

УДК 658.012.011.56.001.2:681.3

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ **Косолапов А.А.**

Рассматривается задача оптимизации распределения информационных потоков в автоматизированной системе обработки технологической информации. Предлагается эффективная методика ее решения.

В процессе проектирования современных автоматизированных систем важное место занимают методы формализации и алгоритмизации задач структурного анализа и синтеза [1]. Эти задачи отличаются многообразием критериев оптимизации и используемых ограничений, учитывающих особенности проектируемых систем и применяемую методику их исследования и разработки. В работе [2] рассматривается структурная многоуровневая оптимизация в составе инженерной методики проектирования корпоративных информационных систем. В системах данного класса в качестве объекта автоматизации выступают территориально-распределенное технологическое оборудование и терминальные устройства ввода-вывода и передачи данных для взаимодействия с оперативным персоналом системы (АРМ, принтеры, мониторы, пульта, табло коллективного пользования и т.д.). Все перечисленные технологические подсистемы (ТПС) выступают как источники и/или приемники информационных потоков, обработка и передача которых должна быть обеспечена проектируемой информационно-управляющей вычислительной системой (ИУВС). Исходя из этих посылок, ставится задача оптимального распределения информационных потоков в ИУВС.

Эта задача может быть отнесена к классу задач маршрутизации потоков в информационных сетях типа PMPR – Point to Multipoint Routing Problem [3]. Рассматриваемая постановка и метод решения задачи отличаются от известных [1,3] введением нового критерия и ряда ограничений. Они учитывают особенности системного проектирования интегрированных организационно-технологических АСУ с жесткими правилами формирования, распределения и использования информационных потоков.

Введем ряд определений и обозначений.

Автоматизируемый объект или **автоматизируемая система** состоит из множества узлов.

Узел – это технологический объект (или ТПС), который является **источником** и/или **приемником**, и/или **транзитом** технологической

информации. Эта информация используется в ИУВС для выработки управляющих воздействий и рекомендаций (сообщений). При графовой интерпретации узел представляется как вершина графа.

Источник – узел, имеющий только выходной **роут**. **Приемник** – узел, имеющий только входной **роут**. **Транзит** – узел, имеющий входной и выходной **роут**.

Роут – это ориентированный информационный поток в автоматизируемой системе, который характеризуется **источником**, **приемником**, объемом информации, передаваемой в единицу времени (потоком) и множеством **транзитов**.

Линк – это дуплексный (двунаправленный) **виртуальный** информационный канал, соединяющий два **узла**, по которому могут передаваться **роуты**. **Линк** характеризуется требуемой пропускной способностью в каждом направлении. Этот показатель определяется как сумма соответствующих информационных потоков, проходящих по данному **линку**. Для **линка** могут задаваться ограничения на максимальную пропускную способность по каждому из направлений. При графовой интерпретации **линк** отображается в виде неориентированного взвешенного ребра.

Исследуемый объект автоматизации в исходном состоянии представляется в виде множества узлов типа источники и приемники, и множества бестранзитных роутов.

Поскольку некоторые узлы могут быть одновременно источниками и приемниками, или один источник может иметь несколько приемников, исходную структуру можно представить в виде ориентированного реберно-взвешенного мультиграфа.

Введем следующие обозначения:

$G=(U, L^0, R^0)$ – исходный ориентированный реберно-взвешенный мультиграф;

$U=\{u_1, u_2, \dots, u_{NU}\}$ – множество узлов;

$L^0=\{l_j\}$, $j=1, 2, \dots, N_L$ – множество линков, где $l_j=\{(u_{j1}, u_{j2}), c_j\}$, а $c_j = \bar{c}_j + \tilde{c}_j$;

$R^0 = \{r_1, r_2, \dots, r_{N_R}\}$ – множество роутов, где $r_i = \{o_i, d_i, p_i, T_i\}$ – i -й оут, в котором o_i, d_i – пара OD узлов или OD-пара (origin-destination), а p_i – поток информации между OD-парой;

$T_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{iN_T}\}$ – множество транзитов.

На основании введенных определений и обозначений задача оптимизации распределения информационных потоков в автоматизируемой системе формулируется следующим образом.

Для заданного ориентированного реберно-взвешенного мультиграфа, $G=(U, L^0, R^0)$ у которого $\forall i=1,2,\dots,N_R, T_i=\emptyset$ и $N_R \geq N_L$, найти такой минимально связный граф, $G^*=(U, L^*, R^*)$ чтобы

$$\left\{ \sum_{r_i^* \in R^*} p_i \times (|T_i^*| + 1) + \sum_{r_j^* \in R^*} p_j \right\} - \sum_{r_i \in R^0} p_i \rightarrow \min.$$

При этом заданы следующие ограничения:

1 $L^* \subset L^0$ (поиск производится на исходном множестве линков);

2 $R^* = \{r_i^*\}_{i=\overline{1, N_i}} \cup \{r_j^*\}_{j=\overline{1, N_j}}$ и $N_i + N_j = N_R$ (роуты не расщепляются),

где, $r_i^* = \{o_i, d_i, p_i, T_i^*\}$ $T_i^* \neq \emptyset$ (потоки не изменяются по величине), причем $N_{T_i^*} \leq N_U - 2, \forall i = \overline{1, N_i}$ (роуты не образуют циклов).

Описанный набор ограничений будем называть "мягкими ограничениями", поскольку они не учитывают возможные технические ограничения на значения c_j (или на отдельные составляющие $\bar{c}_j$ и $\bar{c}_j$). Кроме того, для сужения пространства поиска оптимального решения задача решается без введения новых линков.

Предложенный критерий (1) синтеза структуры, содержащей минимальное количество линков, обеспечивающих передачу всех роутов и обладающей минимальным суммарным приращением информационных потоков, обеспечивает получение и более высоких показателей надежности реализации роутов. Это связано с тем, что выражение (1) обеспечивает минимальную длину цепочек прохождения роутов.

Для решения поставленной задачи разработан алгоритм и программа его реализации на Турбо-Паскале.

Библиография

- 1 Мамиконов А.Г., Цвиркун А.Д., Кульба В.В. Автоматизация проектирования АСУ. — М.: Энергоатомиздат, 1981. — 328 с.
- 2 Косолапов А.А. Многоуровневая структурная оптимизация в составе инженерной методики проектирования корпоративных информационных систем. // Компьютерные моделирования. — Дніпродзержинськ, 1999. — С. 138–139.
- 3 H.L.Christensen, R.L. Wainwright, D.A. Schoenefeld A hybrid algorithm for the poin to multipoint routing problem // Proceeding of the 1997 ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing, 28 Feb.–2 March 1997. — P. 263–268.

Поступила в редакцию 22.09.1999 г.