

平成 24 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	大学院理工学研究科 通信情報工学専攻
研究者 (ふりがな)	松田 哲直 (まつた てつなお)
タ イ プル	非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムに関する研究
助 成 名	新任助教研究助成
採 技 金額	1,000,000 円

研究の背景

相関を有する複数の情報源から生起したデータ列をそれぞれ独立な符号化器を用いて圧縮し、復号器を用いて元のデータ列を同時に復号する符号化システムは Slepian-Wolf 符号化システムと呼ばれている。この符号化システムは、例えば分散ストレージやセンサネットワークのように、複数の端末が存在するネットワークに対する符号化システムと考えることができる。この符号化システムでは、符号化器の間で通信を行わないので、符号化器の同期をとることが困難となる。従って、Slepian-Wolf 符号化システムの運用においては、符号化器が非同期である場合を検討することが重要となる。本研究では、このような非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムにおいて、実用上重要であると考えられるいくつかの課題を取り組むことで、非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムに対するデータ圧縮法の性能解析を十分に行うこととする。

結果と考察

Slepian-Wolf 符号化システムに対して、Slepian と Wolf は、復号誤り率を任意に小さくできるデータ圧縮法の圧縮率の限界と、その限界を達成するデータ圧縮法の存在を示した。この成果において、符号化器は完全に同期して圧縮することを仮定している。しかしながら、Slepian-Wolf 符号化システムでは、符号化器間で通信を行わないので、符号化器が非同期の場合を考えることが重要となる。このような非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムにおいては、符号化器はそれぞれ異なる時刻に情報源から生起したデータ列を圧縮することになる。すなわち、符号化器はそれぞれ基準となる時刻からある遅延を伴ったデータ列を圧縮することになる。この非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムに対して、本研究では以下の 3 つの成果を得た。但し、以下の成果において、情報源は定常かつ無記憶であることを仮定している。

1. 沖らは、遅延の最大値が有限であり、その最大値は復号器において既知であるが、遅延は符号化器と復号器において未知である場合を扱い、符号化器が完全に同期している場合と同一の圧縮率を任意に小さな復号誤り率で達成できるデータ圧縮法の存在を示した。沖らの成果において、遅延の最大値は復号器において既知であったが、一般にはこの最大値も未知であることが考えられる。本研究ではそのような場合を扱い、遅延の最大値が有限である場合には、符号化器が完全に同期している場合と同一の圧縮率が任意に小さな復号誤り率で達成できるデータ圧縮法が存在することを明らかにした。他方、遅延の最大値が有限で無い場合には、符号化器が完全に同期している場合と同一の圧縮率が任意に小さな復号誤り率で達成できるデータ圧縮法が存在しないことを明らかにした。従って、遅延の最大値が有限で無い非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムにおいては、同期的に符号化を行うシステムに比べて、圧縮率の限界が真に減少することが明らかになった。

2. 従来の非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムの研究では、符号化器と復号器において情報源の統計的性質が既知であることを仮定していた。しかしながら、現実的には情報源の統計的性質は未知であることが多い。本研究では、遅延の最大値が復号器において既知であるが、遅延は符号化器と復号器において未知である場合を扱い、情報源の統計的性質が未知であっても対応できるデータ圧縮法の存在を示した。この成果は、情報源の統計的性質が未知である同期型 Slepian-Wolf 符号化システムに対する成果の自然な拡張となっている。
3. 非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムの研究は圧縮率に注目したものが多く、復号誤り率に関する評価が十分にされていない。この確率が圧縮するデータ列の長さに伴って、どのようなオーダーで減少していくかはデータ圧縮法の性能を解析する上で重要である。本研究では、遅延の最大値が有限であり、その最大値は復号器において既知であるが、遅延は符号化器と復号器において未知である場合を扱い、復号誤り率のオーダーを明らかにした。また、このオーダーは符号化器の同期がとれている場合の復号誤り率のオーダーと一致することを明らかにした。

結論と今後の課題

本研究では、非同期型 Slepian-Wolf 符号化システムに対して、沖らの成果の拡張、情報源の統計的性質が未知である場合への拡張、及び復号誤り率の解析の3つの課題を扱い、いくつかの成果を得た。これらの成果を、Slepian-Wolf 符号化システムの設計指針として用いることで、非同期であったとしても最適な符号を構成できることが期待される。

今後の課題としては、定常性や無記憶性を一切仮定しない一般の情報源に対する圧縮率の限界について解析を行うことが挙げられる。

使用内訳書

費　目	内　訳	金　額
備品 1	タブレットパソコン	72,380
備品 2		
消耗品	モバイルルータ、IC カードリーダー、パソコン消耗品	113,854
旅　費	国際会議(ISITA2012)、国内会議×4	446,146
その他	研究室間貸借、論文別刷り代	367,620
合　計		1,000,000

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。