

氏 名（本 籍）	岩 田 彩 見（岐阜県）
学 位 の 種 類	博 士（工学）
学 位 授 与 番 号	甲第 289 号
学 位 授 与 日 付	平成 18 年 3 月 25 日
専 攻	電子情報システム工学専攻
学 位 論 文 題 目	地平線カメラ系を用いた画像処理手法における基礎的特性の解明とその 応用に関する研究 —ホライズンビューカメラ— (A Study of Horizon Camera System, and Its Applications —Horizon View Camera—)
学位論文審査委員	(主査) 教 授 山 本 和 彦 (副査) 教 授 谷 和 男 教 授 藤 田 廣 志 助教授 伊 藤 昭

## 論文内容の要旨

物体検出には様々な手法が提案されており、それらは人物検出やロボットのための障害物検出、セキュリティを考慮したイベント検出、自動車事故の防止のための歩行者や車両等の検出など、広い分野で適用されている。これらにおける物体検出には、目標となる物体の領域を、画像に含まれているそれ以外のものと分割する必要があり、物体検出精度に大きく影響する。

目標物体領域を正確に抽出するための手法として、大きく分けて2つのアプローチが挙げられる。1つは領域分割や動画画像処理など、画像処理を工夫して目標物体を切り出す方法である。そしてもう1つは、ステレオ視や天井カメラなど、カメラ構成に工夫を持たせることで目標物体の切り出しの単純化を可能にする方法である。前者の方法による物体領域の分割は、種々のアルゴリズムが提案されているが、計算コストや分割精度の問題により一長一短である。また使用する環境を限定するものも多い。そして後者の方法においては、目標物体を切り出す際に発生する問題点をカメラの設置位置や構成により排除することができるが、カメラを固定する必要があるなどの動作環境が拘束される傾向がある。

そこで本論文では新しいカメラシステムである、Horizon View Camera（以下、HVC）を提案した。鏡を用いることにより、特殊な光学特性を持ったカメラシステムであるHVCからは、構造上、2種類の画像が同時に得られる。一方は地面と物体の両方を含んだ一般的な画像となるが、もう一方は地面を含まない、地面上に存在するカメラの周囲の物体のみを含んだ画像が得られる。よってHVCは、カメラ構成に工夫を持たせることにより、物体検出する際に精度低下の原因の1つである地面領域を、画像取得時に排除することが可能である。またHVCは固定カメラシステムをとらないため移動が可能であり、同時に

取得された2種類の連続画像を用いることで動画像処理等が可能である。以上より、HVCは先に述べた物体検出における2つのアプローチのそれぞれの長所を含んだシステムである。そのため、より有効かつ高精度の物体検出が期待できる。

本論文では、HVCの構成や特性について調べ、その特性を用いて物体検出を行い、HVCが物体検出において有効なシステムであることを確認した。さらにHVCから得られる画像にlog-polar変換を適用することで、新たな特徴が得られ、より高精度な物体検出を実現した。しかしこれらの物体検出は、HVCが一定の距離を正確に前進するという仮定に基づいている。そこで前進以外の様々な動作に対応できるよう、システムの拡張を行う必要が出てきた。

そこでHVCによる物体検出の成功を基に、Horizon View Camera-90（以下、HVC-90）を提案した。HVC-90は、HVCと直交カメラアングルとの組み合わせによる、さらに新しいカメラシステムである。HVC-90から得られる画像のうち、一方はHVCと同様に地面を含まない、地面上に存在するカメラの周囲の物体のみを含んだ画像となるが、もう一方は直交カメラアングルの適用により、HVC-90の前方の地面を垂直方向から撮影した地面のみの画像となる。よってHVC-90が移動した際の地面の変化が観察可能となるため、移動量を容易に計測することができ、その移動量を用いることで様々な動作を考慮した一般的な場面に対応可能な物体検出が可能となった。

このようにHVCやHVC-90を提案することで、地面上の物体検出を目的として研究を進めてきた。しかし、さらにHVCの特性を生かすことで、地面上の物体検出だけでなく、地面領域抽出も可能である。HVCから得られる画像の一方が地面上の物体のみを含み、もう一方が同物体と地面を含むことから、差分により地面領域のみの抽出を実現した。よってHVCから得られる画像は、地面を排除した画像による地面上の物体検出だけでなく、地面上の物体を画像処理で排除することによる地面領域抽出も可能であることが判明した。さらにHVCは、地面領域抽出を踏まえた全く新しい入力インターフェースの実現を可能にした。HVCからは地面上の物体を含む画像が得られるが、これは物体の接地点からすぐ上を映した画像が獲得可能ということになる。つまり物体の接地点となる地平線付近を観察することで、物体の地面への接触、非接触を検出可能であるという新たな特性が得られる。また同時に得られる地面と物体の両方を含む画像からは、地面に接触している物体の位置が計測できる。これにより、先に述べたカメラを用いた入力インターフェースを実現する際に重要な、位置計測と平面への接触検出という2つが、HVCを用いれば同時に可能となる。本論文ではHVCによる入力インターフェースの一例として「どこでもピアノ」を作成し、その有効性を確認した。

## 論文審査結果の要旨

本論文では、目標物体領域を正確に抽出するための新しいカメラシステムとして、Horizon View Camera（以下、HVC）を提案した。鏡を用いることにより、特殊な光学特性を持ったカメラシステムであるHVCからは、構造上、2種類の画像が同時に得られる。一方は地面と物体の両方を含んだ一般的な画像となるが、もう一方は地面を含まない、地

面上に存在するカメラの周囲の物体のみを含んだ画像が得られる。よってHVC は、カメラ構造に工夫を持たせることにより、物体検出する際に精度低下の原因の1つである地面領域を、画像取得時に排除することが可能である。またHVC は固定カメラシステムをとらないため移動が可能であり、同時に取得された2種類の連続画像を用いることで動画処理等が可能である。以上より、HVC は物体検出における2つのアプローチの長所を含んだシステムであり、より有効かつ高精度の物体検出が期待できる。

本論文では、HVC の構成や特性について調べ、その特性を用いて物体検出を行い、HVC が物体検出において有効なシステムであることを確認した。さらにHVCから得られる画像にlog-polar変換を適用することで、新たな特徴が得られ、より高精度な物体検出を実現した。しかしこれらの物体検出は、HVCが一定の距離を正確に前進するという仮定に基づいている。そこで前進以外の様々な動作に対応できるよう、システムの拡張を行う必要が出てきた。

そこでHVCによる物体検出の成功を基に、Horizon View Camera-90（以下、HVC-90）を提案した。HVC-90は、HVCと直交カメラアングルとの組み合わせによる、さらに新しいカメラシステムである。HVC-90から得られる画像のうち、一方はHVCと同様に地面を含まない、地面上に存在するカメラの周囲の物体のみを含んだ画像となるが、もう一方は直交カメラアングルの適用により、HVC-90の前方の地面を垂直方向から撮影した地面のみの画像となる。よってHVC-90が移動した際の地面の変化が観察可能となるため、移動量を容易に計測することができ、その移動量を用いることで様々な動作を考慮した一般的な場面に対応可能な物体検出が可能となった。

さらに HVC の特性を生かすことで、地面上の物体検出だけでなく、地面領域抽出も可能であり、実験により正確性を確認した。そして地面領域抽出を踏まえた全く新しい入力インターフェースを実現した。HVC からは地面上の物体を含む画像が得られるが、これは物体の接地点からすぐ上を映した画像が獲得可能ということになる。つまり物体の接地点となる地平線付近を観察することで、物体の地面への接触、非接触を検出可能であるという新たな特性が得られる。また同時に得られる地面と物体の両方を含む画像からは、地面に接触している物体の位置が計測できる。これにより、先に述べたカメラを用いた入力インターフェースを実現する際に重要な、位置計測と平面への接触検出という 2 つが、HVC を用いれば同時に可能となる。本論文では HVC による入力インターフェースの一例として「どこでもピアノ」を作成し、その有効性を確認した。

以上の研究から、提案手法を用いる事により、物体検出の際に必要な地面と地面上の物体を区別でき、容易に物体検出可能であることを確認された。今後、本提案手法を様々な物体手法に適用することで、容易かつ高精度で物体検出が可能となり、さらに広い分野におけるアプリケーションへの搭載が期待できる。また、申請論文の内容は、原著論文3編として出版されている。

## 最終試験結果の要旨

最終試験においては、1に述べたように、内容の新規性と有用性が十分に確認された。また、その主張を十分な説得力をもって発表がなされた。さらに、申請論文の内容は、原著論文3編として出版されている。以上のことから、学位授与に十分足る内容であると判断する。