

本社研究開発部門は、東芝グループの経営方針である“創造的成長”の実現に向けて、新しい事業の種となるコア技術の研究開発と価値ある“モノ+こと”の創出に取り組んでいます。

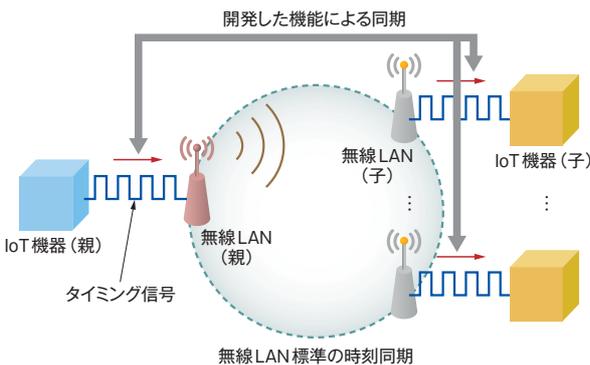
社会インフラ分野では、太陽光を効率よく吸収する多接合半導体と、ナノサイズの構造制御技術を適用した金ナノ触媒を用いることで、二酸化炭素を燃料の原料となる炭素化合物に効率1.5%で変換できる人工光合成技術を開発しました^(注)。電子デバイス分野では、自動車の安全運転支援向けに、夜間の歩行者検出性能の改善とカメラ1台による路上障害物検出を行う画像認識技術を開発し^(注)、車載向け画像認識LSI Visconti™4に搭載されました。ソフトウェア分野では、画像認識ソフトウェア開発において、独自の部品ライブラリを自動的に最適に組み合わせ、画像認識技術の専門家でなくとも効率的にソフトウェア開発ができるソフトウェアプラットフォームを開発しました。生産技術分野では、クリーンルーム環境下での多関節ロボットを活用した3.5型HDD（ハードディスクドライブ）製造ラインを開発し、品種変更への柔軟性を確保しながら組立ての完全自動化を実現しました。また新たな取組みとして、外界の実景を透過するとともに、目の方向へ投影像を反射する光学素子を開発し、これを用いてウェアラブルディスプレイ“東芝グラス”を開発しました^(注)。

(注) ハイライト編のp.15, 16, 25, 26, 29に関連記事掲載。

執行役常務 研究開発センター所長 齊藤 史郎

1 情報通信

● 無線LANによる高精度同期制御技術



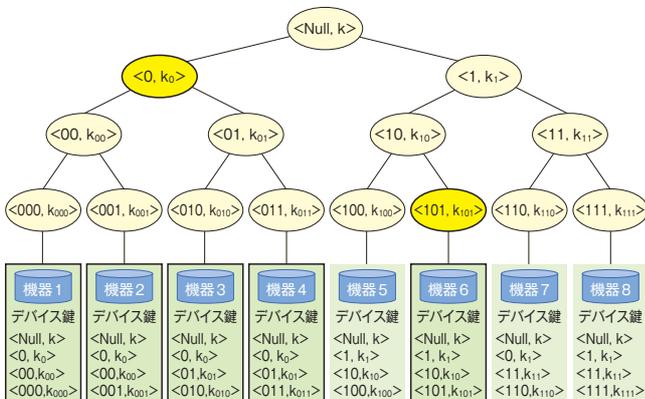
開発した無線同期制御システムの概要
Overview of newly developed wireless synchronous control system

分散するIoT (Internet of Things) 機器を協調動作させるためには動作タイミングの同期が求められる。そこで、既存の無線LANモジュールを用い、タイミング信号を共有する無線同期制御システムを開発した。

無線LANが通信のために備える時刻同期機能を利用し、IoT機器自体が生成するタイミング信号をパラメータ化して送信し、受信側でタイミング信号を再構築する仕組みを全てソフトウェアで実装した。この処理過程で発生するランダムな遅延を抑える独自のアルゴリズムを開発し、±約200マイクロ秒の同期精度を達成した。これは、時刻同期で一般に用いられているNTP (Network Time Protocol) に比べて約100倍の精度である。

関係論文: 東芝レビュー. 70, 1, 2015, p.36-39.

● グループ通信管理 IEEE 802.21dの標準化



*1: 管理木の各ノードに<インデックス, 鍵>が割り当てられている
*2: 機器1, 機器2, 機器3, 機器4, 機器6が所属するグループにグループ鍵を配る場合、鍵k0と鍵k101でそれぞれグループ鍵を暗号化

機器数8の管理木の例
Example of management tree for eight devices

IoTや機器間通信システムでのグループ通信を安全に行うための国際標準規格で、2015年に規格書の発行を予定しているIEEE 802.21d (電気電子技術者協会規格802.21d)の標準化を主導した。

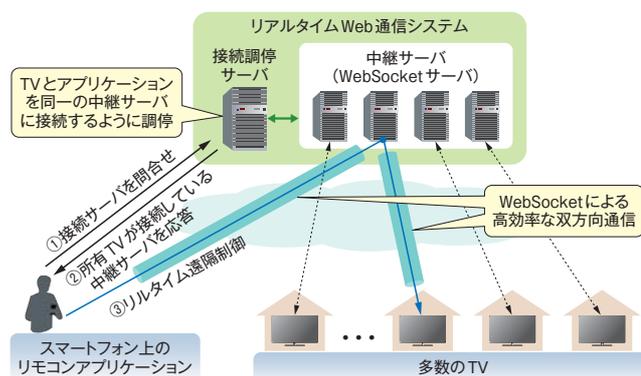
IEEE 802.21dは、グループ管理木を使用したスケーラブルなグループ鍵管理方式であるGKB (Group Key Block)により、家庭内ネットワークのような数十台規模のネットワークから、スマートメータシステムのように数千万台規模の中に管理グループが数万個存在しえるような大規模ネットワークまで、幅広く適用できる。また、グループ鍵による暗号化と、電子署名を用いた送信元認証によるメッセージ保護によって、強固なグループ通信セキュリティを提供できる。

関係論文: 東芝レビュー. 69, 1, 2014, p.14-17.

● TVクラウドサービス向け リアルタイムWeb通信システム

宅外のユーザーによる録画予約や、サポートセンターによる遠隔診断をリアルタイムで行える大規模 Web 通信システムを開発し、欧州市場向けのクラウド TV (テレビ) L64, L74, 及び M74 の各シリーズモデルに導入した。

膨大な数の TV を遠隔から常時アクセスできるようにするためには、複数のサーバを配備し、TV とサーバを常時接続しておく必要がある。このとき、ユーザーが使用するスマートフォン上のアプリケーションと、任意のサーバに接続された TV をどのように相互通信させるかが課題となる。今回、相互通信するアプリケーションと TV を同一のサーバに接続させることでクラウドサービス上での通信遅延を抑制する接続調停方式を考案し、TV の大規模同時接続と低遅延性を両立させた。



WebSocket : Web 上での双方向通信を目的とした通信規格

大規模遠隔制御システムのための接続調停方式

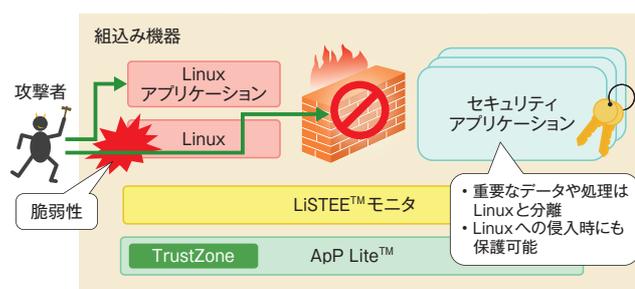
Architecture of large-scale real-time remote control system for cloud TVs in European market to connect users' applications with their TV using same server

● セキュア共通基盤ソフトウェア LiSTEE™

組込み機器の重要なデータや処理を保護する共通基盤ソフトウェア LiSTEE™ のセキュアモジュール "LiSTEE™ モニタ" を ARM コア搭載の当社製プロセッサ ApP Lite™ 用に開発した。

近年、組込み機器では Linux などの脆弱 (ぜいじゃく) 性が混入しやすい大規模汎用 OS (基本ソフトウェア) の搭載例が増え、情報漏えいや不正処理実行のリスクが高まっている。LiSTEE™ モニタは重要なデータや処理の保護のため、ARM コアのセキュリティ機能 TrustZone と連携し、汎用 OS と保護対象のセキュリティアプリケーションを分離し切り替えて実行する。この切替えを高速に行うのが LiSTEE™ モニタの特長である。汎用 OS とセキュリティアプリケーションの共存により汎用 OS 向けの既存資産が活用でき、開発期間短縮とセキュリティ強化を両立できる。

関係論文 : 東芝レビュー . 69, 1, 2014, p.27 - 30.



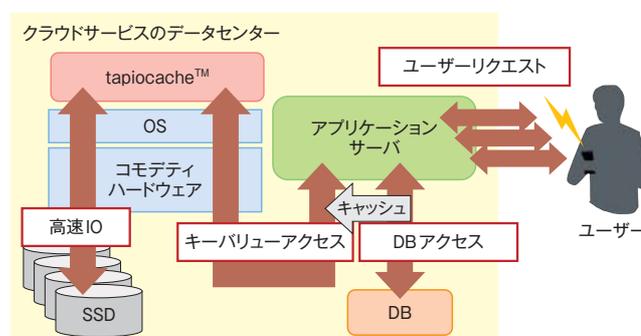
LiSTEE™ モニタによるセキュリティアプリケーションの保護

LiSTEE™ monitor to protect security applications from vulnerabilities in versatile operating systems and applications

● ソフトウェアによる高速 SSD キーバリュ型キャッシュシステム tapiocache™

クラウドサービスなど大量のデータを扱う環境を想定し、SSD (ソリッドステートドライブ) をデータ領域として利用する低コストかつ大容量で高性能なキーバリュ型キャッシュシステム tapiocache™ を開発した。

現在のキャッシュシステムで利用されている DRAM は高価であり、これを SSD に置き換えることで低コストかつ大容量なシステムを実現できる。一方、SSD の読み書き速度は DRAM より遅いため、tapiocache™ では複数の SSD を並列処理で駆動することで、ソフトウェア実装でありながら高速な IO (入出力) を実現した。その結果、SSD 9 台を搭載した PC (パソコン) において、DRAM を用いたシステムに迫る 70 万回 / 秒の応答性能を得ることができた。

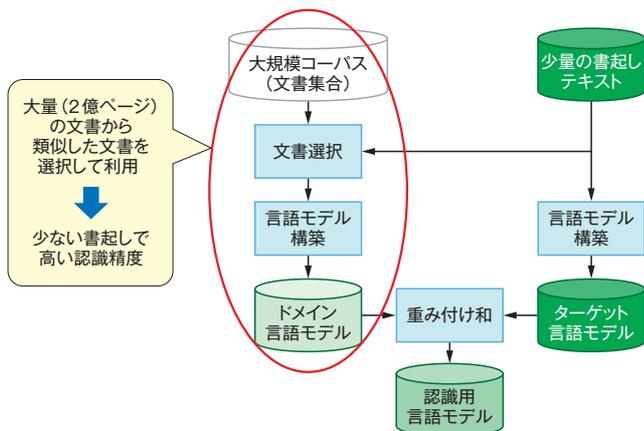


DB : データベース

tapiocache™ の高速大容量キーバリュ型キャッシュシステムによるサーバの高速化

tapiocache™ caching technology to accelerate key-value store using solid-state drives (SSDs)

● コンタクトセンター向け 音声認識技術



ドメイン言語モデル技術
Domain-specific language modeling technology for telephone speech recognition

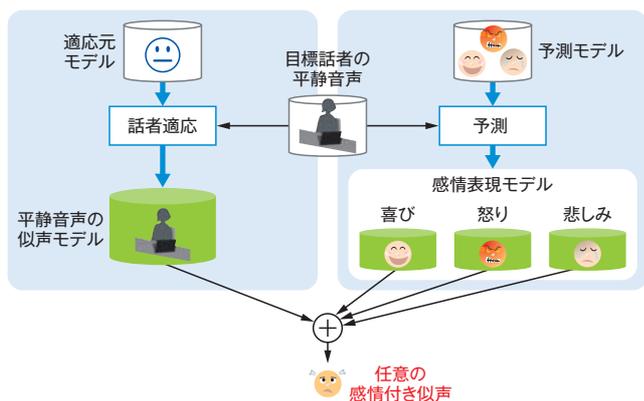
コンタクトセンターの電話応対音声を変換する音声認識技術を開発した。

従来、十分な精度を得るためには50～100時間分の音声を書き起こしたテキストを作成する必要があった。これに対し、Webなどの大量の文書集合から書起しに類似した文書を選択的に利用するドメイン言語モデル技術を開発した。この技術により、オペレーター音声認識において、書起し量を20時間分に削減しながら実用可能なレベルの認識精度である文字正解精度85%以上を達成した。

この技術は、東芝ソリューション(株)のCRM(Customer Relationship Management)ソリューションT-SQUARExに搭載されるとともに、液晶TVレグザZ10Xシリーズで適用した対話型意図理解技術でも利用されている。

関係論文:東芝レビュー. 70, 2, 2015, p.56-57.

● 感情付き似声生成技術



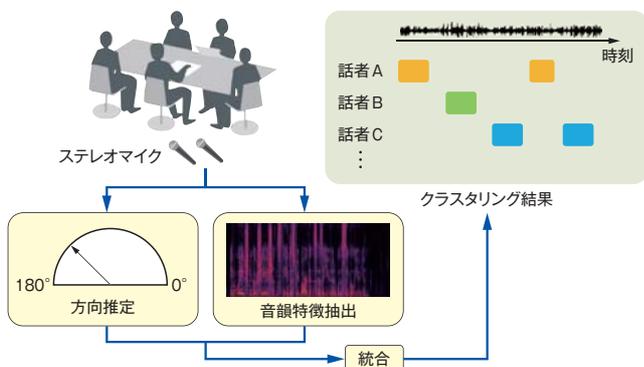
感情付き似声生成技術の概要
Overview of technology to generate expressive voice of target speaker

目標話者の通常発声(平静音声)だけから、目標話者に似た声(似声)で喜びなどの感情付きの合成音声を生成する、感情付き似声生成技術を開発した。

従来、感情付き似声モデルの構築には大量の感情音声が必要であった。この技術は、話者適応技術により、約100文の目標話者の平静音声を用いて適応元モデルを目標話者の声の特徴に近づけることで、目標話者の平静音声の似声モデルを構築する。また、似声モデル構築時と同一の平静音声から目標話者に適した喜びなどの感情表現モデルを予測し、目標話者の平静音声の似声モデルに加えることで、感情音声なしでも感情付き似声の生成が可能になる。

この技術は、例えば書籍の読上げや音声対話など、多様な発話様式が必要なコンテンツへの応用拡大が期待される。

● 多人数会議支援向け 話者分類技術



開発した話者クラスタリング技術の概要
Outline of newly developed speaker clustering technology supporting multiparticipant conferencing

録音した発話を話者ごとに分類し、会議の効率的な振り返りを支援する話者クラスタリング技術を開発した。

開発した技術は、声色に関する特徴に加え、ステレオマイクを用いて推定した声の到来方向を必要に応じて併用し、話者を分類する。方向を用いた従来の技術では、同じ方向にいる話者どうしの分類が難しいという課題があったが、開発技術によって話者の方向によらず発話の分類精度を高めることができた。

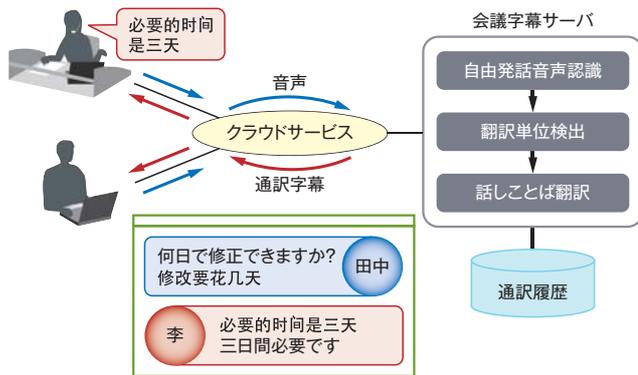
この技術は、ペンタブレット dynabook Tab S90, S80, 及びS68のアプリケーション“ボイスレコーダーTruRecorder”として搭載されている。

● 外国語での会議を支援する会議字幕システム

参加者が異なる言語を話す会議において、日本語、英語、中国語の発話を字幕化し、これを翻訳して共有する会議字幕システムを開発した。

小売店舗などの対面会話通訳を目的として開発した同時通訳技術を活用し、連続的な自由発話音声から訳すべき単位を検出して、発声と同時に並行的に通訳字幕を配信する。更に、通訳履歴を利用した議事録作成支援機能を備え、多言語で議事録を共有できる。

このシステムは、東芝グループ内のクラウドサービスとして公開しており、収集した実利用データに基づいて、通訳の精度とシステムの利便性を高めることで、実用化を目指している。



会議字幕システムの概要

Overview of Japanese/English and Japanese/Chinese speech translation and subtitling system for conferencing

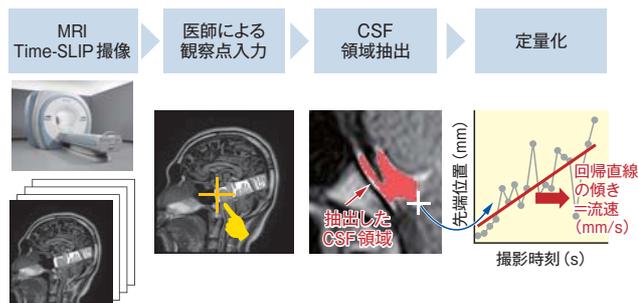
● MRI 画像解析による脳脊髄液ダイナミクスの定量化技術

造影剤を使用せずに脳脊髄液 (CSF) の体内での流れを可視化するMRI (磁気共鳴イメージング) のTime-SLIP (Time-Spatial Labeling Inversion Pulse) 撮像法では、医師が観察したい領域のCSF流速など、診断をサポートできる定量的な指標が求められている。

そこで、Time-SLIP画像の画素ごとの信号変化を解析することでCSFが存在する領域を自動的に抽出し、CSFの流速を計測して表示する技術を開発した。

実験の結果、正解値との相関が0.99であることを確認し、開発技術の有効性を実証できた。この技術により、認知症の原因疾患の一つである特発性正常圧水頭症など、CSFに関する疾患の診断効率化が期待できる。

関係論文：東芝レビュー． 69, 12, 2014, p.27-30.



CSF ダイナミクス定量化処理の流れ

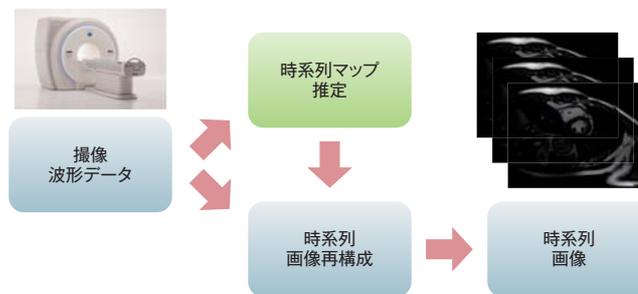
Flow of cerebrospinal fluid (CSF) dynamics quantification method

● 時系列画像診断のためのMRI 高速撮像技術

MRI検査の対象部位や用途を広げるために、撮像フレームレート (1秒当たりの撮像枚数) を高められる高速撮像技術を開発した。

従来、複数コイルと画像処理を組み合わせ、時系列データの一括再構成を利用したPI (Parallel Imaging) 法が提案されていたが、時系列マップと呼ばれる参照データの追加撮像に余分な時間が掛かっていた。そこで、対象物のおおまかな形状やその動きの一部が撮像データ自身に含まれることに着目し、追加撮像を行わなくても時系列マップを推定できるPI法を新たに開発した。開発技術では、画像1枚ごとに再構成する現行機に対し、2倍のフレームレートで、心臓の拍動などの時系列画像を撮像できる。

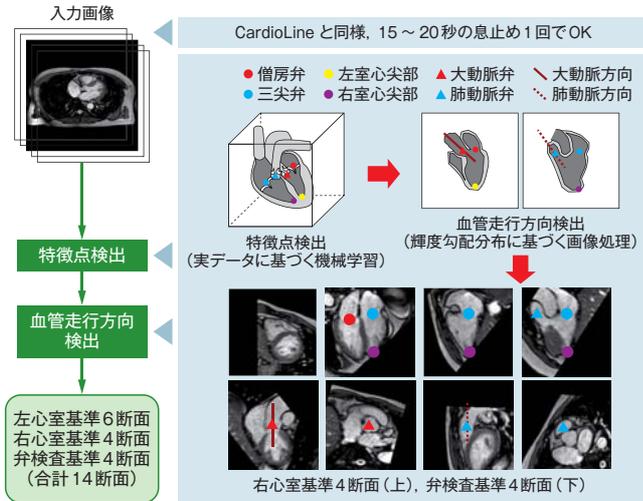
関係論文：東芝レビュー． 70, 1, 2015, p.32-35.



撮像データ自身から時系列マップを推定する時系列PI法の概要

Outline of parallel imaging (PI) method with self-calibration using time-series map data

● 心臓MRI撮像アシスト技術



基準14断面検出技術の概要

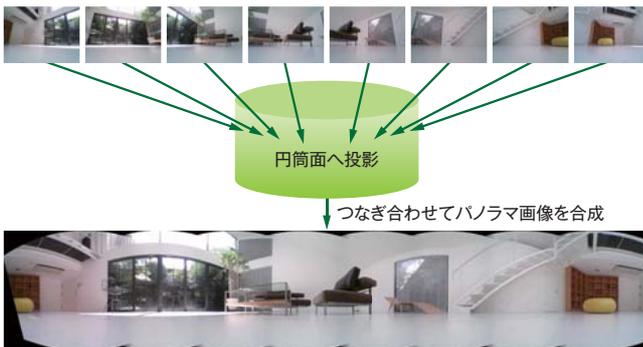
Flow of processes in automatic 14-plane slice-alignment method for cardiac magnetic resonance imaging (MRI)

心臓MRI検査において、右心室の動きや心臓弁付近の血流速の測定を行う基準断面を、複雑な操作なしで自動的に検出する技術を開発した。

2012年に製品化した左心室基準6断面を自動検出する心臓MRI位置決め支援機能CardioLineを発展させ、個人の形態に合わせて右室心尖(しんせん)部など右心室周辺の特徴点を高精度に検出する機械学習と、血管走行方向を3次的に推定する画像処理の技術を融合させた。これにより、右心室基準4断面と弁検査基準4断面を含めた合計14基準断面の自動検出を実現した。

あらゆる心臓MRI検査の簡易化と時間短縮に貢献する技術として、2015年の製品化を目指している。

● ロボットクリーナ向け パノラマ画像合成技術



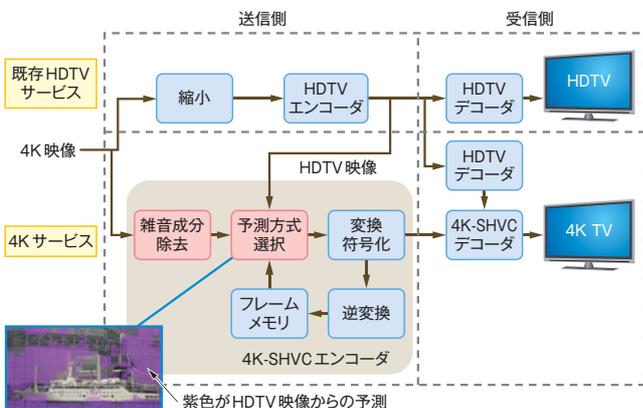
パノラマ合成技術の概要

Overview of panorama image-combining technology for robot vacuum cleaner

ロボットクリーナ市場は国内で年率40%以上成長しているが、新規参入も多く差別化が重要である。そこで、360°回転しながら撮影した全周画像で留守宅のようすをモバイル端末から確認できる、留守宅見守り機能搭載のロボットクリーナを2014年9月に商品化した。

全周画像を動画として保存するとデータ量が膨大になってしまうため、45°間隔で撮影した静止画8枚を円筒面に投影し、それらをつなぎ合わせたパノラマ画像を作成することで、モバイル端末への転送を高速化できた。更に、パノラマ合成の精度に影響ない範囲でつなぎ合わせ処理の計算点数を減らすことで、処理量を製品に搭載可能なレベルまで削減した。

● 低ビットレート4K-SHVCエンコード技術



SHVCによる4K映像配信システムの構成

Configuration of 4K video distribution system based on Scalable High-Efficiency Video Coding (SHVC) standard

少ないデータ量を追加するだけで解像度を拡張することが可能なSHVC (Scalable High-efficiency Video Coding) を基に、放送や配信で現在用いられているHDTV (高精細度TV) 映像を効率よく4K (3,840×2,160画素) 映像化する新たな圧縮技術を開発した。

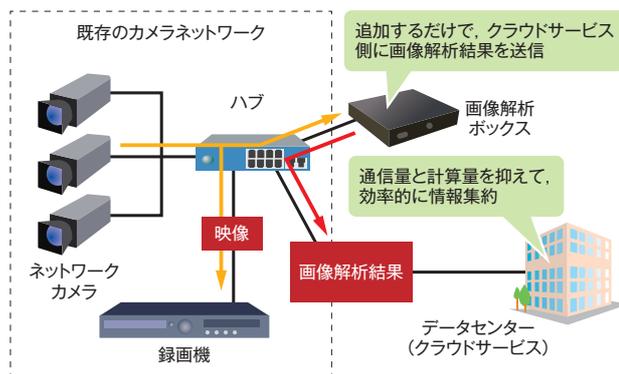
この技術では、変形を伴う動きや背景ぼけのある領域を選択的にHDTV映像から予測し、局所的なひずみを低減した。更に、原映像に含まれる雑音成分を事前に除去することで圧縮効率を向上させた。これにより従来単独の4K映像配信に必要としていた約30Mビット/sの伝送帯域を、既存のHDTV映像配信を利用して約10Mビット/sに削減できる。

● インテリジェントな監視カメラネットワークを実現する画像解析ボックス

既設の監視カメラネットワークに接続するだけで、人物位置などの画像解析結果を送信するインテリジェント機能を容易に付加できる画像解析ボックスを開発した。

画像解析結果は画像と比較してデータサイズが小さく扱いが容易なため、クラウドサービスなどで効率的に情報を集約でき、防犯用の人物検知や、マーケティング用の顧客属性解析などに役立つ情報を提供できる。画像解析機能は画像認識プロセッサ Visconti™2により実現しており、ファームウェアを書き換えることで、用途に応じて人物検出や顔認識といった様々な画像認識機能を実現できる。東芝ITコントロールシステム(株)によって商品化される予定である。

関係論文：東芝レビュー. 69, 4, 2014, p.41-44.



画像解析ボックスを利用した監視システムの概要
Overview of surveillance system utilizing image analysis box

● 仮想試着向け 体型センシング・フィッティング技術

ユーザーの全身画像に衣服画像を合成することで、仮想的に試着できるシステムを開発した。

対象の衣服をほんとうに着ているかのように見せるためには、モニタに映し出されたユーザーの体型に応じて衣服画像を精度よく合成する必要がある。そこで、距離センサから得られた形状データに基づいてユーザーの体型を約1秒で自動推定する体型センシング技術と、自動推定した体型や肩の輪郭線に基づいて衣服画像の合成時の大きさや位置を算出する体型フィッティング技術を開発した。これらの技術により、フィット感の高い画像合成が可能になり、システムの実用性を高めることができた。

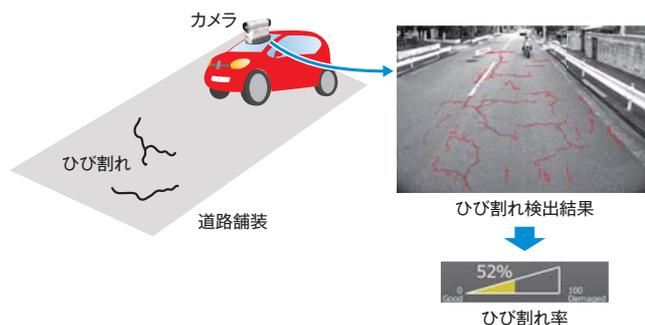


リテール市場への展開を目指す仮想試着システム
Virtual fitting system targeted at retail market

● 舗装道路を維持管理するためのひび割れ検出技術

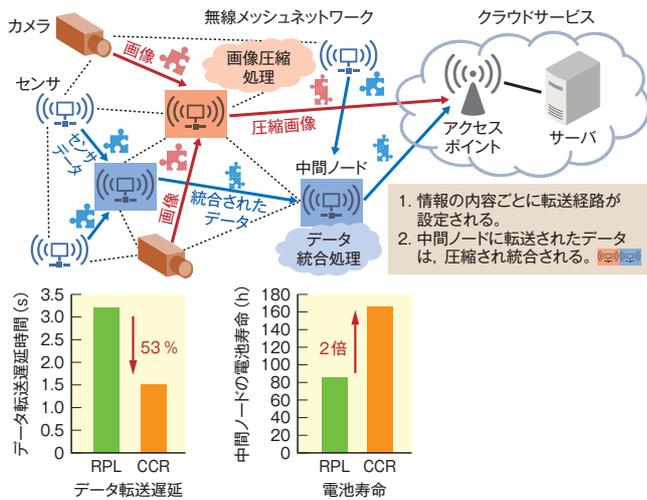
カメラの映像から道路舗装の劣化状態を自動で検出するひび割れ検出技術を開発した。

道路の維持管理には、舗装面の劣化状態を点検する必要がある。その評価指標の一つが“ひび割れ率”である。ひび割れ率は、測定区間の面積に対するひび割れの本数に基づいて算出する。従来は、道路を撮影した画像から人手でひび割れの本数を数えており、人件費や時間が多く掛かっていた。開発した技術は、自動車にカメラを取り付けて動きながら撮影した映像を画像処理することで、測定区間の面積を推定するとともに、測定区間内のひび割れを検出してその本数を推定し、ひび割れ率を自動的に算出できる。



車載カメラによるひび割れ自動検出技術の概要
Outline of technology to detect road cracks using vehicle-mounted camera

● IoTネットワークを効率化するコンテンツベース通信技術 CCR



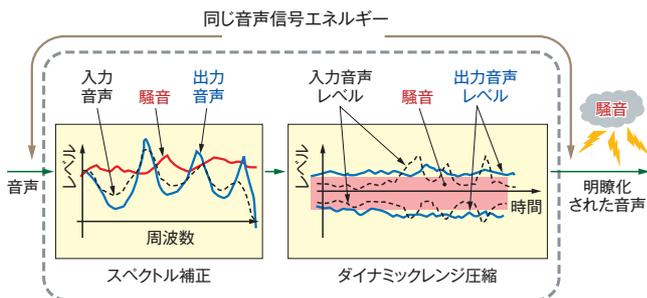
コンテンツベース通信技術の概要

Overview of content-centric routing (CCR) technology to reduce Internet of Things (IoT) network congestion

IoTネットワークは、インフラストラクチャモニタリングや、公共サービス、防災などに利用される。しかし、そのようなネットワークでは、画像や動画を含めデータを大量に収集する際、その中心部で通信がしばしば混雑する。そこで、情報の内容に応じて転送経路を選べる新しい通信技術CCR (Contents Centric Routing)を開発した。

関連するデータや画像を、処理機能を持つ同じ中間ノードに転送することにより、高いデータ統合効果を実現し、データ転送量を削減できる。IoTネットワークの混雑低減により、データ転送遅延を既存の通信技術RPL (IPv6 (Internet Protocol version 6) Routing Protocol for Low Power and Lossy Network)に比べ53%短縮できた。更にデータ統合による重複通信の除去で、電池寿命をRPLの2倍にできた。

● 音声信号整形による音声明瞭化技術



入力音声を明瞭化する仕組み

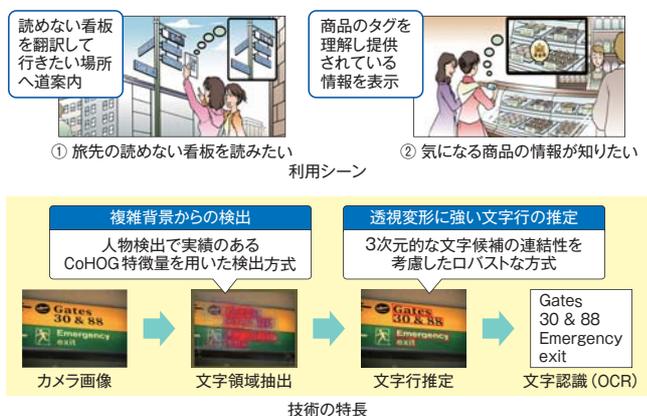
Mechanism of spectral shaping and dynamic range compression (SSDRC) technology to realize clear input speech in noisy environments

騒音環境下で音声を聞き取りやすくするため、ヘッドホンを使わず、ボリュームも上げずに音を明瞭化するSSDRC (Spectral Shaping and Dynamic Range Compression) 技術を開発した。

SSDRC技術は、“聞取り”に重要な音声部分を騒音に埋もれにくくする技術で、周波数領域で音声信号エネルギーを再配分し、更に聞き取りにくくなりやすい子音部分へ、母音などのエネルギーを分配する。これにより、元音声のエネルギーを変えずに、聞き取りやすさを向上させることができ、S/N比 (信号と雑音の比)-9 dBの騒音下で5 dBの改善効果が得られた。

空港のアナウンスなど騒音下で音声を聞き取る機会が多く、様々なシーンでの活用が期待される。

● 情景文字認識技術



CoHOG : Co-occurrence Histograms of Oriented Gradients OCR : 光学式文字認識

情景文字認識技術の利用シーン及び特長

Examples of use and features of technology to recognize text in scene images

看板や、標識、メニューなどカメラで撮影した画像から文字列を検出し認識する情景文字認識技術を開発した。

カメラ画像には、照明条件の変化や、多様な背景、撮影位置による文字のゆがみなどが発生するため、これらの変動に影響を受けない文字検出・認識技術が必要となる。今回、人物検出などで実績のある画像認識技術を応用し、照明や背景の変化に対しロバストで、ゆがんだ文字列も抽出できる手法を開発し、国際的なコンテストでトップになっている方式を超える性能を達成した。この技術により実社会に表示されている文字から直接情報を取得できるようになり、旅行先での看板翻訳や、製造銘板名にかざすとマニュアルを表示する保守点検支援などに広く応用できる。

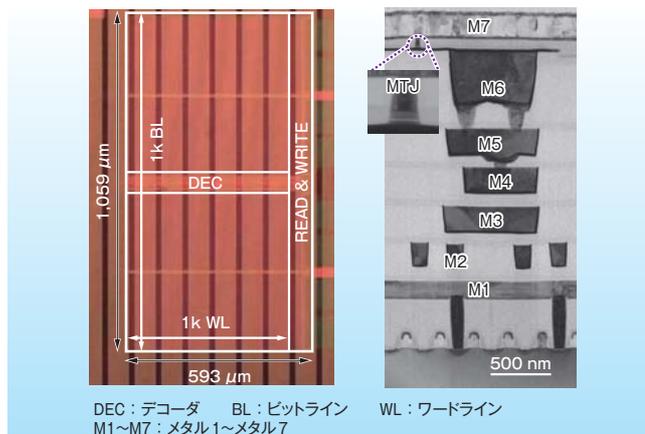
2 電子デバイス・機械システム技術

● キャッシュメモリ向け 低消費電力STT-MRAM

STT-MRAM (Spin-Transfer Torque - Magnetoresistive RAM) は、磁化による抵抗変化を利用した高速かつ低消費電力で不揮発のメモリであり、キャッシュメモリに応用して、モバイル機器の低消費電力化に寄与することが期待されている。

今回、書込みの低消費電力化に加えて、先端論理回路上に混載させるプロセスを開発した。これまで、CMOS (相補型金属酸化膜半導体) 熱処理工程において、書込み素子MTJ (磁気トンネル接合) の特性が劣化しないような工夫が必要とされてきた。そこで、MTJを配線の上層に形成した後は低温で製造する、MTJラストプロセスを構築した。65 nmプロセスで試作したところ、常時電源を必要とするSRAM (Static RAM) を使用したキャッシュメモリに比べ、消費電力が60%削減した。

この成果の一部は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」により得られた。

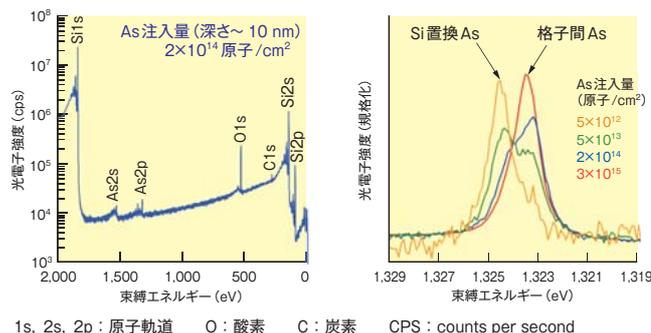


MTJラストプロセスで試作したチップと断面透過型電子顕微鏡 (TEM) 像
Chip and cross-sectional transmission electron microscope (TEM) image of spin-transfer-torque magnetoresistive random-access memory (STT-MRAM) fabricated by newly developed magnetic tunnel junction (MTJ)-last process

● 放射光を利用した硬X線光電子分光装置

硬X線光電子分光法 (HAXPES) は、表面から数10 nmまでの元素とその化学結合状態及びバンド構造が得られる最先端の表面分析技術で、次世代メモリ開発など幅広い分野で応用されている。

今回、当社を含む民間13社による専用HAXPES装置の開発及び大型放射光施設SPring-8への導入が完了し、利用機会が年間数回から10回以上に拡大した。更に、集光光学系と試料配置の工夫による高感度化や電子とイオンを同時照射可能な帯電中和機能など、産業利用に適した基本性能や独自機能も実現した。これにより、シリコン (Si) に注入されたわずか0.005原子層相当のヒ素 (As) でも、従来の1/3以下の約2時間で測定可能となった。



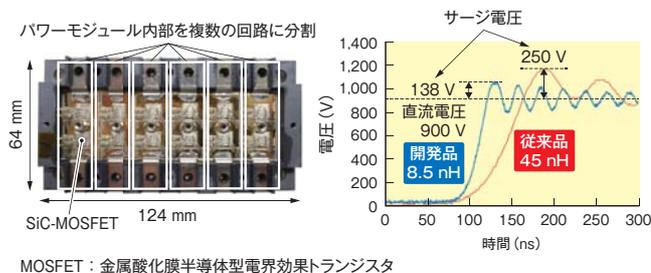
HAXPESによるAsイオン注入Siのワイドスペクトル (左) と、As注入量に伴うAs $2p_{3/2}$ スペクトルの変化 (右)

Wide spectrum of arsenic (As)-ion-implanted silicon (Si) (left) and As-dose dependence of As $2p_{3/2}$ spectra measured by hard X-ray photoelectron spectroscopy (HAXPES) (right)

● 低インダクタンスAll SiCモジュール

パワーエレクトロニクス機器の更なる省エネ化、小型化、及び軽量化に向けて、SiC (炭化ケイ素) パワーデバイスが期待されている。SiCパワーデバイスの高速性を活用して回路の低損失化を図るには、スイッチング速度を律速している回路インダクタンスの低減が必要である。

今回、モジュール内部を複数の小電流回路の並列構成とし、並列数に応じてインダクタンスの低減と電流の大容量化を実現する、独自構造のAll SiCモジュールを開発した。定格1,700 V-360 Aのモジュールにおいて、回路インダクタンスは従来に比べて80%削減された8.5 nHとなり、低サージ電圧と高速スイッチングの両立が可能となり、スイッチング損失を60%低減することに成功した。

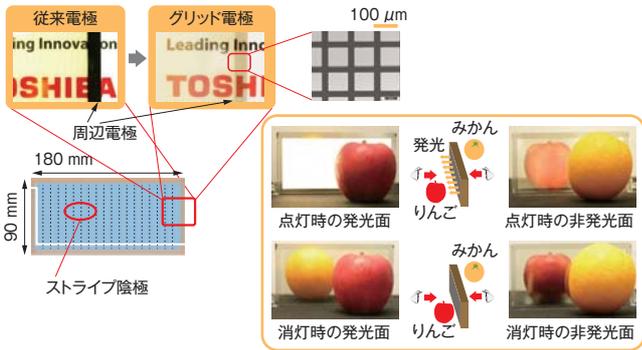


MOSFET : 金属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ

定格1,700 V-360 Aで低インダクタンス8.5 nHのAll SiCモジュールと、開発品及び従来品のターンオフ時のドレイン-ソース電圧波形 (回路条件: 直流電圧900 V, 負荷電流400 A)

1,700 V-360 A all-silicon-carbide (SiC) module with low parasitic inductance (8.5 nH) and drain-source voltage waveforms at turn-off of conventional and newly developed modules

● 透過型片面発光有機EL照明パネル



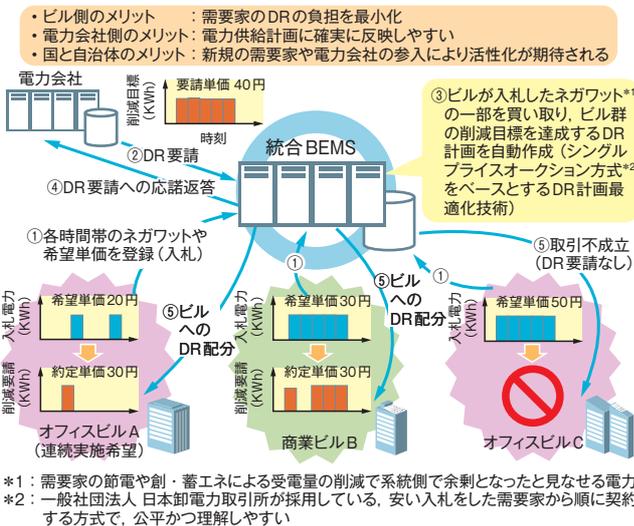
周辺グリッド電極を採用した透過型片面発光有機ELパネル
Transmissive one-side-emission organic light-emitting diode (OLED) panel with peripheral grid electrodes

消灯時には透明で、点灯時には照らし出されたものをパネル越しに透かして見ることができる、透過型片面発光有機EL (OLED: Organic Light-Emitting Diode) 照明パネルの開発を進めており、見た目の透明性を従来から大幅に改善した。

パネル発光部の給電用の周辺電極は、導電性の観点から不透明な金属膜を用いているため、パネルの透明性が低下していた。今回、電極を微細なグリッド構造にすることで、導電性を維持しながら周辺電極の透明性を高めた。その結果、面内発光の均一性を保ちながら、パネル全体の透明性を向上させることができた。この技術により、有機EL照明の用途の幅を広げることができる。

関係論文: 東芝レビュー. 69, 10, 2014, p.56-59.

● コミット型デマンドレスポンス配分計画システム



YSCPにおけるDR配分計画の概要

Outline of demand response (DR) planning in Yokohama Smart City Project (YSCP)

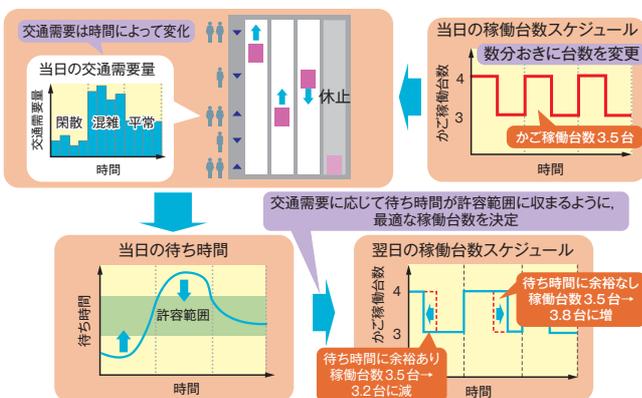
デマンドレスポンス (DR) の新方式であるコミット型DRを実現するためのDR配分計画エンジンを開発した。

このエンジンは、電力会社からのDR要請により、各需要家があらかじめ登録した電力の削減可能量や希望単価に基づきDR配分計画を自動作成し、需要家ごとに適切な需要削減目標を要請する。これにより従来の価格型DRの課題である削減量の不安定さを解消し、電力会社の供給計画への活用を可能にした。

横浜スマートシティプロジェクト (YSCP) の一環として、ビルや工場など計10か所を対象に統合BEMS (Building Energy Management System) によるコミット型DR実証実験を実施した。この結果、要請削減目標に対し平均90%を超える削減を実現しつつ、この削減量を実現するのに必要なインセンティブは価格型DRに対し60%程度に抑えられることを確認した。

関係論文: 東芝レビュー. 70, 2, 2015, p.8-12.

● 動的稼働台数制御によるエレベーター群管理省エネ機能



動的稼働台数制御によるエレベーター群管理省エネ機能の概要

Outline of elevator-group control system to reduce energy consumption by dynamically controlling number of running cars

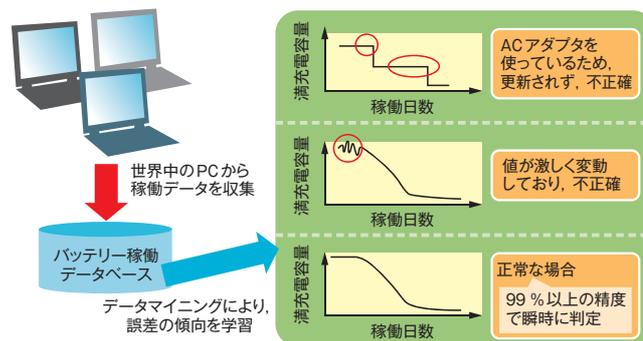
エレベーターの利用者数に応じて、かごの稼働台数を動的に調整することで、待ち時間と省エネを両立させる動的稼働台数制御技術を開発した。

かごの間引き運転により省エネ制御を行うには、最適な稼働台数を決める必要がある。この技術は、利用者数に応じて数分周期の稼働台数スケジュールを、待ち時間が許容範囲に収まるように変更する。このためトレードオフの関係にある待ち時間と消費電力量をきめ細かく調整でき、利用者を長く待たせることなく、省エネが可能になった。

● PCヘルスマニタによるバッテリー診断技術

当社では顧客に同意を得て、ノートPC（パソコン）の稼働データをPCヘルスマニタにより収集している。このデータを分析し、バッテリー満充電容量の劣化を瞬時に判断する技術を開発した。

バッテリーパックで、PC利用時に満充電容量を測っているが計測誤差が大きい場合があること、またPCの利用を停止して充放電を行えば精度高く計測できるが計測に5時間程度掛かることが課題であった。そこで、データマイニングを用いてバッテリーパックでの計測誤差の特徴を学習することで、誤差が大きい場合を特定し、それを除外することで精度よく劣化を推測する技術を開発した。この技術が適用可能なバッテリー（全体の約85%）に対して99%以上の精度で劣化を瞬時に判定できることを確認した。



AC：交流

データマイニングによるノートPCのバッテリー劣化診断エンジン
Degradation analysis of notebook PC batteries using data mining technologies

● 低侵襲な冠動脈狭窄解析技術

冠動脈の閉塞や狭窄（きょうさく）があると心筋への血流が阻害され、虚血性心疾患が発生するおそれがある。冠動脈造影検査では血管断面の30~70%程度の狭窄を正しく評価することが困難な場合が多い。近年、冠血流予備量化（FFR：Fractional Flow Reserve）が有効な狭窄指標として期待されている。FFRは狭窄前後の冠動脈内圧比として計測されるが、侵襲を伴う心臓カテーテル検査が必要となる。そこで、冠動脈の血管変形データが得られる4D-CT（3次元空間における時系列のコンピュータ断層撮影）画像処理技術と、構造・流体解析技術を組み合わせることで、カテーテルを用いずにX線だけの低侵襲でFFRを計算できる、冠動脈狭窄解析法（4D-CT-FFR）を開発した。模擬血管による実験でFFRを正しく算出できること、また臨床データでも解析できることを確認した。

今後、臨床研究による検証データを更に拡充していく。



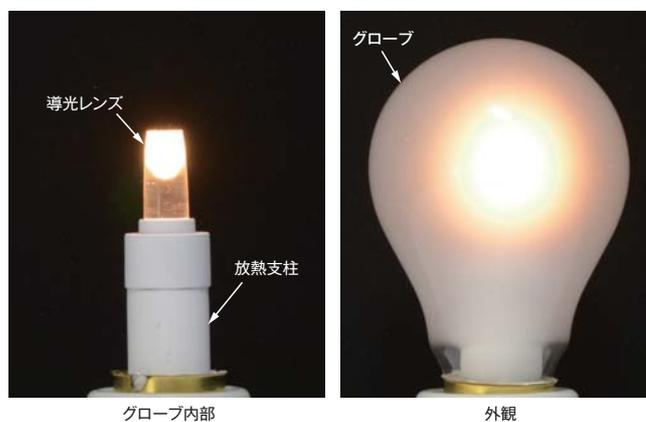
低侵襲な冠動脈狭窄解析法
Minimally invasive analysis of stenosis of coronary arteries

● 白熱電球との互換性を追求したLED電球

一般的なLED（発光ダイオード）に求められる明るさや配光角だけでなく、特に欧州で重視される演色性、発光位置、全面グローブ、寸法、及び質量の全てについて、白熱電球との互換性を追求したLED電球を開発した。

棒状の導光レンズ内部の散乱領域で集光し散乱させ、所定の発光位置で広配光な光を実現した。また、LEDの熱を放熱支柱からグローブへ対流と輻射により非接触で伝えることで、全面グローブを実現した。更に、東芝マテリアル（株）製の蛍光体により高演色を実現し、消費電力2.5Wで全光束90lm、平均演色評価数Ra 96.5、配光角290°、質量50gを達成した。

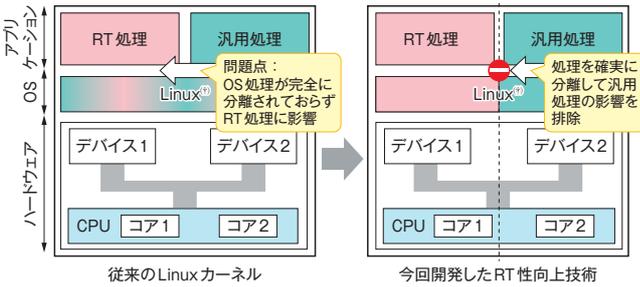
この電球は、欧州の著名デザイナーブランドで商品化される。



白熱電球との互換性を追求したLED電球
LED lamp highly compatible with traditional filament lamps

3 ソフトウェア

● 汎用処理とリアルタイム処理の混在を可能とするLinux^(注)のリアルタイム性向上技術



OS：オペレーティングシステム

リアルタイム処理と汎用処理の同時実行

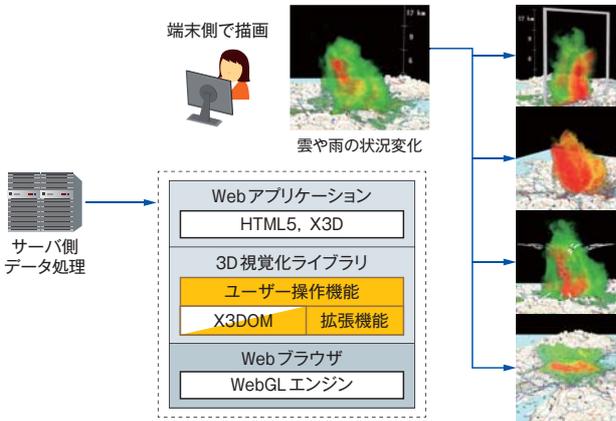
Simultaneous execution of real-time and general-purpose processes

組込み機器でもマルチコアCPUの活用が進み、処理時間の制約が厳しいリアルタイム（以下、RTと略記）処理と、処理時間が不定な汎用処理の同時実行が求められている。このとき、RT処理に十分なコアを割り当てる必要があるが、Linux^(注)の処理の一部にはどのコアで実行するかを指定できないものがある。

今回開発したLinux^(注)のRT性向上技術は、設定に応じてその内部処理をコアごとに確実に分割するため、コアとデバイスがRT処理を専有できる。これにより、不確実なタイミングで実行される汎用処理の影響を抑え、RT処理時間の制約を満たすことが可能になった。

関係論文：東芝レビュー. 69, 7, 2014, p.56-57.

● Web ベース 3次元視覚化技術



WebGL：Web-Based Graphics Library

Webプラットフォーム上の3Dデータ視覚化ライブラリ

Three-dimensional (3D) data visualization library on Web platform

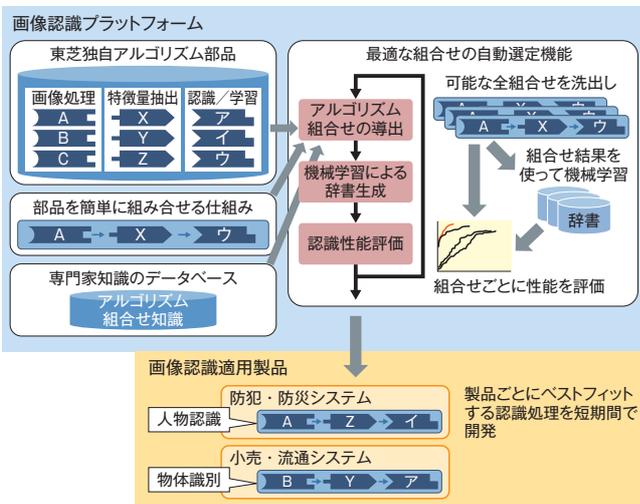
3次元（3D）視覚化アプリケーションをプログラムではなくHTML5（Hypertext Markup Language 5）文書として記述できるJavaScript^(注)ライブラリを開発した。

このライブラリは、3Dオブジェクト表現の国際標準規格であるX3Dに準拠したオープンソースのX3DOMをベースとしている。当社は、X3D及びX3DOMコミュニティにも参加し、X3DOM1.6以降の開発や機能拡張に貢献している。また、ユーザー操作による自由な断面設定や色割当てなどの機能を整備し差異化を図っている。

フェーズドレイ气象レーダで取得したデータを基に、雲と風の状況変化や予測雨量を3D地図上で視覚化するなど、防災ソリューションへの適用を進めている。

この成果の一部は、独立行政法人 情報通信研究機構（NICT）の委託研究「次世代ドップラーレーダー技術の研究開発」により得られた。

● 最適なアルゴリズムの組合せを自動選定する画像認識プラットフォーム



画像認識プラットフォームの概要

Overview of software platform for development of computer vision applications

当社は、独自の画像認識技術を様々な製品の実現に活用している。画像認識処理の開発には高い専門性が必要で、特定の専門家以外には開発が難しく、製品適用を拡大するうえで課題となっていた。

今回、画像認識処理の開発を容易にする画像認識プラットフォームを開発した。独自のアルゴリズムを再利用可能な部品ライブラリとして整備し、部品の組合せで画像認識処理を簡単に構築できるようにした。また、この組合せの機構を活用し、対象ごとに最適なアルゴリズム組合せ及びパラメータを自動選定する機能を開発した。

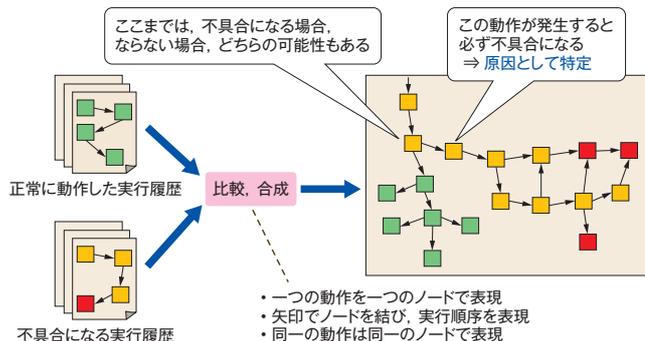
これらにより、専門知識を持たない開発者でも画像認識処理の開発を効率的に行うことが可能になった。

関係論文：東芝レビュー. 69, 12, 2014, p.35-39.

● モデル検査における不具合原因特定技術

モデル検査は、検査対象で起こりうる動作を網羅的に検査し、仕様に反する動作（不具合）を発見するために有効な技術である。不具合が発見されると、不具合になるまでに起きた動作が実行履歴として記録される。この実行履歴を分析することで不具合の原因を特定できるが、この分析はノウハウや労力を要する困難な作業であった。

そこで今回、不具合になる場合の実行履歴に加え、正常に動作した場合の実行履歴も用意し、これらと比較することで、不具合を決定付ける動作（原因）を自動で特定する技術を開発した。これにより、原因の特定に必要な作業工数を従来の1/4に削減できた。



不具合原因特定技術の概要

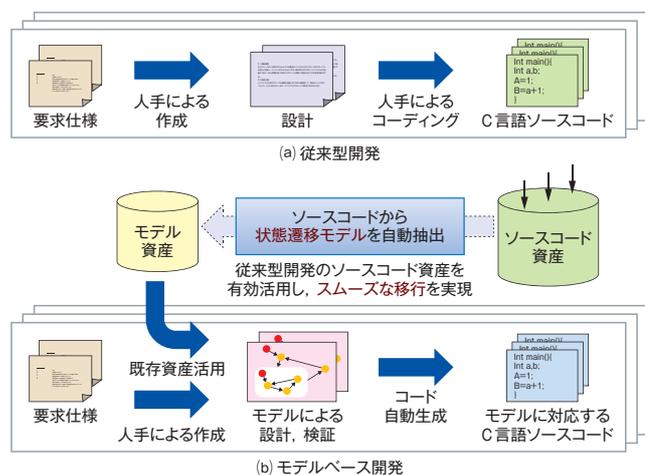
Overview of technology for identification of causes of defects

● ソースコードからの状態遷移モデル抽出技術

ソフトウェア開発の効率化と品質向上のため、汎用プログラミング言語より抽象的な記述（モデル）でソフトウェアを設計するモデルベース開発が組み込みソフトウェア分野で普及しつつある。しかし、既存資産であるソースコードを直接活用できないため、従来型開発からの移行が困難であるという課題があった。

この課題を解決するため、ソースコードを静的に解析し仮想的に実行することで、モデルベース開発に必要な状態遷移モデルを抽出する技術を開発した。

この技術の効果を評価するため、数万行規模の製品ソフトウェアで試行し、ソースコードから状態遷移モデルを作成する工数を従来型開発と比べ50%以上削減できる見通しを得た。



従来型開発からモデルベース開発への移行

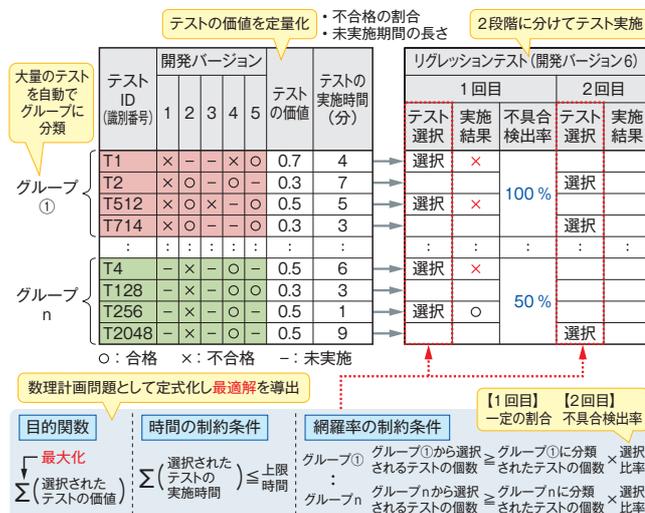
Shift from conventional software development to model-based development

● ソフトウェアの効率的かつ網羅的なテストを実現するテスト計画最適化技術

ソフトウェア開発でもっとも工数が掛かるテスト工程を効率化するため、過去のテスト実施履歴を基に、テスト項目群をいくつかのグループに分類し、“それぞれのグループを網羅する”という制約条件を数理計画モデルとして組み込み、最適なテスト計画を導出する技術を開発した。

この技術では、テスト項目群ごとに設定した網羅率の制約条件から2段階に分けたリグレッションテストのテスト項目を選択することで、より効率的で網羅的なテストの実現ができる。

実データでの評価実験で、従来よりも約70%効率的な不具合検出ができることを確認した。



数理計画モデルに基づいたテスト計画最適化

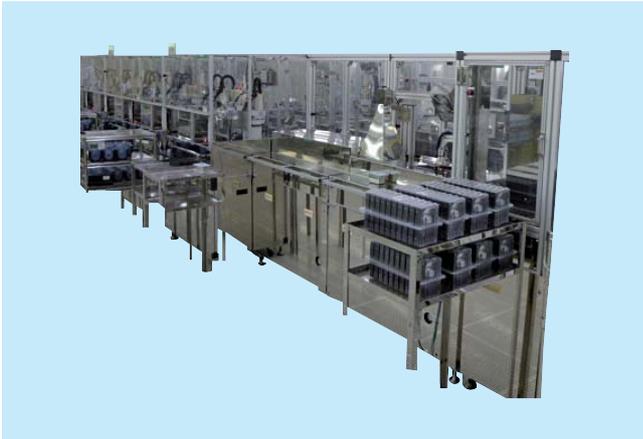
Optimization of test plan based on mathematical programming model

関係論文: 東芝レビュー. 69, 8, 2014, p.47-51.

関係論文: 東芝レビュー. 69, 6, 2014, p.40-43.

4 生産技術

● サーバ用3.5型HDD製造ライン



3.5型HDD製造ライン

Production line for 3.5-inch hard disk drives (HDDs) for servers

今後の市場拡大が予想される大容量ストレージサーバ用のニアライン向け3.5型大容量HDD（ハードディスクドライブ）製造工程で、構成部品をドライブに組み付ける製造ラインを開発した。

クリーン多関節ロボットを活用することで品種変更への柔軟性を確保しながら、加工点の完全自動化を達成した。これにより、クリーンルーム内の作業員を大幅に削減することができ、品質と生産性を向上させることができる。

現在、初号ラインが海外生産拠点で稼働を開始しており、今後の増産スケジュールに合わせてタイムリーに製造ラインの増設を進めていく。

● 重量物搬送ロボット



重量物搬送ロボット

Robot to convey heavy loads of up to 130 kg

従来、重量物製品の分野では、部品や製品の搬送はクレーンなどによる人手作業が多く、ラインの省人化が困難であった。今回、重量物製品の製造工程での省人化に向けて、重量物搬送ロボットを開発した。

開発したロボットは、部品や製品を持ち上げるためのアクチュエータには油圧サーボシリンダを使用し、その他の軸には電動サーボモータを使用した複合タイプで、130 kgまでの重量物をハンドリングできる。

このロボットをベースにした重量物搬送ロボットを、社会インフラ製品の製造ラインに適用して省人化に貢献するとともに、様々な重量物製品の組立製造ラインにも展開していく。

● USBメモリ筐体開発へのDFM適用



DFMを適用したUSBメモリ

USB flash drives formed by molding with resin applying design for manufacturability (DFM)

メモリ事業では、自社ブランドUSB（Universal Serial Bus）メモリ製品の多品種化により製品競争力の強化を進めており、開発期間の短縮、部品品質の向上、及び生産コストの低減が必要である。これを実現するため、USBメモリの筐体（きょうたい）開発に対しDFM（Design for Manufacturability）を適用し、設計段階で樹脂部品の製造性を考慮できる仕組みを構築した。

設計ガイドラインや、各開発プロセスに合わせたチェックリスト、設計標準などを整備することで、業務プロセスを改善した。

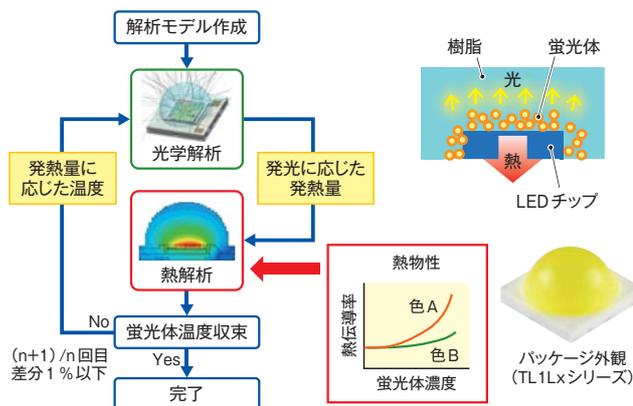
設計者を支援するこれらの仕組みによって、不良が発生しにくい設計が可能になり、製造プロセスマージンが確保され、部品品質低下のリスクを低減できるとともに開発の後戻りも防止できる。

● 光-熱連成解析による白色LEDパッケージの設計技術

照明用白色LED（発光ダイオード）パッケージの明るさ向上には、放熱性を高めてパッケージの温度上昇を抑える必要がある。そのためには、開発初期段階の構造案においてパッケージ温度の予測が必要になる。パッケージの最大の発熱源は蛍光体層であり、その発熱はLEDの青色光を白色光に変換する際に生じる。その光変換効率は温度上昇により変化するため、蛍光体層の到達温度の予測は困難であった。そこで、光学解析と熱解析を連成させた温度予測技術を開発した。

蛍光体の光変換効率を温度の関数でモデル化し、蛍光体層の実測の放熱性を解析に反映することで、予測誤差を従来に比べ50%低減した。

この技術を、1.0 Wクラスの照明用白色LED TL1Lxシリーズの構造設計に適用した。



光-熱連成解析の概要

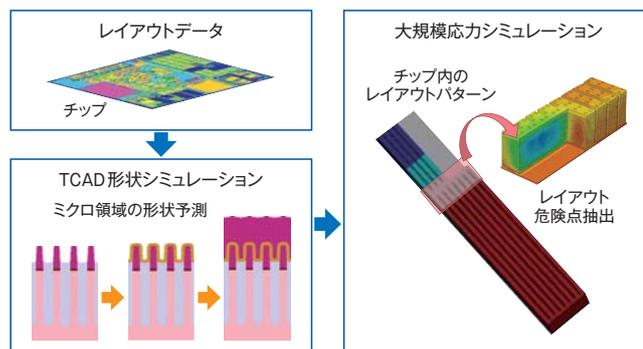
Outline of optical-thermal coupled analysis to design package for white light-emitting diode (LED) lighting

● チップスケール応力シミュレーション技術

半導体デバイスの微細化及び高集積化に伴い、構造レイアウトに起因した不良が顕在化している。そこで今回、チップスケールの大規模解析を可能にする応力シミュレーション技術を開発した。

TCAD (Technology CAD) 形状シミュレーションによる高精度なデバイス形状予測と、仮想複合材料化を用いた大規模応力シミュレーションを連成させることにより、チップスケールの応力不良を予測できる。

この技術を次世代半導体デバイスのレイアウト設計に適用し、開発の初期段階でレイアウト危険点を抽出して不良抑制のための指針を提示することにより、開発コスト低減と歩留り向上に寄与している。



大規模応力シミュレーションを用いたチップスケールのレイアウト危険点予測

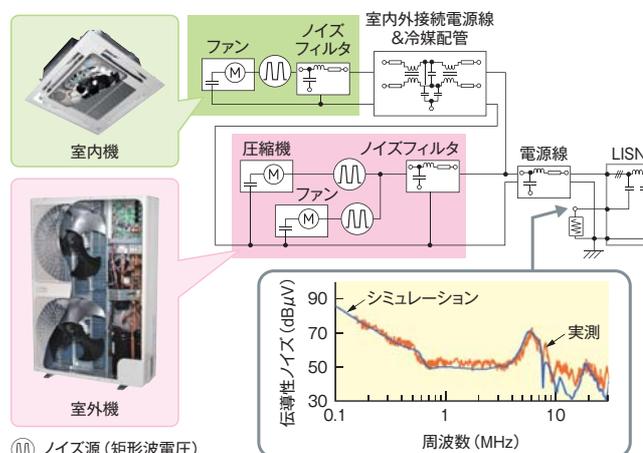
Prediction of chip-scale layout pattern defects induced by stress using large-scale stress analysis

● エアコンで発生する伝導性ノイズのシミュレーション技術

インバータエアコンでは、伝導性ノイズ規格に適合するための開発期間の短縮、及びノイズ対策部品のコスト低減が課題である。そこで、伝導性ノイズの予測とノイズフィルタの効果検証ができるシミュレーション技術を開発した。

この技術は、ノイズ伝搬経路となる圧縮機や冷媒配管などの電気特性を等価回路としてモデル化し、これとノイズ源のインバータデバイスを模した電圧源を接続した回路をシミュレーションする。スペクトラムアナライザによる伝導性ノイズの実測データとシミュレーション結果はよく一致しており、その有用性を確認することができた。

今後、この技術をエアコンの新規開発に活用していく。



エアコンの伝導性ノイズシミュレーション

Overview of conductive noise simulation for development of air conditioners

● エアコンの省エネ化技術



新モーター制御技術を搭載したエアコン
Air conditioner equipped with newly developed motor control technology

エアコンの省エネ化のために、もっとも電力を消費するコンプレッサモーターの消費電力を低減するモーター制御技術を新たに開発した。

コンプレッサモーターは、インバータに搭載されているマイコンにより、モーターに流れている電流に基づきモーターの回転位置を推定し、電圧を印加することで運転している。従来のモーター制御では低速運転に限界があったため、新しいモーター制御技術を考案し、従来以上の低速運転を可能にした。この結果、使用頻度の高い小能力時の消費電力を、冷房能力が7.1 kWクラスのエアコンで従来の60 Wから45 Wに低減した。

この技術は、2014年11月にリリースされたルームエアコンSDRシリーズのインバータに搭載され、業界トップクラス^(注)の省エネ性能の実現に貢献している。

(注) 2014年10月現在、家庭用ルームエアコンにおいて、当社調べ。

● コードレスクリーナー用モーター制御技術



VC-CL100に搭載された高効率ブラシレスモーター
High-efficiency brushless motor for VC-CL100 centrifugal vacuum cleaner

使いたいときに、使いたい場所で手軽に使えるスティックタイプのコードレスクリーナー用の新型モーターに適した制御技術を開発した。

新型モーターは、このタイプのクリーナー向けに新たに開発された、小型軽量性と高効率性を兼ね備えたブラシレスモーターである。このモーターの性能を最大限引き出すように、始動時は短時間で回転数を上昇させ、定常時は可能な限り高速回転させる制御とした。

この制御技術は、2014年2月にリリースされたサイクロン式のコードレスクリーナーVC-CL100に搭載され、業界トップクラス^(注)の最大回転数100,000 rpmの実現に貢献している。

(注) 2014年1月現在、当社調べ。

● QCLを用いた小型呼気分析装置



QCLを用いた呼気分析装置
Breath analyzer using quantum cascade laser (QCL)

健康意識の高まりや急増する医療費の抑制のため、予防医療の重要性が高まっている。予防医療で必要とされる、痛みを伴わない簡易な検査を実現するため、呼気中の微量ガスを分析する呼気分析装置を開発した。

新装置では、赤外波長の量子カスケードレーザ(QCL)を用いた吸収分光法により、据置型質量分析器と同等の測定精度であるサブppmを卓上サイズで実現した。この装置を用いることで、呼気中のアセトンやアセトアルデヒドなどを簡易かつ高速(1分程度)に検出できる。

学校法人早稲田大学など外部機関との共同研究により、呼気分析の有用性のエビデンスを取得したものをから順次事業化を進めていく。