



Title	Waveform Sampling-Based Optical Performance Monitoring of Phase-Modulated Signals
Author(s)	バルトロメル, コシツツキ
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48709
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	<small>バルトロメル コシツツキ</small> Bartłomiej Kozicki
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 0 5 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学 位 論 文 名	Waveform Sampling-Based Optical Performance Monitoring of Phase-Modulated Signals (波形サンプリングを用いた光位相変調信号の品質モニターに関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 北 山 研 一 (副査) 教 授 滝 根 哲 哉 教 授 小 牧 省 三 教 授 馬 場 口 登 教 授 三 瓶 政 一 教 授 井 上 恭 教 授 河 崎 善 一 郎 准教授 丸 田 章 博 教 授 鷺 尾 隆 教 授 溝 口 理 一 郎

論 文 内 容 の 要 旨

This dissertation presents the results of a study on optical performance monitoring (OPM) techniques for phase-modulated optical signals using asynchronous waveform sampling. The content of the dissertation is based on the research which the author conducted during his tenure at the Division of Electrical, Electronic and Information Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University. The dissertation is organized as follows :

Chapter 1 is an introduction to the contents of the dissertation. It presents a general overview of the current state of optical communication systems and discusses the development directions which form the motivation for the conducted research. As the optical networks evolve towards dynamic provisioning and large transmission capacity, optical transparency and advanced modulation techniques are being introduced in order to satisfy these requirements in a cost-effective manner. The OPM systems are described as a viable method to maintain control over the quality of signals and ensure efficient bandwidth provisioning. The purpose of this study and the structure of the dissertation are explained at the end of the chapter.

Chapter 2 presents the basics of phase-modulated optical transmission systems and the current status of network monitoring techniques. Generation and detection of binary and multilevel differential phase-shift keying (DPSK) signals is described together with the advantages of employing these formats in an optical system. This chapter also discusses the important transmission impairments influencing the quality of signal. Finally, the legacy electronic monitoring and existing OPM methods are discussed.

Chapter 3 presents the OPM method based on asynchronous amplitude histogram analysis. The principle of operation is followed by the description of application of this method to monitoring of phase-modulated systems. Based on the histogram contents, monitoring parameters are developed to evaluate the level of optical signal to

noise ratio (OSNR), accumulated chromatic dispersion (CD) and polarization-mode dispersion (PMD). The parameters are used to monitor the level of impairments in non-return-to-zero DPSK (NRZ-DPSK), return-to-zero DPSK (RZ-DPSK), and RZ differential quadrature phase-shift keying (RZ-DQPSK) transmission. Successful experimental demonstration of OPM for all three formats at 10 Gsymbol/s is reported. The results are compared to other monitoring methods and, finally, characteristics of the proposed method are discussed.

Chapter 4 proposes the application of asynchronous delay-tap sampling method to the monitoring of phase-modulated signals. The principle of delay-tap sampling and the creation of delay-tap plot are described. An image processing algorithm based on the Hough transform is suggested for analysis of the delay-tap plot. A successful experimental demonstration of OSNR and CD monitoring for a 9.95328 Gbit/s RZ-DPSK signal is described. Monitoring of signals with low OSNR at monitor input power of -15 dBm is shown. Also, a numerical analysis for monitoring of RZ-DQPSK signal is presented. Evaluation of OSNR, CD, and PMD is shown for a 20 Gbit/s signal. A discussion of important monitoring parameters is made and a comparison to other OPM methods is drawn.

Chapter 5 summarizes the results of the preceding chapters and draws final conclusions of the dissertation.

論文審査の結果の要旨

本論文は、位相変調方式の光信号の品質監視技術に関する研究であり、非同期強度サンプリングを用いた品質評価手法に関する二つの提案を行っている。得られた結果を要約すると、以下の通りである。

(1)光パフォーマンスモニタリング (OPM) は全光ネットワークの実現に不可欠な技術である。この技術を用いることによって、光チャネルの高効率な動的割り当てが可能となり、光パケットスイッチングに基づく、スペクトル効率が高く、大容量なトランスペアレント光伝送系を構築することができる。本研究では、光伝送系における位相変調方式光信号の伝送特性を劣化させる主な三つの要因、すなわち、光信号対雑音比 (OSNR)、群速度分散 (GVD)、及び偏波モード分散 (PMD) による波形劣化をモニターする方法を提案する。本手法では非同期サンプリングによって得られる非同期強度ヒストグラムから劣化波形の特徴パラメータを抽出する、非同期強度ヒストグラムを用いた光品質監視技術により測定したパラメータが、NRZ-DPSK、RZ-DPSK、と RZ-DQPSK 光信号に対して幅広い品質に対応可能であることを示す。

(2)本方法では、非同期遅延タップサンプリング法を用いて、波形劣化の様子を遅延タップ・プロットでグラフィカルに表現し、さらに、ハフ変換を用いることによって、遅延タップ・プロットから劣化波形の特徴パラメータを抽出する。提案方法によって、RZ-DPSK、及び RZ-DQPSK 光信号の波形劣化を十分な精度で定量的にモニターすることが実験により有効性を示す。

以上のように、本論文は、有益な成果を提供するもので、光ネットワーク分野の発展に貢献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。