

「距離・画像センサの基礎と最先端」 目次

第1章 距離・画像センサの応用動向

- 1-1 自動車で用いられる距離・画像センサ
 - 1. はじめに
 - 2. アクティブ・センサ
 - 2.1 電波レーダ
 - 2.2 LiDAR
 - 3. パッシブ・センサ
 - 3.1 ステレオカメラ
 - 3.2 単眼カメラ
 - 4. 今後の展望
- 1-2 コンシューマ用途で用いられるデプスセンサ
 - 1. はじめに
 - 2. コンシューマ向けデプスセンサのセンシング方式
 - 3. デプスセンサの詳細
 - 3.1 Microsoft Kinect
 - 3.2 Intel RealSense
 - 3.3 モバイル用途のためデプスセンサ
 - 4. まとめ
- 1-3 ドローンで用いられる距離・画像センサ
 - 1. はじめに
 - 2. ドローンの仕組みとその歴史
 - 3. ドローンにおける距離・画像センサー
 - 3.1 オプティカルフローセンサー
 - 3.2 ステレオカメラ
 - 3.3 画像データを用いたSLAM技術
 - 3.4 顔認識技術
 - 3.5 画像AIによる人・車検知
 - 3.6 ARマーカーを用いた自動着陸
 - 4. おわりに
- 1-4 生産現場ロボットで用いられる距離・画像センサ
 - 1. はじめに
 - 2. 生産現場で用いられる距離・画像センサ
 - 3. ハンドアイキャリブレーション
 - 4. 物体の把持位置検出
- 1-5 災害・セキュリティで用いられる距離・画像センサ
—マイクロ波・ミリ波レーダイメージング—
 - 1. はじめに
 - 2. 観測モデルと距離抽出フィルタ
 - 2.1 観測モデル
 - 2.2 距離フィルタ
 - 2.2.1 整合フィルタ
 - 2.2.2 Wiener フィルタ
 - 2.2.3 Capon フィルタ
 - 2.2.4 圧縮センシングフィルタ
 - 2.3 距離点抽出
 - 3. レーダ画像化法
 - 3.1 RPM法
 - 3.1.1 RPM法の数値計算例
 - 3.1.2 波数空間データ分離法とRPM法の統合
 - 3.2.1 波数空間分離の原理
 - 3.2.2 実験による性能評価
 - 3.3 ドップラ速度との統合

- 3.3.1 重み付きカーネル密度推定法(WKD法)
- 3.3.2 数値計算例
- 3.3.3 人体を目標とした3次元数値計算及びRPM法との統合
- 4. まとめと今後の展望

第2章 距離・画像センサと要素技術

- 2-1 可視光半導体レーザーとLiDARへの応用
 - 1. はじめに
 - 2. 可視光半導体レーザー
 - 2.1 レーザーを用いることの優位性
 - 2.2 可視光半導体レーザー技術
 - 2.2.1 可視光半導体レーザー光源
 - 2.2.2 レーザーの安全性
 - 3. 可視光半導体レーザーを用いたLiDAR
 - 3.1 可視光LiDARの構成
 - 3.2 空間情報と色情報取得
 - 4. 可視光LiDARの応用
 - 4.1 カラー3次元情報取得
 - 4.2 LiDARを中心とした機能融合
 - 4.3 ヘッドライトにおける展開
 - 5. おわりに
- 2-2 FMCW方式LiDAR
 - 1. まえがき
 - 2. FMCW方式の原理と課題
 - 3. デジタルコヒーレントLiDAR
 - 3.1 概要
 - 3.2 周波数変調の測定と解析
 - 3.3 非線形チャープの補償:回帰分析
 - 3.4 非線形チャープの補償:正弦波変調とビート位相検出
 - 3.5 コヒーレンスの補償
 - 4. まとめ
- 2-3 面発光型半導体レーザー(VCSEL)
 - 1. 面発光半導体レーザーとは
 - 1.1 面発光レーザーの概要
 - 1.2 面発光レーザーの応用分野
 - 2. 距離計測用の面発光レーザー
 - 2.1 面発光レーザーの距離・画像センサの応用
 - 2.2 面発光レーザーの構造と特徴・特性
 - 2.3 面発光レーザーの課題
 - 3. 距離計測用の面発光レーザー型導波路
 - 3.1 スローライトVCSEL導波路とは
 - 3.2 スローライトVCSEL導波路の特徴と機能
 - 3.3 スローライトVCSEL導波路の特性例
 - 4. 距離計測方式の概要
 - 4.1 光源利用の距離計測と3次元計測
 - 4.2 光源利用の3次元計測の課題
 - 5. 面発光レーザーによる1次元距離計測
 - 5.1 近接センサ
 - 5.2 レーザオートフォーカス
 - 6. 面発光レーザーによる構造化光方式3次元計測
 - 6.1 構造化光方式の3次元計測の概要
 - 6.2 面発光レーザーアレイによる構造化光方式
 - 6.3 スローライトVCSEL導波路による構造化光方式

- 7. 面発光レーザによるLiDAR方式3次元計測
 - 7.1 LiDAR方式の3次元計測の概要
 - 7.2 面発光レーザによる全体照射Flash LiDAR
 - 7.3 面発光レーザによる点状パターンFlash LiDAR
 - 7.4 スローライトVCSEL導波路による走査ビーム方式LiDAR
- 2-4 液晶光変調器を用いたLiDAR
 - 1. はじめに
 - 2. 構造
 - 3. シミュレーション
 - 4. 今後の予定
- 2-5 グレーティングカップラによるビームステアリング
 - 1. はじめに
 - 2. グレーティングカップラ(GC)の基本構成と動作原理
 - 3. ビームステアリングの基本特性とデバイスパラメータ
 - 4. 2次元ビームステアリング
 - 5. まとめ
- 2-6 LiDARのためのMEMSミラー
 - 1. はじめに
 - 2. スキャナ用ミラーの基本構成とLiDAR用光学系
 - 3. スキャナの機械構造と走査運動
 - 3.1 MEMSミラーの機械構造
 - 3.2 MEMSミラーの運動特性
 - 4. MEMSスキャナの研究開発例
 - 4.1 ラスタースキャナMEMSミラー
 - 4.2 ジンバル型の全方位スキャナMEMSミラー
 - 4.3 ジンバルレス型の全方位スキャナMEMSミラー
 - 5. まとめ
- 2-7 回折光学素子(DOE)
 - 1. はじめに
 - 2. DOE発展の歴史
 - 3. DOEの基礎としての回折格子
 - 4. DOEの領域の分類
 - 5. DOEを扱う際に便利な道具
 - 5.1 平面波と複素振幅
 - 5.2 角スペクトル
 - 5.3 周期構造における波動表現
 - 6. DOEの各領域での取り組み方
 - 6.1 共鳴領域
 - 6.2 スカラー領域
 - 6.3 サブ波長領域
 - 7. DOEを利用するにあたって
 - 8. DOEの応用
 - 8.1 DOE応用の基本
 - 8.2 日本発の応用例
 - 8.3 海外の応用例
 - 9. おわりに
- 2-8 Flash-LiDARパノラマレンズ
 - 1. はじめに
 - 2. Flash-LiDARの超広角化
 - 2.1 PALNONレンズとは
 - 2.2 PALNONレンズを用いたFlash-LiDARの提案
 - 2.2.1 全方位(360°)としての適用方法
 - 2.2.2 超広角(240°)としての適用方法
 - 2.2.3 角度分解能
- 2.3 可視光とLiDARに使用される波長の違いの影響について
- 2.4 今後の展望
 - 2.4.1 Scanning Typeへの適用可能性
 - 2.4.2 ビームスプリッターを組み合わせた全方位発光/受光
 - 2.4.3 全方位発光+APD
- 3. おわりに
- 2-9 単眼カメラによる距離計測
 - 1. はじめに
 - 2. 関連技術
 - 3. 収差マップ距離計測手法
 - 3.1 収差マップによる距離計測の原理
 - 3.2 収差マップを解析する深層ニューラルネットワーク
 - 4. 評価実験
 - 5. あとがき
- 2-10 ステレオカメラによる距離画像計測
 - 1. はじめに
 - 2. ステレオカメラの原理
 - 3. ステレオカメラの補正・校正
 - 4. リアルタイム処理
 - 5. 他の距離測定器との比較
 - 5.1 最大検出距離
 - 5.2 測距精度
 - 5.3 物体依存性
 - 5.4 横方向分解能
 - 6. おわりに
- 2-11 非冷却赤外線イメージセンサ
 - 1. はじめに
 - 2. 熱型赤外線検出器
 - 3. 非冷却赤外線イメージセンサの基礎
 - 4. 非冷却赤外線イメージセンサの開発経緯
 - 5. 非冷却赤外線イメージセンサの応用
 - 6. おわりに
- 2-12 量子型(冷却型)赤外線センサ
 - 1. はじめに
 - 2. 量子型赤外線センサの基礎
 - 2.1 赤外線の分類
 - 2.2 撮像モード:アクティブとパッシブ
 - 2.3 赤外線イメージング・センサの構成
 - 3. 量子型赤外線センサの最近のトピックス
 - 3.1 マルチスペクトル化
 - 3.2 SWIR検知の進展/3-Dイメージング化
 - 3.3 多画素・小画素化
 - 3.4 変換効率/特性一様性の向上
 - 3.5 ROICの能力向上
 - 3.6 HOT化
 - 3.7 低コスト化技術
 - 4. まとめ
- 2-13 車載用遠赤外線カメラ
 - 1. はじめに
 - 2. 開発事例
 - 2.1 新規設計レンズによる小型カメラユニット
 - 2.2 画像認識システム開発
 - 3. FIRカメラの機能と優位性

- 3.2 ヘッドライトの逆光
- 3.3 昼間の有効性
- 4. 市場動向

2-14 量子レーダカメラの原理と実現技術

- 1. はじめに
- 2. 量子レーダカメラの基礎物理
 - 2.1 量子相関とは何か
 - 2.2 種々の量子相関を応用する先行研究
- 3. 相関関数イメージングの基本原理解
 - 3.1 概要
 - 3.2 基本原理
 - 3.3 計算機ゴーストイメージング
- 4. 量子レーダカメラへの進化
 - 4.1 先行研究の課題
 - 4.2 量子相関現象とWiener-Lee理論の融合
- 5. 量子レーダカメラの要素技術
- 6. 量子レーダカメラの設計のための基礎理論
 - 6.1 光源について
 - 6.2 動的な大気と霧による光波の擾乱の理論(通信路シミュレータに向けて)
- 7. まとめ・展望

2-15 構造化ライトフィールドによる距離画像計測

- 1. はじめに
- 2. 構造化ライトフィールド(Structured Light Field; SLF)の原理
 - 2.1 プロジェクターの同軸配置によるSLF生成手法
 - 2.2 プロジェクターの平行配置によるSLF生成手法
 - 2.3 距離情報の推定
- 3. 性能評価結果
 - 3.1 同軸配置による距離画像推定結果
 - 3.2 平行配置による距離画像推定結果
- 4. 応用実験
- 5. おわりに

2-16 SOI量子線イメージセンサ

- 1. はじめに
- 2. SOI Pixel プロセス
 - 2.1 高抵抗率基板
 - 2.2 Back-Gate 効果
 - 2.3 Double SOI 技術
 - 2.4 Pinned Depleted Diode 構造
 - 2.5 放射線耐性強化
 - 2.6 PMOS-NMOS アクティブ共有化
 - 2.7 3次元積層化
- 3. SOIPIX 検出器例
 - 3.1 積分型 INTPIX
 - 3.2 トリガー機能内蔵 XRPIX
 - 3.3 高ダイナミックレンジ大面積 SOPHIAS
 - 3.4 位置と時間同時計測: MALPIX & SOFIST
- 4. まとめ

2-17 ミリ波レーダ

- 1. はじめに
- 2. ミリ波伝搬特性と特徴
 - 2.1 電波伝搬特性
 - 2.2 ミリ波帯の特徴
- 3. ミリ波レーダの原理

- 3.1 構成要素と動作原理
- 3.2 レーダの基本性能
- 3.3 ミリ波レーダモジュール
- 4. 車載用レーダ
 - 4.1 車載用レーダの概要
 - 4.2 車載レーダの役割
 - 4.3 車載レーダの高度化
- 5. 自動車以外のミリ波応用システム技術
 - 5.1 浴室見守りセンサ
 - 5.2 バイタルサインセンサ
- 6. ミリ波レーダ技術の役割と今後の展望

2-18 FMCW レーダにおける干渉低減技術

- 1. 車載レーダ
 - 1.1 車載レーダの概要
 - 1.2 チャープシーケンスレーダの原理
 - 1.2.1 パルスレーダ
 - 1.2.2 FMCW レーダ
 - 1.2.3 チャープシーケンスレーダ
- 2. レーダ間干渉
 - 2.1 レーダ間干渉の概要
 - 2.2 広帯域干渉
 - 2.3 狭帯域干渉
- 3. レーダ間干渉低減技術
 - 3.1 レーダ間干渉低減技術の分類
 - 3.2 広帯域干渉低減技術
 - 3.2.1 CFAR 法
 - 3.2.2 時間領域での干渉検出・抑圧法
 - 3.2.3 LPFの周波数特性の急峻化
 - 3.2.4 チャープ率の規格化による広帯域干渉低減効果
 - 3.3 狭帯域干渉低減技術
 - 3.3.1 干渉検出・回避法
 - 3.3.2 チャープ信号ランダム化法

2-19 CMOS ミリ波レーダ

- 1. はじめに
- 2. なぜミリ波レーダ技術は、2010年代半ばから突然急激な進歩を始めたか?
- 3. ミリ波レーダの基本原理解は、昔は単純に二分できたが、今は中間技術が主流
- 4. 距離の測定原理と、回路構造
 - 4.1 はじめに
 - 4.2 FMCW レーダ
 - 4.3 UWB レーダ
- 5. 速度の測定原理
 - 5.1 市販教科書の大半が今でも説明している原理、Slow Chirp
 - 5.2 実際に現在主流である原理、Fast Multi Chirp
- 6. 2次元レーダにおける、方位の測定原理
 - 6.1 DBF(Digital Beam Forming)法と、位相モノパルス法
 - 6.2 UWB レーダにおける、その他方法
 - 6.3 MIMO(Multiple Input Multiple Output)レーダ
- 7. 方位の高分解能化
 - 7.1 ハードウェア的アプローチ(Multi-Chip)
 - 7.2 速度軸的アプローチ
 - 7.3 数学的アプローチ
- 8. システムレベルの技術動向
 - 8.1 全周レーダ化
 - 8.2 人工知能ボードを中心にした統合

- 8.3 現時点での現実的な試作例
- 8.4 360deg 全周レーダ画像の将来的な活用
- 9. 車載レーダの未来への懸念と、それを越えて生き残る道
 - 9.1 第1の懸念、自動運転グリーンスローモビリティの登場
 - 9.2 第2の懸念、車体の樹脂化
 - 9.3 結局、ミリ波レーダにしか無いメリットは何か? 生き残りの道は?

2-20 車載市場向け超音波センサの技術要求と課題

- 1. はじめに
- 2. 超音波センサについて
 - 2.1 超音波センサの種類
 - 2.2 防滴型超音波センサ
- 3. 車載市場向け超音波センサを用いたアプリケーションの推移と技術課題
 - 3.1 車載市場向け超音波センサの強み
 - 3.2 車載市場向け超音波センサの技術要求と課題について
- 4. 検知距離拡大に向けた課題と取り組み
 - 4.1 長距離検知のための符号化対応
 - 4.2 近距離検知のための当社の取り組みについて
- 5. おわりに