

氏名	榎 修一
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博乙第4173号
学位授与の日付	平成19年 3月23日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)
学位論文の題目	高速ベクトル量子化とその応用に関する研究
論文審査委員	教授 森川 良孝 教授 古賀 隆治 教授 秦 正治

学位論文内容の要旨

ベクトル量子化 (VQ) の量子化特性は次元数の増加につれてレート-ひずみ限界に漸近する。C. E. Shannonの情報源符号化定理がこのVQの特質に関する示唆を与えた後、その実現法に関する研究が今日においても盛んに行われている。本研究は、球対称分布情報源の高効率なデータ圧縮を目的として高次元・高レートVQを設計しそれをデータ圧縮のみならずパターン認識などに応用することが目的である。

高次元・高レートのVQを設計するにあたりメモリサイズおよび符号化に要する演算量が指数的に増加する問題が生じる。この問題に対して、量子化器を多段に接続するものや多次元の格子を用いるものが提案されている。多段VQでは演算量及び記憶容量を大幅に削減することができる。しかしながら、量子化特性はあまり改善されない。一方、多次元空間の格子を利用した格子VQは実現性の点では非常に優れているが、高次元において優れた格子を見出すことが難しく課題となっている。

球対称分布情報源のデータ圧縮を目的として、鏡映群を利用した高次元・高レート量子化器である万華鏡VQ (KVQ) が提案されている。鏡映群は球面上の格子であり格子の基本領域にコードベクトルを配置すれば、鏡映変換によって空間を埋め尽くすコードを生成することができる。このとき、基本領域にコードベクトルをどのように配置するかが重要になる。本設計法により、少量のメモリ量及び演算量によって16次元まで量子化特性の良好なKVQを約3bits/sampleまで設計することができた。

また、KVQの応用として最近傍 (NN) 探索の高速化を行った。ベクトル量子化はパターン認識において多くの応用があるが、NN探索のための演算量の増加が問題となる。パターン認識においては一般的な情報源のモデルを構築することが困難であるため、目的に応じて種々の高速化法が提案されている。このなかで、波形認識など正規化された特徴ベクトルによりパターン認識を行うものを対象として、KVQを利用して目的の量子化器を高速化する従属探索型の量子化器を提案した。これによって、8次元までの量子化器で全探索法と比較して演算量を5%まで削減することができた。

論文審査結果の要旨

ベクトル量子化 (Vector Quantization : VQ) の量子化特性は次元数の増加につれてレート一ひずみ限界に漸近する。C. E. Shannonの情報源符号化定理がこのVQの特質に関する示唆を与えた後、その実現法に関する研究が今日においても盛んに行われている。本研究は、球対称分布情報源の高能率なデータ圧縮を目的として高次元・高レートVQを設計し、それをデータ圧縮のみならずパターン認識などに応用することが目的である。

高次元・高レートのVQを設計するにあたりメモリサイズおよび符号化に要する演算量が指数的に増加する問題が生じる。この問題に対して、量子化器を多段に接続するものや多次元の格子を用いるものが提案されている。しかし多段VQでは演算量及び記憶容量を大幅に削減することができるものの、量子化特性はあまり改善されない。一方、多次元空間の格子を利用した格子VQは実現性の点では非常に優れているが、高次元において優れた格子を見出すことが難しく課題となっている。

このような課題を克服する一方法として、球対称分布情報源のデータ圧縮を目的として、鏡映群を利用した高次元・高レート量子化器である万華鏡VQ (Kaleidoscope VQ : KVQ) が提案されている。鏡映群は球面上の格子であり格子の基本領域にコードベクトルを配置すれば、鏡映変換によって空間を埋め尽くすコードを生成することができる。このとき、基本領域にコードベクトルをどのように配置するかが重要になる。本研究では基本領域の境界にもコードベクトルを配置する設計法を提案し、少量のメモリ量及び演算量によって16次元および約3bits/sample以下において良好な量子化特性を有するKVQが設計できることを示している。

また、KVQの応用として最近傍 (Nearest Neighbor : NN) 探索の高速化を行っている。ベクトル量子化はパターン認識においても多くの応用があるが、探索のための演算量の増加が問題となる。パターン認識においては一般的な情報源のモデルを構築することが困難であるため、目的に応じて種々の高速化法が提案されている。本論文では、波形認識など正規化された特徴ベクトルによるパターン認識を対象として、KVQを利用して目的の量子化器を高速化する従属探索型量子化器を提案し、8次元までの量子化器で演算量を5%まで削減することができることを示している。

以上より本研究は博士学位授与に値するものと判定する。