

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

Рассматривается проблема координации, которая возникает при обеспечении согласованности автономно функционирующих объектов, входящих в состав корпоративной системы. Предлагается математическая модель решения задачи координации объектов корпоративной системы, представляемой в виде иерархической системы объектов. Координация действий осуществляется как в подсистемах в пределах своего уровня, так и в подчиненных им подсистемах нижнего уровня с учетом глобальных и локальных ограничений.

© Т.М. Горлова, 2002

УДК 519.50

Т.М. ГОРЛОВА

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПРОБЛЕМЕ КООРДИНАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Сегодня одним из ключевых вопросов развития рынка информационных технологий является успешная реализация больших корпоративных систем. Ошибки и просчеты в проектах, реализующих создание корпоративных систем, снижают интерес бизнеса к информационным технологиям.

Успех в построении корпоративных систем во многом определяется качеством и надежностью двух ключевых составляющих корпоративных систем: компьютерная инфраструктура организации и взаимосвязанные функциональные подсистемы, обеспечивающие решение задач организации и достижение ее целей.

Компьютерная инфраструктура организации в широком смысле представляет собой корпоративную сеть, которая является базисом, основой для интеграции функциональных подсистем, и целиком определяет свойства информационной системы, важные для ее успешной эксплуатации. Требования к ней едины и стандартизованы, а методы ее построения хорошо известны.

Вторая составляющая строится целиком на базе первой и привносит в корпоративные системы прикладную функциональность. Требования к ней сложны и зачастую противоречивы. Однако эта составляющая в конечном счете более важна для функционирования организации, так как ради нее, собственно, и создается корпоративная система управления, что требует распределения функций управления по отдельным подсистемам.

В условиях самостоятельности подсистем при принятии входящих в их компетенцию решений становится актуальной задача обеспечения координации и взаимодействия при решении отдельных (локальных) задач.

Для исследования проблемы координации в корпоративных системах отметим их основные особенности как многоуровневых иерархических систем:

корпоративная система состоит из отдельных составных частей (эти части назовем подсистемами в соответствии с различными функциональными обязанностями);

- каждая из подсистем, кроме подсистем первого уровня, решает две задачи: задачу самоуправления в рамках своей функциональной деятельности и задачу координации деятельности подчиненных ей подсистем нижнего уровня с учетом локальных критериев оптимальности;

- связь подсистем нижнего уровня с подсистемами верхних по отношению к ним уровней осуществляется путем передачи предварительно обобщенной (агрегированной) информации о своем состоянии;

- связь подсистем верхних уровней с подчиненными им подсистемами нижнего уровня осуществляется через управляющие воздействия, направленные от подсистем верхних уровней;

- связь между подсистемами одного уровня осуществляется непосредственно через выходные переменные, влияющие на функционирование;

- модели задач координации в каждой из подсистем, кроме подсистем верхнего уровня, строятся по обобщенной информации о поведении всей совокупности подчиненных ей систем нижних уровней;

- решение задач самоуправления в каждой из подсистем формирует параметры задач координации;

- на каждую подсистему влияют как локальные внешние возмущения, так и внутренние, связанные с изменением обобщенной информации от нижних уровней.

Такой взгляд на корпоративную систему позволяет представить организационную структуру управления корпорацией как n -уровневую иерархическую систему, которая, с точки зрения теории графов, может быть представлена деревом с корнем *.

Попытка целенаправленно изменить состояние системы направлена в основном на выявление системных эффектов, причем трудность в изменении состояния системы обусловлена наличием большого числа внутренних связей.

Эта проблема состоит в создании механизма, обеспечивающего согласованность работы автономно функционирующих объектов. Согласованность понимается как в смысле выполнения глобальных ограничений, так и в смысле формирования перед объектами целей, согласованных с глобальными целями всей системы. Для проведения такого согласования оказывается более эффек-

*Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем . – М.: Наука, 1982. – 286с.

тивным иметь специальный координирующий орган, чем осуществлять непосредственный обмен информацией между всеми управляющими органами, что приводит к увеличению нагрузки на каждый управляющий орган. Структурные компоненты иерархической системы, соответствующие организационной иерархии, обычно называются уровнем (см. С.108*).

Для математического исследования проблемы координации опишем процедуру координации подсистем в пределах уровня и взаимодействие между уровнями. Модель уровня складывается из моделей центра и подсистем нижнего уровня, описания взаимодействия между подсистемами и взаимодействия между центром и подсистемами нижнего уровня.

Каждый из элементов такой многоуровневой иерархической системы имеет фиксированную сферу компетенции в области разработки и принятия управленческих решений и наделен определенной ответственностью.

Рассмотрим модель нижнего уровня.

Верхний индекс l будет обозначать номер уровня, аргумент t означает время, i – номер подсистемы.

Пусть $z_i^l(t)$ – входной вектор подсистемы; $u_i^l(t)$ – вектор управляющих воздействий подсистемы, с помощью которых i -я подсистема l -го уровня осуществляет управление; $y_i^l(t)$ – выходной вектор подсистемы.

$$x_i^l(t) = (z_i^l(t), u_i^l(t)),$$

где X_i^l – допустимое множество, которому должен принадлежать вектор $x_i^l(t)$.

$$x_i^l(t) \in X_i^l. \quad (1)$$

Зависимость между выходным вектором y_i^l и вектором x_i^l описывается уравнением

$$y_i^l = f_i(x_i^l). \quad (2)$$

Далее, пусть F_i^l – передаваемый центру вектор, отражающий агрегированные показатели работы подсистемы. Вектор F_i^l не совпадает, вообще говоря, с компонентами векторов x_i^l и y_i^l , и размерность его, как правило, меньше, чем размерность этих векторов. Возникает вопрос о том, какие показатели должны быть включены в вектор F_i^l , чтобы они были достаточными для оценки деятельности подсистемы и не было бы избыточных показателей.

Взаимодействие между отдельными объектами-подсистемами может быть двух типов: децентрализованное (горизонтальное) и централизованное (вертикальное). Горизонтальное взаимодействие отражается соотношениями, позволяющими определить вход i -й подсистемы через выходы прочих подсистем y_i^l на одном и том же уровне l :

$$z_i^l = g_i^l(y_0^l, y_1^l, \dots, y_N^l), \quad (3)$$

где y_0^l - вектор ресурсов i -й подсистемы, поступающий извне рассматриваемой системы. Как правило, функции g_i^l являются линейными, то есть векторы входов i -й подсистемы z_i^l являются линейной комбинацией выходов других подсистем.

$$z_i^l = \sum_{k=0}^N A_{ik}^l y_k^i.$$

Здесь A_{ik}^l - матрицы, элементы которых принимают значения в интервале $[0,1]$. Заметим, что не исключается наличие обратной связи, когда вход i -й подсистемы зависит от выхода этой подсистемы.

Вертикальное взаимодействие между подсистемами отражается глобальными ограничениями, в которые входят показатели различных подсистем. Такими ограничениями могут быть ограничения на общее количество имеющихся в системе ресурсов. Можно считать, что эти ограничения относятся к центру и их необходимо задавать при описании модели центра.

Запишем глобальные ограничения в виде

$$G_k^i(F_1^l, F_2^l, \dots, F_N^l) \geq b_k^l; k = 1, \dots, M, \quad (4)$$

где G_k^i - некоторые функции.

Помимо глобальных ограничений, при описании модели верхнего уровня требуется задавать цели, стоящие перед верхним уровнем, которые в общем рассмотрении совпадают с целями всей системы.

Целевой функционал для задачи верхнего уровня представим в виде функции значений целевых показателей в конечный момент времени T_1 :

$$Q = G_0(F_1^l(T_1), \dots, F_N^l(T_1)) - \text{opt}. \quad (5)$$

Тогда задачей первого уровня является задача (1)-(5), где в соотношениях (1) - (4) полагается $l=1$.

При решении задачи координации взаимодействие между подсистемами должно рассматриваться с учетом достижения глобальной цели функционирования корпоративной системы в целом. Выбор компромиссного решения в таких задачах осуществляется путем дополнения задачи новой информацией, характеризующей глобальную цель функционирования корпоративной системы.

Сформулируем задачу координации в многоуровневой системе на примере двухуровневой системы. Будем считать, что на нижнем уровне функционируют N локальных подсистем. Состояние i -й подсистемы ($i \in [1:N]$) характеризуется вектором x_i . Вектор x_i должен удовлетворять локальным ограничениям, которые запишем в виде

$$x_i \in X_i \subset E_i^n, \quad (6)$$

где X_i - множество в n_i -мерном евклидовом пространстве.

Особенностью иерархических систем является агрегирование информации, передаваемой на верхний уровень. Это означает, что подсистему верхнего уровня интересуют не сами переменные x_i , а некоторые показатели деятельности подсистем, которые являются функциями переменных x_i . Обозначим вектор показателей i -й подсистемы

$$F_i(x_i) = (f_{li}(x_i), \dots, f_{im}(x_i)), i \in [1 : N]. \quad (7)$$

Локальные интересы i -й подсистемы задаются векторным критерием

$$\Psi_i(x_i) = (\varphi_{i1}(x_i), \dots, \varphi_{ik}(x_i)).$$

Для определенности будем считать, что подсистемы заинтересованы в увеличении значений всех критериев $\varphi_{ik}(x_i), k \in [1:K]$. В большинстве случаев число критериев k на много меньше размерности вектора x_i .

Состояние подсистемы верхнего уровня характеризуется вектором F_0 , компонентами которого являются показатели подсистем нижнего уровня:

$$F_0 = (F_1, \dots, F_N), \quad (8)$$

где $F_i = F_i(x_i)$.

Вектор F_0 должен удовлетворять глобальным ограничениям:

$$F_0 \in X_0 \subset E^{m_0}, \quad (9)$$

где $m_0 = \sum_{i=1}^N m_i$.

Такой подход может быть эффективно использован в задачах при решении проблемы координации в многоуровневых системах управления. Это позволит обеспечить прямой контакт в диалоговом режиме с ЭВМ конечного пользователя, принимающего решение на своем уровне, с руководителями высшего звена управления, несущих непосредственную ответственность за принимаемые решения по достижению глобальной цели координации.

Получено 01. 07. 2002