

研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2006～2009
課題番号：18560396
研究課題名（和文） 正整数のユニバーサル符号化における理論的符号語長関数に応じた具体的符号語割り当て
研究課題名（英文） Codeword assignments to theoretical codeword length functions on the universal integer coding
研究代表者
中村 博文（NAKAMURA HIROFUMI）
都城工業高等専門学校・機械工学科・教授
研究者番号：40189056

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信ネットワーク工学

キーワード：情報通信工学、正整数符号化、ユニバーサル性、符号語長関数、符号語割り当て

1. 研究計画の概要

本研究は、アルファベットサイズが巨大または無限大の情報源や、特に上限を定めない正整数を、情報の生起確率によらずある程度良い性能で2値符号化することに関するものである。任意の正整数（以下、 n と表わす）の符号語長（単位はビットとする）を n の関数と考えたとき、この符号語長関数のオーダーの低減へのアプローチが進んでいる。そして、数式による符号語長は既知でも、時間計算量 $O(\log n)$ での符号語割り当てが未解決の符号語長関数もいくつか存在する。本研究では、未解決の符号語長関数への具体的な符号語割り当て方法の確立と、オーダーがより小さい符号語長関数の探索を目指す。

符号語割り当ては、具体的に次の2つの関数に対して探究する。

(1) 対数スター関数に対して高々2ビット長い符号語長関数への符号語割り当てについて、実際にそのようなことが可能であることの証明、符号化アルゴリズムの設計、符号の性質の解明を行う。この研究への補助4年間の主に前半を充てる。

(2) Ahlswede・Han・Kobayashiによる修正対数スター関数を用いた理論的符号語長関数への符号語割り当てについて、符号化アルゴリズムの決定、符号化の計算量の証明を始めとする符号の性質の解明を行う。この研究への補助4年間の主に後半を充てる。

2. 研究の進捗状況

(1) 対数スター関数に対して高々2ビット長い符号語長関数への符号語割り当てについては、状態遷移を用いて符号化する手法で、一般の正整数を符号化及び復号するアルゴ

リズムを完成している。また、符号語長が目標以内であることを、算術符号に帰着して証明できている。

(2) Ahlswede・Han・Kobayashiによる修正対数スター関数を用いた理論的符号語長関数への符号語割り当てについては、対数スター関数の項の数でグループ化するグループ化方式の符号化による符号語割り当てのアルゴリズムを完成している。また、符号語長が目標以内であることの証明ができている。

(3) Ahlswede・Han・Kobayashiによる修正対数スター関数を用いた理論的符号語長関数の正規化定数項の算出例はこれまで殆どなかったが、関数のパラメータに依存しない一般的算出の糸口をつかんだところまで進んでいる。

(4) 既存の符号語長関数よりもオーダーがより小さい符号語長関数の探索については、従来オーダーが最も小さい符号語長関数として知られている Ahlswede・Han・Kobayashi の符号語長関数の再帰的構造を更に深めることによって、本質的にオーダーの改善ができる糸口をつかんだところまで進んでいる。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

(理由)

具体的には、遅れている事柄とやや進んでいる事柄がある。

(1) 対数スター関数に対して高々2ビット長い符号語長関数への符号語割り当てについては、2007年度までに終える計画であった。実際、符号化の基本的アルゴリズムは完成している。解析のベースに算術符号化を使用していることが、計算量が大きいという先

入観を与えていることが、専門家と議論する中で分かった。この点の解決に時間を要したため仕上げが遅れていた。2008年度に解決の見通しが得られている。

(2) Ahlswede・Han・Kobayashi による修正対数スター関数を用いた理論的符号語長関数への符号語割り当てについては、2008年から開始する予定であったが、基本的アルゴリズム設計についてはスムーズに進み、2007年度までに終えている。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 対数スター関数に対して高々2ビット長い符号語長関数への符号語割り当てについては、小さい正整数では表を見ながら手作業でも符号化ができる可能性のあることが分かっており、より簡単に符号化ができるよう演算内容の改善を探究する。

(2) Ahlswede・Han・Kobayashi による修正対数スター関数を用いた理論的符号語長関数への符号語割り当てについては、今後、既存符号との関連の明確化や、符号化方法の理論的説明の単純化を行っていく。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 4件)

- ① 中村博文、正整数符号化における Ahlswede-Han-Kobayashi の実数符号語長関数の定数項の値と再帰性の拡張について、シャノン理論ワークショップ、2006年11月7日、大分県別府市ホテル清風
- ② 中村博文、データ圧縮の効率を高める前処理の可能性について、情報理論とその応用シンポジウム、2008年10月9日、栃木県日光市あさやホテル
- ③ 中村博文、算術符号に基づいた状態遷移を用いた符号語長 $\log_2 n + 2$ ビット以下の正整数符号化、情報理論とその応用シンポジウム、2008年10月9日、栃木県日光市あさやホテル
- ④ 中村博文、対数スター関数で足される項の数でグループ化する正整数符号、情報理論とその応用シンポジウム、2008年12月1日、北海道函館市花びしホテル