

氏 名	こ い け あつし 池 淳
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	論 情 博 第 31 号
学位授与の日付	平 成 14 年 3 月 25 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	3次元シーンのモデルに基づく動画像の高能率符号化の研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 松 山 隆 司	教 授 吉 田 進	教 授 美 濃 導 彦
--------	----------------------	-----------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、動画像が撮影される過程を、3次元シーンから2次元画像平面への投影と考え、各種の投影モデルおよび撮影対象の3次元形状モデルに基づいた動画像データの高能率圧縮法についてまとめたもので、6章から構成されている。

第1章は序論で、デジタル動画像の特性および画像符号化技術の基礎を概観し、投影モデル・対象の運動モデル・対象の形状モデルの3つの軸によって動画像符号化方式の系統的タイプ分けを行い、本研究で開発した高能率動画像符号化法の位置付けおよびその意義について述べている。

第2章では、カメラの投影モデルとして平行投影を用い、対象の運動を画像平面に平行な直線運動と仮定した場合のハイブリッド符号化方式(動き補償予測+直交変換)について検討し、1)動き補償予測誤差信号を効率的に圧縮する直交変換として離散コサイン変換が優れていること 2)動き補償予測誤差信号の分割処理によりエッジ付近での画質が改善できることを示し、符号化・復号化装置を試作してその有効性を実証した。また、この装置はCCITTの標準化活動の一環として行われたもので、H. 261の国際標準化に大きく貢献した。

第3章では、カメラの投影モデルとして中心投影(ピンホール・カメラモデル)を用いた新たなハイブリッド符号化法を提案し、低ビットレート(16kbit/s)でのシミュレーション実験によって従来の平行投影を用いたH. 261より符号化効率が向上するとともに復号画像のSNRや主観的画質が改善されることを示した。

第4章では、中心投影モデルに加え、撮影対象の3次元形状モデルを導入したモデルベース符号化法を提案している。具体的には、人体頭部の3次元形状モデルを利用して画像から目や口、あごなどの部分を抽出し、それらの特徴量を符号化して伝送する。受信側では、伝送された特徴量を基に予め蓄えられている3次元モデルを変形して表示する。こうしたモデルベース符号化によって超低ビットレート(2-3kbit/s)での動画像伝送が実現できることを実証した。また、顔動画像から頭部の3次元運動を推定する画像解析アルゴリズムを考案し、その有効性を実験によって示すとともに、モデルベース符号化を実用化する際に必要となる実時間動画像解析装置を画像処理LSIおよびDSPを利用して開発し、4-5フレーム/秒程度で目や口の領域を自動抽出できることを示した。

第5章では、モデルベース符号化とハイブリッド符号化を組み合わせた動画像符号化方式を提案している。この方式では、人体頭部の3次元モデルを用いて動画像のフレーム間内挿を行うことにより、画像フレームを4:1でスキップさせた場合でも自然な動画像が復元できることを示した。また、3次元モデルを用いて撮影対象の3次元的な動きを推定し、その予測誤差を符号化する3次元動き補償予測符号化を提案し、シミュレーション実験によってその有効性を示した。

第6章は、結論であり、本研究のまとめと今後の展望を述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、動画像が撮影される過程を、3次元シーンから2次元画像平面への投影と考え、各種の投影モデルおよび撮影対象の3次元形状モデルに基づいた動画像データの高能率圧縮法について検討したもので、得られた成果は以下の通りであ

る。

- (1)カメラの投影モデルとして平行投影を用い、対象の運動を画像平面に平行な直線運動と仮定した場合のハイブリッド符号化方式（動き補償予測＋直交変換）について検討し、1）動き補償予測誤差信号を効率的に圧縮する直交変換として離散コサイン変換が優れていること 2）動き補償予測誤差信号の分割処理によりエッジ付近での画質が改善できることを示し、符号化・復号化装置を試作してその有効性を実証した。また、この装置は CCITT の標準化活動の一環として行われたもので、H. 261 の国際標準化に大きく貢献した。
- (2)カメラの投影モデルとして中心投影を用いた新たなハイブリッド符号化法を提案し、低ビットレート（16kbit/s）でのシミュレーションによって従来の平行投影を用いたものより復号画像の SNR や主観的画質が改善されることを示した。
- (3)中心投影モデルに加え、撮影対象の 3 次元モデルを導入したモデルベース符号化法を提案した。提案手法の有効性を示すため、人体頭部の 3 次元モデルを利用して画像から目や口、あごなどの部分を抽出し、それらの特徴量を符号化して伝送するシステムを開発し、モデルベース符号化によって超低ビットレート（2-3kbit/s）での動画像伝送が実現できることを実証した。
- (4)モデルベース符号化とハイブリッド符号化を組み合わせた動画像符号化方式を提案した。この方式では、人体頭部の 3 次元モデルを用いて動画像のフレーム間内挿を行うことにより、画像フレームをスキップさせた場合でも自然な動画像が復元できることを示した。
- (5)3 次元モデルを用いて撮影対象の 3 次元的な動きを推定し、その予測誤差を符号化する 3 次元動き補償予測符号化を提案し、シミュレーション実験によってその有効性を示した。

以上本論文は、動画像が撮影される過程を、3 次元シーンから 2 次元画像平面への投影と考え、各種の投影モデルおよび撮影対象の 3 次元形状モデルを利用した動画像データの高効率圧縮法を提案し、実験によってその有効性を示したもので、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（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成14年2月22日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。