

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Г. Г. ОГАНЕСЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
ЦЕНТРОВ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ
ДЕЙСТВУЮЩИХ В РЕГИОНЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

Одной из задач, возникающих при проектировании территориальных сетей вычислительных центров (ВЦ), является определение мест размещения ВЦ коллективного пользования (ВЦКП). Эта задача, относящаяся к классу задач нелинейного дискретного программирования, при большой размерности не может быть решена точными методами, исходя из практических ограничений, накладываемых на объем памяти и быстродействие ЭВМ.

Большое число вариантов размещения ВЦКП, равное $Q = 2^m - 1$ [3], где m — количество пунктов возможного размещения, практически не позволяет найти наилучшее решение методом полного перебора уже при $m \geq 20$. Поэтому необходимо создание алгоритмов, которые за приемлемое машинное время позволят получить субоптимальное размещение ВЦКП.

Задача определения мест оптимального размещения ВЦКП обычно решается без учета того, что в регионе, для которого проектируется сеть, уже могут быть и реально функционировать отдельные ВЦ. Такая задача решена, в частности, в [2, 3]. Однако, в подавляющем большинстве случаев в регионе обычно действуют отдельные ВЦ и определение мест размещения ВЦКП без учета этого фактора приводит к лишним затратам. Поэтому в настоящей работе ставится задача определения мест оптимального размещения ВЦКП в регионе с учетом действующих в нем ВЦ.

1. *Постановка задачи.* Пусть имеется множество $A = \{a_i\}$ абонентов сети ВЦ—источников задач, причем, каждый пункт a_i определен координатами x_i и y_i и заданы множество $V = \{v_i\}$, где v_i — вырабатываемый в a_i объем информации и множество $S = \{s_i\}$, где s_i — приведенные затраты на создание в a_i терминальной станции, оснащаемой в зависимости от потребностей дисплеями, интеллектуальными терминалами, устройствами печати и т. д.

Задано также множество $E = B \cup D$, где B — множество пунктов, где возможно размещение ВЦКП и D — множество пунктов, где уже размещены и функционируют ВЦ, причем, $E \subseteq A$, $B \subseteq A$, $D \subseteq A$, $B \cap D = \emptyset$. Известна также q_i — производительность ВЦ в пункте $a_i \in D$. Таким образом, каждый пункт a_i определен шестью параметрами: $a_i = (x_i, y_i, t_i, v_i, s_i, q_i)$, где тип пункта t_i определяет принадлежность пункта к одному из 3 возможных множеств — B , D , $A \setminus E$. Очевидно, что $q_i = 0$ при $a_i \in D$.

Введем функцию приведенных затрат (ПЗ) на организацию связи, когда информация из пункта a_i передается для обработки в a_j , имеющую вид:

$$C_{i,j}(l_{i,j}, v_i) = C_{i,j}^{св}(l_{i,j}, v_i) + s_i.$$

Функция $C_{i,j}^{св}(l_{i,j}, v_i)$ представляет собой ПЗ собственно на связь и для телефонных каналов связи (ТКС) имеет вид:

$$C_{i,j}^{св}(l_{i,j}, v_i) = (GE_n R l_{i,j} + C_{тф}(l_{i,j})) \left\lceil \frac{8v_i}{\rho} \right\rceil,$$

где $l_{i,j}$ — расстояние между a_i и a_j ; $G = 0$, если используются уже существующие ТКС и $G = 1$, если требуется их создание; $C_{тф}(l_{i,j})$ — стоимость аренды одного ТКС, приведенная в [1]; v_i — объем информации абонента a_i , байт/с; ρ — пропускная способность ТКС ($\rho = 1200$ бод), причем, знак $\lceil \rceil$ означает округление до ближайшего целого с избытком; R — капитальные затраты *канало-километр*; E_n — нормативный коэффициент совокупности капиталовложений.

ПЗ на создание ВЦКП производительностью P в пункте $a_i \in B$ определяется выражением:

$$C_{вц}^B(P) = E_n C_{кап}(P) + C_{эксп}(P),$$

где $C_{кап}(P)$ — капитальные затраты на создание ВЦКП, а $C_{эксп}(P)$ — эксплуатационные затраты по содержанию ВЦКП. Величины $C_{кап}(P)$ и $C_{эксп}(P)$ приведены в [1].

ПЗ $C_{вц}^D(P)$ на создание ВЦКП производительностью P в пункте $a_i \in D$ определим с учетом уже действующих в a_i ВЦ производительностью q_i , причем, при определении q_i учитываются в ВЦ только те ЭВМ, которые позволяют работу в режиме разделения времени. ПЗ $C_{вц}^D(P)$ определим следующим образом:

$$C_{вц}^D(P) = \begin{cases} E_n C'(P) + C_{эксп}(P) & \text{при } P \leq q_i; \\ E_n C_{кап}(P - q_i) + C_{эксп}(P - q_i) + E_n C'(q_i) + C_{эксп}(q_i) & \text{при } P > q_i. \end{cases}$$

где $C'(P)$ — капитальные затраты на оснащение действующего ВЦ производительностью P дополнительным оборудованием, необходимым для перевода в режим коллективного пользования.

Следовательно, постановка задачи формулируется следующим образом: требуется определить такие места $E^* = B^* \cup D^*$ действительного размещения ВЦКП и такое множество обслуживаемых каждым из них абонентов A_e (называемое множеством привязок), при которых обеспечивается минимум ПЗ на передачу и обработку информации в сети при условии полного удовлетворения потребности в обработке информации всех абонентов сети. Задача в аналогичной постановке, но без учета уже размещенных и реально функционирующих ВЦ, была рассмотрена, в частности, в [1—3].

Таким образом, требуется минимизировать функцию:

$$W = \sum_{j \in E^*} \sum_{i \in A} C_{i,j}(l_{i,j}, v_i) \delta_{i,j} + \sum_{j \in B^*} C_{\text{ин}}^B(P_j) + \sum_{j \in D^*} C_{\text{ин}}^D(P_j)$$

при следующих ограничениях:

$$\sum_{j \in E^*} \delta_{i,j} = 1; \quad \sum_{i \in A} v_i \delta_{i,j} = \sum_{i \in A_e} v_i = H_j; \quad P_j = \gamma H_j,$$

где $\delta_{i,j} = 1$, если информация абонента a_i обрабатывается в ВЦ _{j} , и $\delta_{i,j} = 0$ — в противном случае; H_j — суммарный объем информации, подлежащий обработке в ВЦ _{j} ; γ — коэффициент для оценки требуемой производительности P_j по величине H_j , который [2] для задач планирования равен 1500 оп/байт.

2. *Определение мест субоптимального размещения ВЦКП.* Для решения поставленной задачи (при радиальной структуре сети) предлагается комплексный алгоритм [3] с определенной модификацией, вызванной наличием пунктов $a_i \in D$, который состоит из следующих шагов:

1. Считая, что в любом пункте $a_i \in E$ размещен ВЦКП, выполняется исходная привязка всех абонентов $a_i \in (A \setminus E)$ по критерию минимума ПЗ на организацию связи и вычисляется сумма ПЗ W .

2. Выполняются итерации для множества B , целью которых является уменьшение величины W за счет удаления некоторых ВЦКП из этого множества и перераспределения абонентов между оставшимися ВЦКП.

Пусть в результате k итераций определены B_k и W_k . На $(k+1)$ -ой итерации удаляется ВЦКП, имеющий наименьшее значение H (этот критерий предложен в [2]), затем выполняется привязка абонентов и вычисление ПЗ W' . Если $W' \leq W_k$, то удаление успешно, принимается $W_{k+1} = W'$ и выполняется $(k+2)$ -ая итерация; в противном случае — аннулируются результаты выполненного удаления, удаляется следующий ВЦКП в порядке убывания H и т. д. до тех пор, пока либо не получим $W' \leq W_k$, либо все ВЦКП будут просмотрены и ни одно из удалений не оказалось успешным, что является признаком окончания данного шага.

3. Выполняются идентичные шагу 2 итерации, но для множества D , в результате чего получаем первый субоптимальный вариант размещения ВЦКП.

4. На основании исходной привязки выполняются итерации для множества B . На $(k + 1)$ -ой итерации один за другим, поодиночке, условно удаляются все оставшиеся ВЦКП в пунктах $a_i \in B_k$ и для каждого получаемого условного варианта размещения вычисляется W . Затем определяется тот ВЦКП, который обеспечивает локальный оптимум (удаление, приводящее к максимальному уменьшению величины W_k), выполняется его реальное удаление из B_k и переход к $(k + 2)$ -ой итерации. Выполнение шага завершается, когда при очередной итерации условное удаление любого из оставшихся ВЦКП не приводит к уменьшению величины ПЗ W .

5. Выполняются идентичные шагу 4 итерации, но для множества D , в результате чего получаем второй субоптимальный вариант размещения ВЦКП.

6. Из двух полученных вариантов выбирается наилучший по критерию минимума величины приведенных затрат W .

Таким образом, дается постановка задачи определения оптимальных мест размещения ВЦКП с учетом уже действующих в регионе ВЦ и предлагается модифицированный комплексный алгоритм ее решения, позволяющий найти субоптимальный вариант размещения ВЦКП.

ЕрПИ им. К. Маркса

12. IX. 1984

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Основы построения больших информационно-вычислительных сетей /Под общ. ред. Д. Г. Жимерина и В. Н. Максименко.— М.: Статистика, 1976.— 296 с.
2. Зайченко Ю. П. Алгоритмы топологической оптимизации сетей передачи данных и ЭВМ.— Управляющие системы и машины, 1977, № 4, с. 14—19.
3. Оганесян Г. Г. Определение мест размещения вычислительных центров коллективного пользования.— Ереван, 1984.— 12 с.— Рукопись представлена Ереванск. политехн. ин-том. Деп. в ВИНТИ 5 марта 1984, № 3Ар—84Деп.