

光纤网络中的云数据并行调度

于淑云

(福建船政交通职业学院 信息工程系, 福州 350007)

摘要: 光纤网络的通信质量受到云数据调度均衡性影响很大, 为了改善光纤网络通信质量, 提高网络中云数据传输的吞吐量和保真率, 通过云数据并行调度, 实现云数据传输均衡, 提出一种基于自适应判决反馈均衡的光纤网络云数据并行调度模型; 构建光纤网络通信的传输信道模型, 采用最小均方误差估计方法进行光纤网络的量化融合估计, 运用匹配滤波检测器进行云数据中的干扰滤波处理, 结合自适应判决反馈均衡方法进行信道均衡, 在均衡的信道中对滤波输出的云数据进行并行调度和多线程输出调制; 仿真结果表明, 采用该方法进行光纤网络中的云数据并行调度的均衡性较好, 输出数据的保真率较高, 误码率较低, 改善了光纤网络的整体性能。

关键词: 光纤网络; 云数据; 并行调度; 均衡; 滤波; 检测

Parallel Scheduling of Cloud Data in Optical Fiber Networks

Yu Shuyun

(Information Engineering Dept., Fujian Chuanzheng Communications College, Fuzhou 350007, China)

Abstract: The communication quality of the optical fiber network by cloud data scheduling greatly influence the balance, in order to improve the quality of optical fiber communication network, improve network cloud data transmission throughput and fidelity rate scheduling in parallel by the cloud data, cloud data transmission is proposed based on adaptive equalization, decision feedback equalization of optical fiber network cloud data parallel scheduling model construction. The transmission channel model of optical fiber network communication, quantitative estimation of optical fiber network by using the minimum mean square error estimation fusion, was treated by interference filter cloud data matched filter detector, the adaptive decision feedback equalization method for channel equalization, channel equalization in cloud data to the filter output of the parallel scheduling and multi thread output modulation. The simulation results show that using the method of parallel scheduling in cloud data in the fiber network is balanced well, the fidelity of the output data is high, and the bit error rate is low, which improves the overall performance of the optical network.

Keywords: optical network; cloud data; parallel scheduling; equalization; filtering; detection

0 引言

光纤网络是激光通信技术的一个重要应用方向, 它是利用激光在玻璃或塑料制成的纤维中的全反射原理而达成的光传导的通信网络结构模型, 光纤网络进行数据传输的频率达 100000 GHz, 随着云计算和云信息处理技术的发展, 光纤网络中的数据传输通过云通道实现信息通信, 在云计算环境下, 光纤网络中的云数据通过多模管通信方法实现 10 GHz 以上带宽的载波通信^[1]。由于在光纤网络中进行云数据传输不占用多余的频段, 能够实现高数据率通信。由于光纤网络传输信道的多模特性和盲均衡性, 导致光纤网络的传输信道具有多径效应, 光纤网络的通信质量受到云数据调度均衡性影响很大, 为了改善光纤网络通信质量, 进行云数据的并行调度研究, 研究光纤网络中的云数据并行调度方法对提高网络信道特性, 改善网络质量具有重要意义, 相关的调度方法研究受到人们的极大关注^[2]。

当前, 对光纤网络中的云数据调度和传输技术采用极窄波束的自适应调整技术和调频/扩展频谱技术, 以牺牲信道带宽为代价, 导致光纤网络的信道均衡性不好, 而自适应均衡技术对消除网络通信信道的码间干扰具有一定的优势, 能实现高数据率通信, 提高带宽利用率, 但对高传输速率的码元误码输出

较大^[3-4]。文献 [5] 提出采用数据相互混沌特征的数据并行调度方法, 将混沌优先级因子与并行数据调度技术相融合, 代入到调度寻优计算中, 获取混沌特征, 利用得到的混沌特征, 提高全局搜索能力, 实现对云数据的并行处理, 但该方法受到信道的扩展频谱的影响较大, 云数据的调制解调性能不好; 文献 [6] 中提出多数据库并行调度的方法, 将数据调度的编码信息进行分层次结构分析后与多调度命令进行并行调度分析, 实现数据的并行调度, 但该方法输出码元的误比特序列较高, 信噪比较低。

针对上述问题, 本文提出一种基于自适应判决反馈均衡的光纤网络云数据并行调度模型。首先构建光纤网络通信的传输信道模型, 采用最小均方误差估计方法进行光纤网络的量化融合估计, 然后采用匹配滤波检测器进行云数据中的干扰滤波处理, 采用自适应判决反馈均衡方法进行信道均衡, 在均衡的信道中对滤波输出的云数据进行并行调度和多线程输出调制。最后进行仿真测试分析, 展示本文方法在实现光纤网络云数据并行调度中的优越性能。

1 光纤网络中的云数据调度信道模型与预处理

1.1 光纤网络云数据调度信道模型

为了进行光纤网络的云数据并行调度技术优化设计, 首先构建光纤网络云数据调度的信道模型, 光纤网络云数据传输介质是一种不均匀的非理想介质, 光纤网络云数据调度中, 在收、发两端利用光波作为载波, 光纤网络云数据调度的传播路径具有宽平稳的多径衰减性能, 采用信道时间扩展方法构建光

收稿日期: 2017-05-01; 修回日期: 2017-05-26。

基金项目: 福建省教育厅自然科学基金项目(JA15661)。

作者简介: 于淑云(1981-), 女, 山东临沂人, 工程硕士, 主要从事计算机应用技术方向的研究。

纤网络云数据调度信道模型, 实现光纤网络云数据调度通信的载波跟踪和码元同步, 在水平传播的光纤网络通信信道中^[7], 对于中、高速率的云数据调度, 信道的冲激响应函数记为:

$$h(t) = H \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^{K(m)} \alpha_{mk} \delta(t - T_m - \tau_{mk}) \quad (1)$$

其中: H 表示云数据的载波频率, M 是相位信息, $K(m)$ 是第 m 个传输节点的码元同步分量, α_{mk} 是第 n 个云数据调度任务中第 k 条路径的信道的系统函数, T_m 是相干多途信道的系统函数, τ_{mk} 是云数据调度的时间延迟。

假定光纤网络云数据调度的过程噪声 $w(k)$ 与相位偏移 $u_i(k)$ 之间存在多途干扰^[8], 信道之间多径分量相关, 即:

$$\begin{cases} E\{w(k)u_i^T(k)\} = B_i(k), i = 1, 2, \dots, N \\ E\{u_i(k)u_j^T(k)\} = D_{ij}(k), i, j = 1, 2, \dots, N, \text{且 } i \neq j \end{cases} \quad (2)$$

信道的系统函数是时变的, 光纤网络中云数据并行调度的初始状态 $x(0)$ 均值为 x_0 , 方差为 P_0 , 且独立于 $w(k)$ 和 $u_i(k)$, $i = 1, 2, \dots, N$ 。由此得到光纤网络中云数据传输信道的抽头延迟线模型表示为:

$$\begin{aligned} m_i(k) &= z_i(k) + q_i(k) = \\ H_i(k)x(k) + u_i(k) + q_i(k) &= H_i(k)x(k) + v_i(k) \end{aligned} \quad (3)$$

其中: 量化干扰 $q_i(k)$ 的方差满足:

$$\begin{aligned} R_i^q(k) &= E[q_i(k)q_i^T(k)] \leq \\ \text{diag} \left\{ \frac{\Delta_i^2(k, 1)}{4}, \frac{\Delta_i^2(k, 2)}{4}, \dots, \frac{\Delta_i^2(k, p)}{4} \right\} &= \bar{R}_i^q(k) \end{aligned} \quad (4)$$

为了对各条云数据调度信道的相位偏移进行有效抑制, 采用集中式的云数据分配策略, 设光纤网络的节点表示为 b_i , 在各路径与直达路径之间逐层分配虚拟链路, 根据信道的衰减强度, 采用一种简化的多径模型进行干扰抑制^[9], 假设码元速率 f_s , 帧数为 N_f 个, 数据调度的抽头延迟为 T_f , 由此得到光纤网络云数据调度的相位偏移:

$$\text{Int}(e, i) = \frac{f(e(i))}{C(e, i)} + \sum_{e \in c(e)} \frac{f(e'(i))}{C(e', i)} \quad (5)$$

其中: $\frac{f(e'(i))}{C(e', i)}$ 表示加入多径分量的相位偏移率, 给定稳

定拓扑中光码分频数 $f(e(i))$, 光纤网络海量数据调度集的波特率满足 $\hat{q}_{r+1, i} = c_{r+1, i}$ 和 $\hat{q}_{i, i} = d_{i, i}$, 用 $k(e)$ 表示边为 e 的有向图集合, K 表示光纤网络的吞吐量, $C(e, i)$ 表示传输信道的阈值, 其中 $f(e(i)) \leq C(e, i)$, 根据上述分析, 构建光纤网络云数据调度信道模型, 为进行云数据的并行调度提供相干的多途链路通道。

1.2 云数据干扰滤波处理

在构建光纤网络通信的传输信道模型的基础上, 采用最小均方误差估计方法进行光纤网络的量化融合估计^[10], 得到光纤网络中云数据的解调输出最小均方误差估计值为:

$$x_k = \sum_{n=0}^{N/2-1} 2 \left(a_n \cos \frac{2\pi kn}{N} - b_n \sin \frac{2\pi kn}{N} \right) \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (6)$$

其中: a_n 表示各路径与直达路径之间的偏移量, b_n 为光纤网络中云数据调度的调制分量, 数据传输的码元宽度为 $T + \Delta$, 如 $S_0(t) = a_0 \delta(t)$, 云数据的码元通最小均方误差估计进行向量融合, 得到融合后的码元序列的脉冲响应为:

$$(\theta_i, \zeta_i) = \arg \min_{(\theta, \zeta)} \zeta^H Q(\theta) \zeta \quad (7)$$

加入多径分量的相位偏移, 在 n 个调度时刻, 通过调整均

衡器参数 (权重), 使用滤波器来补偿失真的脉冲^[11], 进行云数据的干扰抑制, 采用匹配滤波检测器进行云数据中的干扰滤波^[12], 匹配滤波检测器的结构如图 1 所示。

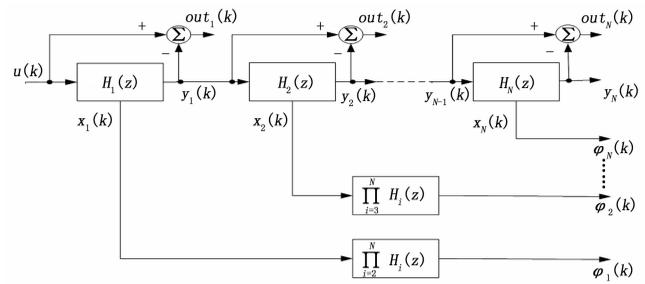


图 1 匹配滤波检测器

图 1 中, 匹配滤波检测器的输入向量 $\hat{w}(n+1)$, 令 $\hat{w}(0) = 0$, 采用横向滤波方法进行云数据并行调度的干扰抑制, 根据输出值和理想值之间的测量误差进行反馈调节, 得到云数据并行调度的期望输入和测量误差分别为:

$$\begin{aligned} e(n) &= d(n) - \hat{w}^H(n) \cdot x(n) \\ \hat{w}(n+1) &= \hat{w}(n) + \mu \cdot x(n) \cdot e(n) \end{aligned} \quad (8)$$

将数据调度集 x 的值减 1, 按照一定的自适应算法调整迭代步长, 如果 $x = 0$, 更新云数据抽头延迟^[13], 实现干扰抑制, 这一过程的迭代函数描述为:

$$\begin{aligned} \mu(n) &= x^T(n)P(n-1)x(n) \\ k(n) &= \frac{P(n-1)x(n)}{\lambda + \mu(n)} \end{aligned} \quad (9)$$

通过采用匹配滤波检测器进行云数据的干扰滤波处理, 提高了光纤网络云数据并行调度和传输准确性和抗干扰性。

2 云数据并行调度优化实现

2.1 光纤网络信道均衡

在采用最小均方误差估计方法进行光纤网络的量化融合估计和匹配滤波检测的抗干扰处理基础上, 进行光纤网络的云数据并行调度优化设计, 本文提出一种基于自适应判决反馈均衡的光纤网络云数据并行调度模型。按照抽样间隔的不同进行云数据调度传输信道的均衡处理^[14], 云数据经过多径传播后, 光纤网络的数据接收端接收到的信号模型为:

$$x(t) = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^{K(m)} \omega_{mk} s(t - T_m - \tau_{mk}) + v(t) \quad (10)$$

式中, ω_{mk} 为光纤网络在不同时延的噪声增益, $v(t)$ 为加性高斯白噪声。对信道模型中的云数据多个分量进行线性叠加, 采用云数据抽头延迟线模型来准确模拟云数据的脉冲响应, 通过自适应判决反馈均衡方法进行调度模型的均衡设计^[15], 信道均衡调节因子 $\lambda(k)$ 由如下计算:

$$\lambda(k) = \begin{cases} c(k), & c(k) > 1 \\ 1, & c(k) \leq 1 \end{cases} \quad (11)$$

其中: $c(k) = \frac{\text{tr}[N(k)]}{\text{tr}[C(k)]}$, 且:

$$\begin{cases} N(k) = V_0(k) - \mathbf{R}(k) - \bar{\mathbf{H}}(k)\bar{\mathbf{Q}}(k-1)\bar{\mathbf{H}}^T(k) \\ C(k) = \Phi(k-1)P(k-1|k-1)\Phi^T(k-1)\bar{\mathbf{H}}^T(k)\bar{\mathbf{H}}(k) \end{cases} \quad (12)$$

如果用 N_s 表示信道多径扩展覆盖的码元个数, 计算信道码间干扰所覆盖信息码元数量:

$$f(\theta) = w^T Q^+(\theta) w \quad (13)$$

令 $C_0 = C_{N/2} = 0, C_{N-n} = C_n^* \quad n = 0, 1, 2, \dots, N/2-1$, 当云数

据调度的码元速率 R_b 小于 QPSK 调制速率的条件下, 通过自适应判决反馈均衡, 得到云数据调度均衡器时频联合分布特征可以写为:

$$R(t) = \frac{\sqrt{WT}}{WT} \sin\left[\pi WT\left(1 - \frac{\lfloor \tau \rfloor}{T}\right)\right] \cos(2\pi f_0 \tau) \quad (14)$$

可见, 在光纤网络的传输信道中每次接收码元的量与 $M_s N_s$ 成正比, 通过光纤网络信道均衡, 提高了云数据并行调度的输出码元保真性和均衡性。

2.2 并行调度输出

在均衡的信道中对滤波输出的云数据进行并行调度, 基于最小均方差准则, 得到输入传输信道中云数据输入统计特征 x_n 和期望响应 d_n 的测量误差, 记为:

$$C_{T'}(f) = \sum_{k=-K}^K c_k e^{-j2\pi f k T'} \quad (15)$$

其中: c_k 为均衡器抽头系数, $T' = MT/N$, 在带宽受限的条件下, 采用匹配滤波方法进行云数据并行调度的盲源分离^[16], 补偿了接收信号中的信道畸变, 得到信道补偿后的输出频谱特征函数为:

$$y_k = \begin{cases} -y_k^- & y_k^- > y_k^+ \\ y_k^+ & y_k^+ \geq y_k^-, y_k^- < \gamma \\ y_k^+ + y_k^- & y_k^+ \geq y_k^-, y_k^- \geq \gamma \end{cases} \quad (16)$$

对采样的云数据进行频谱检测^[17], 采用多线程调制解调方法, 得到频谱检测输出为:

$$V_0(k) = \begin{cases} \gamma(1)\gamma^T(1), & k = 1 \\ \frac{[\rho V_0(k-1) + \gamma(k)\gamma^T(k)]}{1 + \rho}, & k > 1 \end{cases} \quad (17)$$

其中:

$$\gamma(k) = \bar{M}(k) - \bar{H}(k)\hat{x}(k | k-1) \quad (18)$$

通过信道均衡处理^[18], 使得云数据并行调度输出通过波特间隔采样抑制了混叠效应, 得到光纤网络中云数据并行调度的时间尺度特征 $E(i, j)$:

$$E(i, j) = \begin{cases} \frac{e_{ij} - e(i, j)}{e_{\max} - e(i, j)} & e(i, j) < e_{ij} \\ \frac{e_{ij} - e(i, j)}{e(i, j) - e_{\min}} & e(i, j) \geq e_{ij} \end{cases} \quad (19)$$

对于每个时帧 A 上, 对滤波输出的云数据进行并行调度, 输出调度向量集 a_i , 由此得到光纤网络的云数据调度的负载为:

$$R = w_1 C_i + w_2 D_i + w_3 M_i + w_4 N_i \quad (20)$$

其中: w 为惯性权重, C 为非线性均衡采样频谱, D 为光纤网络超负荷时间, M 为发射功率。结合多线程调制, 得到云数据码元输出的传递函数为:

$$h(A, B) = \frac{1}{N_A} \sum_{i \in A} \|x_i^a - x_{\varphi(i)}^a, y_i^a - y_{\varphi(i)}^a\| \quad (21)$$

在码元周期大于时间延迟时, 云数据并行调度的输出增益满足互相关性, 通过本文方法进行并行调度优化设计, 降低了信道的干扰, 提高了调度的保真性和码元传输的准确性。

3 仿真实验与性能分析

为了改善光纤网络通信质量, 提高网络中云数据传输的吞吐量和保真率, 分别采用本文方法与传统方法进行光纤网络的云数据调度仿真实验, 将数据传输的保真率和误码率结果进行对比分析, 来证明本文方法较好的通信质量改善效果。

3.1 实验环境

为了测试本文算法在实现光纤网络中的云数据并行调度中的应用性能, 进行仿真实验分析。实验平台设置为: 光纤网络的云数据传输平台 Hadoop 云平台; 实验编程设计软件: 采用 Matlab 7 版本软件; 云数据采样长度为: 10000; 云数据传输信道的多径幅度参数为: (1, 0.24, -0.31, 0.25, -0.14); 仿真信号设置为: BPSK 调制信号; 云数据输出的码元速率为: 12 kBaud; 多径时延参数为: (0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0); 相对时间延迟为: 0.25 ms; 云数据调度路径的条数为: 10; 窄带噪声的中心频率取为: 600 Hz。

3.2 实验结果与分析

根据上述仿真环境和参数设定, 进行光纤网络的云数据并行调度仿真分析, 首先, 在实验平台上由编程设计软件 Matlab 7 得到云数据采样样本, 如图 2 所示。以图 2 的云数据为测试样本集, 分别采用本文方法与传统方法进行云数据并行调度, 过程中进行均衡性测试, 结果如图 3 所示。

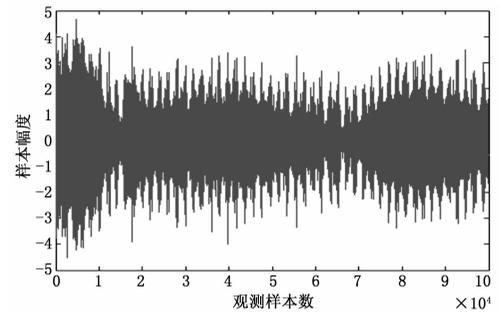


图 2 待处理的光纤网络中的云数据

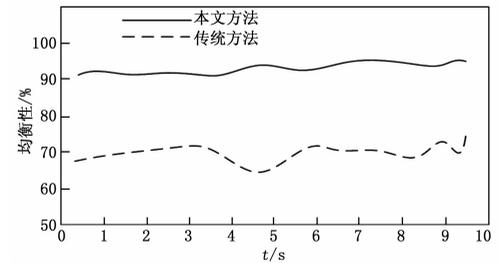


图 3 云数据调度的均衡性测试

根据图 3 可知, 与传统方法对比, 采用本文方法进行云数据调度, 均衡性显著较好, 波动小, 由此数据传输效率可显著提高。

通过信道均衡和干扰滤波处理后, 分别得到两种方法的并行调度输出结果, 如图 4 所示。

分析图 4 结果得知, 在信道均衡和干扰滤波处理方面, 与传统方法对比, 采用本文方法进行光纤网络云数据并行调度, 数据中的干扰成分得到有效滤波抑制效果更加显著, 由此得出其输出数据的保真率也有明显效果的提高。

进行保真率对比实验后, 分别采用本文方法和传统方法进行数据调度的误码率测试, 对比结果如图 5 所示。

在进行光纤网络的云数据调度过程中, 误码率越低, 其光纤网络的通信性能也就越好。根据上述图 5 可知, 本文方法输出云数据的误码率明显低于传统方法, 有效证明了采用本文方法能够改善光纤网络的通信性能。

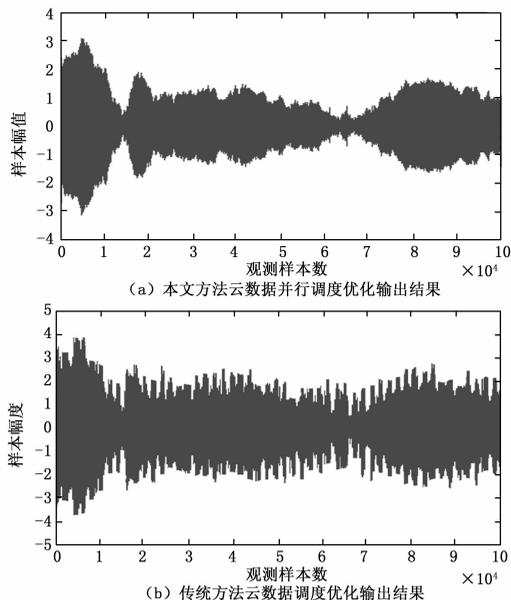


图 4 两种方法云数据并行调度优化输出结果对比

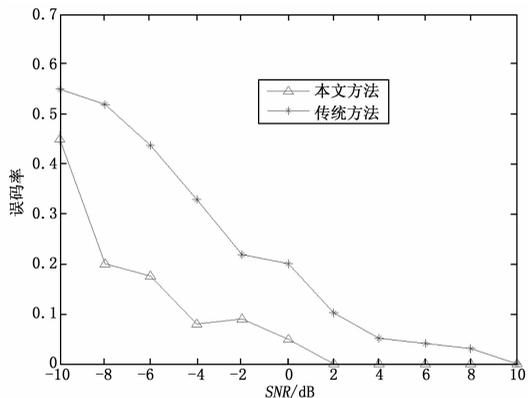


图 5 两种方法的误码率对比

然而，采用不同通道进行云数据调度的其它参量对比性能分析数据，如表 1 所示。

表 1 不同调度信道的云数据调度性能分析

云数据调度信道	1	2	3	4	5	6
传输率/%	11.4	21.3	24.5	22.6	34.7	25.6
测量均值	5.22	5.54	4.65	5.85	4.59	5.86
MSE	0.121	0.029	0.054	0.031	0.080	0.043
信噪比/dB	31.21	24.67	25.98	43.06	42.05	76.29
最小滤波阈值	4.321	4.231	4.215	4.212	4.332	4.234
最大滤波阈值	8.454	7.343	5.321	5.233	5.223	5.454

由上述分析得知，采用本文方法进行云数据调度的提高了数据的准确传输率，误差较低，输出信号的信噪比较高，具有很好的数据融合滤波和并行调度性能。

综上所述，本文提出的自适应判决反馈均衡的光纤网络云数据并行调度方法，对比于传统方法，光纤网络的通信质量受到云数据调度均衡性影响有明显的改善，提高了网络中云数据传输的吞吐量和保真率，使光纤网络的整体性能得到显著的提高。

4 结语

本文提出一种基于自适应判决反馈均衡的光纤网络云数据并行调度模型。构建光纤网络通信的传输信道模型，采用最小均方误差估计方法进行光纤网络的量化融合估计，运用匹配滤波检测器进行云数据中的干扰滤波处理，结合自适应判决反馈均衡方法进行信道均衡，在均衡的信道中对滤波输出的云数据进行并行调度和多线程输出调制。研究得知，采用本文方法进行光纤网络中的云数据并行调度的均衡性较好，输出数据的保真率较高，误码率较低，改善了光纤网络的整体性能，在优化光纤网络通信中具有很好的应用价值。

参考文献:

[1] 许 鹏, 张继栋. 基于改进遗传算法的光纤网络异常数据检测 [J]. 科技通报, 2016, 32 (7): 163-166.

[2] 田 鸿. 强电磁干扰下光纤网络的数据传输系统改进设计 [J]. 现代电子技术, 2016, 39 (20): 53-56.

[3] 张 千, 梁 鸿, 邢永山. 云计算环境下基于模糊聚类的并行调度策略研究 [J]. 计算机科学, 2014, 41 (8): 75-80.

[4] Zhang M, Chen W, Chen L W, et al. Photorefractive long period waveguide grating filter in lithium niobate strip waveguide [J]. Optical and Quantum Electronics, 2014, 46: 1529-1538.

[5] 郭 晴, 杨海霞, 刘永泰. 云计算环境下的复杂数据库并行调度模型仿真 [J]. 计算机仿真, 2015, 32 (6): 360-363.

[6] 张星云. 基于多数据库并行调度的复杂方法研究与仿真 [J]. 计算机仿真, 2015, 32 (6): 378-381.

[7] 白伟华, 朱嘉贤, 奚建清, 等. 基于多核感知的应用服务并行调度平台 [J]. 计算机应用研究, 2016, 33 (6): 1734-1738.

[8] 朱亚琼, 罗 伟. 一种基于动态调度的数据挖掘并行算法 [J]. 现代电子技术, 2016, 39 (15): 156-159.

[9] 何永强, 谷春英. 基于子任务区域分片下的分布式空间查询处理与并行调度方法 [J]. 科技通报, 2014 (1): 110-116.

[10] 闫 娜. 基于大数据吞吐效益评估的网络数据综合调控算法研究 [J]. 计算机与数字工程, 2016, 45 (7): 1304-1308.

[11] Xie G D, Ren Y X, Huang H, et al. Experiment turbulence compensation of 50-Gbaud/s Orbital-Angular-Momentum QPSK signals using intensity-only based SPGD algorithm [A]. Optical Fiber Communication Conference [C]. 2014.

[12] 高奥子, 张晋豫. 基于数据块优先级与负载性能自适应 P2P 流媒体数据调度算法 [J]. 计算机科学与技术汇刊: 中英文版, 2014 (3): 102-108.

[13] Lin J H, Chen P Y, Wu J J. Mode competition of two bandedge lasing from dye doped cholesteric liquid crystal laser [J]. Optics Express, 2014, 22 (8): 9932-9941.

[14] 余东平, 张剑峰, 王 聪, 等. 多路并行传输中数据调度算法的优化 [J]. 计算机应用, 2014, 34 (5): 1227-1231.

[15] 罗亚松, 许江湖, 刘 忠, 等. 基于判决反馈均衡的水声信道估计与通信算法 [J]. 上海交通大学学报, 2014, 48 (5): 685-692.

[16] Ortiz A, Gorriz J M, Ramirez J, et al. Improving MR brain image segmentation using self-organising maps and entropy-gradient clustering [J]. Information Sciences, 2014, 262 (3): 117-136.

[17] 王海莲, 张士兵, 郭莉莉. 基于可信度的加权协作频谱检测算法 [J]. 数据采集与处理, 2014, 29 (3): 472-477.

[18] 陈仁太, 钟 帅, 卿 波. 私有云平台中的数据传输信道均衡模型仿真 [J]. 微电子学与计算机, 2016, 33 (9): 146-149.