

超低周波ワイヤレス給電

理学部 応用物理学科 石田弘樹, 田中貴大 (石田研究室)

- セールスポイント: ① 高い電力効率とロバスト性
② 金属板越しのワイヤレス給電が可能
③ 製造コストが格段に安い

1. 研究目的

電気自動車へのワイヤレス給電は、充電作業のわずらわしさを緩和できる可能性があるため、自動車メーカーを中心に国内外で盛んな研究が行われている。現在、ロバスト性と呼ばれる環境適応性の向上が実用化への最大の課題になっている。例えば、給電ユニットの位置が、既定の位置から外れると伝送効率や電力が著しく低下してしまう。さらに、伝送空間に釘やコインなどの金属製異物が混入すると危険なため電力伝送できなくなる。本研究では、ロバスト性を向上させるため、400 Hz以下の超低周波を用いたワイヤレス給電を提案している。超低周波ワイヤレス給電は、たとえ伝送空間に数ミリ厚の金属板を置いた場合でも、高効率・大電力の電力伝送が可能である。

2. 超低周波ワイヤレス給電

本研究で開発した超低周波ワイヤレス給電システムの写真を Fig.1 に示す。写真のように給電ユニットと受電ユニットの間（伝送空間）に 1 mm 厚のステンレス板を置いた場合でも 300 W のハロゲンランプを点灯することが可能であった。このときの伝送効率は 80%、伝送電力は 317W であり、過去に報告された性能（40%、3W）に比べ伝送性能は各段に向上している。この高い伝送性能は、給電および受電ユニットの最適設計によって成された。



Fig.1. 金属板越しに高効率で伝送できる超低周波ワイヤレス給電システム

3. 応用先

従来の高周波システムでは、伝送空間に金属製品があると給電そのものが困難であった。一方、本技術を用いれば、金属ボディの内側に受電ユニットを内蔵させることが可能になる。また、部屋の壁やドア越しの給電も可能である。さらに、これまで困難であった海水中での給電も可能である。このように超低周波ワイヤレス給電は、環境適応性が高いため、その応用範囲は広い。

特許 「非接触給電装置」 石田弘樹、古川裕人、第6057477号 (2016)

惑星モニター観測用大気ゆらぎ補償光学装置の開発

理学部 応用物理学科 渡邊 誠, 寺地慶祐, 鎌苅リズキ-洋志
国立天文台, 北海道大学

- セールスポイント: ① 惑星表面の模様の動きを利用した波面測定
② 多層共役化による有効補正視野の拡大
③ 顕微鏡用補償光学系など医療・生物学分野への応用が見込まれる

1. 研究目的

地上からの天文観測では、地球大気の屈折率ゆらぎにより光波面が乱され天体像の空間分解能が劣化する問題がある。近年乱れた波面をリアルタイムに補正する補償光学系が実用化され、望遠鏡の本来の分解能である回折限界に迫る分解能を達成可能となった。しかし、従来の天文用補償光学系には補正視野が狭く、また波面測定用に点状の参照光源が必要といった制限がある。そこで、本研究では、惑星モニター観測を行うために、大気ゆらぎを3次元的に測定・推定するトモグラフィ技術と相関追跡による波面測定技術を応用し、空間的に広がった天体である惑星自身を波面参照光源とする多層共役補償光学系 (Fig. 1) に概念図を示す) を開発している。

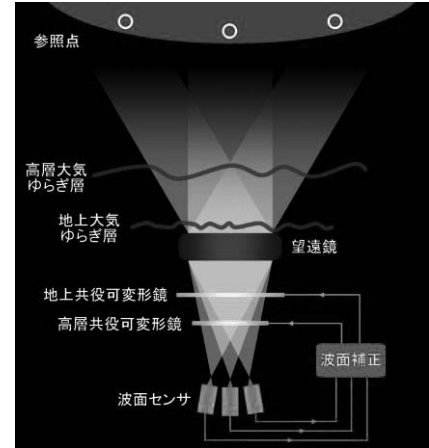


Fig. 1 多層共役補償光学系の概念図 (ESO による図を改変)

2. 惑星観測用補償光学装置の構成

開発中の惑星観測用補償光学装置の光学レイアウトをFig. 2に示す。本装置は北海道大学1.6 mピリカ望遠鏡 (シーイング中央値1.8秒角) に搭載し、木星サイズ程度の比較的広い視野 (50秒角) に渡り、可視光0.5-1.1 μm にて、0.4秒角の分解能の達成を目標としている。地表層 (高度0 km) と高度2.6 kmにそれぞれ共役する2枚の140素子MEMS型可変形鏡と4台の11 $\times$ 11素子のシャックハルトマン波面センサにより多層共役補償光学系を構成する。波面センサは全視野の1/4の領域ごとにそれぞれ1台ずつ配置され、それぞれ18 $\times$ 18秒角の視野を持つ。

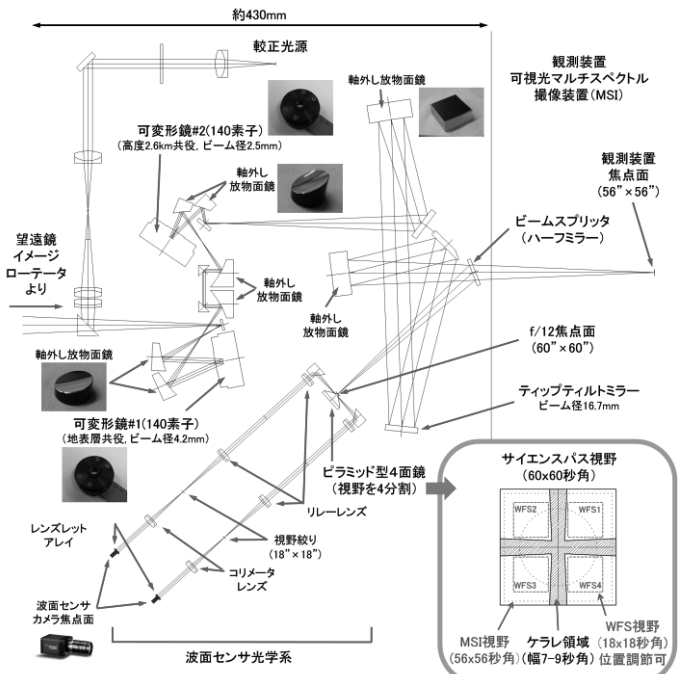


Fig. 2 惑星観測用補償光学系の光学レイアウト

3. 応用先

本装置は天文観測を対象とした補償光学装置であるが、本装置の波面測定技術・波面補正技術は、最近発展しつつある補償光学による生体ライブ撮像など生物・医学分野への応用も期待できる。

移動ロボットに搭載した雪崩ビーコンによる探索の検討

工学部 機械システム工学科 衣笠哲也, 吉田浩治, 林 良太, 宮本直輝,

佐藤 礼(衣笠研究室)

奈良高明(東京大学)

奥川雅之(愛知工業大学)

サンリツオートメーション(株)

- セールスポイント: ① 雪崩ビーコンを使用し要救助者の探索を行う。
② HECTOR SLAM と LRF を使用した SLAM による探索経路の可視化
③ 捜査環境の磁力線分布を可視化した探索
-

1. 研究目的

東日本大震災以降、災害現場におけるレスキュー活動の支援にロボット技術の活用が期待されている。我々は災害現場での被災者捜索について、雪崩ビーコンを用いた被災者捜索を検討する。また、金属や磁性体の混在する建物内においてロボットに搭載されたビーコンによる捜索が可能であるか実機により検証を行い、SLAMを用いることで捜索経路を可視化し、ビーコンによる磁場の分布状況を表示、周囲の磁性体からの影響を調査する。



Fig. 1 FRIGO

2. FRIGO に搭載した雪崩ビーコンによるマッピング

雪崩ビーコンの搬送周波数は 457kHz である。捜索実験には移動ロボット FRIGO (Fig. 1)を用いた。ビーコンは FRIGO 上部前方に配置し、2 リンクアーム先端のカメラによりビーコンの画面やロボット全体を確認しながら遠隔操縦および捜索をおこなう。SLAM による検証において、外界センサには LRF (Laser range finder)を用いた。

SLAM による検証には ROS (Robot Operation System)が提供する hector SLAM を用いる。 Hector SLAM は外界センサのみで地図の構築、移動経路の可視化が可能である。ロボット前方には LRF (Laser Range Finder)を搭載した。捜索用の受信ビーコンに Mammot PULSE Barry-vox, 被災者用送信ビーコンに PIEPS FREERIDE を用いた。

3. 応用先

雪崩ビーコンを搭載した探索ロボットは、地震の影響で倒壊した災害現場の他にも、雪崩ビーコンを使用しているので、山で遭難した人の捜索も可能であると考えられる。また、SLAM 上で温度表示ができれば人間が入れない危険地帯でマッピングし、問題箇所を発見することなど危険地帯での探索の利用が期待できる。

DC-DCコンバータ

工学部 電気電子システム学科 ムハマド ファキヒン, 工学部 電気電子システム学科 笠 展幸,
工学部 電気電子システム学科 篠原健太, 理学部 基礎理学科 財部健一,
理学部 基礎理学科 森 嘉久, 工学部 電気電子システム学科 麻原寛之,

- セールスポイント: ① エネルギーハーベスティング用 DC-DC コンバータ
② GaN スイッチを使用した電力変換技術の紹介
③ 回路実験と回路シミュレーション技術の紹介

1. 研究目的

エネルギーハーベスティングデバイスの多くは、多用途連携のため、電力変換回路に接続される場合が多い。様々なエネルギーハーベスティングデバイスが普及しつつある今日において、エネルギーの有効利用の観点から、デバイスに接続するDC-DCコンバータの開発をすすめておくことは重要である。以上に鑑み、エネルギーハーベスティング用DC-DCコンバータについて技術紹介する。

2. DC-DC コンバータ

図1にDC-DCコンバータを示す。本回路には、2つの電源入力がある。図2に示すように、2段目の波形に対応する入力電圧は、コイル、コンデンサ、同期整流型スイッチからなるDC-DCコンバータによって、1段目の波形で示す入力の～2倍程度の出力電圧に昇圧され、負荷へ電圧供給される。研究発表では、本エネルギーハーベスティング用DC-DCコンバータの開発コンセプトについて紹介する。また、本回路には次世代スイッチングデバイスであるGaN FETが含まれている。GaN FETは、低オン抵抗かつ高速スイッチングが可能なデバイスであり、この特性を活かし、回路の小型化・高効率化が期待できる。この点に鑑み、GaN FETの駆動に関する技術紹介を行う。

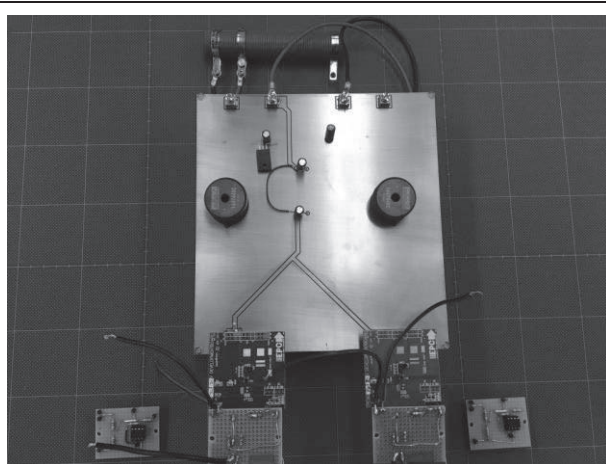


図1. DC-DCコンバータ

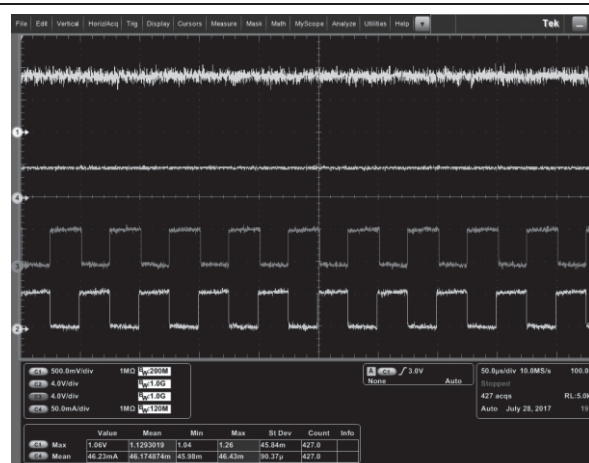


図2. 実験波形

3. 応用先

エネルギーハーベスティング用デバイスが使用される幅広い分野に、応用が期待できる。詳しくは発表において説明する。

電気自動車主機モータ制御に関する研究開発

工学部 電気電子システム学科 笠 展幸

- セールスポイント： ① ベースソフトウェアは量産家電製品で使用中
 ② 試作車載インバータで実車動作検証済み
 ③ 新材料パワー半導体デバイスにも適用中

1. 研究目的

交流電動機は、磁束位置角とモータ電流を検出して制御装置によりトルク制御、速度制御、位置制御が行われている。その制御方法はモータ電流である交流を回転子位置角で座標変換して直流化し、直流モータの界磁電流およびトルク電流指令値により制御されている。しかし、モータを広範囲の速度で制御するときには、印加している電圧以上の誘起電圧になるのを避けるため、界磁電流指令値を変化させる必要がある。本提案のモータベクトル制御法では、従来法より安定かつ省エネルギーなシステムが実現可能になると考えられ、電気自動車主機モータ制御用として検証中である。

2. 提案するモータベクトル制御法

電気自動車のモータの速度とトルク・パワーの特性は、Fig.1 に示すように一般に低速時にはトルク制限、高速時にはパワー制限が行われており、この特性を実現するために高速時はトルクの減少に併せて界磁電流指令を変化させる必要がある。このように制御特性の折れ点に併せて界磁電流指令値を変化させるという問題点がある。

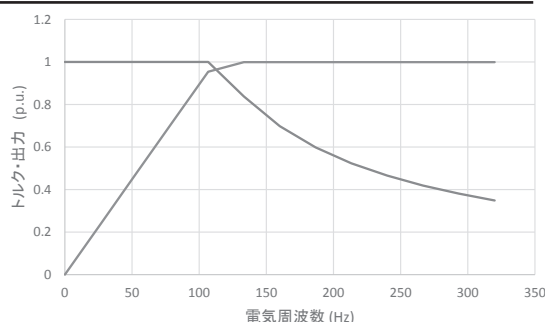


Fig. 1 モータトルク出力制御特性

本研究のモータ制御開発環境の一例を Fig.2 に示す。ベースソフトウェアは、コンプレッサ駆動用モータ制御用として量産機で使用されている。さらに、試作車載用インバータでは実車動作検証済みである。

3. SiC インバータ

本提案の制御方式は、モータ特性が暗に制御器の数式モデル上に組み込まれているという利点がある。応用先として Fig. 3 に示すように新材料パワー半導体デバイスである SiC インバータを搭載した機電一体インホイールモータを研究開発中である。

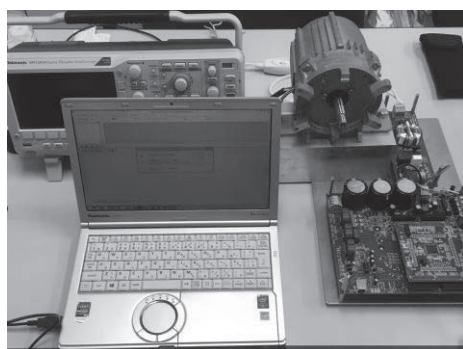


Fig.2 モータ制御開発環境

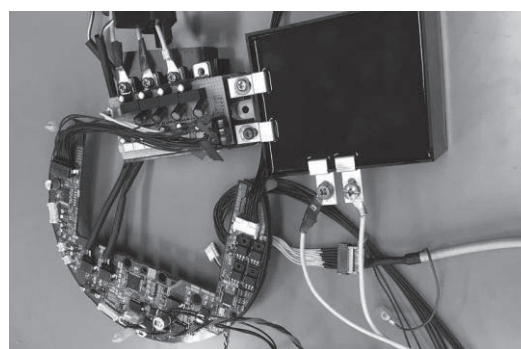


Fig. 3 SiC インバータとモータ制御基板

日常生活支援ロボットの開発

工学部 電気電子システム学科 クルモフバレリー

高谷健太、今井周良、山手彰悟、中村真尚（クルモフ研究室）

- セールスポイント： ① 高信頼な自律走行で利用者の案内できる。
 ② タッチパネルと音声案内によるインターフェース。
 ③ 人と共に活動できるロボットを目指して研究開発している。

1. 研究の目的

高齢化社会に伴う、介護・医療分野での人手不足が大きな問題となっている。人手不足を補うために、日常生活を支援するロボットが非常に注目を集めている。そこで、本研究室では、案内機能、歩行支援機能、障害物回避、遠隔でのモニタリング及び音声操作機能を持つ日常生活支援ロボットの研究開発を行っている。

2. ロボットの構成

日常生活支援ロボットの外観を図1に示す。ロボットには、2台のWebカメラ、超音波センサ、レーザーレンジファインダ(RLF)、ロータリーエンコーダー、バンパ、9軸モーションセンサ(IMU)が搭載されており、複数のセンサでロボットの周囲の環境を検知しながら安全に走行することができる。ロボットに搭載された制御用コンピュータでセンサデータの読み取りとロボットの制御を行う。制御用コンピュータは、WiFiネットワークを介してモニタリング用PCと接続されており、リアルタイムで操作をすることができる。

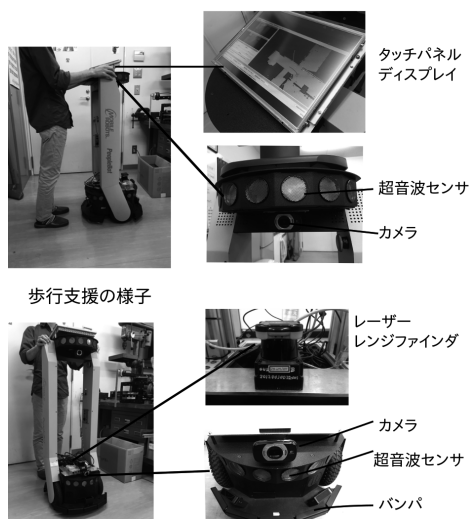


図1: ロボットの外観

3. ロボットの機能

タッチ操作と音声合成を利用した案内機能を実現した。タッチパネルディスプレイに表示されている画面(図2参照)で目的地を選択するとロボットが自律走行で案内を開始する。移動の開始と終了は、音声案内で利用者

に伝える。ロボットの走行中に歩行者などの障害物が接近すると案内を一時停止し、障害物回避をする。障害物や人混みによって案内に失敗した場合は、それを音声で利用者に伝える。その場合、タッチパネルで目的地を再設定することで、再び案内を開始する。

案内機能に加えて、「前」、「後ろ」、「停止」などの言葉を用いた音声操作機能を研究開発している。ロボットを前進させたい場合は、「前」、「進め」、「ゴー」などの前方へ進むという意味のある言葉を認識するとロボットが前進する。操作中に「危ない」、「止まれ」などの危険や停止を表す言葉を認識した場合は、ロボットが停止する。また、指示を誤認識した場合でも安全にロボットを操作できるように障害物回避を組み合わせた音声操作方法を開発する計画である。

歩行支援機能は、手押し車のように歩行者を支え、IMUを用いて動きを感知しながら歩行者を支援する。ロボットを前方に押すとロボットが前に進み始め、左右に力を加えるとその動きを検知して、ロボットが左右に回転する。現段階では、ロボットの前進の制御のみ成功しており、今後の研究で前後左右に自在に動作できるように改善する。

今後は、音声操作、歩行支援機能の信頼性の向上を図り、施設において歩行支援実験をする計画である。

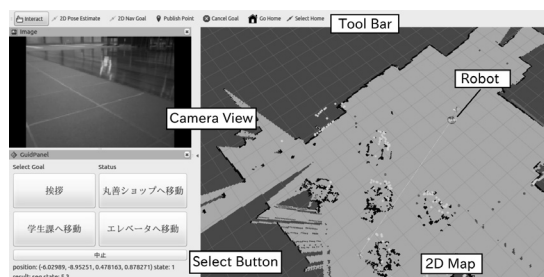


図2: ロボットのタッチ操作画面

4. 応用の可能性

病院や施設内での散歩を補助し、看護師や介護師の負担を軽減するロボットとしての応用が期待できる。さらに、高齢者や体の不自由な人に、このようなロボットを用いることで、心理的な面での効果が得られる。

高速度カメラを用いたLED可視光通信に関する研究

工学部 電気電子システム学科 荒井伸太郎, 名古屋大学, 長岡技術科学大学, 香川大学

- セールスポイント: ① LEDを用いた電波を用いない無線通信(資源である電波の逼迫解消)
 ② LED照明・信号機等を通信機器としても使用可能
 ③ カメラによって複数のLED送信機からの光を同時に受信可能

1. 研究目的

本研究では、LED光の点滅を利用したデジタル情報通信技術である「LED可視光通信」に注目する。LEDは白熱灯に比べ低価格であり、高輝度で省電力・長寿命といった利点を持つため、LED可視光通信は省エネルギーでエコな次世代通信技術であると言える。また、LED光は人間の目にも識別可能であることから、カメラのようなイメージセンサを受信機として利用することも大きな特徴である。しかしながら、カメラを受信機に用いる場合、レンズのピンツレ等により、LEDの認識が困難になり、データの復調に影響を及ぼしてしまう。この問題を解決するため、通信システム研究室では受信機であるカメラの状態に依存しない新たなデータ復調手法の開発を行っている。

2. 開発中のデータ復調手法

今、図1のような2×2の格子状に配置されたLEDアレー送信機とカメラ型受信機を想定した通信システムを考える。ここで、受信機側でのピンツレにより画像がぼけ、送信機上の複数のLEDが発する光が互いに影響を及ぼしあう劣化画像が写ったとする。通常、画像にぼけが生じることは劣化でしかないが、通信を考えた場合、一つの信号源を多くの受信機で受信していることになるため、逆に雑音耐性を向上させる事が可能と考えられる。この点に着目し、提案手法では互いに影響を及ぼしあう光の干渉を劣化画像から推定し、その干渉を用いて受信機側で送信機の点滅パターンを模擬した画像を作製する。この画像は送信機がなり得る全点灯パターンに対して作製され、それらの画像と受信した撮影画像との各画素値の距離を比較し、距離が最も小さな点灯パターンを持つ疑似画像を決定する。そして、その疑似画像に用いられている送信機LEDの点灯パターンが、実際のLEDアレー送信機の点灯パターンであると推定することで信号復調を行なう。本手法は送信機のLED数が増加することに伴い、疑似画像の枚数も指数関数的に増加、つまり計算コストが増加してしまう。その解決策として、郡知能の1つ、バイナリー差分進化(BDE)を組み合わせた手法を提案し、計算コストの削減も実現する。

図2に提案手法のシミュレーション結果を示す。本シミュレーションでは画像を劣化させるためにガウシアンフィルタを用いており、本図の横軸はその分散値(値が大きいほど画像の劣

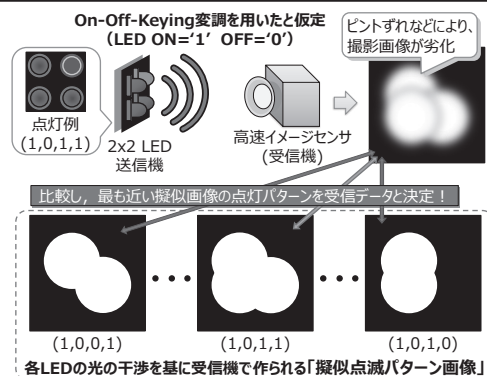


図1 提案手法のコンセプト。

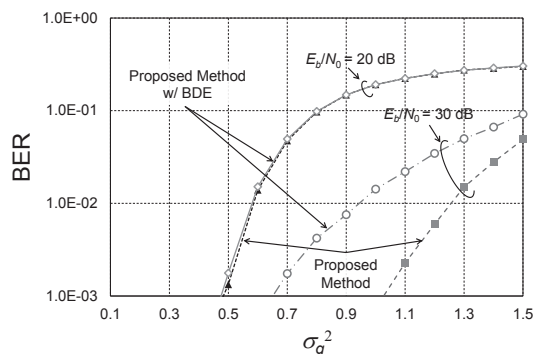


図2 シミュレーション結果。

化が著しい)である。結果より、画像が劣化してもデータ復調可能なことから、本提案手法が画像劣化に対する強い耐性を有し、なおかつ優れた信号復調性能を持つことを確認できる。またBDEと組み合わせた場合、提案手法よりも性能は僅かに劣ることが確認できるが、計算コストは87.8%削減できた。

3. 応用先

LED照明や信号機を送信機、スマートフォンや車載カメラ等のイメージセンサを受信機として用いることができるため、屋内照明光通信や、信号機を用いたITS技術等、様々な分野での利用が期待できる。

研究成果の公表状況

荒井伸太郎 他, “イメージセンサ型可視光通信における差分進化を用いた疑似撮影画像に基づく信号復調法のパラメータ依存性に関する一検討,” 2017年IEICE総合大会, 2017年3月。