

論文審査要旨（課程博士）

報告番号	* 甲第 53 号	論文提出者氏名	上野 幾朗
職 名		氏 名	
審査員主査	東京工芸大学教授	小野 文 孝	印
審査委員	東京工芸大学教授	木下 照 弘	印
審査委員	東京工芸大学教授	浦谷 則 好	印
審査委員	東京工芸大学教授	宇田川 佳久	印
審査委員	宇都宮大学教授	加藤 茂 夫	印
審査委員			印
審査委員			印

*学務課で記入

論文審査要旨（2000字程度）

算術符号は高い圧縮性能と様々な情報源に適用できる汎用性を有する。しかし、その演算負荷が高いため、如何に効率を保ったまま演算負荷の低減を行うかという検討が長年進められてきた。その結果、最近では、算術符号が多くの画像／映像符号化標準に採用されるようになっている。

しかしながらハフマン符号と比較すると依然としてその負荷は大きく、算術符号の普及の妨げとなっていると考えられる。これまでの算術符号の簡易化検討の殆どはシンボルの確率に応じて対応領域を割り当てる領域計算方法を対象としている。これに対し本論文では算術符号では必要であるがハフマン符号では不要である領域下端アドレスの計算に着目し、ハフマン符号と同様に、状態遷移先と符号とを出力する状態遷移テーブルを参照して算術符号化処理が実行できるようにすることを検討している。本論文では、このような処理の簡易化を実現した 2 値算術符号器 STT-coder の汎用的な提案とその性能の評価結果について述べている。

本論文の第 1 章では本研究の位置づけおよび目的が示されている。第 2 章では過去の算術符号の提案についてその特徴、性能がまとめられている。第 3 章では状態遷移テーブル参照型算術符号 STT-coder について最も原始的な 3 ビットレジスタの場合を例にとりその原理を紹介している。提案方法の内、より簡易な方式 1（再正規化時点で常に符号確定）はレジスタ長の拡大や装置規模の拡大に対する汎用化が困難と考えられるため、再正規化時点で最上位ビットが確定しているときは通常の再正規化を行い、有効領域の下端アドレスと確定済み符号の与えるアドレスとの差をオフセットとして記憶する方式 2 を採用するに至っている。

第 4 章ではレジスタ長を 6 ビットとした STT-coder の設計方針について述べている。まず情報源としては 6 ビットレジスタでカバーできる情報源の範囲に対して MPS（優勢シンボル）確率の相違する 8 個の情報源モデルを想定すればよく、その理想算術符号での効率は 99% に達することを示している。次に第 3 章で定義したオフセットの種類数が遷移テーブルのサイズを支配するパラメータであることからオフセットの種類数 N を 1（オフセット値 0）から順に増加させ符号化性能の変化を調べている。

論文提出者氏名	上野 幾朗
---------	-------

論文審査要旨 (続き)

具体的には N が 2 の時のオフセットの追加値は何が最もよいかを調べるために、すべての追加オフセット値について符号化性能を求めている。その結果追加すべきオフセット値の最適化がなされ、次に $N=3$ の場合の最適化は $N=2$ の最適化例に対し追加すべきオフセットの値をすべて調べるという手法をとっている。このような探査の結果、オフセットの種類数を増やしていくと MPS (優勢シンボル) 確率の低い情報源の効率は上がるが、逆に MPS 確率の高い情報源では効率が低下するという現象がみられた。この結果、オフセットの種類数には最適値があることがわかり、その種類数は 4 でオフセット値の組み合わせは(0,16,24,28)であることを導いている。このとき効率の低下は理想算術符号に比べ 0.5%程度であり、充分実用的であると判断できた。また、この結果の示す規則性はレジスタ長をさらに拡大したときの設計指針としても有効であると考えられる。

続く第 5 章で確率推定を伴う符号化 (動的性能) の考察を行っている。確率推定の基本はシンボルカウンタなどの不要な状態遷移型とし、まず従来の考え方による符号化性能を検証した。その結果観測された低 MPS 確率情報源での効率低下は従来からの課題であり、その解決を求めて考察した結果、従来方式では必ず状態遷移を行っていた LPS (劣勢シンボル) の発生についてもある比率でのみ状態遷移を行わせることが有効であることを導いた。この「遷移 LPS 比率」導入という着想は STT-coder に限らず、他の状態遷移型確率推定にも有効な新たな発見である。この考えに基づき 6 ビット STT-coder の動的性能を調べたところ、低 MPS 確率情報源における効率低下が解消され性能は情報源確率によらずほぼフラットにできた。しかし 8 状態のままでは動的性能として不十分ということから遷移状態数の増加が必要と考えられた。静的符号化との共通性から確率状態の区分は 8 状態のままが望ましいため、そこに遷移の過程を示す 1 ビットを付加した 16 状態遷移での符号化性能を調べたところ、確率区分が 16 状態での符号化における性能と比べ遜色がないことが示された。また同程度の状態数を有する既存の動的符号化方式と比較した結果、性能の改善が確認され極めて効率的な動的符号化方式の設計が導けたと判断できた。この動的符号化性能の実現においては確率変数の導入が必要である。そこで第 6 章で検証を行い、確率変数として有効領域幅の統計分布を手掛かりとする場合の具体的評価を行っている。

以上のように本論文は、新たな観点から算術符号化の簡易化に取り組み、そのパラメータを明らかにし最適化を実現し、その性能評価により簡易化と同時に十分な実用性を有することを示し、確率推定を伴う符号化についても汎用的な考察を行い従来の問題点の解決策を見出し、それらの一連の成果を組み合わせる新たな実用的算術符号化の提案を行ったもので、その内容は学位請求論文として十分な価値があると認められるものである。