

氏名	蚊野 浩 ^{ひろし}
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	論工博第3368号
学位授与の日付	平成10年7月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	多眼ステレオのための弱校正法と実時間ステレオシステムの開発に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 美濃導彦 教授 池田克夫 教授 松山隆司

論文内容の要旨

本論文は、多眼ステレオに適した新たなステレオカメラ校正法である「2平面弱校正法」と、これを利用して実現した「実時間で動作する多眼ステレオ視専用ハードウェア」について論じたもので、全6章で構成されている。

第1章の序論では、研究の背景として、3次元計測技術、特に受動的なステレオ視について、従来の関連研究に対する本論文の位置付けを明確にしている。

第2章は、受動的ステレオ3次元計測の原理に関する基礎的な事項のまとめであり、3次元座標を2次元座標に投影する機構として機能するピンホールカメラ、一般ステレオカメラ、多眼ステレオカメラの各モデルに関する数学的記述が与えられている。

第3章では、ステレオカメラの校正法として、2平面を用いた弱校正法が提案されている。従来から、ステレオカメラで平面を観察した場合、対応する画素座標を平面射影行列を用いて変換できることが知られていたが、ここではその関係式を、カメラパラメータと平面の方程式を用いて簡潔に記述し、平面射影行列に関して成り立ついくつかの性質が示されている。第一の性質は、2つの平面射影行列の差行列の階数が1になることであり、第二の性質は、2つの平面射影行列の線形和が、再び平面射影行列になることである。

平面とステレオカメラの間に成り立つこれらの関係から、2平面を用いた弱校正法が導かれる。ここで、弱校正とは3次元射影座標が計測されるようにステレオカメラを校正することをいう。2平面弱校正法では、ステレオカメラで2つの平面を観察し、それぞれの平面に関する対応点集合を求め、対応点集合から平面射影行列を最小二乗法で推定する。推定された2つの平面射影行列はスケール因子が不定であるが、スケール因子が等しい平面射影行列の差行列の階数が1であるという条件を用いることで、スケール因子を等しくすることができる。このようにして求めた2つの平面射影行列から一对の透視投影行列を一意に決めることができる。

第4章では、一般ステレオモデルに基づく多眼ステレオマシンを設計試作し、評価した結果について述べられている。

この多眼ステレオマシンは、3台以上のカメラを用いてビデオレートで動作するステレオ視専用のハードウェアであり、複数のステレオ対から得られる距離情報を統合することにより、誤りの少ない計測が可能である。距離情報の統合のために、マルチベースライン法を一般ステレオモデルに適用できるように拡張して利用することにより、カメラをマウントする精度に対する制約がなくなっただけでなく、アルゴリズムそのものも、平面射影行列を用いて簡潔に記述できるようになっている。

この多眼ステレオマシンは、カメラヘッド、画像入力部、画像前処理部、カメラ幾何補正部、相関演算部、並列DSP部などで構成されるが、本研究ではこれらの中で、一般ステレオモデルを利用したときに特に重要となる、カメラ幾何補正部の開発に重点が置かれている。本補正機能は、ステレオ処理の中心である対応点のマッチング処理の前処理として、組み込まれている。

試作した多眼ステレオマシンを第3章で提案した手法を用いて校正し、その測定精度を評価した結果、実的に十分な精度で射影的な距離が計測ができること、1秒間に30回の実時間計測ができること、カメラマウント位置の精度、カメラ特性のばらつきにも対処できていることが確認されている。

第5章では、開発した多眼ステレオマシンを用いて3次元モデリングシステムを構築し、評価した結果について述べられている。ステレオマシンにより計測される距離データからは、2.5次元モデルしか構築できないことから、これを3次元データにするには、様々な方向から得たデータを統合する必要がある。このための処理を行うシステムの構成、システムを用いた簡単な形状入力、及びモデリング結果が示されている。

第6章は結論で、本論文の成果がまとめられている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、多眼ステレオに適した新たなステレオカメラ校正法である2平面弱校正法を提案すると共に、実時間で動作する操作性のよい多眼ステレオ視専用ハードウェアが実現できることを試作により実証した結果についてまとめたもので、得られた成果は以下の3点である。

1. 3次元空間中の平面と、それを観察するステレオ画像対の間に成立する、
 - ・ステレオ画像対における平面射影行列の簡潔な記述
 - ・2つの平面射影行列の差行列の階数が1である性質
 - ・2つの平面射影行列の線形和が平面射影行列であるという性質、及びこれらの行列に対応する平面間の幾何学的な関係を明らかにした。
2. 2平面を用いたステレオカメラの新たな弱校正法を考案し、この方法で校正されたステレオ視により計測される3次元射影空間が、ステレオ対によらず唯一存在することを示した。
3. 実時間で動作する多眼ステレオ視専用のハードウェアを開発した。特に、一般ステレオモデルに対応できる多眼ステレオ法を考案し、それを実現するためにカメラ幾何補正機能を設計・開発した。

以上要するに本論文は、簡便なステレオカメラ弱校正法を提案するとともに、実時間で動作する実用的な多眼ステレオマシンを開発することにより、ステレオ視の高度実用化に関する提案をしたもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成10年6月4日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。