

Бельков Д.В.

Донецкий национальный технический университет

Метод оптимального распределения файлов в компьютерной сети

В данной работе решается задача уменьшения времени отклика компьютерной сети за счет оптимизации размещения файлов распределенной системы. Для решения задачи предлагается алгоритм, относящийся к классу алгоритмов муравьиной колонии. Этот класс алгоритмов появился в результате исследований поведения живых муравьев. Муравей, двигаясь по определенному маршруту, оставляет за собой след пахнущего вещества (феромона). Такое вещество влияет на выбор маршрута: выбирается то направление движения, где уровень феромона больше. Самоорганизация муравьев обеспечивается взаимодействием следующих компонентов: случайность, многократность, положительная обратная связь, отрицательная обратная связь. Центральной идеей муравьиного алгоритма является накопление и использование статистических данных, собираемых искусственными муравьями.

Обозначим: F_{ij} - количество запросов к файлу i из узла j в единицу времени; $X_{ij} = 1$, если файл i расположен в узле j , иначе $X_{ij} = 0$; V_i - объем файла i ; B_j - объем узла j , $i=1\dots m$, $j=1\dots n$.

В задаче (1)-(3) необходимо найти матрицу размещений файлов X . В задаче максимизируется суммарный поток локальных запросов. Задача размещения файлов по узлам компьютерной сети имеет вид:

Целевая функция

$$L = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n F_{ij} V_i X_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{ij} X_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

Ограничения:

$$X_{ij} \in \{0,1\}, \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1, i=1\dots m \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq B_j \quad (3)$$

Для решения задачи (1)-(3) в данной работе предлагается следующий алгоритм:

Присвоить переменной record первоначальное (небольшое) значение;

Присвоить переменной t значение 1;

While $t \leq t_{\max}$ **Do**

Begin

For $i:=1$ to m **do**

Begin

Сформировать вектор $P(n)$ вероятностей размещения i -го файла в j -й узел.

Сгенерировать случайную величину g , распределенную по закону $P(n)$;

Если $j \leq g < j + 1$ и условие (3) выполняется, то назначить i -й файл в j -й узел, иначе - сгенерировать новое значение случайной величины g .

End;

Вычислить значение целевой функции по формуле (1) и присвоить его переменной c_f ;

If $c_f > \text{record}$ **then**

Begin

Присвоить переменной record значение переменной c_f и сохранить рекордное решение;

End;

Присвоить переменной t значение $t+1$;

End;

Вывести наилучшее решение и завершить алгоритм.

Пусть τ_j - количество феромона, накопленное очередным муравьем на маршруте j , ρ – коэффициент испарения феромона, $\rho = 0,01$, τ_0 – первоначальный уровень феромона, $\tau_0 = 0,01$, τ_j - уровень феромона на маршруте j . Вероятность размещения файла в узел j вычисляется по формуле:

$$P_j = \frac{\tau_j F_j}{\sum_{k=1}^n \tau_k F_k} \quad (4)$$

При выборе узла p для размещения файла происходит увеличение значения τ_p : $\tau_p := (1 - \rho)\tau_p + \tau_p / d$, значение переменной d должно быть одного порядка с оптимальным значением целевой функции. При переходе к очередной итерации алгоритма уровень феромона накапливается:

$$\tau_j := (1 - \rho)\tau_j + \sum_{k=1}^n \tau_k / d.$$

Для исследования работы муравьиного алгоритма проведен вычислительный эксперимент. Предложенным алгоритмом и методом полного перебора решена задача распределения m файлов среди n узлов сети, $m=8$, $n=3$. Объемы файлов - случайные числа, распределенные по закону Парето. Программа составлена в среде Delphi. Для полного перебора требуется $n^m = 3^8 = 6561$ итераций, муравьиным алгоритмом выполнено 1000 итераций. Оптимальное значение целевой функции (ЦФ), полученное полным перебором, равно 3332,18. Это значение найдено муравьиным алгоритмом на 298 и 504 итерациях. Динамика поиска решений показана на рисунке 1.

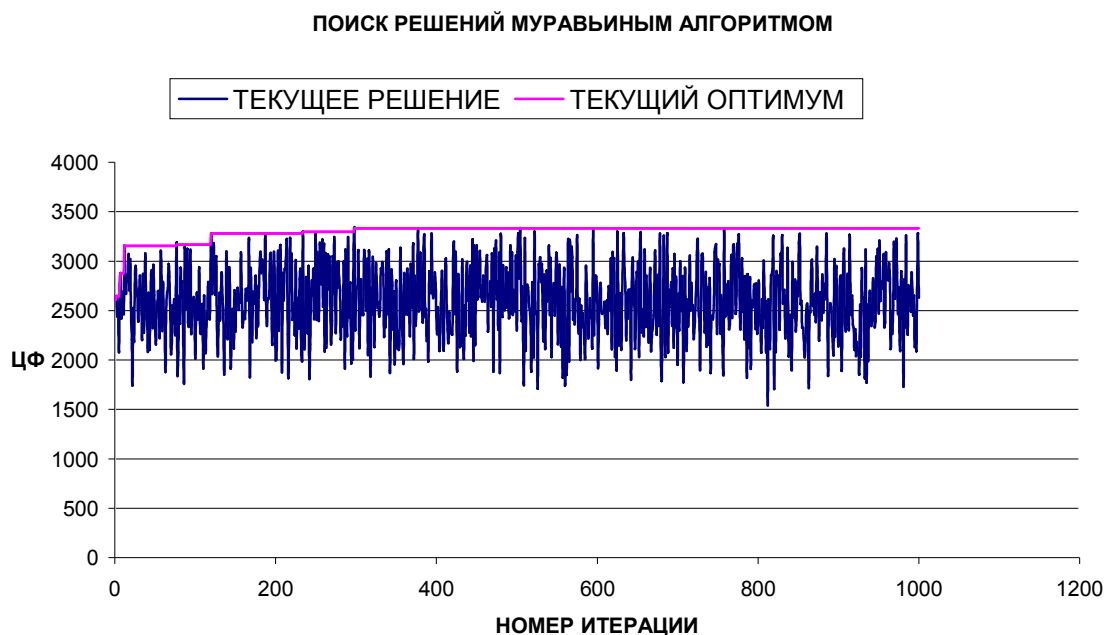


Рисунок 1. – Поиск оптимальных решений