

HEURISTIC METHOD OF ADAPTIVE ROUTING FOR SOLVING DYNAMIC RWA

Pereverzev A.A., Ageyev D.V.
Kharkiv National University of Radioelectronics
14, Lenin Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine
Ph.: (057) 7021320, e-mail: tcs@kture.kharkov.ua

Abstract — The problem of dynamic routing and wavelength assignment is relevant in the control of WDM network when servicing requests for the installation of short-term connections and transfer of excess traffic. The proposed solution method is heuristic and is an improvement over the previously known method by taking into account the influence of four-wave mixing and use of the new metric for finding the potential for the use of routes. This reduces the probability of blocking calls when the connections have an average of 13%.

ЭВРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ DYNAMIC RWA

Переверзев А. А., Агеев Д. В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина
тел.: (057) 7021320, e-mail: tcs@kture.kharkov.ua

Аннотация — Задача динамического выбора маршрутов и назначения длин волн является актуальной при управлении сетью WDM при обслуживании запросов на установку кратковременных соединений и передаче избыточного трафика. Предлагаемый метод решения задачи является эвристическим и является усовершенствованием ранее известного метода за счет учета влияния четырехволнового смешивания и использования новой метрики на этапе поиска потенциальных для использования маршрутов. Это позволило уменьшить вероятность блокировки вызовов при установке соединений в среднем на 13%.

I. Введение

Постоянно растущая потребность увеличения пропускной способности современных телекоммуникационных систем при развертывании транспортных сетей приводит к необходимости использования технологии спектрального уплотнения каналов (Wavelength-division multiplexing, WDM). Передача информации в WDM-сетях производится вдоль световых путей. Под световым путем будем понимать последовательность оптических каналов, которые используются для передачи потока от источника к получателю с использованием одной и той же длины волны. Указанное ограничение на использование одной длины волны вдоль всего пути может привести к уменьшению количества установленных соединений и неэффективному использованию имеющихся длин волн. Таким образом, задача выбора маршрутов и назначения длин волн в сетях WDM является важной [1]. Рассмотрим задачу: необходимо выбрать маршрут между парой источник — получатель и назначить ему длину волны таким образом, чтобы обеспечить максимум количества устанавливаемых соединений. Эта задача известна как маршрутизация и распределение длин волн (Routing and Wavelength Assignment, RWA) [2—4]. В данной работе рассмотрено решение задачи динамической RWA (Dynamic Routing and Wavelength Assignment, DRWA).

II. Методы решения DRWA

Для решения задачи DRWA используются эвристические методы решения, которые базируются на фиксированной, фиксированной альтернативной и адаптивной маршрутизациях.

При использовании фиксированной маршрутизации для установки соединения между заданной парой источник—получатель используется заранее определенный маршрут. Как правило, этот маршрут является кратчайшим путем. Достоинством такого подхода является то, что отсутствует потребность в

сборе информации о состоянии сети. К его недостаткам можно отнести то, что при невозможности установки соединения по фиксированному маршруту запрос на установку соединения блокируется.

В случае фиксированной альтернативной маршрутизации для установки соединения используется список фиксированных кратчайших маршрутов. В начале алгоритм производит установку соединения по первому маршруту в списке, если на маршруте нет свободных длин волн, то установка соединения происходит по следующему маршруту в списке. Недостаток такого подхода аналогичен предыдущему в том, что если во всех маршрутах, содержащихся в списке, отсутствуют свободные длины волн, то запрос блокируется.

Адаптивная маршрутизация находит маршрут для заданного запроса установки соединения динамически, однако для этого необходимы мониторинг и учет текущего состояния сети. Преимуществом данного подхода является гибкость и низкий уровень вероятности блокировки по сравнению с методами, которые приведены выше. Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее целесообразным является использование адаптивной маршрутизации [5].

Одним из представителей описанного выше класса методов адаптивной маршрутизации, который характеризуется достаточно высокой производительностью и высокой степенью близости получаемого решения к оптимальному, является метод динамической маршрутизации длин волн (Dynamic Wavelength Routing, DWR) [6]. Метод DWR предусматривает применение на первом этапе алгоритма выбора путей, базирующегося на использовании наименее загруженного пути с наименьшей степенью узлов (Least Congestion with Least Nodal-degree Routing algorithm, LCLNR), и алгоритма динамической маршрутизации длин волн с двух концов (Dynamic two-end wavelength routing algorithm, DTWR).

Суть алгоритма LCLNR заключается в том, что при выборе светового пути между узлами, выбирается наименее загруженный световой путь, тем самым уменьшая вероятность блокировки.

Если не удастся установить соединение с помощью алгоритма LCLNR, то применяется алгоритм DTWR. Алгоритм DTWR рассматривает три сценария. Сценарий А. Отсутствие свободных длин волн в оптических каналах связи от узлов источников и соседних узлов. Сценарий В. Если есть некоторое количество свободных длин волн в оптических каналах связи от узлов источников и соседних узлов. Сценарий С. Если есть свободные длины волн между узлами источниками смежными, но отсутствуют свободные длины волн на промежуточных узлах на световом маршруте. Алгоритм DTWR работает только при сценариях В и С. Алгоритм маршрутизации с двух концов требует больших затрат времени. Кроме того, при расчете весов маршрутов не учитывается явление четырехволнового смешивания, что приводит к установке соединений, не удовлетворяющих требованиям по допустимой вероятности битовой ошибки.

Для устранения указанных недостатков требуется проведение дополнительных исследований, разработка новых и модернизация существующих методов решения задачи динамического выбора маршрутов и назначения длин волн в сетях WDM.

III. Метод решения задачи DRWA

Последствием ЧВС является появление побочных сигналов, в том числе на длинах волн соответствующим другим рабочим каналам, что может привести к росту ошибок и ухудшению эффективности системы DWDM. Для учета влияния данного явления при выборе маршрута была использована [7] следующая формула расчета Q фактора:

$$Q \approx \frac{P_{ex}}{\sqrt{P_{ease\Sigma} + P_{e4BC\Sigma}}},$$

полученное выражение (1) используется при расчете целевой функции на этапе выбора светового маршрута алгоритмом LCLNR следующим образом:

$$O(\pi_{sd}) = \frac{w \cdot FMP(R)}{h};$$

где $FMP(R)$ — коэффициент, который уменьшает значение $O(\pi_{sd})$ если вероятность ошибки для маршрута R превысила допустимое значение.

На этапе расчета коэффициента целесообразности выбора маршрута для установки соединения, происходит сравнение рассчитанного значения Q-фактора на каждом оптическом канале, через который проходит рассматриваемый маршрут, с допустимым значением Q-фактора. Если значение Q-фактора превышает допустимую норму, то значение целевой функции уменьшается.

Как показали исследования, использование алгоритма DTWR приводит к большим временным затратам, поэтому в работе предлагается вместо него использовать алгоритм Дейкстры для поиска кратчайшего маршрута между заданной парой источник–получатель, с использованием метрики:

$$\ln(P(K_{sd}^i)) = \ln(1 - \frac{w_{sn}}{W}) + \dots + \ln_m(1 - \frac{w_{kd}}{W});$$

где w_{sn} — количество занятых длин волн в оптическом канале между узлами s и n . Данная метрика характеризует вероятность успешной установки соединения, так как величина $P(K_{sd}^i)$ пропорциональна вероятности не блокирования маршрута.

В результате проведения эксперимента были получены следующие результаты, показанные на рис. 1.

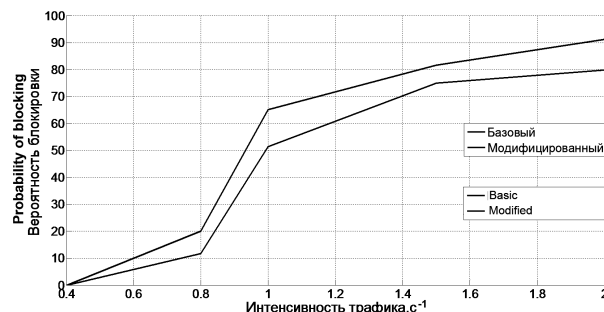


Рис. 1. Зависимость вероятности блокировки от интенсивности трафика.

Fig. 1. The dependence of the blocking probability of the intensity of traffic

В ходе анализа полученных результатов (рис. 1) видно, что наибольший выигрыш вероятности блокировки (19 %) соответствует интенсивности трафика 1,5. При интенсивности трафика 1 вероятность блокировки снижается на 14%, при 0,8 — на 8%.

IV. Заключение

В работе был рассмотрен метод адаптивной маршрутизации на основе использования алгоритмов LCLNR и DTWR. Показано, что использование алгоритма DTWR приводит к большим временным затратам на стадии проверки условий сценария, что является критичным при решении задачи DRWA.

В ходе анализа полученных результатов было выявлено, что модифицированный метод адаптивной маршрутизации имеет наибольшую эффективность при интенсивности в 1,5 единицы при этом выигрыш составляет 19%, тогда как среднее значение выигрыша составляет 13%.

V. References

- [1] Gangxiang S., Rodney S.T. Translucent Optical Networks: The Way Forward. *IEEE Communications Magazine*, 2007, No 45, pp. 48-54.
- [2] Ramesh G., Sundaravadivelu S. Reliable Routing and Wavelength Assignment for Optical WDM Networks. *European Journal of Scientific Research*, 2010, No 48, pp. 85-96.
- [3] Leonardi E., Mellia M., Marsan M.A. Algorithms for the logical topology design in WDM all-optical networks. *Optical Networks*, 2000, No 1, pp. 35-46.
- [4] Mokhtar A., Azizoglu M. Adaptive wavelength routing in all-optical networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 1998, No 6, pp. 197-206.
- [5] Zang H., Jue J. P., Mukherjee B. A review of routing and wavelength assignment approaches for wavelength-routed optical networks. *Optical Network Magazine*, 2000, No 1, pp. 47-60.
- [6] Kungmang Lo, Daryoush Habibi, Quoc Viet Phung, Hoang Nghia Nguyen. Dynamic Wavelength routing in all optical mesh network. *Proceedings of Asia Pacific Conference on Communications*, 2005, pp. 178-182.
- [7] Pedyash V.V., Reshetnikova O.S. Optimizatsiya potuzhnosti liniynogo signals of DWDM. *Tsifrovi Tehnologii*, 2009, No 5, pp. 27-33.