1 研究 Research and Development

研究開発センター/生産技術センター/IoTテクノロジーセンター/インダストリアルICTセキュリティセンター

東芝グループの経営方針である"創造的成長"を支えるため、バリューイノベーションによる非連続で飛躍的な社会変化を自ら創造することに挑戦し、新しい事業の種を創出するコア技術の研究開発に取り組んでいます。

電子デバイス分野では、垂直 STT-MRAM (Spin-Transfer Torque Magnetoresistive RAM) を用いた4 Mビット不揮発キャッシュメモリチップを試作し、従来型のキャッシュメモリである SRAM (Static RAM) に対して、消費電力を 1/10 に削減できることを実証しました。ヘルスケア分野では、ゲノム解析データのセキュアな通信を確保するため、7 km離れた社外拠点と社内拠点の間を盗聴不可能な量子暗号通信システムで接続する実証試験を開始しました。ライフスタイル分野では、色再現性とともに、輝きやコントラストを更に高めることで、HDR (High Dynamic Range) 映像時代をリードする高画質を実現した、4K (3,840×2,160 画素) テレビ向けの映像処理エンジン "4K レグザエンジン HDR PRO" を開発しました。生産技術分野では、電線の被覆に使われている塩化ビニル樹脂やRoHS 指令 (有害物質使用制限指令) の規制物質を、環境負荷の低い物質に代替する際に、性能低下が懸念される屈曲耐久性を評価するための機械的信頼性予測技術を開発しました。IoT (Internet of Things) 分野では、個人情報を含むデータを分析などに利活用する際に、個人を特定しようとしてもk人までしか絞り込めないようにデータを加工するk-匿名化技術において、安全性を維持したまま、加工によって生じるデータ情報量の損失を従来技術より約30%少なくできる方式を開発しました。

▶ ハイライト編の p.5, 21, 25, 27, 28, 31, 36 に関連記事掲載。

研究開発センター所長 堀 修

1 情報通信

● 電力系統広域保護システム向け高精度時刻同期手法

電力系統の広域保護システムへのIP (Internet Protocol) 通信技術の適用を目指している。広域でデータ共有が可能なIP通信の特性を活用し、系統保護機能を自由に分散配置できるDMD (Decentralized Modular Device)を、一般財団法人電力中央研究所と共同で開発した。また、共有するデータには高精度な時刻同期が必要なため、広域保護システムに適した手法を考案した。

既存手法の基準時刻は一つであるが、開発した手法では、基準時刻を持つ装置を保護の対象範囲ごとに配置することで、IP通信の遅延変動による同期誤差を低減でき、更に基準時刻を持つ装置の障害波及も軽減できる。基幹系統モデルを用いたシミュレーション評価を行い、既存手法に比べ同期精度が向上することを確認した。

関係論文: 東芝レビュー. 70, 10, 2015, p.31-34.

変電所 変電所 変電所 変電所 送電線A DMD DMD DMD 送電線Aの保護 基準 送電線Bの保護 基準 送電線Bの保護 基準 以電線Bの保護 送電線Bの保護 は電線Bの保護 は電線Bの保護 は電線Bの保護 は電線Bの保護 は電線Bの保護 は電線Bの保護 は電線Bの保護

DMDにおける時刻同期手法の概要

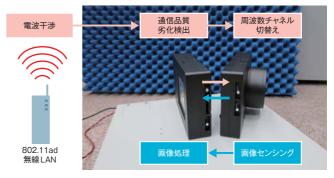
Outline of time synchronization method using decentralized modular devices (DMDs)

60 GHz帯ミリ波非接触通信技術

IoT 機器の可動部で、高精度なセンシングデータを安定 して伝送するための非接触通信技術を開発した。

60 GHz帯ミリ波を用いて、1 Gビット/s以上の双方向通信に対応した。通信品質の劣化を1 s以内に検出して周波数チャネルを切り替える機能を備え、無線システム間の電波干渉を回避できる。この技術により、同じ周波数帯を使うIEEE 802.11ad (電気電子技術者協会規格 802.11ad) 規格の無線LANが混在する利用環境でも、5 Mピクセルの高精細画像データを安定して伝送できることを実験で確認した。

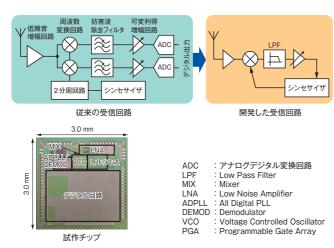
この成果の一部は、総務省の委託研究「電波資源拡大のための研究開発」により得られた。



60 GHz帯ミリ波非接触通信技術を搭載した画像センシング試作機

Prototype image sensing device with proximity communication using 60 GHz millimeter-wave band

● デジタル PLL 再生型 BLE 無線機の低消費電力化技術



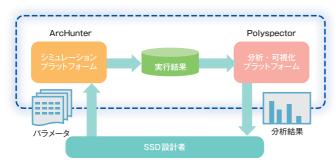
開発した受信回路の構成と試作チップ

Block diagram of newly developed Bluetooth⁽¹⁾ Low Energy (BLE) receiver and prototype chip

パソコンやヘルスケア機器の通信手段として広く利用されているBLE (Bluetooth[®] Low-energy) 無線通信用チップの受信時の消費電力を低減する, デジタルPLL (Phase Locked Loop) 再生型の新たな受信回路を開発した。

開発した受信回路は、周波数シンセサイザの設定周波数を工夫することで、従来の2パス (同相成分と直交成分)でのデータ復調処理を1パス (同相成分)だけで実現できる。これにより、復調に要する回路ブロック数が削減でき、更に周波数シンセサイザの発振周波数を従来比の約1/2とすることで、チップサイズと消費電力を低減できる。今回、開発した受信回路のチップ試作を行い評価した結果、従来製品の約1/2の1.3 mm²のサイズで、消費電力7.5 mW(電源回路効率を80%と想定)が得られ、約30%の低減に成功した。

● 次世代SSD向けアーキテクチャ探索プラットフォーム



SSDアーキテクチャ探索プラットフォーム ArcHunter+Polyspector の構成

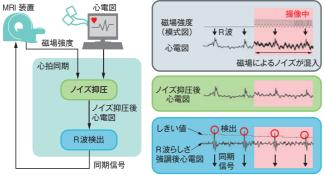
Configuration of ArcHunter+Polyspector architecture exploration platform for solid-state drives (SSDs)

多種多様なSSD (ソリッドステートドライブ) の開発において、最適なアーキテクチャ (内部構成) を効率よく探索できる統合プラットフォーム "ArcHunter + Polyspector" を開発した。

近年の高性能SSDの開発では、性能や、消費電力、信頼性などの多様な要求を満足するアーキテクチャを決定するために、搭載するCPUの数やDRAMのサイズなどのパラメータの膨大な数の組合せを考慮する必要がある。今回、多種多様なSSDの構成を想定した動作シミュレーションが可能なArcHunterと、大量に蓄積した動作履歴を分析して可視化するPolyspectorを統合したプラットフォームを開発した。これにより、開発の初期段階で、多様な要求を満足するパラメータの最適な組合せを効率よく探索できる。

関係論文:東芝レビュー. 70, 11, 2015, p.58-59.

MRI検査向け心拍同期技術



ノイズ抑圧とR波検出を用いた心拍同期技術

Cardiac gating technology for magnetic resonance imaging (MRI) inspections using gradient noise suppression and R-wave detection

MRI (磁気共鳴イメージング) 検査において、被験者の 心拍とタイミングを合わせて撮像できる高精度心拍同期 技術を開発した。

心拍同期は心電図のR波(心臓が収縮するときの信号)を基準に行うが、磁場の影響でノイズが混入し、R波の検出精度が低下していた。そこで、R波の形状に着目し、磁場の強度を手がかりにしたノイズ抑圧技術と、"R波らしさ"を強調した信号に変換することで、ピークの振幅が小さくなるような変形にも対応したR波検出技術を開発し、誤検出や未検出を大幅に低減した。

R波検出技術は2015年4月から製品適用を開始し、ノイズ 抑圧技術を含めた心拍同期技術も早期実用化を目指している。

● 話者モデル生成技術

かわいい声や、渋い声、落ち着いた声など、漠然とした 声の印象と、性別や、年齢、明るさなどの声の特徴に基づ いて、合成音声の話者モデルを自在に生成できる話者モデ ル生成技術を開発した。

この技術では、多数の話者の音声を声の印象と特徴の 観点でスコアリングし、その音響特徴を統計的に学習した 印象表現モデルと知覚表現モデルを用いている。

知覚表現モデルにある様々な声の特徴を印象表現モデルからの重みで加算することで、印象指定UI (ユーザーインタフェース) で指定した所望の話者モデルを生成できるため、低コストかつ短時間で多様な音声を作成できる。

発話内容に合わせて多様な話者が要求されるような, 音声コンテンツ制作への応用が期待されている。

知覚表現モデル 平均声モデル 性別モデル 年齢モデル 明るさモデル ** 印象表現モデル 印象生成部 02 0.3 0.7 印象指定UI ●かわいい声 多様な話者モデル ○渋(.)吉 ○落ち着いた声 音声合成部 テキスト・ 合成音声

話者モデル生成技術の概要

Outline of voice generation technology based on voice impressions and characteristics

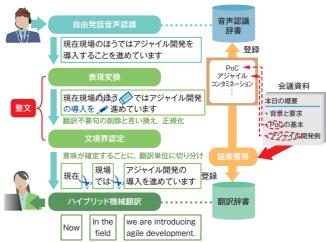
● 話し言葉整文技術を備えた会議字幕システム

ビジネス会議における外国語会話を支援する日英及び 日中の会議字幕システムを開発した。従来、翻訳が難し かった話し言葉を翻訳しやすい単位や表現に変換する整 文技術と、会議で使われる言葉を資料から獲得する語彙 獲得技術を開発し、通訳精度を大幅に高めた。

このシステムの使用により、日本語検定2級以上の中国 人被験者の会議理解度が約60%から約80%に改善され、日本語の理解が難しい2級未満の被験者では約30% から約60%に改善される効果を確認している。

当社の中国現地法人をはじめとした東芝グループ内で, このシステムの試用を開始する。試用を通じて性能改善を 進め、実用化を目指す。

関係論文: 東芝レビュー. 71, 1, 2016, p.50-51.



PoC: Proof of Concept

会議向け話し言葉翻訳処理のフロー

Flow of processes for simultaneous interpretation for conferencing

- 会議支援向け話者特定技術

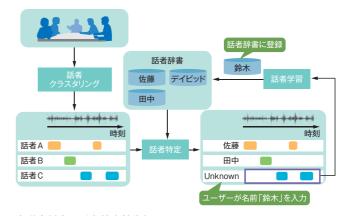
録音した発話者を辞書へ随時追加していくことで、会議を効率よく振り返ることができる話者特定技術を開発した。

発話を話者ごとに分類する話者クラスタリング技術に加え、ユーザーが新たに登録した話者の音声を学習する処理と、分類された音声に対して話者名を特定する処理を行う技術を開発し、導入した。

これにより、発話を話者ごとに分類するだけでなく、自動的に話者名まで付与する機能を実現できた。

この技術は、タブレットやパソコンなどに、ボイスレコーダアプリケーション "TruRecorder" として搭載されている。

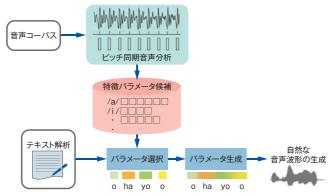
関係論文: 東芝レビュー. 70, 4, 2015, p.26-29.



会議支援向け話者特定技術概要

Outline of speaker recognition technology to support conferencing

○ 次世代高品質音声合成技術



次世代高品質音声合成技術の構成

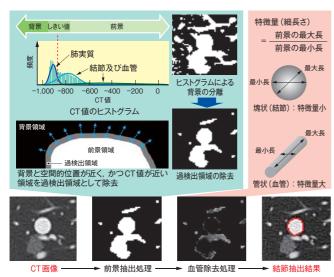
Configuration of next-generation high-quality speech synthesis technology

音声対話や映像制作での利用を目指し、人の発声に近い自然な音声を合成できる自然発話音声合成技術を開発 した。

この技術では、まず音声コーパス (大規模な音声データ)を分析し、特徴パラメータを集める。このとき、ピッチに同期して精密に音声分析し、波形形状を表す位相パラメータを用いることで、音声波形の再現性を高めている。次に、集めた特徴パラメータの候補から、各音声区間に必要な特徴パラメータを選択し、音声合成に必要なパラメータを生成する。

これにより,従来の音声合成モデルのような過剰な平滑 化が抑えられ,実際の発声に近い,高品質で自然な音声 が合成可能になった。

CTによる肺結節の体積計測技術

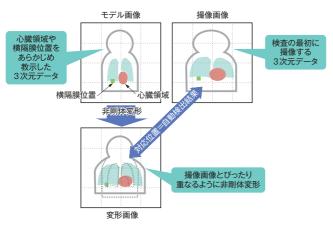


データ提供: 国立大学法人 神戸大学

開発技術による肺結節体積計測の流れ

Flow of processes for volumetric measurement of lung nodules

心臓MRI検査向け臓器位置検出技術



臓器位置検出技術の概要

Outline of organ position detection technology for cardiac MRI examinations

肺がん診断において、CT (コンピュータ断層撮影)を用いて結節 (塊状の病変) 体積の経時変化を計測し、良悪性を鑑別する試みがある。従来の計測方式では、結節の淡い陰影や付着する血管の影響で計測精度に課題があった。

そこで、前景抽出と血管除去の処理から成る方式を開発し、精度を改善した。前景抽出では、CT値(注)のヒストグラムを求め、結節と血管を前景として抽出する。血管除去では、管状(血管)と塊状(結節)の違いを表す特徴量を用いて前景から血管を除去することで結節を抽出する。

この技術は、東芝メディカルシステムズ(株)製の医用画像処理ワークステーションに肺結節解析機能として搭載され、2015年4月に国内でリリースされた。

(注) X線吸収係数を基準物質からの相対値として表したもの。

関係論文:東芝レビュー. 70, 8, 2015, p.33-36.

心臓 MRI 検査向けに、心臓の撮像範囲と横隔膜位置を 自動検出する技術を開発した。

MRI検査の最初に、息止め9秒という短い時間内に撮像できる粗い解像度で、胸部全体の3次元画像を高速に撮像する。次に、心臓領域や横隔膜位置をあらかじめ教示してある3次元モデル画像を非剛体画像変形させ、胸部全体の撮像画像と高精度に重ね合わせることで、心臓領域などの撮像範囲の設定値を決定する。

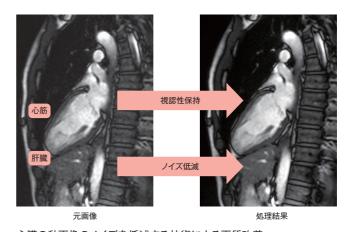
開発した技術 SURE VOI™ Cardiac は、心臓検査で用いられる基準14断面位置決め技術のCardioLine+とともに、心臓MRI検査の撮像アシスト機能として、東芝メディカルシステムズ (株) 製のMRI装置に搭載され、製品化された。

MRI動画像のノイズ除去技術

心機能検査におけるMRI動画像では、画面内でちらつくノイズにより病変の視認性が低下する。そこで、心筋の動きや体組織のテクスチャを保持しつつ、ちらつきを抑える新たな技術を開発した。

まず、各画素の輝度の時間変化と低感度の画素での信号増幅に伴うノイズの増加を勘案し、ノイズの振幅を推定する。次に、時間方向非線形フィルタを適用し、推定したノイズ振幅以下の信号を抑制する。これにより、ノイズより大きな信号変化を伴う心筋の動きを残しつつ、静止部のノイズを低減できる。

この技術はソフトウェアの更新だけで実施でき、ハードウェアの変更を伴うものより容易に画質が改善できる。このメリットを生かして早期の実用化を目指す。



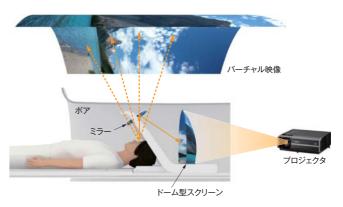
心臓の動画像のノイズを低減する技術による画質改善 Image quality improvement using cardiac cine image denoising method

● MRI検査における広視野バーチャル映像表示技術

MRI装置の検査空間であるトンネル状のボア内で、広 視野・高臨場感映像を表示できる技術を開発した。

この技術は、寝台の位置に応じて動く半透過ドーム型スクリーンをボア内に設置し、磁界の影響が及ばない位置に設けたプロジェクタから、スクリーンとボアの内壁に映像を投影する。患者は、ボア内に装着されたミラーに反射する映像を見ると、実際の検査空間より遠くに映像が映し出されているように感じる。これにより、患者は視野角60°以上の広々としたバーチャル空間を得ることができ、MRI検査における閉所での不安感を解消できる。

今後は、より広々とした明るい映像空間の実現に向けた 更なる改善と、早期の実用化を目指す。



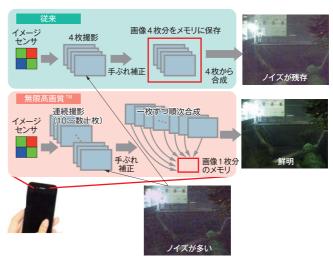
MRI 検査空間での広視野バーチャル映像表示技術 Technology to display wide-field virtual-reality images for MRI examinations

● ノイズが少ない鮮明な画像を実現する "無限高画質™" 技術

近年,携帯端末のカメラでも高精細画像が撮影可能になったが,微細化に伴う感度低下によるノイズの増加が課題になっている。複数の撮影画像を重ね合わせるとノイズを低減できるが,従来の電子式手ぶれ補正では,メモリ量が少なく合成に使用する画像の枚数が制限されるため,効果は小さかった。

そこで、連続撮影された多数の画像を、独自の高精度動き検出手法で手ぶれ補正しながら、画像1枚分のメモリだけで順次合成する "無限高画質™"技術を新たに開発した。大きな手ぶれから小さな振動まで高精度に検出し、効率的に画像を重ね合わせることで、ノイズが少ない鮮明な画像を実現した。

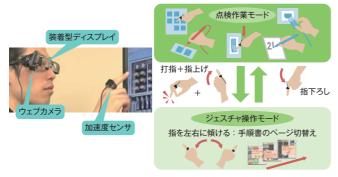
この技術は携帯端末や、車載カメラ、監視カメラなどに適用できる。



無限高画質™技術による画像処理の概要

Overview of super-high-quality image processing technology for sequential synchronization of continuously captured images while performing blurring correction

● 点検作業を支援するウェアラブルユーザーインタフェース技術



指のジェスチャで手順書を操作するウェアラブルユーザーインタフェース

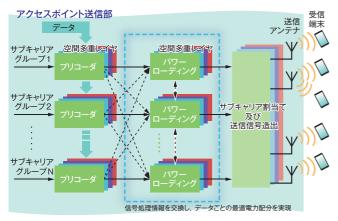
Wearable user interface technology for maintenance work providing electronic display of operating procedures on eyeglasses type device corresponding to motions of finger-ring type sensor

指輪型センサで指の動きを認識し、ハンズフリーでスムーズな点検作業を可能にする技術を開発した。

従来は、電力制御盤のボタンを押し下げるなどの点検 作業と、作業を中断して作業手順書のページを手でめくる 作業を交互に行う必要があった。

そこで、手順書を眼鏡型端末に表示し、作業中でも簡単な指のジェスチャでページの切替えができる。中断のないスムーズな点検作業を実現した。この技術では、指輪型センサで取得した3軸加速度の時系列パターンから抽出した特徴に基づいてジェスチャ(指の傾け動作や打指)を認識している。また、手順書への操作開始を示すジェスチャを点検作業の動きとは異なるものにして、点検作業中に誤作動しにくいインタフェース設計を採用している。

● MIMO用新パワーローディングアルゴリズム



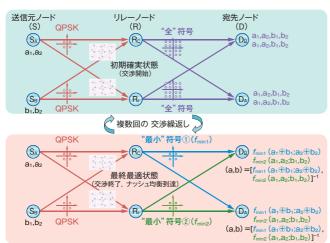
開発したパワーローディング方式による MIMO のブロック図

Block diagram of multiple-input multiple-output (MIMO) transmitter applying newly developed power loading algorithm

MIMO (Multiple Input Multiple Output) プリコーディングは、アクセスポイントの複数の送信アンテナで、複数の信号を空間的に多重して多くの受信端末へ伝送する際に必要な無線技術であり、プリコーダとパワーローディングの二つの機能から成る。従来のシステムでは、これらのアルゴリズムはデータごとではなく、サブキャリアのグループごとに適用されており、送信電力損失が生じていた。

そこで、符号化されたデータが含まれる、複数のサブキャリアのグループにわたって電力配分を計算する、新しいウォーターフォーリング型のパワーローディングアルゴリズムを、実装可能な計算式として開発した。新方式では、IEEE 802.11acに準拠した既存のWi-Fiで使われている等分パワーローディングに比べ、送信電力の効率を大幅に向上できる。

● WNC におけるゲーム理論に基づく適応型符号割当てアルゴリズム



QPSK: Quadrature Phase-Shift Keying

WNCでのゲーム理論を応用した符号割当て方式の概要

Outline of code allocation in wireless network coding (WNC) applying game theory

WNC (Wireless Network Coding:無線ネットワーク 符号化) は、複数のノードが一つの周波数チャネルで同時 に通信でき、高密度無線センサネットワークやIoT 環境で、膨大な数のノードを収容できる技術である。

一般に、リレーノードは、WNCの符号割当てに基づいて受信信号を結合して転送し宛先ノードは、複数のリレーノードから受信した信号を合成することで、送信元ノードからの情報源を復元する。

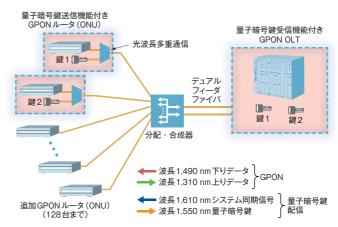
今回,ゲーム理論を応用した分散かつ適応型のWNCの符号割当て方式を新たに開発した。この技術により,通信容量だけでなく,信頼性も向上できる。従来は,1台のノードが故障するとシステム全体が壊滅的に故障するおそれがあった。この技術では,分散型のゲーム理論のアプローチで,残ったリレーノードが再度符号を割り当てるため,全体の25%のノードが故障してもシステム全体を維持し,転送を継続できる。

● 量子暗号鍵配信における GPON 技術

マルチユーザー向けに量子暗号鍵配信システムを展開するため、光ファイバ系のインフラで広く利用されているGPON (Gigabit Passive Optical Network) システムに適用できる技術を開発した。

個別端末 (ONU: Optical Network Unit) に量子暗号鍵送信機能を持たせ、終端装置 (OLT: Optical Line Terminal) として設置した量子暗号鍵受信局に、同一ファイバでデータと暗号鍵を送信する構成となっている。独自技術により、受信局では、通常の光通信の光強度に対し約100万分の1の弱い量子暗号鍵情報を選別できる。

実験とシミュレーションにより、2本のフィーダファイバで、1台の受信局に最大128台の個別端末がつながる量子アクセスネットワークを形成できることを確認した。



量子暗号鍵配信システム機能を備えたGPONの構成

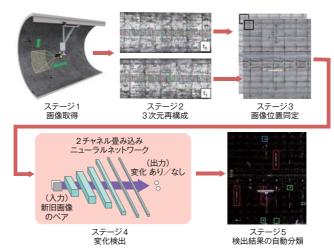
Configuration of multiple-user gigabit passive optical network (GPON) secured by quantum key distribution (QKD)

Deep Learningを用いた社会インフラ施設の経時変化自動検出技術

デジタルカメラの撮影画像を用い、社会インフラ施設の 経時変化を自動検出する技術を開発した。

社会インフラ構造物の表面を自動撮影した数十万枚の画像と寸法から、構造物の3次元形状を推定しながら画像をつなぎ合わせることにより、構造物表面を3次元的に可視化するとともに、Deep Learningを用いて、ひび割れやその他の劣化に関する注目すべき経時変化を自動検出する。

実験では、人による主観目視検査での変化検出率29%を上回る73%の検出率が得られた。この技術を用いることで、様々な構造物の経時変化を、客観的で、より効率的に検査できるようになる。



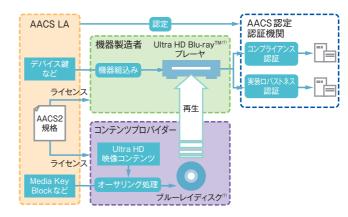
社会インフラ構造物の経時変化の自動検出フロー

Flow of five stages to automatically detect age deterioration of structures

Ultra HD映像コンテンツ保護技術 AACS2の規格化

Ultra HD (4K 解像度やHDRなどの高画質) 映像に対応したUltra HD Blu-ray^{™(†)}規格のブルーレイディスク^(†)を対象とするコンテンツ保護技術 AACS2 (Advanced Access Content System 2) を, 当社もファウンダーとして参画している AACS LA (Licensing Administrator) が規格化し, ライセンス提供を開始した。

従来のブルーレイディスク^(†)に対応するAACS規格と比較し、暗号強度の強化、ホスト機器とPC (パソコン) ドライブ間のペアリング、コア機能のハードウェア実装、及び実装ロバストネス認証の義務化を行い、コンテンツ保護を強化した。また、AACS2規格で保護された映像コンテンツを他のコンテンツ保護技術に出力できるDigital Bridgeにも対応し、ユーザーの利便性向上も図った。

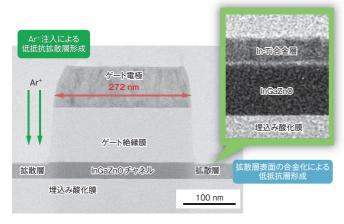


AACS2規格における製品の開発ワークフロー

Workflow for development of products compliant with Advanced Access Content System 2 (AACS2) specifications

2 材料デバイス・機械システム

● 3次元LSI向けトップゲート型InGaZnO TFTの低抵抗拡散層形成技術



InGaZnO TFT 及び合金拡散層領域の電子顕微鏡像

Transmission electron microscope (TEM) image of indium gallium zinc oxide (InGaZnO) thin-film transistor (TFT) and metallized source/drain diffusion layers

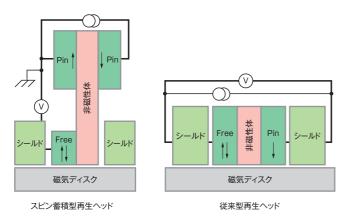
3次元LSIの実現に向けて、積層形成時の下層素子への熱負荷を低減できる微細トランジスタの開発が進められている。

InGaZnO^(注)チャネルトランジスタは,400 ℃以下で形成 可能だが,ソース-ドレイン領域形成での制御性に問題が あった。駆動力向上のために低抵抗化するほど領域が拡 大し,微細トランジスタの実現が難しかった。

今回、トップゲート型 InGaZnO チャネル薄膜トランジスタ (TFT)で、アルゴンイオン (Ar^+)の注入によるソース-ドレイン領域への拡散層形成により、ゲート長 300 nm 以下の微細素子の動作に成功した。更に、拡散層表面へのインジウム-チタン (In-Ti) 合金層形成により、1 k Ω / \square 以下に低抵抗化できた。

(注) インジウム (In), ガリウム (Ga), 亜鉛 (Zn), 及び酸素 (O) から成る酸化物 半導体。

○ スピン蓄積素子を用いたHDD再生ヘッド技術



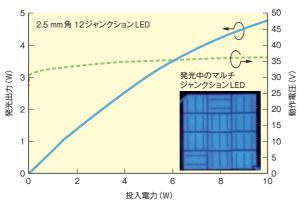
スピン蓄積型と従来型の再生ヘッド構造の比較

Structure of spin accumulation read head compared with that of current read heads for hard disk drives (HDDs)

データセンター用のHDD (ハードディスクドライブ)を大容量化するために、一つのフリー磁性電圧端子 (Free)、及び反平行磁化固定の二つのピン磁性電流端子 (Pin) で構成される磁性3端子のスピン蓄積素子を用いた再生ヘッドを開発した。

この研究の一部は、国立研究開発法人 新エネルギー・ 産業技術総合開発機構 (NEDO) の「戦略的省エネルギー 技術革新プログラム」により実施した。

GaN-on-Si技術を用いたマルチジャンクションLED



マルチジャンクションLEDの発光出力と動作電圧の関係

Relationship between output power and forward voltage of multijunction type light-emitting diodes (LEDs)

一般に、1素子当たりのLED(発光ダイオード)の発光出力は他の光源に比べて小さいため、LED電球などでは多数の素子を使用する。これを1チップに集積したマルチジャンクションLEDを開発した。

チップ内に複数の発光素子を直列に接続したマルチジャンクションLEDは、高電圧で駆動でき、電流を低く抑えて消費電力を削減できる。また、配線抵抗による損失を抑えながら電流分布を均一にし、チップ全体を高効率かつ均一に発光させることができる。今回GaN-on-Si技術^(注)を適用して、放熱性と光取出し効率に優れた新規デバイス構造を開発し、LED電球1個分に相当する高出力動作を1チップで実現した。

(注) 窒化ガリウム (GaN) をシリコン (Si) 基板上に形成する技術。

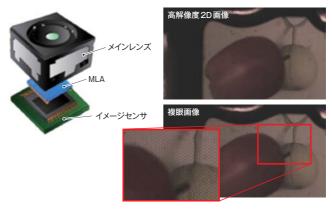
関係論文:東芝レビュー. 70, 11, 2015, p.29-33.

液晶マイクロレンズアレイの搭載により2D/3Dモード切替えが可能なイメージセンサ

1台のカメラで高解像の2次元(2D)イメージを得るモード と、3次元(3D)距離情報を得るモードの切替えが可能な イメージセンサを開発した。

これまでのマイクロレンズアレイ (MLA) を用いて奥行距 離情報を得るライトフィールドカメラでは、解像度が低下す るという問題があった。今回, ガラス若しくは樹脂で形成 される固定 MLAの代わりに, 直径 50 μmの液晶マイクロ レンズ約8千個から成る液晶MLAを用いることで、±4V の電圧印加によるイメージモードの切替えが可能になった。

これにより、200万画素の高解像度2D画像と、被写界 深度の異なる画像への再構成が可能な複眼画像の撮影に 成功した。



液晶MLAを搭載したライトフィールドカメラで得られた高解像度2D 画像と複眼画像

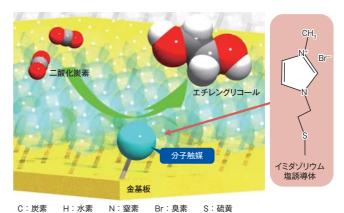
Two-dimensional (2D) high-resolution image and compound-eye image obtained by light-field camera with newly developed liquid crystal microlens

二酸化炭素からエチレングリコールを生成する分子触媒

二酸化炭素を電気化学的にエチレングリコールに変換す る分子触媒を開発した。

今回開発した分子触媒は、金の表面上にイミダゾリウム 塩誘導体を高密度に吸着させたもので、金の表面に吸着 したイミダゾリウム塩誘導体が二酸化炭素分子と相互作 用することで、従来実現できなかったエチレングリコールへ の多電子還元反応を可能とした。得られたエチレングリ コールは、PET (ポリエチレンテレフタレート) ボトルやポリ エステル繊維及び樹脂の原料などに使用できる汎用性の 高い工業原料である。

この分子触媒は,太陽光エネルギーを利用して,二酸化 炭素と水を炭素化合物に変換する人工光合成向けに開発 したもので、今後も汎用性の高い工業原料を高効率で製 造する技術の開発を進めていく。



H:水素 N:窒素 Br:臭素

エチレングリコールを生成する分子触媒

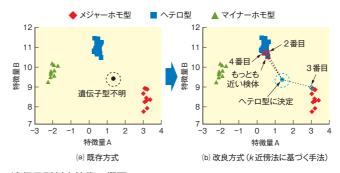
Prototype molecular catalyst for production of monoethylene glycol

- 遺伝子型判定技術

個別化医療の発展のため、医療研究機関向けに疾病関 連遺伝子を発見するサービスの実現を目指している。その ためにはキーとなる遺伝子型(メジャーホモ型, ヘテロ型, 及びマイナーホモ型)を精度よく判定することが重要である が、既存方式では検体によっては遺伝子型判定が難しい 場合があった。

そこで、k近傍法ベースの機械学習に基づいた遺伝子型判 定技術の改良方式を提案し、判定困難な検体の遺伝子型の 約74%を正しく判定できた。その結果、より多くの遺伝子を 疾患関連解析の対象にすることができるようになった。

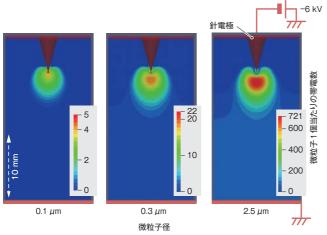
関係論文: 東芝レビュー. 70, 8, 2015, p.62-63.



遺伝子型判定技術の概要

Outline of genotyping technology using machine learning

● PM2.5対応エアコンのプラズマ電気集塵解析



プラズマによる微粒子帯電分布の粒子径依存性

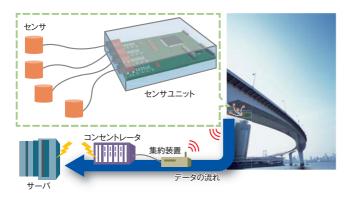
Dependence of particle size on charging region and number of ions attached to particle

人体への悪影響が懸念されている,大気中の微粒子 PM2.5 (粒径2.5 µm以下の粒子状物質) に対応した当社 製エアコンの集塵 (しゅうじん) 性能向上のため,プラズマ電気集塵の現象解析技術を開発した。

プラズマ電気集塵を二つの現象に切り分け、微粒子の帯電にプラズマ解析を、帯電粒子の捕集に電界軌跡解析を適用した。解析に基づく印加電圧や電極形状の最適化により、2015年度 SDRシリーズエアコンで、空気清浄機の集塵性能を表す適用床面積16畳(対前年度機種比2倍)を実現できた。更に、粒子径に依存する帯電数分布を詳細に考慮することで解析精度は向上し、より小さなPM0.1(粒径0.1 um以下の粒子状物質)の集塵性能解析も可能になった。

関係論文: 東芝レビュー. 70, 8, 2015, p.41-44.

橋梁モニタリングシステム



橋梁モニタリングシステムの構成

Configuration of bridge monitoring system

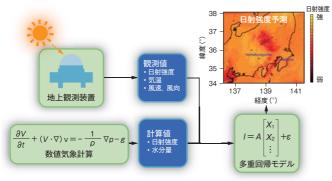
橋梁(きょうりょう)の内部損傷を検知できる小型センサユニットを開発した。内部損傷などから発生する弾性波(AE)を検知するセンサを使用する。橋梁の損傷が予想される部位にセンサを設置し、交通荷重などにより発生したAE波形を検出する。ユニット内でAE波形の特徴量データを抽出し、無線により、集約装置などを介してサーバに送信する。

更に、新規センサデバイスの開発も進めている。従来の AEセンサの有効帯域を大きく拡張し、1 Hzから1 MHz までをカバーすることを目標としている。

この成果の一部は、NEDOの委託研究業務「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」により得られた。

関係論文: 東芝レビュー. 70, 9, 2015, p.20-23.

● 太陽光発電出力の予測技術



太陽光発電予測システムの概要

Outline of solar power generation prediction system

出力が不安定な太陽光発電を効率よく利用するには、日 射強度予測が重要になる。日射計の観測値による日射強度 の外挿的予測は最長でも2時間程度先までに限られ、6時 間先以降では数値気象計算による予測が優れている。し かし、太陽光発電の有効利用に必要な30分から5時間先 までの精度の良い予測は難しかった。

そこで、観測値と数値気象計算の予測値を多重回帰モデルにより組み合わせることで、2時間後の予測で、数値気象計算に対して約5%の、観測値の外挿に対して約10%の精度向上を達成した。

今後,火力発電での予測制御や,1時間前市場での太陽光発電の売電などでの活用を検討していく。

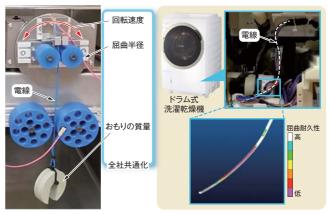
3 生産技術

● 塩化ビニル樹脂及びRoHS規制物質の代替化を実現する機械的信頼性予測技術

東芝グループは、環境負荷低減のため、PVC (塩化ビニル樹脂)と、一部が2019年度からRoHS指令(有害物質使用制限指令)の規制物質に指定された可塑剤などの代替化を進めている。電線の被覆に多用されるこれらの物質を代替すると、屈曲耐久性が低下する場合があるため、屈曲耐久性の高い電線を採用し、製品で使用される状態での屈曲耐久性を設計段階で確保することが肝要である。

そこで、電線メーカー間で異なる屈曲耐久性の評価手法を統一し、東芝グループ内で標準化するとともに、屈曲耐久性を予測するシミュレーション技術を開発した。この技術を家電製品の配線設計へ適用した。

今後、この技術を様々な製品の新規開発に適用していく。



屈曲耐久性の評価手法

屈曲耐久性を予測するシミュレーション

電線の屈曲耐久性評価技術と製品への適用

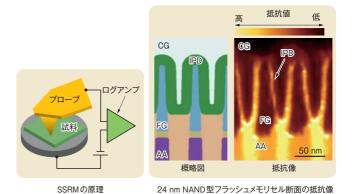
Technology for evaluating flexural durability of electronic cables and its application to products

走査型広がり抵抗顕微鏡による微細領域のキャリア分布分析技術

走査型広がり抵抗顕微鏡(SSRM)を用いた半導体デバイスのキャリア濃度分布の測定技術を開発している。半導体デバイスの製造プロセスの開発では、微細領域のキャリア濃度を把握することが重要である。SSRMは電圧を印加したナノスケールのプローブで試料の表面を走査し、測定した抵抗値から半導体のキャリア濃度を算出する。測定時にプローブを試料へ押しつけたまま走査するため、試料の表面が削れてダストが発生し、測定再現性が悪化する問題があった。

そこで、プローブの動作アルゴリズムを適正化し、測定点だけでプローブを押しつける方法に変更することでダストの発生を低減させ、再現性を向上させた。この方法によりNAND型フラッシュメモリセルの抵抗像を再現性よく測定することに成功した。

今後, 定量性向上に向けて, デバイスシミュレーションと の連携に取り組んでいく。



: Control Cate IPD : Inter Boly Dielectric

CG : Control Gate IPD : Inter Poly Dielectric FG : Floating Gate AA : Active Area

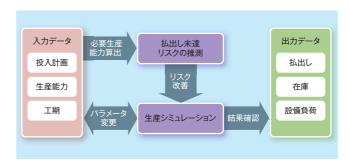
SSRMの原理と24 nm NAND型フラッシュメモリセル断面の抵抗像 Resistance map of NAND memory cell obtained by scanning spreading resistance microscopy (SSRM)

● 多品種少量生産の半導体製品生産管理シミュレーションシステム

多品種少量生産の半導体前工程では、生産品目・数量の変動によって生産能力が変わるため、投入工期や生産能力を見誤ると納期遅延や払出し未達を起こすリスクがある。これらのリスクを事前に把握し解決するために、高精度に流品予測(注)をするシミュレーションシステムを開発した。

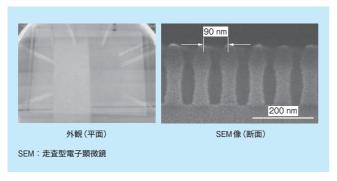
このシステムは、生産ラインの設備群や生産能力などを モデル化したシミュレーション技術を用いて、生産計画の 検討段階で将来の生産リスクをシミュレーションする。入 力データから払出し未達のリスクを推測し、リスクの改善 を踏まえたシミュレーションを実施することで、改善サイクル を短縮し、払出し未達のリスク解消に貢献した。

(注) いつ、どの設備群で、どれくらいの生産能力が必要かを予測。



多品種少量生産の半導体製品生産管理シミュレーションシステムの概要 Outline of production management simulation system for multi-product, low-volume production of semiconductors

● ナノインプリントを用いたワイヤグリッド偏光板作製技術



ワイヤグリッド偏光板

Wire-grid polarizer for ultraviolet (UV) light

紫外光用の偏光素子として、100 nm以下の周期構造を 持つワイヤグリッド偏光板を開発した。

ナノ構造の作製には、低コストで6インチー括加工ができるナノインプリント法を採用した。ナノインプリントは、基板上の樹脂にテンプレートを押し当て、紫外光を照射させることでナノ構造を形成する技術である。この技術と、CVD(化学気相成長)による成膜及びドライエッチング技術を組み合わせることで、波長254 nmで消光比150以上となる高い偏光性能の偏光板を作製できた。

● QCLを用いたCO₂同位体比分析技術

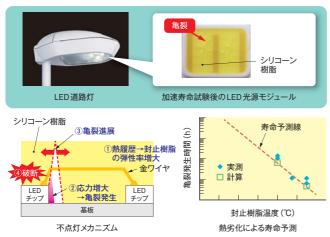


QCLを用いたCO₂ 同位体比分析装置 (試作機:理研計器(株)と共同開発) Carbon dioxide (CO₂) isotope ratio analyzer using quantum cascade laser (QCL)

 CO_2 (二酸化炭素) の同位体比 ($^{13}CO_2$ / $^{12}CO_2$) にはモノの起源や由来に関する重要な情報が含まれており、温室効果ガスの排出源特定や食品の産地特定などへの活用が検討されている。そこで、 CO_2 ガスの同位体比を高精度に測定できる技術を開発した。

同位体比測定技術の一つにレーザ吸光法がある。分子振動で特定される各同位体ガスの吸収波長と同じレーザ光を照射し、光吸収率からそれぞれの濃度とその比率を測定する。今回 CO_2 同位体ガスに対して、従来より1万倍以上高い吸収率を持つ中赤外波長の光を出す量子カスケードレーザ (QCL: Quantum Cascade Laser) を適用し、同位体比を ± 0.0001 %の精度で測定可能にした。

● シリコーン樹脂材料の熱劣化挙動を反映した寿命予測技術



LED光源モジュールの不点灯メカニズムとシリコーン樹脂の熱劣化挙動を反映した寿命予測

Failure mechanism of light-emitting diode (LED) module and lifetime estimation technology reflecting thermal degradation behavior of silicone resin

LED (発光ダイオード) 照明用光源モジュールは, 放熱 部材のコストを適正化するため, 高い精度の寿命予測技術 が求められている。

そこで、設計寿命を満たす部材温度の上限を見極めるため、加速動作試験を行った。その結果、LED光源モジュールの封止樹脂を構成するシリコーン樹脂の弾性率が熱履歴に伴って増大し、LEDチップ間に応力が集中して生じた亀裂によってワイヤが断線し、光源モジュールが不点灯になることを明らかにした。シリコーン樹脂の物性変化が光源モジュールの寿命に影響を及ぼすことから、高温下での放置時間に応じて機械物性を取得した。熱応力解析で算出した応力値が引張試験による破断強度を上回る時間を亀裂発生時間と定義し、異なる試験温度での亀裂発生時間からアレニウス則に従って寿命予測式を導出した。この手法によって、部材温度の上限を予測できるようになった。

● エアコンの省エネ技術

エアコンを省エネ化する高効率な新型コンプレッサモータを開発した。

コンプレッサは、エアコンの構成部品の中でもっとも消費電力量が多く、中間能力(注1)と呼ばれる低速運転での消費が大半を占める。そこで省エネ化に向け、コンプレッサを駆動するモータの低速運転を重視する設計改善が求められた。新型モータは、磁石の極数を従来の4極から、低速での効率が有利な6極に変更することで消費電力量を低減した。

このモータは、2015年11月に商品化されたルームエアコン DR シリーズのコンプレッサに搭載され、業界トップクラス^(注2) の省エネ性能に貢献している。

- (注1) 定格能力の約1/2。
- (注2) 2015年11月現在, 家庭用ルームエアコンにおいて, 当社調べ。





新型モータを搭載したエアコン

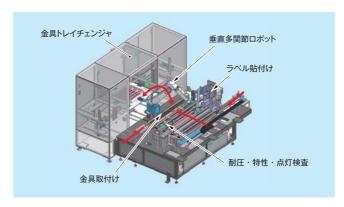
Air conditioner equipped with newly developed six-pole motor

● LED ベースライト光源部自動組立ライン

東芝ライテック(株)製LEDベースライト TENQOOシ リーズの生産性向上を図っている。

今回, 出荷数の多いボリュームゾーン品種を対象に LEDベースライト光源部 (LEDバー) の自動組立ラインを 開発し, 2015年1月から10万個/月の生産体制を構築し た。DFM (製造性考慮設計) による部品設計と, 保有する 自動組立技術や低コスト画像検査技術を活用して自動化 率を高め, 人員生産性を1.9倍に向上させた。

関係論文:東芝レビュー. 70, 10, 2015, p.60-61.



開発したLEDバー自動組立装置

Automated assembly equipment for LED bars

○ 大容量ドラム式洗濯乾燥機用高出力モータ

ドラム式洗濯乾燥機の洗濯・脱水容量9kgから11kgへの大容量化に対応する高出力モータを開発した。

大容量化に伴い、モータの出力トルクを10%程度増やす必要があるため、ネオジム磁石の高磁力化及びコイルの巻回数を増加した。しかし、トレードオフとして脱水回転数が低下するため、昇圧制御を併用してモータ印加電圧を増大させることで脱水回転数の低下を抑制した。これにより、モータ体積を増加せずに、大容量化を実現できた。

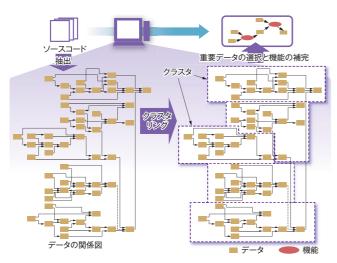
このモータは、2015年11月に商品化したドラム式洗濯 乾燥機 TW-117X3に搭載された。



洗濯・脱水容量 11 kgの大容量ドラム式洗濯乾燥機と高出力モータ High-power motor for large-capacity drum type washer-dryers

4 ソフトウェア

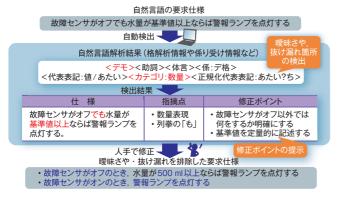
● ソースコードからの仕様抽出技術



仕様抽出技術の概要

Outline of specification mining technology for built-in control software

● 要求仕様品質向上技術



要求仕様品質向上技術の概要

Outline of technology to improve quality of requirement specifications described in natural language

ソフトウェア開発では、既存資産活用のために、ソース コードの解読が必要な場合がある。しかし、これにはしば しば、膨大な工数を要する。

そこで、組込み系の制御ソフトウェアを対象とした、ソースコード解析技術を開発した。この技術は、ソースコードからデータの授受の関係を抽出し、クラスタリング技術を応用して関係の深いデータ群を検出することで、出力データを得るための演算の概観図を推定するものである。この図によってシステムを俯瞰(ふかん)できるため、コード理解が効率化される。

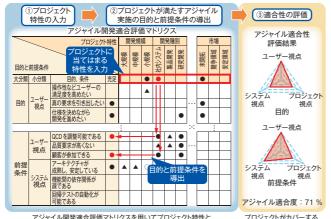
開発した技術を、約2万行の車載システム向けソフトウェアに適用したところ、制御仕様を把握する工数を約1/10に短縮できた。

自然言語で記述された要求仕様には、しばしば曖昧さや抜け漏れなどが含まれ、後工程での誤りの原因となる。一般に、この対策としてレビューが実施されるが、レビュアーの能力によっては十分な効果が得られない場合があった。

そこで、要求仕様での曖昧さや抜け漏れなどの原因になる用語や構文情報を定義し、要求仕様の文章を自然言語解析した結果からそれらを機械的に検出する技術を開発した。

これにより、レビュアーの能力に依存することなく要求仕様の問題点を網羅的に検出し、要求仕様の品質を向上させることが可能になった。

製品開発のためのアジャイル開発適合性評価手法



アジャイル開発適合評価マトリクスを用いてプロジェクト特性と 関係のあるアジャイル実施の目的と前提条件を導出

QCD: Quality, Cost, Delivery

プロジェクトがカバーする 目的と前提条件の割合 から適合度を算出

アジャイル開発適合性評価手法の概要

Outline of compatibility assessment method for agile development

アジャイル開発は,市場ニーズの変化に迅速に対応する ソフトウェア開発の新しい枠組みであるが,その適用がか えって生産性を下げるおそれもある。

そこで、プロジェクトへのアジャイル開発適用の可否判断やリスク把握を支援する、適合性評価手法を開発した。この手法では、アジャイル開発を適用する目的や満たすべき前提に関する19の適合条件と、26のプロジェクト特性を過去事例から定義した。そして、適合条件とプロジェクト特性の関係を整理したマトリクスを用い、目的と前提条件の2観点について、ユーザー視点などの3視点から適合性を評価する。

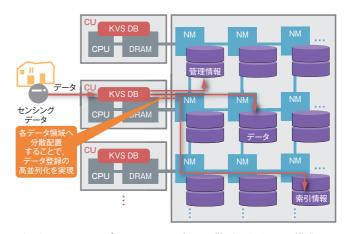
東芝グループの2部門で、不適切なアジャイル開発適用 の防止に活用しており、今後、適用を拡大していく。

● データセントリックプラットフォーム向け 分散データベース

NAND型フラッシュメモリを活用した先進的なデータセントリックプラットフォームに適した,分散 KVS (Key-Value Store)型データベース (DB)技術 "KVS DB"を開発した。このプラットフォームでは,NAND型フラッシュメモリを持ったノードモジュール (NM)が高速通信路で格子状に接続されているので、複数の通信ユニット (CU) から並列にアクセスできる。

開発したKVS DBはCU上で稼働し、並列アクセス可能なNMにデータの分散格納を行う。分散型DBに必要なデータ一貫性の管理を複数CU間で行うとともに、索引情報を複数のNMに分散配置することでデータの共有化とアクセスの高並列性を実現し、高スループットを実現した。更に、システム拡張で性能向上が得られる点も特長である。

関係論文:東芝レビュー. 70, 8, 2015, p.13-16.

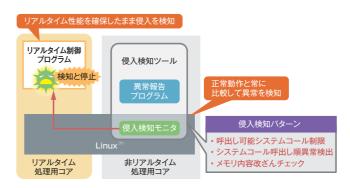


データセントリックプラットフォーム向け 分散データベースの構成 Architecture of distributed database for data-centric platform system

● 汎用処理とリアルタイム処理の混在環境におけるLinux[⊕]セキュリティ強化技術

社会インフラシステム向け機器のネットワーク化やオープン化が進み、今まで以上にセキュリティへの関心が高まっている。これらのシステムでは、リアルタイム性を損なわずにセキュリティチェックを実施する必要があるが、今までのLinux^(†)では困難であった。

今回開発したLinux^(†)のセキュリティ強化技術では、侵入検知モニタによって、リアルタイム処理に影響を与えずにメモリ改ざんなどを検知できるだけでなく、リアルタイム処理の処理フロー改ざんも確実に検知できる。今後は、これらの技術をオープンソースとして公開し、Linux^(†)を利用したシステムのセキュリティ向上に貢献していく。



リアルタイム制御プログラムのセキュリティ強化技術 Security enhancement technology for real-time control programs

プライバシー保護とデータ有用性を両立する匿名化技術

パーソナルデータのプライバシーを保護しながら、従来技術よりデータの有用性を保持できるk-匿名化技術を開発した。

k-匿名化技術は、個人を特定しようとしても*k*人までしか 絞り込めないという特長を持つ匿名化技術である。しかし、 *k*-匿名化することで元データの多くの値が変更されるので、 情報量が失われてデータの有用性が低下するという短所が ある。

今回開発した h- 匿名化技術は、安全性を維持したまま、情報量の損失は従来技術に比べ約30%少なくて済むという特長を持つ。これにより、この技術で作成した匿名化データを用いることで、プライバシーの保護と、より高い精度でのデータ利活用が両立できる。

関係論文: 東芝レビュー. 70, 12, 2015, p.48-51.



開発技術と従来技術でのk-匿名化データを分析した結果比較の例

Comparison of results of analyses of data anonymized by newly developed and conventional k-anonymization techniques