

学位論文題名

能動的視覚制御による適応画像入力方式に関する研究

学位論文内容の要旨

視野と解像度に制限のある一般のカメラで、観測対象に含まれる情報を過不足なく獲得できるような品質の高い画像を効率よく取得するためには、観測対象に応じてカメラの機構(観測パラメータ)を制御する必要がある。これらは、従来、人の手により行われてきた行為であるが、本来は、センシング機能の一部として、観測情報の適当な処理とその結果の認識・理解を通じて、カメラ自身で能動的に行われるのが望ましい。ところで、観測対象から獲得できる情報量は観測解像度(ズームパラメータ)に直結するが、一方で観測領域を媒介として観測効率とトレードオフの関係を為す。また、観測空間内に含まれる情報は必ずしも均一に分布しているわけではなく、各々で必要なズーム値は異なる。このような環境下で効率的な観測を実現するためには、(1)十分な情報を獲得するためのズームパラメータの能動制御、(2)対象の性質(必要なズーム値)に基づいた領域分割と注視制御、といった処理が必要と考えられる。また(2)で得られた領域を(1)で得られたズーム値で観測する場合、領域全体を必ずしも1つの画角内に収めることができるとは限らない。その場合、(3)複数枚の画像での領域の網羅とそれらの画像の統合、という処理も必要になる。

本論文では、このような観測空間内の情報とその分布を考慮した適応的な画像入力方式について論じている。観測対象としては、文書画像を扱う。この場合「観測対象の情報が十分に獲得できない」とは、例えば、ズーム値が低い時に、文字が潰れて判別できない、といった状態を意味している。また「情報の空間分布が不均一性である」とは、例えば、文字種(フォント)や文字サイズの相違から、必要なズームパラメータが異なるような状態を意味している。また、本入力方式の具体的適用として、プレゼンテーションで利用されている教材呈示装置に着目し、講演資料の適応画像入力を試みている。

本論文は以下の5章より構成されている。

第1章では、本研究の背景と本論文の全体像を述べている。また本研究の主題に関連する内外の既往研究について総括し、本研究の位置付けを明らかにしている。

第2章では、ズームパラメータの能動制御のメカニズムを明らかにしている。まず、画像中で情報が十分に獲得できないピクセル、すなわちズームアップが必要なピクセル(以降、ズーム不足ピクセルと呼ぶことにする)の示す特徴について定性的に述べている。ズーム不足ピクセルは、(1)各ピクセルの示す特徴ベクトルについて画像全体に対する分布を求めクラスタリングを行うと、主要クラスタではなく、はずれ値として知覚される、(2)ズームの過程において、対応する点の特徴ベクトルの変化量が大い、という2つの性質を示す。(1)では、ズーム不足ピクセルの候補として、はずれ値を示すピクセルを抽出するために、最ゆう法に基づいたロバストクラスタリングのアルゴリズムを利用する。ところで主要クラスタの端点の特徴ベクトルはクラスタを構成する特徴ベクトルとは異なる値を示すため、はずれ値として取り扱われて

しまう。これに対して、近傍のピクセルの属するクラスタの種類からクラスタ端点であるかどうかを判断する処理を加えている。(2)では、ズーム前とズーム後の画像について、それぞれの対応点の特徴ベクトルの変化量を調べる。変化量の大小の判定は(1)と同様、最ゆう法に基づいたロバストクラスタリングの手法を用いて行う。すなわち、主要クラスタは「変化量の小さいピクセル」、はずれ値は「変化量の大きいピクセル」と解釈できる。はずれ値を示すピクセルがズーム不足ピクセルの候補となる。そして、これら2つの処理によって抽出されたズーム不足ピクセルの候補について論理積をとることにより、ズーム不足ピクセルが求まる。さらに「ズームパラメータが適切な値である」時には「ズーム不足ピクセル数がズーム値の変化に対して停滞する」という性質を用いて、ズームパラメータ決定のアルゴリズムも合わせて導く。

第3章では、対象の性質に基づいた領域分割と観測領域の網羅及び画像群の統合の各処理について述べている。領域分割は、画像内のズーム不足ピクセルを水平、垂直それぞれに投影した分布を利用して行う。まず、垂直投影分布を用いて大まかな区分をした後、そのそれぞれについて水平投影分布を求め、分割する。領域の区分は、投影分布のヒストグラムが0になる点で行う。ところで、上記したように、ここで得られた領域を第2章で決定されたズーム値で観測する時、1つの画角内に領域全体が収まらない場合は、カメラの視線方向を適宜制御しながら観測をし、得られた複数枚の画像で領域を網羅することが求められる。この画像群は統合され1枚の合成画像に整形されて格納される。これによりデータの扱いが容易になる、などの利点がある。またディスプレイする上でも1枚の合成画像の方が都合が良い。画像統合の手法は、統合すべき領域に関して大きさや形状の制限を受けないものが望ましい。またカメラからの画像情報のみから統合ができる方が良い。ここではイメージモザイクのアルゴリズムを利用する。

第4章では、本入力方式の具体的適用として構築した、講演資料の適応画像入力システムについて述べている。教材呈示装置には、通常固定単眼 CCD カメラが搭載されているが、この代りに首振りアクティブカメラを使用する。首振りアクティブカメラはコンピュータからズーム、パン、チルトの各パラメータを制御可能である。

第5章では、本論文の総括と今後への展望について述べている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 青 木 由 直
副 査 教 授 栃 内 香 次
副 査 教 授 北 島 秀 夫
副 査 助 教 授 川 嶋 稔 夫

学位論文題名

能動的視覚制御による適応画像入力方式に関する研究

マルチメディアシステムの発達に伴い、高品質で自由度の高い映像入力方式の開発が期待されている。一般に普及しているテレビカメラは、視野と解像度に制限があるため、これを用いて観測シーンに含まれる情報を被写体に応じて、過不足のない品質で効率よく取得するには、観測対象に適応的にカメラの機構(観測パラメータ)を制御する必要がある。さらに観測視野内に含まれる情報は必ずしも均一に分布しているわけではないため、観測箇所の特徴に応じて異なる撮影条件を指定する必要がある。これらはアクティブセンシングと呼ばれる方式の一種と考えられ、計測者の支援をしたり、柔軟性の高いシステムの入力部としての利用が期待できる。

著者は、このような画像入力システムの高度化を目的として、観測空間内の情報とその分布を考慮し、空間解像度の制御を基本とした、適応的な画像入力方式について論ずるとともに、提案方式の具体的適用例として、プレゼンテーションで利用されている教材呈示装置に着目し、講演資料の適応画像入力を試みている。論文の要点をまとめると以下のとおりである。

- ・ 画像中に含まれる情報を反映したズーム決定のための有効な指標を考案し、この指標に基づく決定のアルゴリズムを提案している。
- ・ アクティブカメラを用いた領域のスキャニングと得られた画像の統合処理について検討している。
- ・ 1と2を組み合わせることで、任意の大きさや形状の領域を適切な解像度で取り込む仕組みを明らかにしている。
- ・ 提案方式の具体的適用として、教材呈示のための適応画像入力システムを実現している。

本論文は5章から構成され、各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景と本論文の全体像を述べている。

第2章では、ズームパラメータの能動制御のメカニズムを明らかにしている。まず、画

像中で情報が十分に獲得できないピクセル、すなわちズームアップが必要なピクセル(本文中ではズーム不足ピクセルと呼んでいる)が、(1)各ピクセルの示す特徴ベクトルについて画像全体に対する分布を求めクラスタリングを行うと、主要クラスではなく、はずれ値として知覚される、(2)ズームの過程において、対応する点の特徴ベクトルの変化量が大きい、という2つの特徴を有していることを明らかにしている。(1)では、最ゆう法に基づいたロバストクラスタリングのアルゴリズムを利用することでズーム不足ピクセルの候補を抽出し、(2)では、ズーム前とズーム後の画像について、それぞれの対応点の特徴ベクトルの変化量を調べることで、これを抽出している。これら2つの処理によって抽出された候補について論理積をとることにより、ズーム不足ピクセルを決定している。さらに「ズームパラメータが適切な値である」時には「ズーム不足ピクセル数がズーム値の変化に対して停滞する」という性質を用いて、ズームパラメータ決定のアルゴリズムも合わせて導いている。

第3章では、対象の性質に基づいた領域分割と観測領域の網羅及び画像群の統合の各処理について述べている。領域分割は、画像内のズーム不足ピクセルを水平、垂直それぞれに投影した分布を利用して行っている。画像統合の手法は、統合すべき領域に関して大きさや形状の制限を受けないものが望ましく、またカメラからの画像情報のみから統合ができる方が良く、本論文では、イメージモザイクのアルゴリズムを利用した方式を論じている。

第4章では、本論文での述べた適応画像入力方式の具体的適用例として、講演資料の適応画像入力システムについて述べている。

第5章では、本論文の総括と今後への展望について述べている。

これを要するに、著者は、情報メディアシステムに適した適応的な画像入力装置の構成手法を明らかにしており、情報メディア工学に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。