

1 研究 Research and Development

研究開発センター・ソフトウェア技術センター・生産技術センター

本社研究開発部門は、東芝グループの経営方針である“グローバルトップへの挑戦”に向け、人々にはまだ見ぬ感動や驚きを、また社会には安全・安心を提供するイノベーション技術の研究開発に取り組むとともに、世界初や世界No.1の商品とサービスを次々に創出し、“トータル ストレージ イノベーション”と“トータル エネルギー イノベーション”の更なる進化を目指しています。

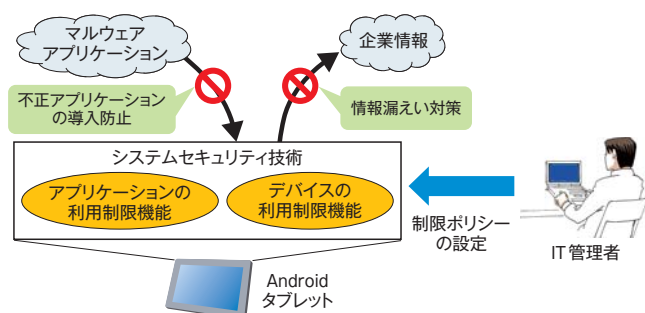
デジタルプロダクツ分野では、ハイビジョン映像から撮影時に消失した微細パターンを推定して精細感と輝きを復元した4K2K (3,840×2,160画素) 映像に変換する、4Kテレビ向け高質感映像処理技術^(注)を開発しました。電子デバイス分野では、高速処理性能と低消費電力動作を同時に実現する垂直磁化方式の不揮発性磁性体メモリ p-STT-MRAM (perpendicular-Spin Transfer Torque-Magnetoresistive RAM)^(注)を開発し、動作時の電力消費エネルギー量を従来素子の約1/10に低減しました。社会インフラ分野では、事業部門と連携してメガソーラーシステムの構想設計ツール^(注)を開発し、発電量やコストなどの顧客要求及び立地条件などを考慮した太陽電池設備の配置・配線設計を自動化することで、構想設計に要する期間を1/10に短縮しました。ソフトウェア分野では、Linuxのリアルタイム性向上技術により、CPU割当て時間をmsレベルからμsレベルの精度で保証可能にし、社会インフラ分野における制御系組込み機器でのLinux適用可能性の拡大に貢献しました。また、生産技術分野では、半導体デバイスの塗布工程において、塗布量と塗布範囲を高精度に制御することで、塗布材料の使用量を大幅に削減する技術を開発しました。

(注) ハイライト編のp.4, 8, 13に関連記事掲載。

研究開発センター所長 齊藤 史郎

1 情報通信

● 企業向けAndroid™セキュリティ技術



IT：情報技術

企業向けタブレットのセキュリティ全体構成

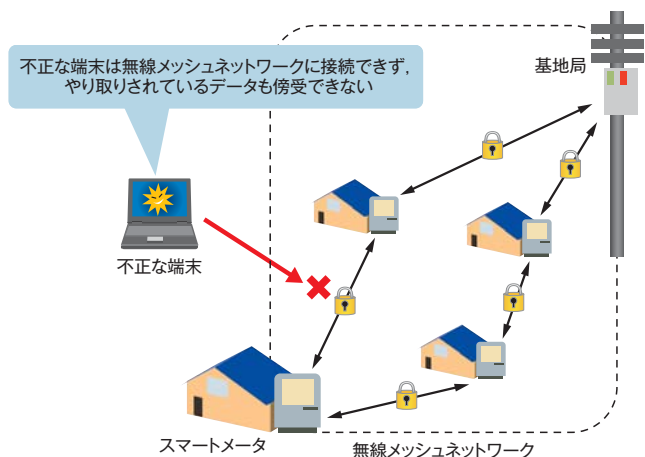
Overview of tablet security system for enterprise use

企業向けタブレット用にセキュリティ機能を強化したAndroidプラットフォームを開発した。

従来のAndroidプラットフォームは、企業向けとして利用する際に必要となる端末管理機能が欠けていた。

今回、システムセキュリティ技術によりAndroidプラットフォームの機能を拡張し、管理アプリケーションを通じて、管理者が許可しないアプリケーションのインストールや起動の防止、及びSDカードやUSB (Universal Serial Bus) メモリ、Bluetooth®の利用制限を強制的に適用できる機能を実現した。これにより、不正アプリケーションの利用を防止したり、タブレット内に保存された情報を保護したりできるようになる。

● 安全な無線メッシュネットワークを構築する統合鍵管理技術 AMSO™



無線メッシュネットワーク対応 統合鍵管理技術 AMSO™ の概要

Outline of AMSO™ integrated key management technology realizing secure wireless mesh network

スマートメータの通信方式として、無線メッシュネットワークが注目されている。無線メッシュネットワークでは、無線基地局の通信範囲外のスマートメータでも近隣のスマートメータを経由して通信できるため、スマートメータの設置場所の自由度が高く、設置コストが低い。

当社は、安全な無線メッシュネットワークを構築するために、無線メッシュネットワークに対応した統合鍵管理技術 AMSO™ (Advanced Meter Sign-On) を開発した。AMSO™は、スマートメータ上で実行される複数の通信アプリケーションごとに必要な相互認証処理と暗号化処理の鍵管理を統合する。この技術により、無線メッシュネットワーク上のデータを暗号化するとともに、不正な機器が無線メッシュネットワークに接続することを防止できる。

関係論文：東芝レビュー. 67, 7, 2012, p.28-32.

東芝レビュー. 67, 8, 2012, p.35-38.

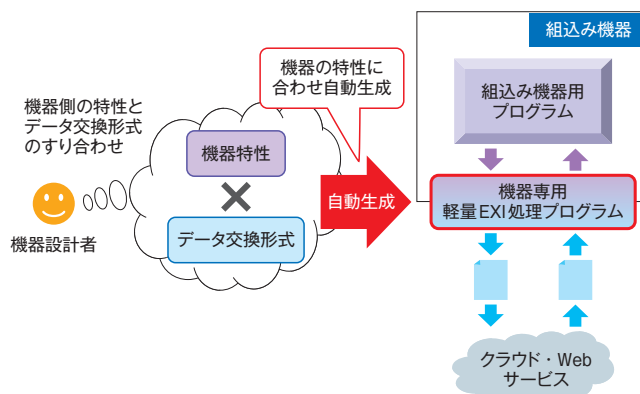
● 組み込み機器向け 軽量EXI処理技術

M2M (Machine-to-Machine) 通信により、組み込み機器が各種 Web サービスやクラウドサービスなどと深く統合され、高い付加価値を生み出すことが期待される。

従来、Web サービス側で利用されるデータ交換形式の XML (Extensible Markup Language) 及びバイナリ版 EXI (Efficient XML Interchange) は、柔軟な反面複雑で、計算能力に劣る組み込み機器には取扱いが難しかった。

そこで当社は、機器ごとの特性に合わせたプログラム自動生成技術により、従来比 1/20 程度のメモリ量で EXI データ交換を可能にする軽量 EXI 処理技術を開発した。これにより、ヘルスケアから社会インフラに至るまでの幅広い領域における機器で、サービスの統合による高付加価値化を実現していく。

関係論文：東芝レビュー．67，12，2012，p.31-34.



機器専用軽量 EXI 処理プログラムの自動生成

Automated generation of device-specific lightweight efficient extensible markup language interchange (EXI) processor programs

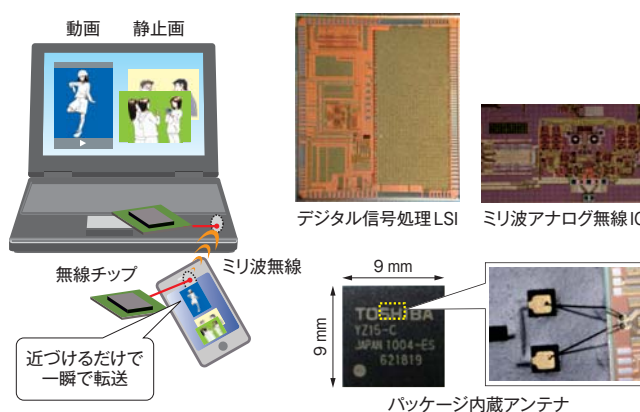
● ミリ波近接無線システム mmFlash_{TM}用チップセット

低消費電力で超高速通信が可能なミリ波近接無線システム mmFlash_{TM} 用のチップセットを開発し、2 Gビット/s の通信速度を 1 ビット当たり 651 pJ (p (ピコ) : 10^{-12}) と、ミリ波帯無線システムとして世界最高^(注)の電力効率で達成した。

低損失送受信切替えスイッチや高速応答回路により、3 μ s 以内の高速でデータ送信・受信の切替えが可能で、かつ高効率無線回路を備えたミリ波アナログ無線 IC チップ及びデジタル信号処理 LSI チップにより、超高速データ通信を低消費電力で行うことができる。

この研究の一部は、総務省の委託研究「電波資源拡大のための研究開発」の一環として実施した。

(注) 2012年2月現在、当社調べ。



mmFlash_{TM} のチップセット

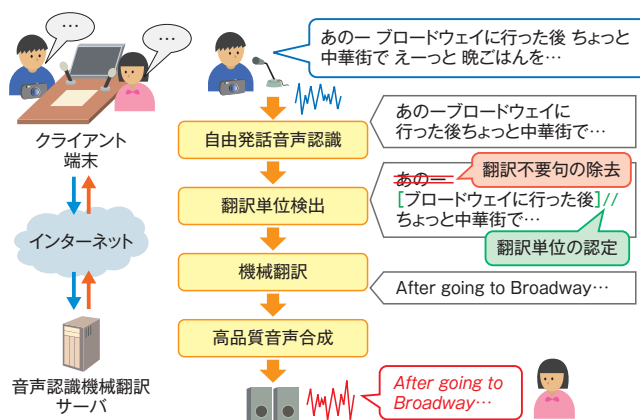
Chipset of mmFlash_{TM} millimeter-wave near-field wireless communication system

● 対面業務向け 同時通訳技術

外国人との対面対話を要する業務において、日本語と英語、中国語、及び韓国語間のコミュニケーションを支援する、同時通訳技術を開発し、これを用いたシステムを構築した。

利用者が連続的に発声する自由発話音声順次処理する音声認識と、その認識結果から訳すべき単位を検出して翻訳する機械翻訳をクラウド上のサーバで並行動作させ、発声からの遅れが少ない同時通訳を実現している。これにより、従来の一文ごとに処理する音声翻訳システムに比べ、通訳時間を約 44 % 削減した。

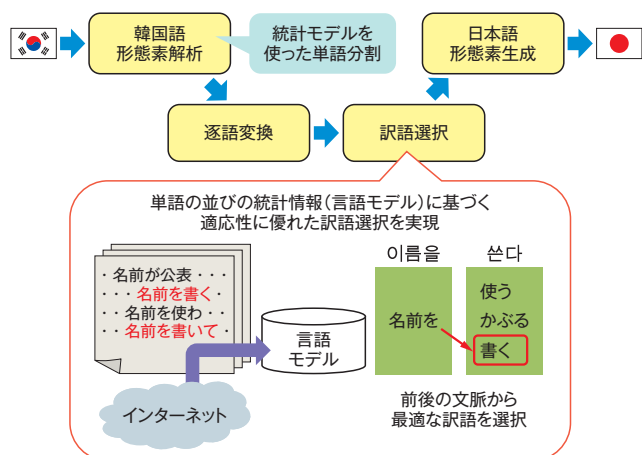
このシステムを用いて、千葉市で実証実験を行った結果、事前に設定した旅行案内や日常会話に関する対話課題を、81 % の成功率で解決できることを確認した。



同時通訳処理の概要

Outline of simultaneous machine interpretation for face-to-face communication

● 韓日・日韓翻訳技術



統計的手法を取り入れた韓日・日韓翻訳技術の概要

Outline of Japanese-Korean machine translation system using statistical methods

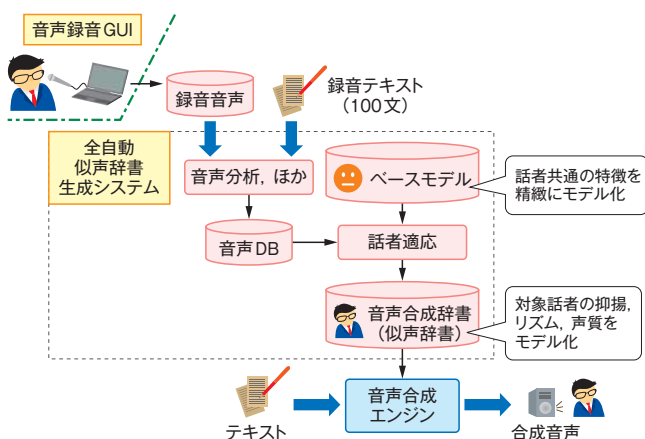
統計的手法に基づく韓国語形態素解析（単語分割）と訳語選択技術を実現し、業界最高水準の翻訳精度を持つ韓日・日韓機械翻訳エンジンを開発した。

訳語選択技術は、翻訳対象の文書に関連した文書集合から、単語の並びに関する統計情報である言語モデルを学習し、これに基づいて、複数の候補から最適な訳語を選択する。

この技術により、翻訳品質を向上させるために従来必要としていた、訳し分け規則の開発と保守に要するコストと時間を低減した。加えて、ユーザーの目的や専門性に合う言語モデルを構築することが可能になり、カスタマイズの容易性も向上した。

この技術は、東芝ソリューション（株）が商品化した機械翻訳システム“The 翻訳エンタープライズ™”に搭載されている。

● 多言語似声生成技術



GUI：グラフィカル ユーザー インタフェース

似声生成プロセス

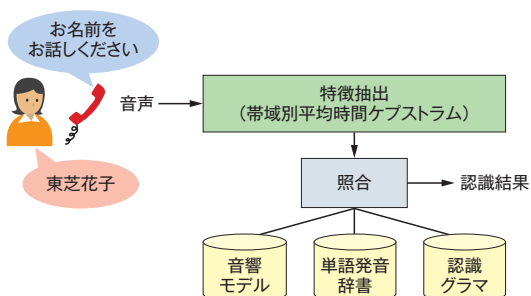
Process of automatic personalized voice generation from recorded voice database

少量の録音音声から話者に似た声の音声合成辞書（似声辞書）を全自動で生成する技術のアメリカ英語・中国語版を、英国と中国の当社海外研究開発拠点と共同で開発した。

音声合成辞書は、録音音声进行分析して得られる音声データベース（DB）を基に、話者の抑揚やリズム、声質を表す特徴量をモデル化して作られるが、少量音声からのモデル化では頑健性に課題があった。

今回、複数話者の大量音声からあらかじめ話者共通の特徴を精緻にモデル化したベースモデルを、録音音声の話者の特徴に合わせ込むことでモデル化する話者適応技術を導入した。100程度の文の録音音声から約1時間で、有名人やユーザーなどの似声辞書が安定して生成できるようになった。

● コールセンター IVR 装置向け音声認識技術



電話音声認識技術の概要

Outline of telephone speech recognition technology

コールセンターにおいて、顧客からの電話発話音声に応じた柔軟な自動応答を可能にする、自動音声応答（IVR：Interactive Voice Response）装置向けの音声認識エンジンを開発した。

電話音声には、コーデックや、通信路雑音、音割れなどの影響による音声ひずみが存在し、その音声認識性能を低下させる要因となっている。

今回、ひずみの影響を受けにくく、音声の本質的な特徴を安定して表現できる当社独自の音声特徴（帯域別平均時間ケプストラム）抽出技術を新たに開発し、これを用いることで高精度な電話音声認識を実現した。

関係論文：東芝レビュー. 68, 1, 2013, p.48-51.

● 乗車鉄道路線のつぶやき抽出技術を適用した“路線実況”

鉄道の遅延状況などをリアルタイムに提示するスマートフォン向けアプリケーション“路線実況”を開発し、一般向けに公開する実証実験を、(株) 駅探と共同で2012年3月から5月まで実施した。

Twitter™上の大量の書込みの中から、鉄道の運行状況に関連するものだけに絞って80%の正確性で抽出できる。期間中に計1万件以上のダウンロードがあり、利用者からのフィードバックを元に技術の有用性を確認した。

今後は、様々な社会インフラを対象に、ソーシャルメディア情報をリアルタイムに解析して社会現象や事故、災害などの状況が把握できるようにする、クラウドサービスを実現していく。



ダイヤの乱れが発生している路線を検出



その運行状況に遭遇した人のつぶやきだけを抽出

アプリケーション機能の概要

Functional overview of application to extract tweets related to train line operating situation

● 心臓MRI撮像アシスト技術

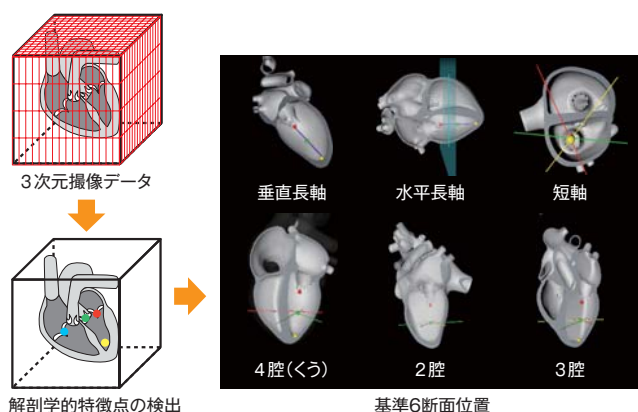
心臓のMRI（磁気共鳴イメージング）検査において、10分程度かかっていた基準断面の位置決めを1分以下で実現する、撮像アシスト技術を開発した。

従来の心臓MRI検査では、基準となる6断面の位置を個々人に合わせて人手で設定し撮像を繰り返す、煩雑な作業が必要であった。そこで、実症例を多数収集して機械学習することで、個人差や病気による変形があっても、人手で設定するときのばらつき以下で、一度の3次元撮像データから基準6断面の位置を自動設定できるようにした。

この技術はCardioLineというアプリケーション名で、2012年3月に世界で初めて^(注)、東芝メディカルシステムズ(株)製MRI装置の新製品 Vantage Titan™に搭載された。

(注) 2012年3月時点、当社調べ。

関係論文：東芝レビュー．68，1，2013，p.36-39.



解剖学的特徴点の検出

基準6断面位置

基準断面検出技術の概要

Outline of automatic slice-alignment technology for cardiac magnetic resonance imaging (MRI) examinations

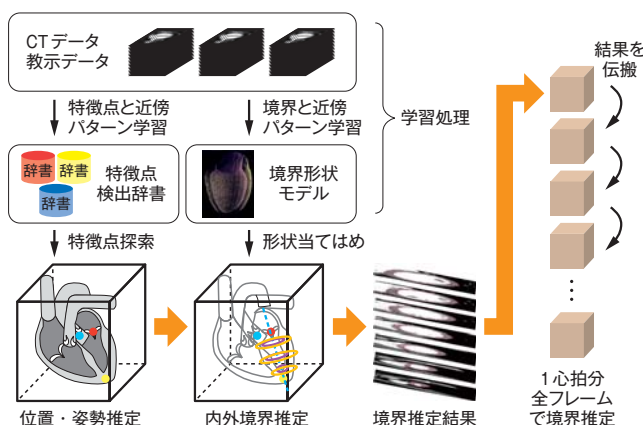
● CT心筋境界推定技術

左心室の3次元動画画像における心筋境界により、心拍出量や心筋壁厚変化などの心機能が正確に定量化されるが、従来、その境界設定は煩雑であった。今回、3次元CT（コンピュータ断層撮影）動画画像の心筋境界を自動的に設定する技術を開発した。

事例学習に基づく従来の心筋境界推定技術を、推定結果を伝搬するよう拡張し、心臓の拍動によって生じる境界遷移に対しても安定した推定を可能にした。1心拍10フレーム分の3次元CT動画画像に対して、左心室の内外心筋境界を全自動推定できる。

この技術は、東芝メディカルシステムズ(株)製のCT装置に、心機能解析用の自動境界推定機能として搭載され、2012年7月に製品化された。

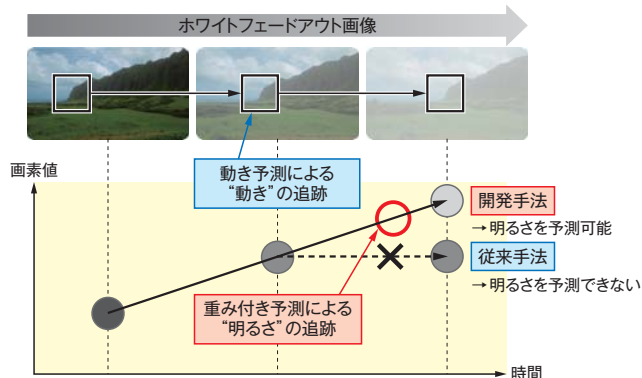
関係論文：東芝レビュー．68，1，2013，p.36-39.



3次元CT動画画像での心筋境界推定の流れ

Flow of myocardial boundary detection technology for dynamic three-dimensional computed tomography (3D-CT) images

● 新動画像符号化の新規格 HEVC に向けた重み付き画素値予測技術



重み付き画素値予測技術の概要

Outline of motion-compensated weighted prediction for High Efficiency Video Coding (HEVC) standard

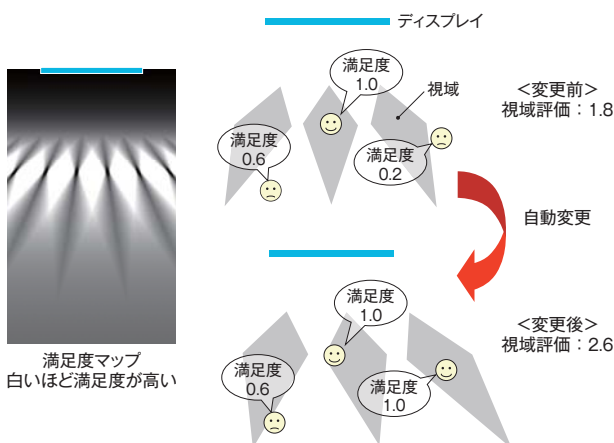
新動画像符号化の新規格 HEVC (High Efficiency Video Coding) に向けて、フェードなどの時間的な画素値変化を伴う動画像の動きを効率良く予測する重み付き画素値予測技術を開発した。

この技術では、二つの画像から画素値の変化の度合いを示すパラメータを導出する。導出したパラメータを用いて動き予測後の値に更なる画素値補正を行うことで、動きの追跡だけでなく、明るさの変化にも対応した予測符号化が実現できる。

この技術を導入した HEVC は、従来規格である H.264/AVC (Advanced Video Coding) の 2 倍の圧縮効率を実現しており、今後、幅広いデジタル機器への応用が期待されている。

関係論文：東芝レビュー. 68, 2, 2013, p.15-18.

● 裸眼 3D ディスプレイ視域制御技術



複数人に対応した視域制御技術

Viewing zone control technology for glasses-free 3D displays using multiple-face tracking

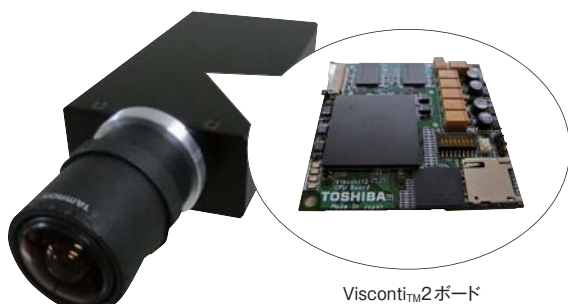
専用眼鏡なし 3D (立体視) ディスプレイにおいて、リモコン操作なしで、3D 映像を正しく視聴可能な領域である“視域”を自動で制御する技術を開発した。

ディスプレイ周辺に配置されたカメラから視聴者の位置を検出し、最適な視域配置を制御する。このとき、複数の視聴者の立体視の良好度合い (満足度) を“立体視可能なディスプレイ面積”と“視聴距離によって決まる光線の密度”の積から算出し、満足度の総和が最大になる配置を最適なものとする。

また、視域の変更を、現時点での視域配置よりも一定以上の満足度の改善が見られる場合に限定することで、必要以上の制御を抑え、快適な 3D 視聴を実現する。

関係論文：東芝レビュー. 68, 2, 2013, p.23-27.

● 画像認識 LSI “Visconti_{TM}2” を搭載したインテリジェントカメラ



インテリジェントカメラ試作機

Prototype of intelligent camera and Visconti_{TM}2 board

画像認識 LSI “Visconti_{TM}2” を搭載し、カメラ単体で高度な画像認識処理を実行可能なインテリジェントカメラを開発した。

多数のカメラを接続する大規模システムにおいて、中央集中型の画像認識サーバでは処理負荷が過大になるという課題があった。そこで、カメラに Visconti_{TM}2 を搭載することで、顔や人物の検出、車両の検出など様々な画像認識処理をカメラ側で実行し、画像認識結果をメタデータとして映像と同時に送信できるようにした。

このメタデータに従って人や車が映っている場面を集中して見るなど、人間の作業の効率化と、機器構成の簡便化を両立させた映像監視システムが実現できる。

関係論文：東芝レビュー. 67, 10, 2012, p.25-28.

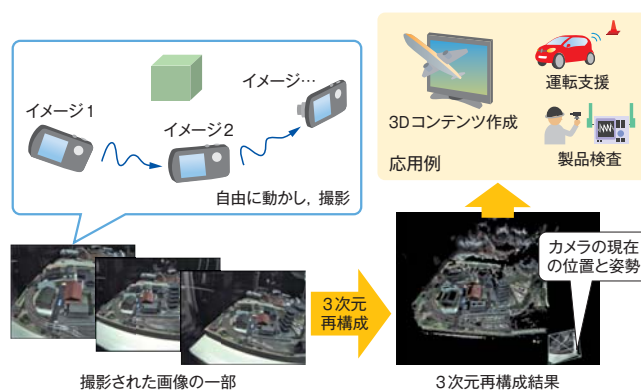
東芝レビュー. 68, 2, 2013, p.12-14.

● リアルタイム3次元再構成技術

1台の手持ちカメラの映像から3次元形状をリアルタイムで正確かつ緻密に復元可能な、3次元再構成技術を開発した。

3次元再構成技術は、3Dテレビ向けの3Dコンテンツの作成や、自動車の運転支援、プラントの保守、製品検査など、様々な場面への応用が期待されている。従来は、リアルタイムで緻密に3次元形状を得ることは困難であり、また、人工的なマーカを置いて撮影する必要があった。

今回、多数の画像を用いることで緻密に形状を取得し、かつ並列処理することで高速に計測できる手法、及びマーカの代用となる特徴的な箇所を画像から自動検出する手法を開発し、リアルタイム3次元再構成技術を実現した。



1台のカメラによる3次元再構成技術の概要

Outline of 3D reconstruction technology using one moving camera

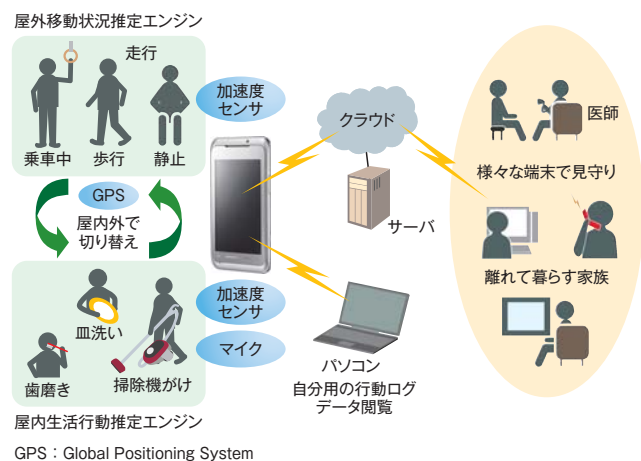
● スマートフォンを用いた生活行動認識技術

ユーザーの日常の様々な生活行動をスマートフォン単体で認識する屋内外生活行動認識技術を開発した。

スマートフォンに内蔵された加速度センサとマイクを用いて、屋内での歯磨きや掃除機がけなどの行動を認識する。ユーザーの動き情報からおおまかな行動状態を捉え、音を用いて細かく行動を分類する点が特徴である。また、屋外では移動に関する行動の認識処理に切り替えることで、例えば、高齢者の屋内と屋外両方の様々な生活行動をシームレスに見守ることができるようにした。

60歳以上の高齢者12名を含む21名の被験者による評価実験を行い、屋内外の10種類の生活行動を90%以上の精度で認識できることを確認した。

この研究の一部は、総務省の研究委託により実施した。



スマートフォンによる屋内外の生活行動認識

Indoor and outdoor living activity recognition using smartphone

● インタフェースロボット ApriPetit_{TM} (アプリプチ)

片手で持ち運び可能なサイズのインタフェースロボット ApriPetit_{TM}を開発した。

見守りや注意喚起など生活に密着した役割を担うには、どこでも利用できることが必要である。ApriPetit_{TM}は、組込みベースでの開発により小型化とバッテリー駆動を実現し、利用シーンを拡大した。搭載した画像認識LSI Visconti_{TM}3で顔や人物を検出し、頭部を動かして人物を注視し続けられる。また、無線LANを介して音声処理サーバにつなげば、対話も可能になる。

今後、家庭での高齢者や子どもの見守り、家電機器とのインタフェース、及び公共施設や店舗での案内や監視などの応用を考え、実用化を進める。

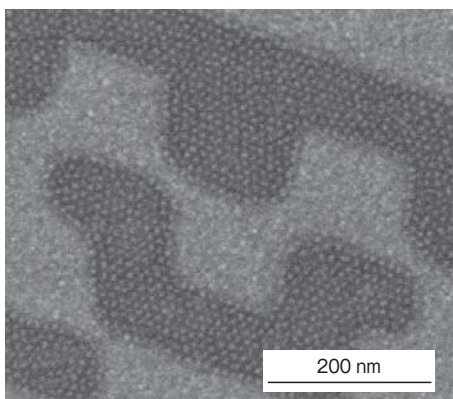
この研究の一部は、総務省の研究委託により実施した。



インタフェースロボット ApriPetit_{TM}
ApriPetit_{TM} compact interface robot

2 電子デバイス・材料

● 誘導自己組織化マスクによる5 Tビット/in²ビットパターンドメディア



5 Tビット/in² 誘導自己組織化マスクの走査型電子顕微鏡 (SEM) 像
Scanning electron microscope (SEM) image of 5 Tbits/in² directed self-assembling polymer mask

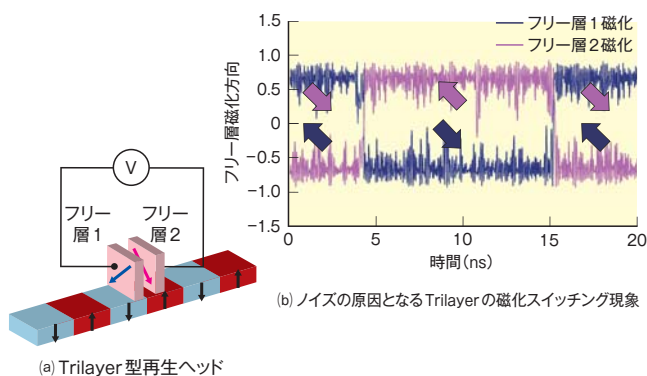
HDD (ハードディスクドライブ) の大容量化を実現するため、誘導自己組織化 (DSA) 技術を用いてビットパターンドメディア (BPM) を作成した。

熱的に安定な微細ドットを実現できる高結晶配向FePt (鉄 白金) 規則合金磁性膜を開発した。また、自己組織化ポリマーをガイド溝に沿って配列制御するDSA技術を開発し、これをマスクとしてFePt薄膜をエッチングして、データ領域とサーボパターンを備えたBPMを試作した。12 nmピッチの磁性ドットで構成されており、5 Tビット/in² (T: テラ, 10¹²) の面密度に相当する。

この研究の一部は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「超高密度ナノビット磁気記録技術の開発」プロジェクトの委託を受けて実施した。

関係論文: 東芝レビュー. 67, 7, 2012, p.54-55.

● Trilayer 型再生ヘッドの基礎技術



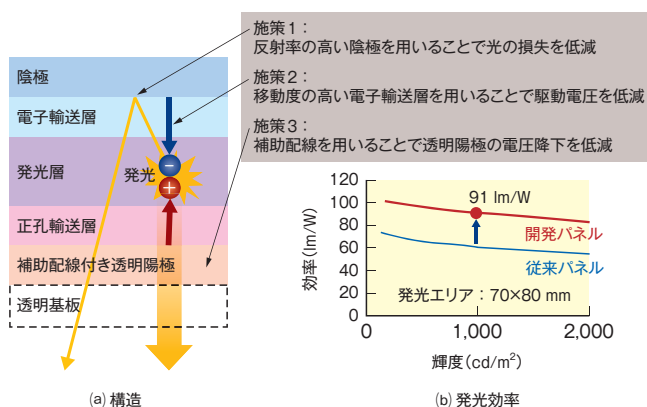
Trilayer 型再生ヘッドの磁化スイッチング現象 (シミュレーション)
Result of magnetic switching simulation of optimally designed trilayer read head

記録面密度が5 Tビット/in²以上でハードディスクに記録されたデータを再生する高分解能ヘッドの基礎技術を開発した。

現行のスピナルブ構造に代わる次世代再生ヘッドの構造として期待されるTrilayer型再生ヘッドは、ノイズが大きく信号対雑音比が低いことが欠点である。当社は、熱雑音の計算を取り入れたシミュレータを使用して、ノイズの原因を特定し、信号対雑音比を5 dB以上高める最適構造を提示した。

この研究の一部は、NEDOの「超高密度ナノビット磁気記録技術の開発」プロジェクトの委託を受けて実施した。

● 高効率 有機EL 照明



高効率 有機EL の構造及び発光効率
Device structure and luminous efficiency of highly efficient organic light-emitting diode (OLED)

LED (発光ダイオード) 照明に続く次世代の低消費電力照明として、やわらかな拡散光を発する有機EL (OLED: Organic Light-Emitting Diode) 照明が期待されている。

今回、次の施策により有機ELの発光効率を改善し、70×80 mmの実用的なサイズのパネルで、輝度1,000 cd/m²のとき91 lm/Wという蛍光灯並みの高い発光効率を実現した。

- (1) 反射率の高い陰極により光の損失を低減
- (2) 移動度の高い電子輸送層により駆動電圧を低減
- (3) 補助配線により透明陽極の電圧降下を低減

関係論文: 東芝レビュー. 67, 9, 2012, p.56-57.

● シートディスプレイ

紙のように軽くて薄いシートディスプレイは、モバイル機器の軽量化と薄型化を実現するだけでなく、割れにくく、曲がるといった特長を生かすことで、ディスプレイの利用シーンを大きく広げる可能性がある。

今回、シートディスプレイ実用化の鍵を握る高い駆動安定性を備えた酸化物半導体 (In-Ga-Zn-O) 薄膜トランジスタ (TFT) を透明ポリイミド基板上に 300 °C 以下のプロセスで形成した。この TFT を駆動素子に用いて、世界最大級の大きさとなる 11.7 型で、質量 10 g、厚さ 0.1 mm の有機 EL シートディスプレイ (960×540 画素) の試作に成功し、曲率半径 10 mm に曲げても正常に動作することを確認した。

関係論文：東芝レビュー. 68, 2, 2013, p.32-35.



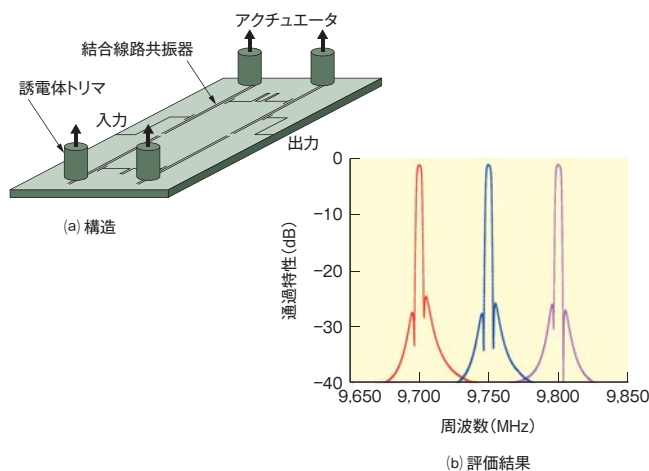
酸化物半導体 (In-Ga-Zn-O) TFT で駆動した 11.7 型有機 EL シートディスプレイ

11.7-inch active matrix OLED (AMOLED) sheet display driven by oxide (In-Ga-Zn-O) semiconductor thin-film transistors (TFTs)

● 狭帯域チューナブル超伝導フィルタ

ゲリラ豪雨の早期検出が可能な 10 GHz 帯高性能気象レーダ網を構築するには、近接した気象レーダ間の電波干渉抑制と、どのエリアの気象レーダでも容易に設置可能な周波数チューニング機能が必要になる。

この要求に応え、近接レーダからの電波干渉を抑制するための狭帯域性と、気象レーダの割当て周波数範囲内を全てカバーする周波数チューニング機能を備える、狭帯域チューナブル超伝導フィルタを開発した。独自の結合線路共振器と誘電体トリマ構造により、従来と比べて 1/50 の狭帯域性を実現するとともに、従来困難であった低損失狭帯域性を維持したままでの周波数チューニングが可能になった。



狭帯域チューナブル超伝導フィルタの構成と評価結果

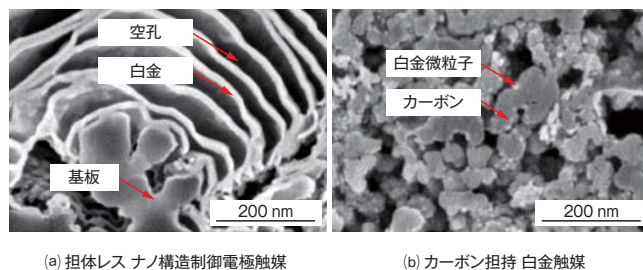
Structure and measured characteristics of narrowband tunable filter

● 燃料電池用電極触媒の省白金化技術

家庭用燃料電池の低コスト化を実現する、固体高分子形燃料電池 (PEFC) 用電極触媒の省白金化技術を開発した。

PEFC 用電極触媒には、一般にカーボン担体上に白金などの貴金属ナノ粒子を担持させたものが使用されているが、耐久性を維持したまま省白金化するのは困難である。開発した担体レス ナノ構造制御電極触媒は、起動停止耐久性が従来の 4 倍で、かつ単位電極面積当たりの電極触媒特性が従来の 2 倍のため、耐久性を維持したまま省白金化することができる。

今後は、各種用途への搭載を目指し、省白金化を更に進めるとともに、電極の大型化と量産技術の確立も進める。



(a) 担体レス ナノ構造制御電極触媒

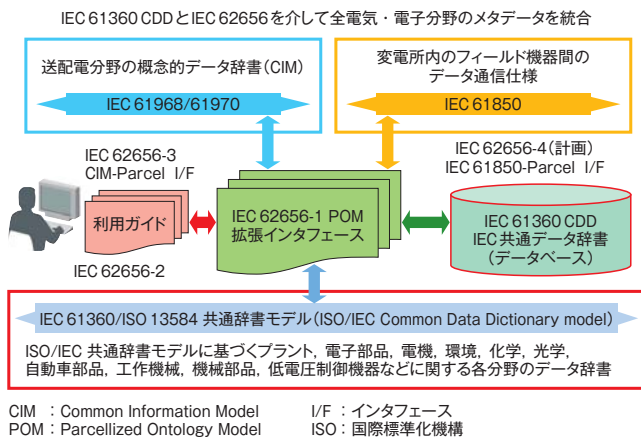
(b) カーボン担持 白金触媒

開発した担体レス ナノ構造制御電極触媒と従来のカーボン担持 白金触媒の SEM 像

Cross-sectional SEM images of newly developed catalyst layer (a) and conventional platinum on carbon (Pt/C) catalyst layer (b)

3 システム技術・機械システム

● IEC 62656「標準化された表形式による製品オントロジーの登録と交換」規格の開発



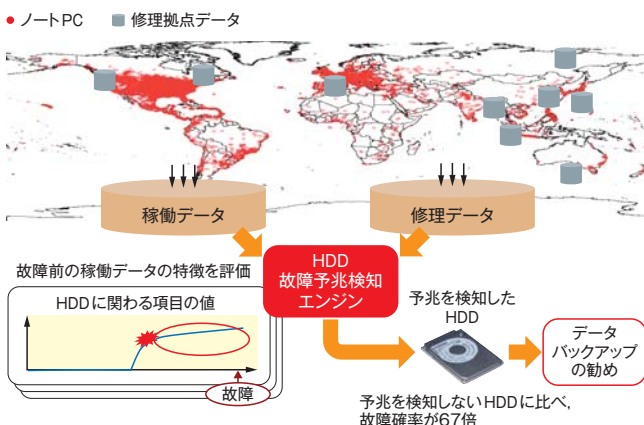
IEC 共通データ辞書とParcel規格

International Electrotechnical Commission (IEC) Common Data Dictionary (CDD) and parcel standards

全ての電気・電子分野に適用される製品記述仕様 (オントロジー) のデータベースであるIEC 61360 (国際電気標準会議規格 61360) CDD (共通データ辞書) の論理モデル IEC 61360-2が2012年10月に発刊された。更にその拡張インタフェースIEC 62656-1をFDIS (最終国際規格案) に進め、同時に日本工業規格 (JIS) 化を進めている。またIEC 62656-1の利用ガイドをTS (技術仕様書) とし、加えてスマートグリッド機器の仕様記述を扱うIEC 62656-3をCDV (投票用委員会原案) に進めた。

これらの規格のプロジェクトリーダーは全て当社が担当し、国際標準化に大きく貢献した。これらの規格は今後製品化される送配電関連製品に应用される予定である。

● ノートPCのHDD故障予兆検知技術



データマイニングによるHDD故障予兆検知エンジン

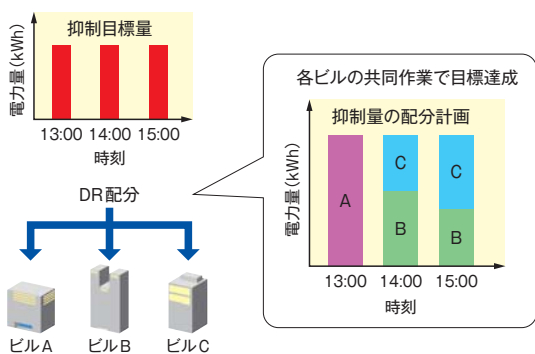
Failure prognosis engine for hard disk drives (HDDs) using data mining analysis

当社は、顧客がデータ提供に同意したノートPC (パソコン) の稼働データを世界中から収集し、166万台分のデータを蓄積している。これらのデータと修理データの間をデータマイニングにより分析することで、ハードディスクドライブ (HDD) の故障予兆検知技術を開発した。

この技術による故障予兆検出能力を検証した結果、故障予兆が検知されたグループの故障確率は、故障予兆が検知されないグループの故障確率に比べ67倍となることがわかり、高い故障予兆検出能力を持つことを確認した。

この技術を、企業向けノートPCの管理ツール“東芝スマートクライアントマネージャー”の新機能として、2013年度に商品化することを予定している。

● 多様なビル群へのデマンドレスポンス配分技術



電力抑制目標量の各ビルへの配分

Dispatch of electricity demand restraint target to buildings

電力のピーク需要をカットするため、多様なビルを連携させ、各ビルに要請する電力需要抑制量を最適に配分するデマンドレスポンス (DR) 配分技術を開発した。

従来のDRでは、ビルごとの事情は考慮せず電力抑制を一律に要請するため、必要以上の抑制や長時間の抑制が生じるという問題があった。開発したDR配分技術は、各ビルの抑制余力と適切な要請タイミングを把握して、抑制目標量を過不足なく達成できる抑制量の配分計画を立案する。シミュレーションの結果、各ビルの需要抑制時間を従来方式に比べ半減できることを確認した。

この技術は、横浜スマートシティプロジェクト (YSCP) の一環として、2013年度の実証実験で検証予定である。

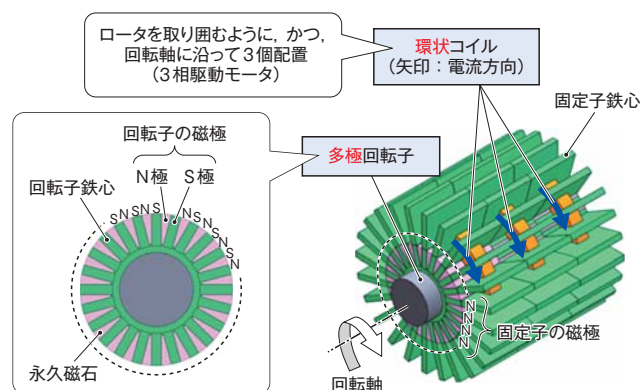
関係論文：東芝レビュー. 67, 9, 2012, p.7-10.

● 高トルク密度モータ

永久磁石型モータは、永久磁石によって回転子表面に作用する磁極と、固定子コイルに電流を印加して固定子鉄心に作用する磁極との間の磁気作用によってトルクを発生する。トルクは極数にほぼ比例するので、高トルクモータの設計には多極化が有効である。しかし一般に、極数を増やすと固定子鉄心に巻くコイルの数も増えてコイル巻数が減少し、トルク発生に必要なコイル電流による磁束が不足する場合があった。

そこで、磁極数とコイル巻数を独立に設計するため、回転子全体を取り囲むように配置した三つの環状コイルから成るモータ構造を基に、小さな投入電流で効率良く磁束が発生できる磁石配置ロータを開発した。

関係論文：東芝レビュー. 68, 1, 2013, p.56-57.



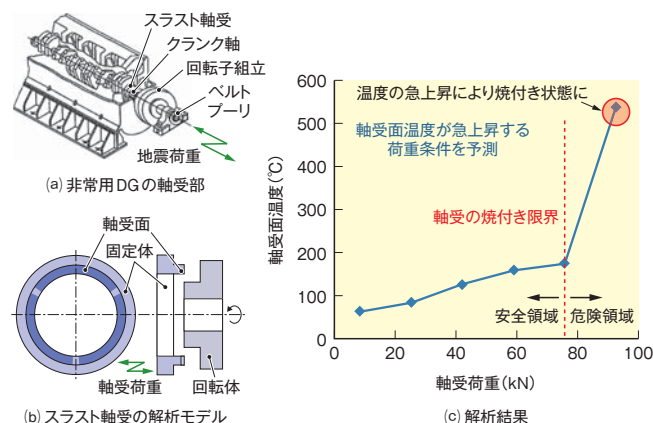
高トルク密度モータの構造

Structure of high-torque-density motor

● 非常用DG軸受の限界評価技術

非常用ディーゼル発電機（DG）は地震発生時にも電力供給が可能であることが求められており、特に軸受は地震荷重が作用する中でも正常に機能しなければならない。そこで、軸受の耐震裕度を評価するために焼付き限界を解析的に評価する技術を開発した。

混合潤滑解析と熱流体解析を連成させることで、相互に影響し合う軸受の潤滑状態と表面温度を正確に見積もることができ、焼付きが発生する荷重条件の予測が可能になった。コストと期間のかかる機能限界試験を必要としない数値解析だけで効率的な耐震裕度を評価する技術を開発することができた。



非常用DG軸受の限界評価シミュレーション

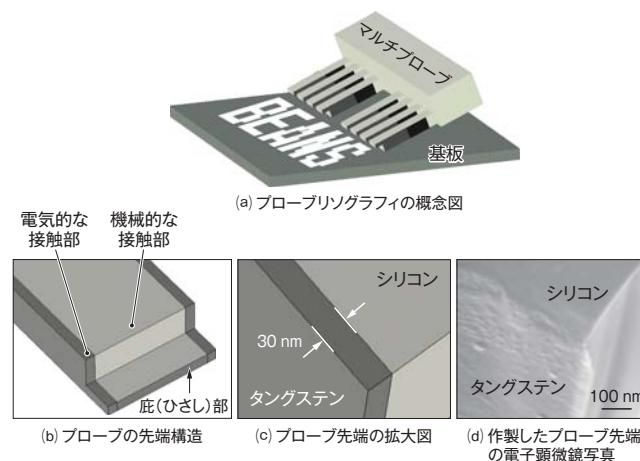
Numerical simulation for prediction of bearing seizure in emergency diesel generator

● プローブリソグラフィ用N-MEMSプローブ技術

走査型プローブ顕微鏡を用いたリソグラフィは究極の微細加工方法として注目されているが、量産技術として利用するには、プローブの耐久性と製造性、及び加工・描画スループットの向上が必要である。

これらの課題を解決するため、大面積加工に対応できる耐摩耗 プローブ構造を考案した。プローブの先端は、ミクロンスケールの機械的な接触部とナノスケールの電気的な接触部を持つ構造を採用することで、耐久性と描画分解能を両立できる。従来のプローブと比べ同等の描画分解能と、数百倍の耐久性向上を実現した。また、複数本のプローブで並列に描画することにより、スループットを向上できた。

この研究の一部は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発（BEANS）」プロジェクトで実施した。

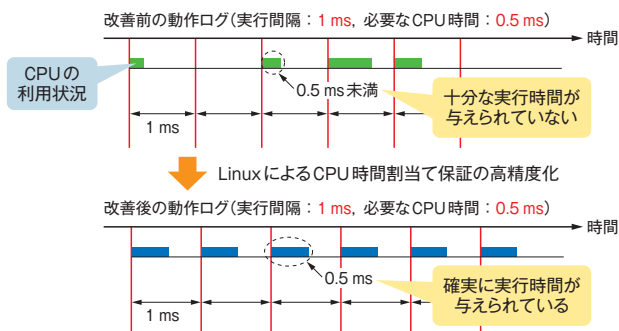


N-MEMSプローブの構造

Nano-microelectromechanical system (N-MEMS) probe for probe lithography

4 ソフトウェア

● Linuxのリアルタイム性向上技術



リアルタイム性保証精度の向上

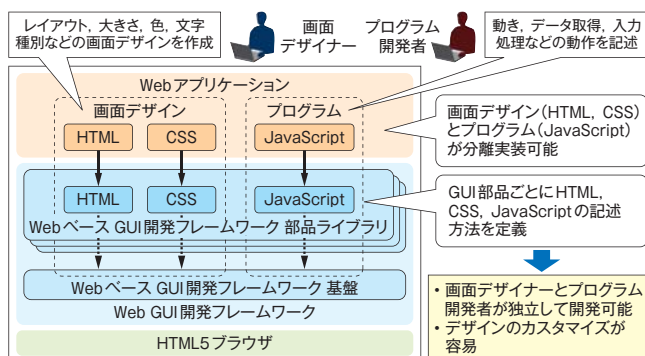
Improvement of real-time scheduling granularity of Linux

電力や交通など社会インフラ分野の制御系組込み機器では、イベントへの応答開始から終了までの時間を保証するリアルタイム性が重要である。リアルタイム性を保証するためには、応答開始までの時間を短くし、更に、終了までに必要なCPU時間を確実に割り当てなければならない。しかし、Linuxでは終了時間の保証に必要なCPU時間の割当てが1 ms単位でしかできないという問題があった。

今回、当社が開発したリアルタイム性向上技術により、CPU時間の割当てを μ s単位で保証することが可能になった。これにより、社会インフラ分野でのLinuxの適用を更に加速することができる。

関係論文：東芝レビュー. 67, 8, 2012, p.7-10.

● WebベースのGUI開発フレームワーク



CSS : Cascading Style Sheet

Web ベース GUI 開発フレームワークの構成

Configuration of Web-based graphical user interface (GUI) development framework

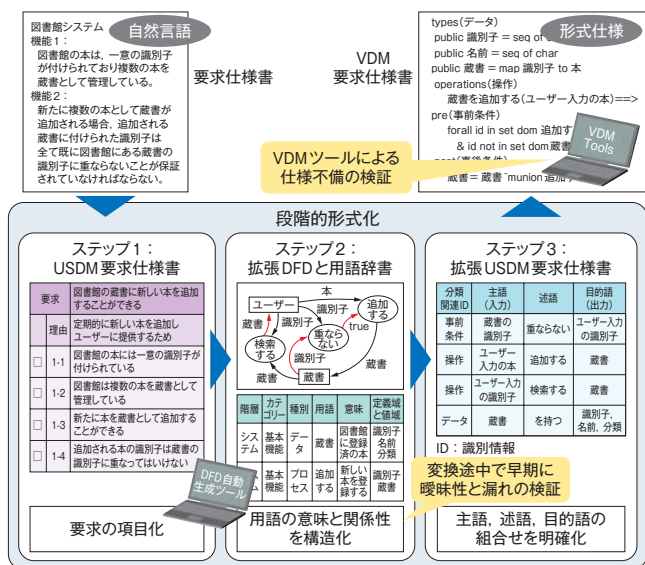
Webブラウザをグラフィカルユーザーインターフェース (GUI) の実行環境とすることで、様々な機器に共通したGUIの開発が可能になる。更に、ブラウザの機能により端末側でリッチなグラフィックが実現できるHTML5 (Hypertext Markup Language 5) によって、社会インフラシステムで用いられる画面で機器の状態をリアルタイムに表示できる。

当社はこのようなWebベースのGUI開発を効率的に行うためのフレームワークを構築した。

このフレームワークでは、画面デザインとプログラムを分離して開発できるようにしている。これによりGUI開発の効率を改善するとともに、カスタマイズ性が向上することでGUIの再利用性を高くすることができた。

関係論文：東芝レビュー. 67, 8, 2012, p.15-18.

● 要求仕様の段階的形式化



USDM : Universal Specification Describing Manner

段階的形式化の手順

Flow of stepwise formalization of requirements specification

漏れや矛盾がない要求仕様を記述するためには、仕様を厳密に記述できる形式仕様記述が有効であるが、集合論や数理論理学が必要となるため適用が困難とされていた。

そこで、自然言語の要求仕様を直接形式仕様で記述するのではなく、次の三つの段階を経て、製品が持つべき機能の入出力情報を明らかにし、形式仕様記述言語VDM++ (VDM: Vienna Development Method) に変換する、段階的形式化手順とサポートツールを開発した。

ステップ1 要求仕様の項目化

ステップ2 データフロー図 (DFD) による用語と入出力データの関係分析

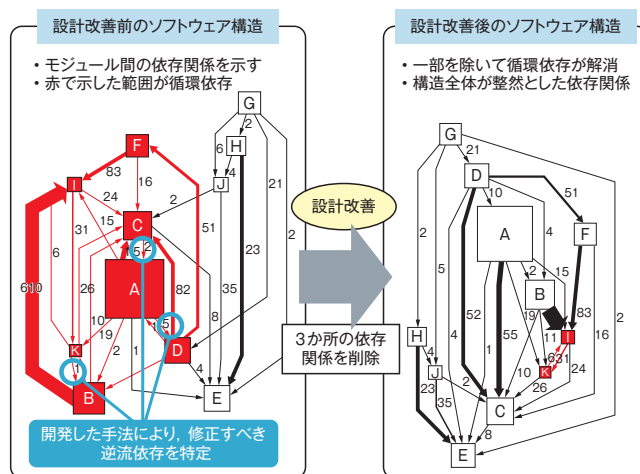
ステップ3 主語、述語、目的語の明確化

これにより、要求仕様書の不備を早期に排除することができ、かつ形式仕様記述への容易な変換を可能にした。

● ソフトウェア設計改善手法

製品の派生開発において、ソフトウェア設計の保守性は開発効率に大きな影響を及ぼす。保守性を低下させる典型的な構造として、複数のモジュールが相互に依存し合う循環依存がある。特に、多数のモジュールによる循環依存は保守性を著しく低下させる。

今回、循環依存を解消し、疎結合な構造に設計を改善する手法を開発した。この手法では、まず循環依存度と呼ぶ指標を定義し、全体に占める循環依存の量を定量化する。そして、循環を形成する“逆流依存”を特定したうえで、それを削除すると循環依存度を大きく低減できる逆流依存の組合せを探索する。得られた逆流依存を修正することで効率的に設計を改善できる。



提案手法による設計改善事例

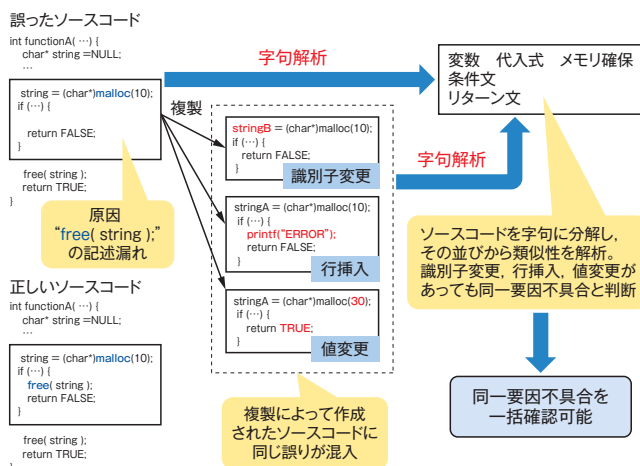
Example of software design restructuring using newly developed method

● ソースコード解析ツール TCANA_{TM}

実際にプログラムを動かすことなく、不具合の要因となるコーディングルール違反箇所や、実行時のエラーを引き起こす箇所を指摘するソースコード解析技術において、その運用を効率化するツール TCANA_{TM}を開発している。

これまでに、解析の完全自動実行や品質傾向のリアルタイム分析など機能を強化し、解析結果の分析時間を90%削減してきた。

今回は、複製されたソースコードに起因する類似の問題点を、数千～数万の解析結果の中から自動抽出し、それらを同一要因不具合として関連付けの機能を開発した。これにより類似問題の修正漏れを抑止するとともに、解析結果の分析時間を更に7%削減できることを確認した。



複製ソースコードに起因する類似問題点の抽出機能

Outline of function to detect similar bugs caused by code clones

● 組合せテスト生成ツール APTNavi_{TM}

ソフトウェアの組合せテストを網羅的、効率的、かつ効果的に実施するために、操作の順序を考慮した組合せテスト生成ツール APTNavi_{TM}を開発した。

2因子間の組合せを100%網羅し、かつ任意の3因子の順序が全て出現するように操作の順序を考慮した組合せのテストケースを生成している。また、組合せテストの実施結果を管理し再利用するために、テスト管理システムとの連携も可能にした。

このツールを適用した効果として、テスト工数の30～70%が削減されたことを確認した。今後も効果的で効率的な組合せテスト技術で、高品質なソフトウェアの開発を推進する。

カラー MFP (Multifunctional Peripherals) の例

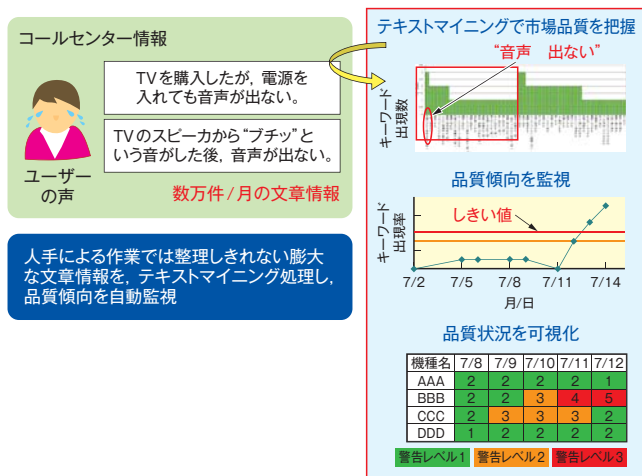


組合せテスト生成ツール APTNavi_{TM} の概要

Outline of combination test generation tool

5 生産技術

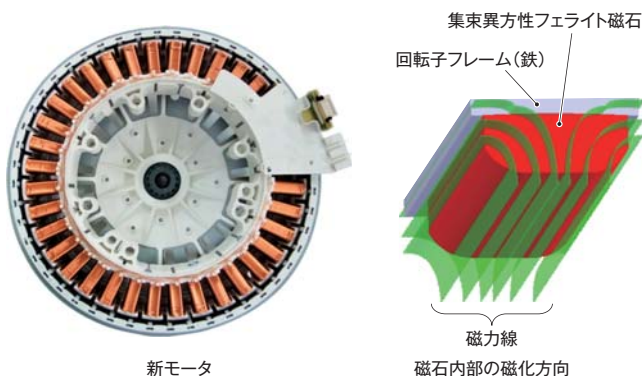
● コールセンター情報を利用した市場品質監視システム



コールセンター情報を利用した市場品質の監視

Surveillance of field quality utilizing call center data mining

● 洗濯機用高効率フェライト磁石モータ



洗濯機用新モータと磁石内部の磁化方向

Newly developed motor with ferrite magnets for automatic washer and magnetic orientation distribution

テレビ (TV) の市場品質をいち早く把握するために、コールセンターに寄せられる情報を自動的に解析し、品質傾向を監視するシステムを開発した。

コールセンターでは、ユーザーからのTVに対する品質情報を文章で書き留め、電子ファイルに蓄えている。この文章情報は、毎月数万件にも上る膨大なデータ量になるため、人が文章を読んでその内容を把握するには、多大な時間を要する。

そこで、テキストマイニング処理により品質情報を抽出し、その出現トレンドから市場品質の傾向を自動監視することによって、市場品質の向上に活用できる。

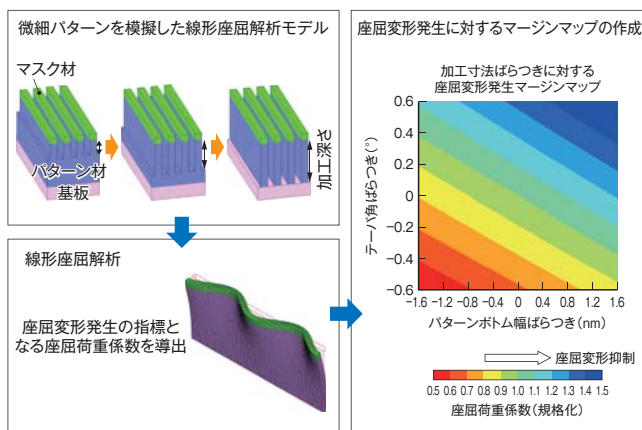
近年、高効率モータの多くにネオジム磁石が使われているが、希少金属のジスプロシウムを含むため、供給不安を抱えている。そこで、希少金属を含まないフェライト磁石を使った高効率な洗濯機用新モータを開発した。

新モータの磁力を高めるため、内部で磁力線を湾曲させて磁極中央部に磁力線を集中させた、集束異方性磁石を採用した。また、磁極数を24極から48極に増やすなど磁気回路も工夫した。

この新モータを搭載した全自動洗濯機AW-80DL/70DLは2012年9月に商品化され、洗濯時の消費電力量を当社の前年機種に比べて6% (83 Whから78 Whへ) 低減させた。

関係論文：東芝レビュー. 68, 1, 2013, p.52-55.

● 半導体デバイスの微細化に対応した応力シミュレーション技術



線形座屈解析を用いた座屈変形の発生予測

Prediction of buckling failure occurrence using liner buckling analysis

半導体デバイスの微細化に対応した応力シミュレーション技術を開発した。

半導体デバイスの微細化に伴う機械的強度の低下により、微細パターンの座屈変形という新たな課題が顕在化している。有限要素法を用いた線形座屈解析により、座屈変形の起こりやすさの指標となる座屈荷重係数を導出することによって、座屈変形の発生予測を可能にした。

この技術を次世代半導体デバイスのプロセス構築に適用し、開発の初期段階で座屈変形の危険性が高い工程を抽出し、不良低減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。

関係論文：東芝レビュー. 67, 6, 2012, p.40-43.

● 省材料塗布技術

半導体デバイスの製造コストを低減するために、材料をむだにしない塗布技術が求められている。今回、従来のスピン塗布に比べて、材料の使用効率を大幅に向上させるとともに、エッジカット工程の薬液使用量をほぼゼロにできる新しい塗布技術を開発した。

特長は、ノズルの位置と材料の塗布量を高精度に制御し、低速回転でも均一に塗布できるようにしたことにある。また、材料がウェーハ外周部に到達する前に塗布を終了させることで従来のエッジカット工程が不要になり、薬液の使用量を大幅に削減できる。

この技術を採用した装置は、既に当社四日市工場で稼働を開始している。



材料の使用効率を最大化する省材料塗布装置

Newly developed coating equipment maximizing efficiency in use of materials

● エンタープライズ向け2.5型HDDの高効率生産ラインの構築

エンタープライズ向け2.5型HDD（ハードディスクドライブ）製造工程において、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。

これまで生産量の大部分を占めてきたクライアント向け2.5型HDDと比較すると、エンタープライズ向け2.5型HDDは部品点数が多く、更に高精度の組立てが要求される。これに対して自動化を推進して品質と生産性を向上させ、コスト競争力のある生産ラインを構築することによって、既存ラインに比べて大幅な作業人員削減とスペース削減を実現した。

現在、当社の海外生産拠点で稼働を開始しており、HDD製造工程の生産性向上に貢献している。



エンタープライズ向け2.5型HDDの高効率生産ライン

Efficient production line for 2.5-inch hard disk drives (HDDs)

● 高生産性を実現する合理化セルの構築

洗濯機と冷蔵庫の製造拠点である東芝家電製造タイ社において、少人数で製品の組立てを完成させるセル方式を採用した多品種小ロット・混流生産が可能な合理化セルを構築した。

セル方式は、従来のコンベア方式に比べて、品種切替え時間や工程待ちを削減できる。更に、作業認定制度や教育ツールによる多能工の育成と作業習熟度向上の効率化、及び無人搬送車導入によるタイムリーな部材供給によって、市場の要求に合わせたスピードでの生産と、部品から流通までの総コスト低減を実現した。その結果、労働生産性は約1.5倍に向上した。

今後、この合理化セルを他拠点に横展開し、グローバル生産体制の構築を進める。



洗濯機組立ての合理化セル

Cellular manufacturing of washing machine at facility of Toshiba Consumer Products (Thailand) Co., Ltd.