

Технология распределенных информационно-управляющих систем

Общая характеристика, основные понятия распределенных информационно-управляющих систем (ИУС)

До появления современных средств микропроцессорной и телекоммуникационной техники системы управления сложными объектами были совокупностью контуров управления, требующих либо постоянного контроля оператора, либо, для особо ответственных объектов, построения дорогостоящих пультов управления. Особенно трудной была задача автоматизации территориально протяженных объектов.

Современные средства обеспечивают возможность построения распределенных и информационно-управляющих систем (РИУС) в таких областях как:

- контроль состояния окружающей среды,
- управление энергетическими и химическими установками,
- магистральными потоковыми комплексами,
- космической телекоммуникационной техникой и ряде других областей.

Распределенная информационно-управляющая система, работающая в реальном времени, может быть определена как система, отображающая внутреннее состояние и управляющая внешним по отношению к ней объектом, получающая, обрабатывающая и возвращая информацию в темпе функционирования управляемого объекта.

РИУС стали неотъемлемой частью современных высокотехнологичных автоматизированных технических комплексов (АТК).

Распределенные информационно-управляющие системы (ИУС) представляют собой рассредоточенные в пространстве многофункциональные взаимосвязанные совокупности стационарных и подвижных элементов с развитыми техническими средствами приема, передачи и обработки информации.

Типичными примерами распределенных информационно-управляющих систем являются:

- автоматизированные системы управления (АСУ),
- спутниковые системы связи,
- системы управления оперативными службами и др.

Независимо от типа и назначения такие системы обладают следующими характерными особенностями:

1. **Распределенность.** ИУС располагаются на значительных территориях от регионального до глобального масштабов и включают в себя большое число управляемых, управляющих и комбинированных элементов.
2. **Подвижность элементов.** Элементы системы могут быть неподвижными, передвижными или движущимися. Движение элементов осуществляется постоянно или периодически по детерминированным или стохастическим траекториям.
3. **Наличие зон доступности.** Осуществление функциональных взаимодействий между движущимися и неподвижными (передвижными) элементами распределенных ИУС возможно, как правило, только при нахождении движущегося элемента в зоне доступности ("видимости") неподвижного (передвижного) элемента. Зона доступности определяется взаимным расположением элементов в пространстве и типами используемых технических средств.
4. **Быстродействие.** Необходимость в оперативной выработке управляющих воздействий определяет высокие требования к времени выполнения соответствующих функций элементами и системой в целом.
5. **Недопустимость потерь информации.** Для распределенных ИУС, как правило, важным условием является недопустимость (строгая ограниченность) потерь информации определенных типов. Это требует специальных мер по анализу и контролю за полнотой передаваемой, обрабатываемой и принимаемой информации.
6. **Живучесть.** В некоторых случаях функционирование систем рассматриваемого класса протекает в условиях неблагоприятных воздействий, что приводит к нарушению штатных режимов функционирования отдельных элементов и системы в целом.

История возникновения РИУС

Зарождение информационно-управляющих систем (ИУС) происходило в начале пятидесятых годов. Компьютеры тогда делались на громоздкой элементной базе и были крайне ненадёжны. Для нормальной работы таким машинам требовались идеальные условия эксплуатации.

В СССР разработкой управляющих ЭВМ занимались в двух институтах: в институте электронных управляющих машин (ИНЭУМ) и в институте точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ).

В конце 50-х годов двадцатого века был разработан УВК М40 для работы в составе системы ПРО. Позднее был разработан УВК М4 для управления комплексом РЛС. М-4 была одной из первых в СССР машин, построенных на базе отечественных транзисторов и полупроводниковых диодов.

Разработанная позднее УВК М7 использовалась для управления энергоблоками ГРЭС (Щекинская и Славянская ГРЭС).

В 70-е годы появились первые управляющие вычислительные машины семейства СМ-ЭВМ. Первые версии машин этой серии были основаны на серии АСВТ, позднее в СССР взяли курс на копирование западных образцов вычислительной техники. Семейство СМ-ЭВМ, начиная с СМ-3, было построено на базе американского компьютера PDP-11 фирмы DEC.

Проблема разработки теории, принципов построения и применения управляющих машин была поставлена в СССР членом корреспондентом АН СССР И.С. Бруком в 1957 – 1958 гг. Управляющие ЭВМ разрабатывались и выпускались предприятиями Мин-прибора СССР и других министерств, занимавшихся промышленной автоматизацией.

Средства промышленной автоматики в СССР были объединены Государственной системой промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП), определяющей принципы организации ИУС, функции, аппаратные и программные средства сопряжения.

С появлением компьютерных сетей, примерно в 70-е годы, появилась возможность строить распределенные или сетевые ИУС.

Появление интегральных микросхем и микропроцессоров дало возможность приблизить ИУС непосредственно к объекту управления или даже встроить в него ЭВМ. Так появились первые встроенные системы (Embedded System).

Постепенно, по мере удешевления элементной базы, увеличения степени её интеграции и повышения уровня надёжности вычислительных устройств, появилась возможность устанавливать ЭВМ в различные места объекта управления, объединяя все вычислительные узлы в единую сеть.

В процессе дальнейшего развития появились так называемые киберфизические системы (КФС, по англ. Cyber Physical System, CPS). КФС характеризуются глубоким сращиванием с механическими, оптическими, химическими и биологическими системами.

Цели и задачи информационно-управляющей системы

Процесс проектирования и функционирования распределенных информационно-управляющих систем (РИУС) является актуальной задачей, решение которой должно осуществляться с применением методологии системного анализа. Согласно системному подходу на первом этапе выполняется структуризации цели проектирования.

Анализ начинается с выявления задач внедрения РИУС, а затем из имеющегося статистического материала или путем анкетирования необходимо отобразить данные, позволяющие оценить текущее состояние. Последним этапом этого анализа является обработка данных.

Результаты анализа функционирования РИУС позволяют сформулировать стратегию F_1 достижения эффективной работы подсистем, компонентов и элементов РИУС. Стратегия F_1 рассматривается как алгоритмы решения множества задач.

Аналогичный анализ исходных позиций проводится и для внешней среды и его начинают с выявления ее структуры, что позволяет формально задать вектор конструктивных параметров внешней среды.

Результаты анализа функционирования внешней среды позволяют идентифицировать стратегию поведения F_2 , отображающую эволюцию внешней среды и реакции на компоненты вектора выходных параметров Y РИУС.

Анализ функционирования взаимосвязей между РИУС и внешней средой начинается с установления видов и характеристик каналов информационных связей.

Существуют каналы информационного воздействия на внешнюю среду и каналы оценки реакций внешней среды на компоненты вектора выходных параметров Y . Определяется эффективность работы этих каналов, результативность информационного воздействия, достоверность анализа реакций. Анализ функционирования взаимосвязей позволяет выработать стратегию F_3 совершенствования взаимосвязей между РИУС и внешней средой, которая также состоит из задач, направленных на совершенствование имеющихся, развитие новых связей и устранения ненужных.

Исследование модели взаимодействия РИУС и внешней среды позволяет выработать общую оптимальную стратегию F проектирования РИУС, направленную на улучшение критериальных показателей.

Под оптимизацией процессов функционирования и проектирования РИУС будем понимать процесс последовательного улучшения РИУС. В силу невозможности получения универсальной модели, учитывающей все взаимосвязи и закономерности при проектировании, а также не возможности добиться максимума по всем показателям заменяют оптимизацию субоптимизацией. Для обеспечения экономической эффективности РИУС в процессах проектирования применяют спецификации, минимизирующие затраты, связанные с изменением цели.

Предлагается система моделей процессов, протекающих в среде проектирования в соответствии с формулой системного подхода:

Цели→Задачи-работы→Задания→Ресурсы→ Алгоритмы-планы,

которая позволяет содержательно описать решение задач синтеза и анализа, а также применения решений при проектировании и отобразить процессы проектирования в виде сетевых моделей выполнения работ и достижения целей.

Структура работ при проектировании РИУС

Разработка РИУС всегда связана с выполнением комплекса научно-исследовательских, проектных, инженерно-технических и организационных работ.

Внедрение распределенных ИУС позволяет совершенствовать методы управления предприятием или организацией на основе внедрения вычислительной техники и современных пакетов прикладных программ.

Такое совершенствование приводит к столь глубоким и принципиальным изменениям, что можно говорить о качественно новой ступени развития предприятия или организации.

Общая структура работ, которые необходимо выполнить при создании распределенных ИУС, приведена на схеме:



Создание распределенных ИУС представляет собой алгоритмически последовательный процесс проведения определенных работ и включает в себя следующие этапы:

- выполнение исследований с целью минимизации при сохранении требуемой информативности потоков информации, установление информационных связей между задачами, решаемыми с применением ИУС, создание нормативной базы и прочее для последующей разработки информационного обеспечения;

- создание математического и программного обеспечения распределенной ИУС, включая разработку методов, моделей, алгоритмов и программ;

- осуществление технического обеспечения распределенных ИУС, представляющее собой приобретение, установку и наладку элементов вычислительного комплекса, периферийного оборудования, оборудования передачи данных и т.д.

Под проектированием понимается процесс создания проекта – прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта .

При проектировании решаются задачи управления (в широком смысле) процессами проектирования и его составными частями.



Задача управления процессом проектирования формально следует определять, как задачу многокритериальной оптимизации, а сам процесс проектирования будем рассматривать, как цикл управления:



Условия цикла управления процессами проектирования называют **спецификациями**. Проектные спецификации отражают все изменения цели проектирования, т.к. выделены внутренний и внешний циклы проектирования.

Выше уже была приведена система моделей процессов, протекающих в среде проектирования в соответствии с формулой системного подхода:

Цели→Задачи-работы→Задания→Ресурсы→ Алгоритмы-планы

Система моделей позволяет содержательно описать решение задач синтеза и анализа, а также применения решений при проектировании и отобразить процессы проектирования в виде сетевых моделей выполнения работ и достижения целей.

В качестве примера приведем следующие варианты:

- процесс достижения цели на каждом m -ом этапе представить математической моделью в виде И/ИЛИ-сети;

- рассматривать задачу оптимального управления процессами проектирования как задачу определения вектора параметров управления проектированием (ПУ), при которых вектор выходных параметров (векторный критерий качества) (ПВ) имеет наилучшие характеристики.

Применительно к задачам проектирования распределенных ИУС задача системного подхода сводится к нахождению подобных структур, свойств и явлений.

Поиск общности в проектировании и функционировании РИУС можно достичь нахождением областей, в которых одни и те же модели описывают то, что внешне представляется не связанными между собой явлениями. Однако стремление к использованию общих методов не позволяет учесть отличительных особенностей реальной распределенной ИУС.

Технологию проектирования РИУС определим, как метод разбиения процесса проектирования на этапы, включая выбор необходимых средств и ресурсов проектирования с учетом оптимизации (минимизации) времени выполнения процесса проектирования.

Необходимо выполнить не только анализ методов решения отдельных задач с учетом методики целеобразования, но и определить порядок их решения.

Технология создания РИУС предъявляет особые требования к методикам реализации и программным инструментальным средствам.

Рассмотрим эти требования.

Требование 1. Реализацию проектов по созданию РИУС разобьем на стадии анализа, проектирования, наполнения системным программным обеспечением, тестирования и сопровождения. Так как исправление ошибок, допущенных на предыдущей стадии, обходится примерно в десять раз дороже, чем на текущей стадии, то наиболее критическими являются первые стадии проекта.

- На первой стадии необходимо понять и описать бизнеслогику предметной области,

- на второй стадии необходимо определить модули и архитектуру будущей системы.

Поэтому крайне важно иметь эффективные средства автоматизации ранних этапов реализации проекта.

Требование 2. Проект по созданию РИУС рассматривается как коллективная работа, поэтому при реализации крупных проектов необходимо иметь средства координации и управления коллективом разработчиков.

Требование 3. Жизненный цикл проектирования ИИУС сопоставим с ожидаемым временем ее эксплуатации. Следовательно, для создания РИУС жизненно необходим подход, значительно уменьшающий время разработки РИУС.

Требование 4. Вследствие значительного жизненного цикла может оказаться, что в процессе проектирования РИУС внешние условия изменились. Внесение изменений в проект на поздних этапах создания РИУС – дорогостоящий процесс, поэтому для успешной реализации крупного проекта необходимо, чтобы инструментальные средства, на которых он реализуется, были достаточно гибкими к изменяющимся требованиям.

Таким образом, проектирование РИУС это методология непрерывных работ, в которые постоянно вносятся изменения, и которая имеет три фазы.

- На первой фазе формирования стратегий достигается соглашение и выполняется постановка задачи проектирования, определяются методы, используемые для интерпретации реальных фактов, приводится перечень ожидаемых результатов, определяется система ценностей и начинается поиск и разработка вариантов.

- На второй фазе оценивания происходит оценка предложенных вариантов, для определения степени удовлетворения целям, сформированным на предыдущей фазе. Производится идентификация результатов и следствий, достигается соглашение о критериях оценки. Выбираются модели измерений и решений, для оценивания и сравнения вариантов, и осуществляется выбор конкретного варианта проектируемой РИУС.

- На третьей фазе реализуется выбранный проект системы. Решаются задачи оптимизация, субоптимизации (объяснение того, почему наилучшее решение не может быть получено). Оценивается сложность задач, и при необходимости проводится упрощение реальности, разрешаются конфликты.

Затем происходит оценка результатов, полученных от внедренного проекта РИУС, а также определяют необходимые доработки процесса проектирования РИУС.

Последовательность фаз можно рассматривать как унифицированный метод проектирования распределенных РИУС. Каждая из фаз подлежит алгоритмизации, что составляет общий процесс проектирования РИУС и полностью отражает процесс структуризации работ при проектировании.