

Ястребова Светлана Викторовна

аспирант

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный
технический университет»

г. Новосибирск, Новосибирская область

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО- ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

***Аннотация:** сформулирована задача построения алгоритма генерации альтернатив последовательно-параллельных функциональных сетей. На основе предложенного алгоритма проводится описание программной реализации модуля, автоматизирующего процесс проектирования ПФ ЧМС в гибридной экспертной системе Интеллект-3.*

***Ключевые слова:** человеко-машинные системы, функциональные сети, генерация альтернатив, последовательно-параллельные структуры.*

Введение

На текущий момент в мире осуществляют активную исследовательскую деятельность в области информационных технологий, которые затрагивающих обширную область деятельности человеческого социума. Огромную роль в данном направлении исполняют именно информационные системы, предназначенные как для оценки, так и для оптимизации процессов функционирования человеко-машинных систем (ЧМС).

ЧМС нужны для установления оптимальной взаимосвязи между системой и оператором, чтобы достигнуть поставленных целей и решения промежуточных задач. С увеличением возможностей современных технологий и расширением подходов к автоматизации, появились новые способы использования ЧМС, роль человека изменилась в сторону большей автоматизации. Теперь ЧМС значительно различаются по своему назначению, и при проектировании системы

можно использовать человеческие и технические возможности эффективно, а также повысить общую производительность самой системы.

Существующие подходы в разработке ЧМС дают представление о важных этапах проектирования процессов. Таких как задание исходной структуры, и ограничений в процессе функциональной сети (ФС).

В связи с появлением задач с большой вариативностью, увеличилась потребность в установлении контроля над результатами операций. Данные изменения привели к некоторым трудностям в описании процесса, что сделало необходимым добавление алгоритма генерации альтернатив.

Постановка задачи

В рамках данной работы будет осуществлена реализация программного модуля, предназначенного для генерации альтернативных ФС ПФ ЧМС с учетом диагностического и функционального контроля.

Программный модуль должен будет обеспечить генерацию альтернативный ФС начиная с этапа ввода исходных данных и заканчивая этапом визуализации полученных ФС, в том числе предоставлять следующие возможности:

- задавать необходимое количество рабочих операций;
- задавать ограничения и последовательности рабочих операций;
- для каждой единицы системы иметь возможность установить вероятностные и нечеткие критерии оптимизации;
- устанавливать функциональный контроль на нужных моделируемых участки системы;
- задавать контроль работоспособности операций для различных участков системы;
- в результате получать все возможные альтернативы ФС.

Теория

Процесс функционирования ЧМС представляет собой набор разного рода операций и действий, в том числе с участием человека. Благодаря обеспечивающей и управляющей способности элементов с человеческим фактором из разнообразной номенклатуры обособленных функций образуется их связанная

последовательность, устойчивая к внешним факторам и ведущая к достижению исходной цели функционирования [1; 6].

Одним из возможных факторов эффективности человеко-машинной системы является время T , которое необходимо потратить на достижение цели, поставленной перед процессом функционирования. При проектировании стоит задача свести время к минимуму и добавить вариативность [7].

Решение поставленной задачи является генерация различных возможных альтернативных ФС посредством распараллеливания и последовательного выполнения рабочих операций. Условием выполнения операций последовательно является наличие зависимостей от операций контроля. Следовательно, существует набор различных операций:

$$M = \{ O_1, O_2, \dots, O_n \} \quad (1)$$

где n – это количество операций.

Для этого множества M^2 определяются бинарные отношения, характеризующие зависимость следования [4]:

$$R = \{ \langle O_i, O_j \rangle / O_i R O_j \Leftrightarrow O_i \neq O_j; O_i, O_j \in M \}, R \subseteq M^2 \quad (2)$$

таким образом, операция O_i должна быть выполнена перед операцией O_j , так как для функционирования O_j необходим результат выполнения O_i [11]

Необходимо задать общую структуру процесса функционирования ЧМС, имеющую последовательно-параллельный формат. Для этого требуется разделить имеющееся множество M на m независимых подмножеств P_i , гарантирующих входение каждой операции из набора M только в одно из представленных подмножеств:

$$P = P_1, P_2, \dots, P_m, \quad (3)$$

где m – количество подмножеств, из которых состоит множество P .

Если для нескольких исходных операций была задана необходимость проведение группового контроля, то данные операции автоматически выделяются в условное подмножество K_i , которое в свою очередь может быть включено в одно

любое подмножество P_i . Группы операций, подлежащих контролю, может быть задано любое количество:

- $K_\phi = K_{\phi_1}, K_{\phi_2}, \dots, K_{\phi_n}$ – группы функционального контроля рабочих операций;
- $K_p = K_{p_1}, K_{p_2}, \dots, K_{p_m}$ – группы контроля работоспособности рабочих операций;
- далее зададим ряд условий:
- $\forall i P_i \subseteq M$ – множество операций M включает в себя все выделенные под-

множества P .

- $\forall i \forall j i \neq j P_i \cap P_j = \emptyset$ – два разных подмножества не могут включать в себя

одну и ту же операцию.

- $\bigcup_{i=1, m} P_i = M$ – каждая операция, заданная в наборе M , должна быть задейство-

вана;

- для мощности $|P_i| > 1$. $\exists O_{s_i} \in P_i \bar{\exists} O_{s_k} R O_{s_i}$ – существует хотя бы одна операция,

независящая от других результатов. Она будет задействована в качестве начальной операции для всего процесса.

- для мощности $|P_i| > 1$. $\exists O_{s_i} \in P_i \bar{\exists} O_{s_k} R O_{s_i}$

- условие параллельного функционирования:

- для мощности $|P_i| > 1$ $\forall O_{s_1} u \forall O_{s_2} \in P_i \Rightarrow \bar{\exists} O_{s_1} R O_{s_2}$

– две любые случайно выбранные операции не могут быть в зависимости от результатов друг друга.

- Условие последовательного функционирования:

- $\forall O_{s_1} \in P_j u \forall O_{s_2} \in P_i u j < i, i \neq j \Rightarrow \bar{\exists} O_{s_1} R O_{s_2}$ – операция O_{s_1} может быть выполнена

после O_{s_2} , только в ситуации, если не было явным образом задано обратное расположение $O_{s_1} R O_{s_2}$ [9].

На данном этапе нам требуется четко описать множество генерируемых последовательно-параллельно организованных ФС. Например, в блоке P_i у нас максимально можно распараллелить n_i операций. Тогда получится сгенерить все ФС

с параллельными операциями от n_i до n_i-1 ($0 < i < n_i$). Таким образом у нас появилась возможность генерации всего множества ФС.

Наглядно процесс формирования итогового результата может быть представлен в виде последовательно-параллельной структуры (рис. 1).

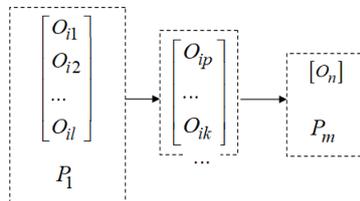


Рис. 1. Последовательно-параллельная структура

Основной задачей проектируемого программного модуля является возможность генерировать альтернативные последовательно-параллельные структуры (3), имеющую различный вид представления. Данная задача достигается посредством поиска возможных значений с учетом ограничений и зависимостей от контроля.

Результаты разработки

1. Алгоритм генерации альтернативных функциональных структур

Опираясь на описанные представления, может быть сформулирована методика генерации различных последовательно-параллельных структуры ПФ ЧМС и их построения. В основе алгоритма будет лежать исключение из первоначального набора операций тех, которые не могут быть выполнены параллельно. Базовые принципы алгоритма генерации в виде псевдокода обозначены на рис.2.

По умолчанию алгоритм представляет параллельные операции, а также группы операций, подлежащих контролю, в виде суперпозиции фрагментов ФС. В дальнейшем мы проводим анализ совместимости рабочих операций и операций контроля для подготовительного этапа генерации.

Реализация модуля последовательно-параллельной генерации структур, содержащих диагностический и функциональный контроль, начинается с разработки классов, содержащих как исходные данные, так и алгоритмическую составляющую. В дальнейшем планируется добавить специальный удобный функционал для отображения и выбора ФС.

начало
действие 1: задание множества операций M , где n – кол-во операций;
действие 2: задание списков следования операций S_n ;
действие 3: задание групп операций K_ϕ и K_p подлежащих контролю; □
действие 4: $m=1, |P_m|=|M|$ - все операции параллельны,
 $k=n, col=0, paral=true$;
действие 5: цикл для $(i=0; i < k; i++)$ $paral = true$
 если $O_i \notin S_{i+1}$ и $O_{i+1} \notin S_i$, оставляем операции в подмножестве P_m
 иначе если $O_i \in S_{i+1}$ – запоминаем вершину $O_i, col = col + 1$;
 иначе если $O_{i+1} \in S_i$, – запоминаем вершину $O_{i+1}, col = col + 1$;
конец цикла
действие 6: Формируем из полученных списков новые подмножества: $m=m+1, P_m, k = col, col=0$
действие 7: Переходим к действию 5, пока не просмотрены все операции
действие 8: Соединяем подмножества соблюдая состав контрольных групп, в последовательно - параллельную структуру, соблюдая ограничения, и достигая вариативность за счет комбинации параллельных и последовательных структур.
конец

Рис. 2. Алгоритм генерации альтернативных ФС в общем виде

II. Программная реализация

На данный момент уже есть возможность внедрения нового функционала для генерации альтернативных ФС (рис. 3).

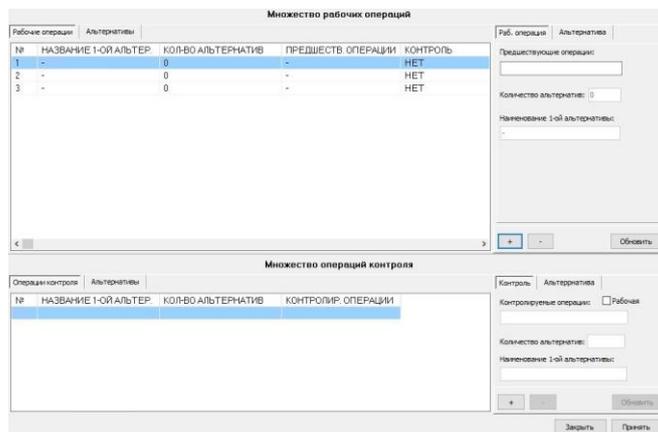


Рис. 3. Интерфейс задания характеристик для генерации кол-ва альтернативных ФС

Текущая реализация Интеллект 3 позволяет задать нужные рабочие операции и операции контроля, последовательность и параметрические альтернативы. Оптимизация достигается максимальным распараллеливанием рабочих операций и предлагает всего один вариант оптимизации ФС.

Но если задать нужное количество альтернатив перед генерацией, и установить ограничения, можно получить несколько вариантов сгенерированной последовательности.

Функциональная сеть, формируемая алгоритмом, может содержать части четырёх основных типов:

- простая рабочая операция;
- функциональный контроль;
- диагностический контроль;
- параллельное выполнение двух ТФС.

Для реализации процесса выбора сгенерированных ФС доступен интерфейс на рисунке 4.

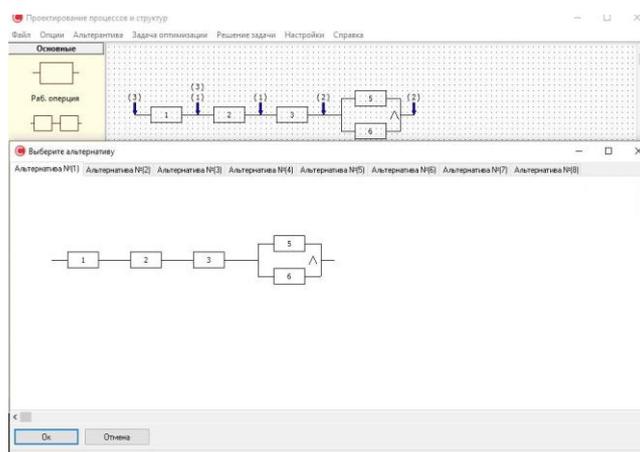


Рис. 4. Интерфейс выбора ФС из полученного результата

V. Выводы и заключение

Результатом данной работы является создание алгоритма генерации альтернативных последовательно-параллельных структур ЧМС с возможностью выполнения функционального и диагностического контроля.

Был разработан способ задания и формализации исходных данных, необходимых для проектирования человеко-машинных систем.

Был оптимизирован процесс проектирования человеко-машинных систем посредством реализации программного модуля, включающего в себя механизм генерации ПФ ЧМС для вероятностных и нечетких показателей в рамках гибридной экспертной системы Интеллект-3.

Список литературы

1. Гриф М.Г. Автоматизация проектирования процессов функционирования человеко-машинных систем на основе метода последовательной оптимизации: монография / Гриф М.Г., Цой Е.Б. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – 264 с.

2. Адаменко А.Н. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник / А.Н. Адаменко, А.Т. Ашеров, И.Л. Бердников и др.; под общ. ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
3. Гениатулина Е.В. Метод генерации процессов функционирования человеко-машинных систем в интеллектуальных системах / Е.В. Гениатулина // Молодой ученый. – 2009. – №10 (10). – С. 83–84.
4. Анкудинов Г.И. Синтез структуры сложных объектов. Логико-комбинаторный подход / Г.И. Анкудинов. – Л.: ГЛУ, 1986. – 258 с.
5. Х.М. Дейтел Как программировать на C++: Пер. с англ. / Х.М. Дейтел, П.Дж. Дейтел – М.: Бином, 2018. – 1021 с.
6. Sheridan T.B. Modeling Human-System Interaction /T.B. Sheridan // Philosophical and Methodological Considerations, with Examples. USA:John Wiley & Sons, 2017.
7. Зараковский Г.М. Закономерности функционирования эргатических систем / Г.М. Зараковский, В.В. Павлов. – М.: Радио и связь, 1987. – 232 с.
8. Ахьюджа Х. Сетевые методы в проектировании и производстве / Х. Ахьюджа. – М.: Мир, 1979. – 161 с.
9. Гриф М.Г. Проектирование и оптимизация процессов функционирования человеко-машинных систем / М.Г. Гриф // Научный вестник НГТУ / Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – №2(13). – С. 41–62.
10. Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем / А.И. Губинский. – Л.: Наука, 1982. – 270 с.
11. Разработка Программного Модуля для Автоматизации Процесса Проектирования Человеко-Машинных Систем / Кладько А.Н. Гриф М.Г. НГТУ журнал 2019 г.