

Title	Studies on Ultrafast Label Recognition System Based on Optical Signal Processing
Author(s)	古川, 英昭
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/2338
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	古 川 英 昭
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 9 4 4 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科物質・生命工学専攻
学 位 論 文 名	Studies on Ultrafast Label Recognition System Based on Optical Signal Processing (光学的信号処理に基づく超高速ラベル認識システムに関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 伊 東 一 良 (副査) 教 授 横 山 正 明 教 授 金 谷 茂 則 教 授 福 住 俊 一 教 授 宮 田 幹 二 教 授 高 井 義 造 教 授 青 野 正 和 助 教 授 小 西 毅

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、大容量光通信ネットワークにおける超高速ルータへの適用を目指して、光学的信号処理に基づいた超高速ラベル認識システムについて検討を行った。時空間変換技術を用いたラベル認識システムにおいて、システムの識別能力を向上する空間フィルタリング技術を導入することを提案し、その有効性を実証した。また、高い識別能力及びデータ伝送効率の向上を同時に実現する光拡散符号化処理を用いたラベル認識手法を提案し、その検討を行った。

緒言では、本論文の背景及び重要性について述べ、特に光パケットスイッチングネットワークにおけるラベル認識システムの重要性とそのシステムに要求される性能について述べた。

第一章では、ラベル認識に有力な処理技術である光相関処理について概説した。また、空間領域の光相関処理が可能な時空間変換技術を用いた光相関処理型ラベル認識システムについて述べた。

第二章では、システムの識別能力を向上するために、時空間変換技術を用いたラベル認識システムにおいて空間フィルタリング技術を導入することを提案した。最適化手法を用いた多物体識別相関フィルタの設計技術を利用してラベル認識フィルタの設計を行った。設計フィルタによって、識別能力の指標である相関信号の S/N 比が向上し、識別不可能であった類似光符号間の識別が可能であることを実証した。また、ラベル認識システムは、従来の電気処理では実現不可能な毎秒 600 Gbit/s を超える処理速度であることを確認した。

第三章では、ラベル認識における識別能力の向上とネットワークの伝送路における高いデータ伝送効率を同時に実現することが可能である光拡散符号化処理を用いたラベル認識手法を提案した。光拡散符号化処理及び設計フィルタを組み合わせることで、相関信号の S/N 比が従来の手法より 10 倍以上向上することを示した。さらに、拡散符号化を行わない場合と比較してデータ伝送効率が飛躍的に向上することを示した。また、光拡散符号化処理の光学的実現方法を提示した。

第四章では、光拡散符号化処理の実証実験を行い、光拡散符号化処理システムが実現可能であることを示した。システムの各部において、拡散符号生成に必要な加算処理を用いた疑似 M 系列生成及び剰余演算に基づく光強度変換の実験を行い、システムの基本動作の確認を行った。

第五章では、高機能な光閾値システムを使用せずにラベル認識を行う手法として、光時間ゲートと設計ラベル認識フィルタを組み合わせた手法を提案した。設計フィルタによって、相関信号の時間波形の一部を集中的に制御し、その部分を光時間ゲートで抜き出すことでラベル認識が可能であることを示した。

結言では、本論文の各章を総括し、光学的信号処理に基づいた超高速ラベル認識システムの次世代大容量光通信ネットワークにおける有効性について述べた。

論文審査の結果の要旨

次世代の大容量光パケット通信ネットワークでは、光パケットの超高速転送処理を行う超高速ルータを実現するために、パケットの宛先アドレスであるラベル信号の超高速認識処理が求められている。従来の電子技術を用いたラベル認識処理による処理速度の制限を解消するためには、超高速信号処理が可能な光信号処理の活用が有効である。本論文では、電子技術を用いることなくラベル認識処理を直接光領域で実現するために、光学的信号処理に基づいた超高速ラベル認識システムについて研究を行っている。特に、パケット通信ネットワークに要求される、ラベル認識システムにおける識別能力の高いラベル認識、及びネットワークの伝送路における高いデータ伝送効率の実現に向けて、新しいラベル認識の手法の検討を行っている。実際に、光相関処理に基づくラベル認識システムに、識別能力を向上する空間フィルタリング技術を導入することを提案し、その効果をシミュレーション、実験を用いて実証している。また、伝送用の光符号をラベル認識システムの直前で認識用の拡散符号に展開する光拡散符号化処理を導入した新規なラベル認識手法を提案し、識別能力の向上と高いデータ伝送効率が同時に実現されることを実証している。これらの結果は、本手法が次世代の大容量光パケット通信ネットワークの超高速ルータに要求されるラベル認識処理を実現する上で有効な手法であることを示している。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 空間領域の光相関処理をラベル認識に利用するための時空間変換技術を用いた光相関処理型ラベル認識システムにおいて、高度な認識処理を可能にする空間フィルタリング技術を導入することを提案している。また、ラベル認識システムは、従来の電気処理では実現不可能な毎秒 600 Gbit/s を超える処理速度を有することを実証している。
- (2) ラベル認識システムの識別能力を向上させるために、反復法を用いた多物体識別相関フィルタの設計技術を利用してラベル認識フィルタを最適化設計することを提案している。実際に設計したフィルタによって、識別能力の指標である相関信号の S/N 比が向上し、従来のマッチフィルタでは識別不可能であった類似光符号間の識別が可能となることを実証している。
- (3) ラベル認識における識別能力の向上とネットワークの伝送路における高いデータ伝送効率を同時に実現することが可能な光拡散符号化処理を用いたラベル認識手法を提案している。光拡散符号化処理及び設計フィルタを組み合わせることで、相関信号の S/N 比が従来の手法より 10 倍以上向上することを実証している。さらに、同時にデータ伝送効率が飛躍的に向上することを示しており、提案する手法の有効性を実証している。また、光拡散符号化処理の光学的実現方法を提示している。
- (4) 光拡散符号化処理の実証実験を行い、光拡散符号化処理システムが実際に実現可能であることを示している。システムの各部において、拡散符号生成に必要な加算処理を用いた疑似 M 系列生成及び剰余演算に基づく光強度変換の実験を行い、システムの基本動作を確認している。
- (5) 高機能な光閾値システムを使用せずにラベル認識を行う手法として、光時間ゲートと設計ラベル認識フィルタを組み合わせた手法を提案している。設計フィルタによって、相関信号の時間波形の一部を集中的に制御し、その部分を光時間ゲートで抜き出すことでラベル認識が可能であることを実証している。

本論文は、高い識別能力及び高いデータ伝送効率を実現する新しい超高速光ラベル認識処理手法について述べたものであり、大容量光通信ネットワークにおける超高速ルータを実現する有効な手法であると考えられる。また、これらの成果は、今後の光通信ネットワークに必要な機能を実現する超高速光信号処理技術として期待でき、特にフォトリソグラフィ情報工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。