

ТРАЕКТОРНАЯ СТРАТЕГИЯ ВЫБОРА ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ СИСТЕМ В МЕТАСИСТЕМЕ

Усложнение современных систем управления на верхних иерархических уровнях неизбежно приводит к взаимодействию нескольких систем – к метасистеме. Задачи, решаемые при метасистемном подходе, имеют явно выраженную специфику по отношению к традиционному системному подходу. Одной из самых главных в этой группе задач является задача разработки стратегии выбора функционирующих в каждый момент времени систем. В статье разработан траекторный метод выбора такой стратегии, основанный на движении изображающей точки в многомерном пространстве признаков, определяющих эффективность функционирования системы. Рассмотрено несколько уровней прогнозирования, характеризующихся увеличивающейся точностью и сложностью предсказания.

О достоинствах системного подхода написано большое количество книг, эффективность его применения доказана многочисленными примерами. Однако большинство этих примеров касается структурированных систем по терминологии американского системного аналитика Дж. Клира /1/.

Сложные системы управления характеризуются явно выраженной иерархией и на верхних уровнях неизбежно выходят на совокупность нескольких систем. Интеграция систем может производиться двумя способами: образованием структурированной системы с непосредственной взаимосвязью между элементами и определением соответствующей процедуры замены нескольких систем /1/. Интегрированные последним способом системы по Дж. Клиру называются метасистемами.

В качестве первого примера метасистемы можно рассмотреть совокупность нескольких методов рекламирования продукции предприятия.

Развитие рынка на современном этапе характеризуется высокой динамичностью. Вследствие этого успеха добиваются те предприятия, которые быстро и гибко выбирают адекватные методы деятельности. Все это в первую очередь относится к рекламированию, напрямую зависящему от рынка, который задает некоторое множество параметров: покупательную способность различных слоев населения; восприимчивость рынка к тому или иному виду рекламы; продвинутость продукта на рынке и другие. То есть рынок обуславливает ведущий процесс, на который необходима адекватная реакция предприятия (метасистемы).

В метасистеме развивается ведомый процесс выбора наиболее эффективных методов рекламирования. На этот процесс оказывают влияние другие характеристики, связанные с внутренним состоянием фирмы: её финансовое благополучие, наличие кадров соответствующей квалификации, внутренние традиции фирмы и так далее.

Все эти параметры имеют различную размерность и разную степень влияния на принятие ре-

шения о выборе метода рекламирования. Различия в размерностях параметров можно устранить, например, нормированием, а степень влияния учесть с помощью коэффициентов ранжирования.

Другим примером может служить совокупность нескольких систем автоматизации, из которых необходимо выбрать наиболее эффективную для выполнения микрохирургических офтальмологических операций. Ведущим процессом здесь является не рынок (как в предыдущем примере), а уровень заболеваемости населения глазными болезнями. Параметрами, описывающими этот процесс, кроме количества случаев заболеваний, являются сложность необходимых операций, а также наличие технических средств для их автоматизации. Сюда же добавляются имеющиеся финансовые возможности медицинского учреждения, наличие квалифицированных кадров и даже желание персонала заниматься автоматизацией. Ведомый процесс развивается при проектировании и выборе наилучшей системы автоматизации из рассматриваемой совокупности. Главным параметром при этом является коэффициент удельного эффекта (отношение эффекта от автоматизации к затратам на ее реализацию).

Метасистема отличается от структурированной системы тремя существенными особенностями.

Во-первых, количество элементов структурированной системы определяется, исходя из критериев полноты и достаточности. В метасистеме количество элементов (методов рекламирования в первом примере и систем автоматизации во втором) удовлетворяет совсем другим критериям, обсуждаемым ниже, и должно быть оптимальным в соответствии с ними.

Во-вторых, элементы структурированной системы между собой обязательно взаимосвязаны, в то время как элементы метасистемы в большой степени самодостаточны и связаны друг с другом только процедурой замены.

Наконец, во время функционирования структурированной системы все элементы в той или иной степени вовлечены в этот процесс. В метасистеме функционируют только выбранные элементы, а остальные некоторое время «простаивают».

Эти отличия обуславливают задачи, решаемые при рассмотрении метасистем. Эти задачи удобнее всего рассматривать в многомерном пространстве, построенном на основе нормированных и ранжированных координат, описанных применительно к указанным выше предметным областям:

1. Задача оптимального синтеза метасистемы.
2. Поиск согласованных в статике и в динамике систем.
3. Выявление областей эффективности действия каждой из систем или их сочетаний в многомерном пространстве параметров.
4. Задача оптимального распределения общесистемных ресурсов в случае одновременного функционирования нескольких систем.
5. Выявление и обеспечение степени готовности систем к включению.
6. Разработка оптимальной стратегии выбора одной системы или группы одновременно функционирующих.

Пять перечисленных выше задач были рассмотрены в литературе /2/ и даже предложены некоторые методы их решения, чего нельзя сказать о шестой задаче. В связи с этим рассмотрим ее подробнее.

Имея области эффективности действия систем в многомерном пространстве, полученные при решении третьей задачи, и изображающую точку, построенную на основе реального состояния метасистемы, можно прогнозировать последовательность и моменты переключения функционирующих систем на основе движений этой точки. При этом появляется возможность повысить точность метасистемы за счет накопления статистического материала по частоте включения систем. В таком случае необходимо ввести обратную связь и корректировать фактическую частоту включения систем в моменты наибольшей неопределенности, то есть на границе областей эффективности /2/.

В каждой области (классе) существует точка с наилучшими показателями эффективности. Назовем эту точку, в соответствии с теорией распознавания образов, эталоном класса.

Соединяя эталоны двух соседних классов прямой и двигаясь вдоль этой прямой от одного класса к другому, имеем уменьшение коэффициента удельного эффекта первого класса и соответственно увеличение второго. В точке выравнивания этих

коэффициентов логично провести нормальную плоскость, являющуюся границей областей эффективности двух классов. Таким образом, вокруг каждого эталона образуется многогранник, гранями которого являются разделяющие классы плоскости (иногда это координатные плоскости).

При изменениях координат, обусловленных ведущим процессом (а именно, рыночной ситуацией и состоянием фирмы или уровнем заболеваемости населения, наличием средств автоматизации и состоянием медицинского учреждения), изображающая точка начинает двигаться. В результате за некоторый промежуток времени имеем малый вектор. Попробуем по этому вектору осуществить прогноз, который ответит на вопросы: какие системы и в какой момент времени необходимо будет готовить в текущей ситуации, чтобы успеть вовремя переключиться на них при прохождении изображающей точки через границы классов. При этом, очевидно, имеют место несколько уровней глубины и точности прогнозирования.

На первом уровне принимается гипотеза о равномерном и прямолинейном движении изображающей точки. Тогда можно сразу проследить, какие области пересечет прямая линия, отвечая тем самым на вопрос о конкретизации последовательности выбора систем. Деля расстояния до границ классов вдоль этой траектории на скорость движения изображающей точки, ответим на вторую группу вопросов, связанных с моментом переключения. Точность такого прогноза, очевидно, будет невысокой.

На втором уровне скорость движения изображающей точки необходимо определить в двух соседних моментах времени. И, взяв разность скоростей, определить ускорение точки. В соответствии с законами механики, изображающая точка в таком случае будет двигаться по окружности равноускоренно или равнозамедленно. Раскладывая ускорение на две составляющие вдоль траектории и по нормали к ней, можно определить радиус получаемой окружности и так же, как и на первом уровне, выяснить последовательность переключения систем в зависимости от пересекаемых областей. Пользуясь формулами равнопеременного движения, далее можно определить моменты переключения во времени. Точность этого прогноза будет, очевидно, выше.

На третьем и последующих уровнях прогнозирования учитываются ускорения более высоких порядков. Однако повышенная точность предсказания на этих уровнях может утонуть в погрешностях определения координат многомерного про-

странства. Поэтому в каждом конкретном случае существует оптимальное количество уровней прогнозирования, обусловленное координатой (параметром), определяемой с наибольшей погрешностью.

Что касается вероятностей осуществляемого прогноза, то на первом уровне она будет равна или близка к нулю для всех областей, которые не пересекаются прямолинейной траекторией. Вероятность попадания изображающей точки в другие области, очевидно, пропорциональна величине скорости движения и обратно пропорциональна расстоянию до границы этих областей. Кроме того, она зависит от угла, составляемого скоростью с направлением на эталон класса. Чем этот угол меньше, тем вероятность попадания изображающей точки в данный класс выше. Логично здесь использовать косинус этого угла. Таким образом, результирующая формула может выглядеть следующим образом:

$$P_Q \approx \frac{V}{L} \lambda \frac{\cos \alpha}{\Delta a},$$

где P_Q – вероятность попадания изображающей точки в область эффективности Q -ой системы; V – скорость движения изображающей точки; L – расстояние до ближайшей границы области; λ – коэффициент, равный 1, если вектор скорости лежит внутри телесного угла, направленного на область эффективности Q -ой системы, и 0 – в противоположном случае; α – угол между вектором скорости и направлением на эталон Q -го класса; Δa – наибольшая погрешность определения координаты.

На втором и последующих уровнях определение вероятности попадания изображающей точки в область эффективности на основе анализа векторов скорости и ускорения затруднительно. По-

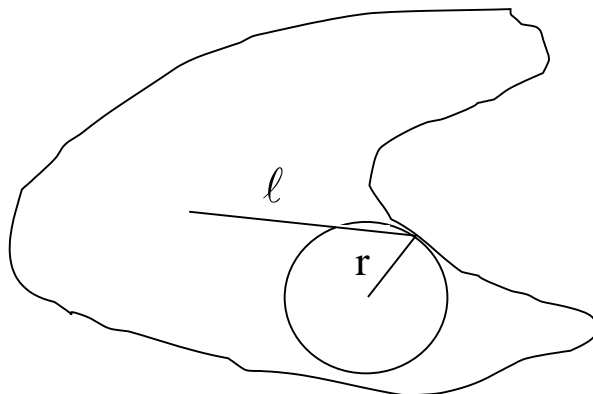


Рисунок 1. Схема определения вероятности выбора системы

этому можно прибегнуть к более простому способу, заключающемуся в определении расстояния между изображающей точкой и ближайшей точкой границы класса (r), с одной стороны, и расстояния между эталоном класса и этой же точкой границы (l) с другой. Поясняющая схема изображена на рисунке 1.

При этом способе вокруг траектории строится трубка некоторого радиуса, увеличивая который и находят точку касания с границей (на рисунке 1 трубка изображена окружностью). Такие рассуждения справедливы в случае выпуклых областей эффективности действия систем. Для остальных случаев необходимо определять минимальное расстояние, начиная с которого изображающая точка не имеет возможности входа в данную область.

Вероятность попадания изображающей точки в данный класс определяется формулой:

$$P_Q = \frac{r}{l}.$$

Такой метод оценки вероятности справедлив и на первом уровне прогнозирования.

Список использованной литературы:

- 1 Клар Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. - М.: Радио и связь, 1990.-544с.
- 2 Пищухин А.М. Оптимальные методы построения и управления мультиструктурными системами автоматизации технологических процессов и производств на основе вероятностных критериев качества. // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук.-Оренбург-2001.-355с.