

学位被授与者氏名	長 元気 (Genki Cho)
学位の名称	博士 (工学)
学位番号	博 (一) 第8号
学位授与年月日	平成18年3月25日
論文題目	パターン光投影に基づく3次元画像計測の実用化研究
論文題目 (英訳または和訳)	A Practical Study of 3-D Image Measurement Based on Pattern Projection Techniques
論文審査委員	論文審査委員会 委員主査 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 横田 将生 同審査委員 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 須崎 健一 同審査委員 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 西田 茂人 同審査委員 : 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 加藤 友彦
論文審査機関	福岡工業大学大学院工学研究科
論文内容の要旨 (和文)	<p>パターン光投影に基づく3次元画像計測法は、能動的な信頼度の高い非接触式の形状計測の手法として広く注目されている。この中でも、強度変調パターン光投影計測法は短時間で多数の投影パターンしみの方向情報(しまアドレス)が検出可能であり実用化が期待されている。しかしながら、従来の強度変調パターン光投影計測法は、計測物体の表面特性や空間位置などの計測条件が未知の場合は計測速度と精度の確保あるいは計測自体が不可能になるという問題が存在する。</p> <p>本研究では、実用化の視点から従来法の問題点を分析し各問題に対する解決方法を提案しその妥当性を実験により検証している。</p> <p>本論文は6章より構成されている。</p> <p>第1章では、3次元画像計測について概説した後、従来型パターン光投影計測法の特徴や問題点について述べ、本研究の背景と目的を明らかにする。</p> <p>第2章では、計測物体の表面反射率や色分布などの計測物体情報が未知の場合、広いしま強度レンジをもつ観測パターン画像が得られずしまアドレスの検出精度が落ちる問題や、計測ができなくなる問題を示す。その後、問題の解決策として、計測物体情報に応じて投影パターンの強度分布を自動調節する投影パターン光強度制御手法と白黒投影・カラー解析手法を提案する。</p> <p>第3章では、計測物体の大きさや空間位置などの計測条件が未知の場合、計測物体に反射された投影パターンのしみの本数が不足し、目的の計測感度が確保できない問題を示す。その後、問題の解決策として、計測条件に応じて投影パターンの投影角度と空間周波数を自動調節する手法を提案する。</p> <p>第4章では、投影パターンのしま本数を増加すると、隣接するしま間の強度の差が小さくなり、観測パターン画像より精度の良いしまアドレスの検出が困難となる問題を示す。その後、問題の解決策として、投影パターンのしみの強度分布を最適化し、しま間の強度の差を最大化する最適強度組合せパターン光投影計測手法を紹介する。</p> <p>第5章では、従来型の位相解析方法は、観測パターン画像の位相値の決定のために多数回の投影が必要であり、計測速度が低下する問題や計測物体の急な奥行き変化に対応が困難となる問題を示す。その後、問題の解決策として、最適強度組合せパターン光投影計測手法を用いた強度・位相解析手法を提案する。</p> <p>第6章では、本研究を実用化の視点から総括し、提案手法が計測物体や計測条件に柔軟に対応し少数回の投影により高精度全視野3次元画像計測を実現可能であることを実験により検証したと結論づける。</p>
論文内容の要旨 (英文)	<p>Most of the recent 3-D image measurement methods have employed certain pattern projection techniques because of their higher reliabilities. Especially, the intensity-modulated technique can detect more stripe addresses by a single projection and therefore is very much expected for its practical use in near future. The traditional techniques of this type, however, have encountered several serious problems where 3-D measurements are difficult in speed and accuracy or fatally impossible for unknown objects.</p> <p>In this study, the problems mentioned above were analyzed from the viewpoint of practical use and several original methods were proposed in order to solve them. These methods were evaluated by various experiments and the results proved their</p>

	<p>validities.</p> <p>This thesis consists of six chapters:</p> <p>Chapter 1 presents the background and aim of this study with the outline of 3-D image measurement and pattern projection techniques.</p> <p>Chapter 2 describes the problem that no pattern image with any ideal intensity range can be obtained from the measurement object whose surface is unknown of the reflectance, color distribution or so, and proposes original techniques for controlling projection pattern intensity distribution and for processing monochrome projection images by multicolor analysis.</p> <p>Chapter 3 presents the problem that it is impossible to detect enough number of stripes for 3-D information of the measurement object with size or position unknown, proposing the novel technique for adjusting the angle and the space frequency at each projection.</p> <p>Chapter 4 shows that it becomes more difficult to detect stripe addresses in sufficient accuracy as more stripes are projected in the pattern, and solves this problem by the technique of optimal intensity-distribution projection proposed originally.</p> <p>Chapter 5 introduces the most serious problem in the traditional phase analysis methods, namely, disability to calculate absolute phase values and absolute depth ranges from observed image data. The solution of this problem is given by intensity-phase analysis in use of the optimal intensity-distribution projection proposed in Chapter 4.</p> <p>In Chapter 6 concludes this study with the summary from the viewpoint of practical purpose. That is, the projection pattern parameters have come to be automatically adjustable according to the characteristics and environments of measurement objects, enabling 3-D image measurement in speed and accuracy good enough for practical use.</p>
論文審査結果	<p>この論文は、高速、高精度、高ロバスト性の実用型三次元画像計測システムの構築を目的として、投影パターン光の自動調節方法と装置、観測画像の解析方法について、理論的および実験的な側面から基礎及び応用的研究を進め、最適強度変調パターン光投影に基づく三次元画像計測システムの構築について研究成果を標記の題目でまとめたものである。</p> <p>本研究は、その背景として近年注目されている能動的な信頼度の高いパターン光投影三次元画像計測技術の実用化を妨げる諸問題をあげ、このような問題を実用化の視点から分析し、パターン光投影と観測画像解析の両面より解決方法を提案している。そして、この方法がパターン光投影に基づく三次元画像計測技術の実用化、特に形状、大きさ、表面色及び表面反射特性の未知の計測物体に対して、高精度の三次元計測を高速的に行うために必要不可欠であると位置づけている。</p> <p>本研究は、表面反射率や表面色分布など計測物体表面特性が未知の計測物体に対し、広い強度レンジをもつ観測パターン画像を得るために、計測物体表面特性に応じて投影パターンの強度分布を自動調節する手法と、白黒投影・カラー解析手法を提案している。また、計測物体の大きさや空間位置が未知の場合、計測精度を確保するために、計測物体の大きさや空間位置に応じて投影パターンの投影角度と空間周波数の自動調節手法も開発しており、さらに、計測精度を向上し全視野三次元画像計測を実現するために、従来の位相解析法に強度解析技術を導入し、強度・位相解析手法を提案している。すでに、上記の研究成果を用いた計測アプリケーションの雛形が開発されており実験の結果は提案手法の有効性と実用性を裏づけるものになっている。</p> <p>本研究の成果はかなり実用性があり、試作された三次元画像計測システムは論文説明会および論文公聴会で披露されただけでなく、第5回産学連携フェア、九州・国際テクノフェア2006、ロボット産業マッチングフェア2006に出展された。</p> <p>学位論文公聴会においては、論文内容に関連する種々の工学的及び技術的な質問があ</p>

	<p>ったが、いずれも適切な回答を行うことができた。また公聴会後の最終試験においては、学位論文に関連する分野の学識を有し、今後研究を進めていくための研究能力を備えていると判断された。</p> <p>以上の結果から、学位審査委員会はこの論文が博士(工学)の学位に適格であると判定した。</p>
--	---