

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Асп. АХМЕД Н. Т.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим особенности постановок задач и основные направления повышения качества управления информационными системами с целью формулирования рекомендаций по выбору методов и способов эффективного проектирования следящих систем [1].

Приведем сравнительный анализ методов и способов коррекции, оптимизации и адаптации. Методы и способы коррекции используются для повышения качества работы систем управления при заданных функционально-необходимых элементах с целью удовлетворения определенным техническим заданием и условиям эксплуатации, конечным требованиям эффективности переходного и установившегося режимов работы следящих систем. Последовательная коррекция используется в том случае, если функционально-необходимые элементы являются стационарными по своим параметрам (передаточным функциям и статическим характеристикам), а конструктивные особенности построения систем допускают реализацию управляющих устройств последовательно с функционально-необходимыми элементами. В противоположных случаях по отношению к условиям стационарности и конструктивным особенностям используется коррекция с искусственной организацией одного или нескольких локальных контуров стабилизирующей и корректирующей обратных связей.

Цель решения оптимизационных задач в первую очередь – определение потенциально достижимого качества функционирования систем управления при строго определенных условиях и критериях эффективности. Применению фильтрационного подхода адекватны постановки задач синтеза информационных систем управления, функционально являющихся следящими координатными системами, т. е. следящими измерителями.

Классические постановки задач статистического синтеза и их решения (Калмановская фильтрация и ее модификации на нелинейные случаи) обеспечивают структурную и парамет-

рическую оптимальность в переходном и установившемся режимах работы при условии (ограничении) отсутствия детерминированных составляющих в задающих и возмущающих воздействиях. По этой причине оптимальные структуры оказываются статическими по своим свойствам, что существенно ограничивает их реализацию в составе высокоточных координатных следящих систем.

С учетом указанного ограничения можно предложить два способа практической реализации оптимальных фильтров в составе управляющих устройств координатных систем управления. В силу того что типовые астатические управляющие устройства (ПИ-, ПИД- и 2ПИД-регуляторы) являются квазиоптимальными (квазикалмановскими), для большего приближения их свойств к оптимальной по фильтрации случайной составляющей задающего воздействия возможно использование изменения коэффициента преобразования прямой цепи системы по оптимальному Калмановскому закону, определяемому решением нелинейного уравнения Риккати. При этом достигается минимизация дисперсии суммарной ошибки переходного и установившегося режимов с сохранением соответствующего порядка астатизма.

Второй способ допускает применение оптимальных фильтрационных структур для так называемой вторичной фильтрации, практически реализуемой по выходу первичного контура управления с выбранным типовым управляющим устройством. Условием реализации второго способа является возможность компенсации оценки детерминированной составляющей задающего воздействия в составе выходной переменной первичного контура. При практическом использовании фильтрационного подхода возможны две постановки задач: синтез оптимальных структур измерителя рассогласования и исполнительной части или частичный синтез только исполнительной части следящей системы – оптимального управ-

ляющего устройства, при заданном измерителе рассогласования.

Теоретический анализ. Первая постановка задачи носит частный по применению характер для координатных следящих систем с «временными» по принципу построения измерителями рассогласования – дискриминаторами. Характерной особенностью результатов применения фильтрационного подхода к оптимизации систем является непосредственное получение структур, допускающих их практическую реализацию.

Наделение оптимальных систем как оптимальных фильтров свойством астатизма возможно либо естественным «кинематическим» путем на основе свойств канала наблюдения и измерительного датчика либо искусственным переходом к астатическим формирующим фильтрам в аппроксимации априорных свойств фильтруемого процесса. Например, если непосредственно измеряется скорость изменения, а слежение осуществляется за собственно переменной, то за счет измерительных свойств канала наблюдения «кинематически» в составе формирующего фильтра фильтруемого процесса и, как следствие, в прямой цепи оптимального фильтра появляется интегрирующее звено, наделяющее оптимальную систему свойством астатизма первого порядка. В отсутствие астатической «кинематической» связи между фильтруемым процессом и каналом наблюдения искусственно от порождающего процесса типа «белый шум» можно перейти к Винеровскому процессу – проинтегрированному «белому шуму», что приводит к появлению интегрирующего звена в составе формирующего фильтра фильтруемого процесса и, как следствие – к первому порядку астатизма оптимальной системы.

Применение результатов оптимальной линейной и нелинейной фильтрации к синтезу координатных систем и их практической реализации существенно ограничено многорежимным характером функционирования: в соответствии с временной диаграммой начала работы системы – режим захвата объекта на автосопровождение по соответствующей координате (угловые координаты, радиальная составляющая скорости полета, дальность); затем – переход к режиму слежения и собственно координатное слежение как номинальный и более продолжительный по времени режим работы. В экстремальной ситуации координатная система переходит в режим срыва автосопровождения или в низкокачественный режим слеже-

ния при перерывах информации по измеренному рассогласованию.

Критерии, методы и способы оптимальной фильтрации адекватны лишь режиму слежения и не учитывают физические особенности принципиально нелинейных (с соответствующими условиями) режимов захвата и срыва. Выбор метода оптимального управления также является самостоятельной задачей, решаемой по критериям методической «простоты» получения оптимального закона управления и конструктивной реализуемости в замкнутом контуре следящей системы. В этом отношении скорее можно говорить об искусстве выбора, во многом основанного на эвристическом опыте и интуиции решения задач оптимального управления. Строгой рецептуры выбора метода и способа оптимального управления, за исключением метода аналогий, по множеству решений оптимизационных задач не существует.

Целесообразность применения фильтрационного или оптимального управления подходов для оценок и достижений потенциальной эффективности определяется ограничительными особенностями постановок задач синтеза. В частности, если синтез проводится по критерию эффективности, составными частями включающему требования быстродействия и собственно управляющие воздействия на объект управления в условиях ограничений, то целесообразно использовать один из методов и способов оптимального управления.

Можно сделать обобщенные выводы с точки зрения структурных свойств оптимальных систем управления, синтезированных на основе фильтрационного или оптимального управления подходов. Линейные структуры оптимальных систем управления получаются при следующих условиях: линейности формирующих фильтров задающих и возмущающих воздействий, линейности функционально-необходимых элементов и объекта управления, квадратичном критерии качества при отсутствии каких бы то ни было ограничений, в том числе на быстродействие и управляющие воздействия. При невыполнении хотя бы одного из этих условий синтез приводит к нелинейным структурам оптимальных систем.

Охарактеризуем задачи адаптации информационных следящих систем управления:

- адаптация управления к изменению характеристик целевых функций;
- адаптация управления к режимам функционирования систем;

- адаптация управления к многоканальности по объектам управления при наличии ограничений;
- адаптация управления в нестационарных условиях слежения;
- адаптация управления в целях наделения систем толерантными свойствами.

Выделенные задачи адаптации отличаются по степени сложности, а значит, требуют различного информационного обеспечения и различных по трудоемкости методов аналитического проектирования и алгоритмов реализации.

Первая из названных адаптационных задач может быть решена в классе самоорганизующихся систем с прогнозирующими динамическими моделями. Заметим, что самоорганизация как поисковый метод и способ «борьбы» с априорной информационной неопределенностью через расчет одного или нескольких критериев качества при итерационной организации алгоритма отражает не просто целенаправленный, но и оптимальный характер организации процедур управления.

Связь между самоорганизующимся и оптимальным управлениями проявляется через использование рассчитанного в реальном масштабе времени критерия качества для параметрической перестройки. Напомним, что в оптимальном фильтре Калмана, определяющем структуру оптимальной линейной следящей системы в условиях полной априорной определенности, целенаправленная перестройка оптимального коэффициента преобразования прямой цепи системы осуществляется по результатам автономного по отношению к измерениям программного расчета дисперсии суммарной ошибки вследствие решения нелинейного уравнения Риккати. Дисперсия суммарной ошибки переходного и установившегося режимов работы является критерием оптимальности для Калмановского оптимального следящего фильтра.

Вторая и третья задачи адаптационного управления могут быть решены в классе систем с переменной (в случайные наблюдаемые или ненаблюдаемые моменты времени) по алгоритмам и объектам управления структурой (в классе динамических систем с режимом разделения времени). Адаптером в таких системах может служить специально синтезированный идентификатор состояний структуры системы, по мере необходимости дополненный элементами параметрической адаптации.

Четвертая и пятая задачи адаптации могут быть решены в классе робастных систем управ-

ления, не требуя организации дополнительных измеренческих каналов, что принципиально важно для систем, функциональная эффективность которых во многом определяется скрытностью (автономностью), помехозащищенностью и помехоустойчивостью.

Адаптерами в таких системах являются синтезированные робастизирующие корректирующие алгоритмы (последовательная или с обратной связью коррекция). При интервально-нестационарной робастной адаптации удается сохранить моноструктуру системы управления в целом и имеющиеся возможности по стандартному информационному обеспечению – измерениям сигнала рассогласования и выходных переменных системы. Отличительной особенностью процессного подхода к синтезу робастизирующих систему адаптеров является математическое описание интервально – нестационарных параметрических изменений и характеристик внешних воздействий (среды) в классе так называемых «регулярных процессов» – алгоритмических генераторов детерминированных и случайных процессов в форме однородных дифференциальных или разностных уравнений с управляемыми начальными условиями как банками данных эвристического опыта.

ВЫВОД

В методологическом отношении при аналитическом конструировании (синтезе) информационных систем как следящих за координатами движущихся объектов критерии качества функционирования и адаптации могут задаваться в форме совокупности заданных требований или эталонными динамическими моделями с опорными законами управления в виде линейных или нелинейных динамических уравнений (наглядных структур). Ограничения на управление (переменные системы) могут быть статическими или динамическими с детерминированными или стохастическими изменениями. Реализуемая конкретизация и (или) упрощение структур и алгоритмов функционирования достигаются использованием прогнозного ситуационного динамического моделирования, обеспечивающего многовариантную информационную поддержку принятия решений по выбору наиболее адекватных условиям функционирования законов управления и алгоритмов адаптации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганэ, В. А. Аналитические методы повышения качества управления / В. А. Ганэ, А. Н. Мацкевич. – Минск: Изд-во ВА РБ, 2003. – 250 с.

Поступила 19.10.2009