УДК 519.874

магистр А.Г. Ночовный, д.т.н., проф. И.В. Новицкий
ГВУЗ «Национальный горный университет»

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ЗАДАЧАХ ОПЕРАТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

В работе проводится краткое описание существующих на сегодня структур систем управления. Особое внимание уделяется системам децентрализованного управления, которые имеют ряд преимуществ по сравнению остальными, а именно – повышенная надежность и возможность экономии на линиях связи.

Введение

Традиционные определения системы управления (СУ) обязательно содержат три присущих ей свойства:

– состоит из различных частей (подсистем);
– подсистемы имеют общую цель функционирования;
– подсистемы обмениваются потоками информации.

Большинство реально функционирующих сложных СУ обладают этими свойствами и имеют централизованную либо иерархическую структуру [1]. В последнее время появился ряд работ [2, 3] посвящённых вопросам децентрализованного управления. В системе децентрализованного управления (СДУ) отсутствует центр управления, кроме того, исключен непосредственный обмен информацией между подсистемами. С позиций приведенного выше определения СДУ состоит из отдельных подсистем, имеющих общую цель функционирования. Естественно, элементы СДУ не являются информационно изолированными: они получают информацию об остальных элементах системы опосредованно через внешнюю среду.

Постановка задачи

Пусть на каждом j-ом шаге управления источник обеспечивает постоянное количество ресурса Q. Это количество распределяется между n потребителями пропорционально поданным заявкам $q_i \quad i = \overline{1,n}$. Потребность каждого потребителя в ресурсе равна величине $c_i \quad i = \overline{1,n}$ и является величиной постоянной на период квазистационарности. Очевидно, что на очередном шаге каждый из потребителей получит ресурс в количестве $Q_i = \frac{Q}{\sum_{k=1}^{n} q_k} q_i$. Требуется определить такой алгоритм формирования заявок q_i, чтобы критерий функционирования всей системы (1) был минимален.

$$I = \sum_{i=1}^{n} (Q_i - C_i)^2 \to min \tag{1}$$

Если бы информация о всех значениях c_i $i = \overline{1,n}$ была сконцентрирована в некотором центральном органе управления (распределения), то эта задача решалась бы за один шаг методом множителей Лагранжа как задача оптимизации функции n переменных (1) при одном очевидном ограничении:

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i = Q \tag{2}$$

Действительно, для задачи (1), (2) функция Лагранжа равна:

$$F = \sum_{i=1}^{n} (Q_i - C_i)^2 + \lambda(\sum_{i=1}^{n} Q_i - Q) \tag{3}$$

Для определения оптимальных Q_i $i = \overline{1,n}$ и λ решается система n+1 уравнений:

$$\begin{cases} 2(C_i - Q_i) = \lambda, \quad i = \overline{1,n} \\ \sum_{i=1}^{n} Q_i - Q = 0; \end{cases} \tag{4}$$

Рассмотрим возможные пути решения этой задачи с помощью алгоритмов децентрализованного управления.

Решение задачи

Вначале рассмотрим простейший случай, когда имеется всего два потребителя n=2. Формирование заявок осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned} q_1 &= Q_1 + k_1(C_1 - Q_1); \\ q_2 &= Q_2 + k_2(C_2 - Q_2); \end{aligned} \tag{5}$$

Здесь k_1, k_2 – настраиваемые коэффициенты , причём k_1=-k_2. Настройка k_1 и k_2 выполняется по формуле:

$$
\begin{aligned}
k_1 &= s[(C_1 - Q_1) - (\hat{C}_2 - (Q - Q_1))] \cdot sign\,(C_1 + \hat{C}_2 - Q);\\
k_2 &= s[(C_2 - Q_2) - (\hat{C}_1 - (Q - Q_2))] \cdot sign\,(\hat{C}_1 + C_2 - Q).
\end{aligned}
\qquad (6)
$$

s - параметр, определяющий скорость настройки.

Если потребителей больше двух, то для оценки c_i $i = \overline{1,n}$ на каждом шаге потребуется несколько (n-1) независимых замеров с синхронизацией по времени, что не всегда возможно. Поэтому, при n>2 следует использовать алгоритм:

$$
q_{i,след.} = \begin{cases} q_i + s((C_i - Q_i)^2 - \dfrac{q_i}{Q_i}), - при \sum\limits_{i=1}^{n} C_i > Q \\ q_i - s((C_i - Q_i)^2 - \dfrac{Q_i}{q_i}), - при \sum\limits_{i=1}^{n} C_i < Q \end{cases} \quad i = \overline{1,n} \qquad (7)
$$

Алгоритм (7) имеет более медленную сходимость по сравнению с (6), однако он работоспособен в условиях полной автономности потребителей.

В ходе проведения исследований были установлены следующие закономерности:

1. Для конкретного количества потребителей n существует целесообразное значение параметра s , обеспечивающее достаточно быструю скорость настройки и устойчивость этого процесса.

2. При правильно выбранном значении s время настройки слабо чувствительно к количеству потребителей n.

3. Время настройки существенно зависит от величины общего дефицита (или избытка) ресурса и с ростом модуля $|Q - \sum\limits_{i=1}^{n} C_i|$ увеличивается.

Перечень литературы:

1. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления Л.: Энергоиздат, Ленинградское отделение, 1982. - 288 с., ил.

2. Варшавский В.И., Поспелов Д.А. Оркестр играет без дирижера: размышления об эволюции некоторых технических систем и управлении ими. -

М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. - 208 с.

3. Півняк Г.Г., Проценко С.М., Стаднік М.І., Ткачов В.В. Децентралізоване керування: Монографія. – Д.: Національній гірничий університет, 2007 – 107 с.