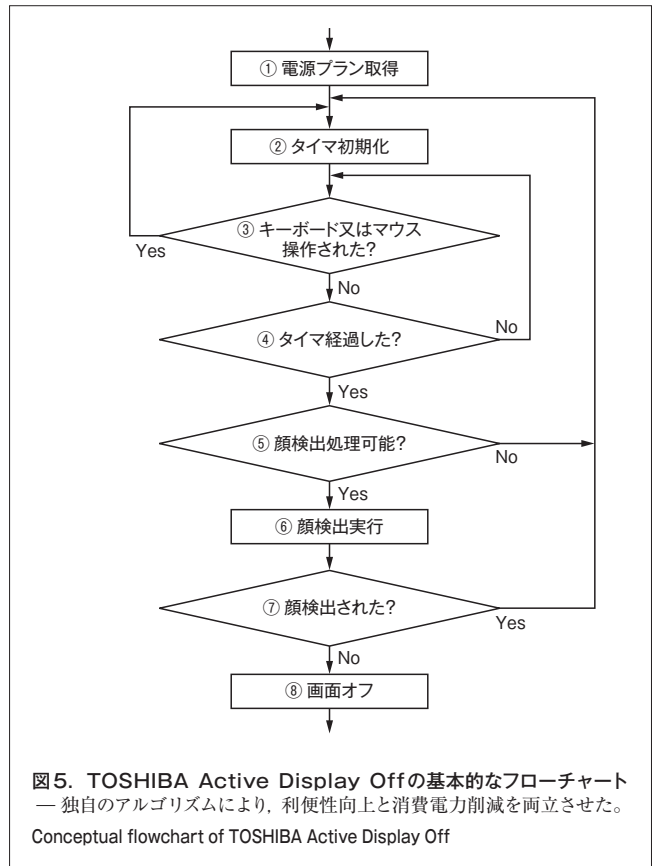


図5. TOSHIBA Active Display Offの基本的なフローチャート — 独自のアルゴリズムにより、利便性向上と消費電力削減を両立させた。 Conceptual flowchart of TOSHIBA Active Display Off

を図5に示す。

TOSHIBA Active Display Offが、顔検出処理を始めるまでのタイマ設定は、表2で示した電源プランにおいて、ディスプレイ輝度低下、画面オフ、及びシステムスタンバイのうちもっとも短い時間の1/2とした(①, ②)。この間、ユーザーのマウス操作とキーボード操作を監視し、PC使用中と判断した場合には、タイマを初期化する(③, ②)。

マウスとキーボードが操作されずにタイマ時間が経過すると、顔検出処理を禁止する次の条件をチェックする(④, ⑤)。

- (1) 動画コンテンツが再生中である
- (2) 外部モニタが接続されている
- (3) 他のアプリケーションがWebカメラを使用している

これらの操作が行われていないときには、顔検出処理を実行し、顔が未検出の場合に画面をオフにする(⑥, ⑦, ⑧)。

このアルゴリズムにより、システム状態、外部モニタ接続状態、及びユーザーのPC利用状態を判断し、適切なタイミングで顔検出を行うことを可能にした。また、顔検出処理を常時実行し続けてカメラが不要な電力を消費するのを防ぎ、更にカメラの動作を示すLED(発光ダイオード)が点滅してユーザーが煩わしさを感じるのを軽減している。

3.4 顔検出処理部パラメータの最適化

顔検出処理部のパラメータとその仕様を表4に示す。パラメータを最適化し、顔検出性能と節電効果をとともに実現した。

表4. 顔検出処理部のパラメータ

Parameters for face detection processing module

パラメータ	仕様	
CPU処理	逐次処理	
顔を検出可能な距離	1.5 m	
検出に使用する画像サイズ	QVGA	
顔検出の周期	画面オン時	電源プランに従う
	画面オフ時	2 s
顔を検出可能な角度	45°	

詳細について、以下に述べる。

- (1) CPU処理 TOSHIBA Active Display Offは省電力重視のため、複数のコアが同時に処理を行うことを避け、画像の取得から顔検出までを逐次処理で行う設計とした。これにより、並列処理で行う設計と比べてアプリケーションによる消費電力を約50%低減できた。
- (2) 顔検出可能な距離と画面解像度 顔検出可能な距離を長くするほど高画素の画像が必要になり、CPU処理での消費電力が増加する。D732シリーズでは、製品利用シーンに応じた設計とするため、TVやDVDなどAV視聴を想定した場合の距離を1.5 mと定め、顔検出処理に使用する画面解像度をQVGA (320×240画素)とした。画面解像度VGA (640×480画素)が必要になる距離2 mに比べて、消費電力を約50%低減できた。
- (3) 顔検出の周期 画面がオフしている間の顔検出は、検出処理を過度に繰り返して消費電力が増大するのを抑え、かつユーザーが席に戻った際に画面がすばやくオンするような利便性を考慮し、2 sの周期とした。これにより、検出を常時行う場合に比べて、消費電力を約35%低減できた。
- (4) 検出可能な角度 ユーザーが、Webカメラに対して下を向いたり、顔を傾けたり、回転させたりした場合でも、感度良く顔を検出して不必要に画面をオフするのを防止する必要がある。一方、検出可能な顔の角度が大きくなると、顔検出エンジンの負荷が増加する。利便性と消費電力の関係を考慮し、顔の傾きと回転は、約45°まで検出できるようにした。

これらの結果を踏まえ、D732シリーズにおける顔検出パラメータは、距離1.5 m、周期2 s、及び角度45°に設定した。

4 節電効果

TOSHIBA Active Display Offの動作における節電効果を検証するために、社内ユーザーのPC利用状況について調査を行った。対象は、主にビジネス用途でAC (交流) アダプタを接続してノートPCを活用しているユーザーとした。調査の

表5. TOSHIBA Active Display Offの節電効果

Power-saving capability of TOSHIBA Active Display Off

項目	画面常時オン	標準省電力設定	Toshiba Active Display Off
消費電力量 (Wh)	179	175	168
節電効果 (常時オンとの比較) (Wh)	—	4	11

* PCの使用時間4時間、画面オフ時間9%とした場合

結果、PCを1日使用した場合の平均的な画面オフ時間は、約9%という結果を得た。

PCの使用時間を1日4時間とした場合の、TOSHIBA Active Display Offの節電効果を表5に示す。TOSHIBA Active Display Off機能を有効にした場合は11 Whの節電効果があり、画面をオフにする省電力機能を無効にして常時オンさせた場合に比べて、約6%の消費電力低減を実現した。また、一般的な省電力機能で、ACアダプタを接続して動作しているときに10分間操作されなかったら画面をオフする設定とした場合に比べて、利便性を損なうことなく2倍以上の節電効果が得られた。

5 あとがき

PCに標準搭載されているWebカメラを利用した当社独自のPCの省電力機能 TOSHIBA Active Display Offを開発した。この機能に実装した技術と独自のアルゴリズムにより、利便性を損なうことなく、通常の使用状態に比べて約2倍の節電効果を実現した。

当社は、今後も利便性と節電効果の向上を追求して機能開発に取り組み、顧客価値を創出していく。



横田 龍平 YOKOTA Ryuhei

デジタルプロダクツ&サービス社 設計開発センター デジタルプロダクツ&サービス設計第二部主務。ノートPCの開発及び技術仕様の企画業務に従事。

Design & Development Center



入本 勇宇次 IRIMOTO Yuji

デジタルプロダクツ&サービス社 プラットフォーム&ソリューション開発センター プラットフォーム・ソリューション開発第五部。PCソフトウェア及びクラウドサービスの開発に従事。

Platform & Solution Development Center



辻 和彦 TSUJI Kazuhiko

デジタルプロダクツ&サービス社 設計開発センター デジタルプロダクツ&サービス設計第三部主務。PC省電力技術の開発に従事。

Design & Development Center