



ФОРМИРОВАНИЕ МНОЖЕСТВА ЭФФЕКТИВНЫХ ВАРИАНТОВ РЕИНЖИНИРИНГА СИСТЕМ КРУПНОМАСШТАБНОГО МОНИТОРИНГА

Бескорвайный В.В., Подоляка К.Е.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

В процессе функционирования систем мониторинга со временем происходит изменение условий (появление новых объектов наблюдения, повышение требований к точности наблюдений), технологий и (или) средств мониторинга. Это может приводить к существенному снижению эффективности существующего варианта построения системы и, как следствие, к необходимости ее реинжиниринга (кардинального перепроектирования). Такая задача решается с учетом множества разнородных противоречивых функциональных показателей и показателей эффективности (затрат, оперативности, надежности, живучести), а также ограничений на них [1].

Характерной особенностью систем крупномасштабного мониторинга (СКММ) является то, что их функциональные показатели и показатели эффективности во многом определяются не только используемой технологией, структурой, параметрами элементов и связей, но и топологией системы. Учет этой особенности приводит к необходимости в процессе реинжиниринга СКММ решения проблемы, включающей задачи технологической структурной, топологической и параметрической оптимизации. С учетом того, что в практике мониторинга используется относительно небольшое множество технологий, типов элементов, узлов и связей, основную трудность составляют задачи оптимизации структуры и топологии СКММ.

Рассматривается базовая задача реинжиниринга топологической структуры трехуровневой СКММ, построенной на однотипных элементах, узлах и каналах связи в следующей постановке. Заданы: существующий вариант топологической структуры системы $a \in S$ (где S множество допустимых вариантов топологических структур), задаваемый местами расположения элементов, узлов, центра, а также связями между элементами, узлами и центром; стоимость затрат на создание (модернизацию) узлов и связей; ограничения на показатели общих затрат по реинжинирингу, времени получения информации, надежности и живучести системы. При этом: все множество объектов мониторинга с заданной кратностью находится под наблюдением элементов системы мониторинга; узлы системы могут размещаться только на базе ее элементов; центр и элементы обмениваются запросами и ответами заданного объема; элементы подключаются к узлу по минимуму затрат.

Необходимо определить наилучший вариант топологической структуры СКММ $s^0 \in S$ по показателям затрат $k_1(a,s) \rightarrow \min$, оперативности (времени получения информации) $k_2(s) \rightarrow \min$, надежности $k_3(s) \rightarrow \max$ и живучести $k_4(s) \rightarrow \max$ ($a, s \in S$) с учетом заданных ограничений на показатели затрат $k_1(a,s) \leq k_1^*$, оперативности $k_2(s) \leq k_2^*$, надежности $k_3(s) \geq k_3^*$ и живучести



$$k_4(s) \geq k_4^* .$$

Частные случаи рассматриваемой задачи, предполагающие поиск варианта реинжиниринга даже по одному из частных критериев, относятся к классу труднорешаемых задач комбинаторной оптимизации. Задача же поиска компромиссного варианта (ввиду отсутствия ее решения или его неединственности) является некорректной по Адамару. В случае существования решения, регуляризацию задачи можно выполнить путем свертки частных критериев.

В работе [1] частные критерии $k_1(a,s)$, $k_2(s)$, $k_3(s)$, $k_4(s)$ формализованы и представлены в виде явных функций от количества узлов u , мест их размещения и схемы связей между элементами, узлами и центром. Выбор наилучшего компромиссного решения $s^0 \in S$ с учетом огромной мощности множества S предлагается производить в рамках кардиналистического подхода с использованием аддитивной функции общей полезности:

$$P(s) = \sum_{i=1}^4 \eta_i \xi_i(s) , \quad (1)$$

где η_i и $\xi_i(s)$ – коэффициент важности и функция полезности частного i -го частного критерия $k_i(s)$, $i = \overline{1,4}$, $0 \leq \eta_i \leq 1$, $\sum_{i=1}^4 \eta_i = 1$ [2]:

$$\xi_i(s) = \left(\frac{k_i(s) - k_i^-}{k_i^+ - k_i^-} \right)^{\mu_i} , i = \overline{1,4} , \quad (2)$$

где $k_i, k_i^+, k_i^-, i = \overline{1,4}$ – соответственно, текущее (для варианта s), наихудшее и наилучшее значения i -го частного критерия; μ_i – параметр, определяющий вид зависимости (2): выпуклая, линейная или вогнутая.

Для выбора наилучшего компромиссного варианта топологической структуры СКММ в рамках этого подхода требуется решить задачу оптимизации вида $s^0 = \arg \max_{s \in S} P(s)$. Огибающие локальных экстремумов зависимостей частных критериев $k_1(a,s)$, $k_2(s)$, $k_3(s)$, $k_4(s)$ от количества узлов СКММ являются монотонными или одноэкстремальными, а функция общей полезности (1) – одноэкстремальной выпуклой вверх. С учетом этого предлагается реализовать направленный поиск решения с отбрасыванием неэффективных вариантов на множестве существенно меньшей мощности.

1. Бескорвайный, В.В. Разработка модели многокритериальной задачи реинжиниринга топологических структур систем крупномасштабного мониторинга [Текст] / В.В. Бескорвайный, К.Е. Подоляка // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №4(76). – С. 49 – 55.

2. Овезгельдыев, О.А. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации [Текст] / О.А. Овезгельдыев, Э.Г. Петров, К.Э. Петров. – К.: Наукова думка, 2002. – 161 с.