

ЗВЕНО “ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА – ЧЕЛОВЕК ОПЕРАТОР”, КАК МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ С РАЗНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

В концептуальном аспекте исследованы возможности моделирования информационного взаимодействия интеллектуальных технических систем. Рассмотрено использование в качестве среды моделирования звена «техническая система – человек оператор», на примере построение тренажера бы- строго чтения.

Альхалайбех Айман

Аспирант

О.Ф. Михаль

Кандидат технических наук, доцент кафедры ЭВМ

О.Г. Руденко

Доктор технических наук, профессор кафедры ЭВМ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина 14, г. Харьков, Украина.

Контактный тел.: +38(0572)40-93-54

В технических приложениях в промышленности, энергетике, системах связи и др., взаимодействующие объекты интерпретируются как сетевые системы. Однотипные события в них независимо порождаются разными пространственно разнесенными или функционально обособленными однотипными объектами (экземплярами объектов) в соответствии с текущими изменениями их состояния. Каждый из объектов обеспечивает устойчивое (интеллектуальное) поведение при изменении внешних условий (реакции взаимодействующих с ним объектов). В информационных системах, создаваемых для моделирования или управления в подобных технических приложениях, обработка блоков информации по мере их порождения осуществляется независимо, в соответствующих узлах вычислительной сети (реализованной физически, или эмулируемой). Интеллектуальное поведение каждого из узлов реализуется элементами нечеткого и нейронечеткого регулирования [1,2]. Одна из задач, требующая разрешения для подобных систем, - обеспечение взаимосогласованного поведения: *информационного взаимодействия* (ИВ) каждого из объектов с учетом его ресурсов и ресурсов соседних объектов.

Целью настоящей работы является анализ сетевого ИВ описанного типа на примере звена “техническая система – человек-оператор”.

Концептуальные альтернативы анализа распределенных систем

При анализе сложных распределенных систем, в концептуальном отношении правомочны два альтернативных подхода:

- совокупность взаимодействующих *технических систем* (ТС) является распределенной системой, целью функционирования которой является (с точки зрения системы) наилучшее взаимодействие с *человеком-оператором* (ЧО);

- совокупность взаимодействующих ТС и ЧО рассматриваются как элементы единой распределенной системы, функционирующей для достижения определенной цели.

Выбор между указанными альтернативами не однозначен, с учетом, в частности, организационного и морального аспектов. В настоящей работе рассматривается только техническая сторона данного вопроса.

ТС и ЧО различны по своим возможностям. ТС могут обеспечивать высокие значения технических характеристик: производительности, пропускной способности, чувствительности, скорости обработки информации и т. д. Традиционная “сильная сторона” ЧО – принятие нестандартных решений, в частности, в ситуациях с неполной информированностью. В связи с этим ТС и ЧО всегда могут иметь не пересекающиеся направления деятельности. Вместе с тем, актуальным направлением развития ТС является автоматизация их поведения в ситуациях с неполной информированностью. Задачи этого уровня обобщенно объединяются понятием “искусственный интеллект” и решаются, в частности, средствами нечеткой логики [1,2]. С учетом этого, ТС и ЧО в отдельных аспектах могут быть сопоставимыми по своим возможностям. Поэтому элементы деятельности одного из них могут моделироваться с помощью другого и одни аспекты их взаимодействия могут воспроизводиться с привлечением других аспектов.

На рисунке 1 схематически изображены три типа взаимодействий (ТС«ТС), (ТС«ЧО) и (ЧО«ЧО) в качестве объектов моделирования (левый столбец) и моделей (правый столбец). Темными стрелками обозначены девять принципиально возможных вариантов моделирования взаимодействий одних типов на взаимодействиях других типов. Двухнаправленность стрелок изображает прикладное назначение модели: свойства (аспекты) объекта отображаются в модели, а результаты моделирования используются при дальнейшей эксплуатации (функционировании) объекта.

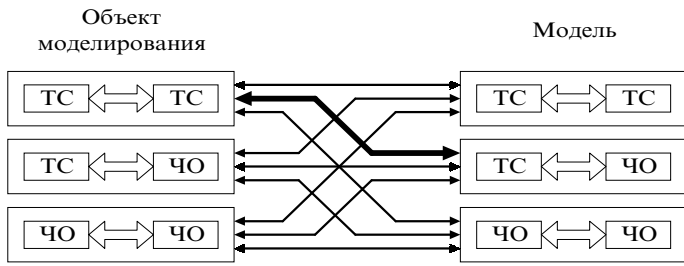


Рисунок 1. Варианты соотношений “объект - модель” применительно к моделированию взаимодействий интеллектуальных подсистем.

Из представленных девяти вариантов далее нами рассматривается только один: моделирование взаимодействия (ТС \leftrightarrow ТС) средствами взаимодействия (ТС \leftrightarrow ЧО) (выделен на рисунке 1 жирной стрелкой).

Уровни интеллектуальности информационного взаимодействия

Рассмотрим на качественном уровне ситуацию ИВ двух систем S_1 и S_2 с ограниченными ресурсами. Характер систем не конкретизируется. Полагается, что каждая из них имеет собственную предметную область, в рамках которой определены индивидуальные целевые функции системы. Полагается, что S_1 и S_2 вынуждены вести информационный обмен, т.к. этим реализуются их индивидуальные целевые установки. Полагается так же, что каждая из систем располагает единым ограниченным ресурсом, расходуемым ею и для ИВ с другой системой, и для собственного функционирования в своей предметной области. В описанных условиях каждая из систем должна стремиться к оптимизации своего ИВ с другой, по критерию минимума цены получаемой информации.

В зависимости от степени интеллектуальности систем, возможны различные стратегии ИВ между ними. Иерархия стратегий ИВ иллюстрируется рисунком 2.

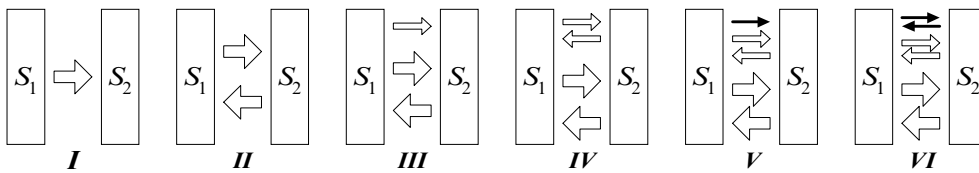


Рисунок 2. Варианты информационного взаимодействия систем.

Различаются целевая и служебная информация. Целевая (полезная) информация касается функционирования систем S_1 и S_2 , служебная (вспомогательная) – процедуры и качества канала ИВ между системами. Для простоты рассматривается ситуация с передачей целевой информации в одном направлении: S_1 является источником, S_2 – приемником. В случае двунаправленного информационного обмена картина принципиально не меняется, но усложняется. На рисунке 2 толстыми прозрачными стрелками показано целевое ИВ; тонкими прозрачными стрелками - служебный информационный обмен первого уровня; черными стрелками - служебный информационный обмен второго уровня. Таким образом, на рисунке 2 представлена иерархия вариантов ИВ, включающая целевой и служебный обмен двух уровней с обратными связями и без них. В случае двунаправленного информационного обмена S_1 и S_2 одновременно или попеременно являются

и источниками, и приемниками информации. Поэтому картина принципиально не меняется, но число стрелок удваивается.

Простейший вариант (I) предполагает передачу целевой информации без обратной связи. Ограниченность его очевидна: система S_1 передает информацию S_2 , но не известно, принимает ли ее S_2 . Т.о. изначально допускается, что информация, возможно, не будет воспринята; т.е. предполагается, что для системы S_1 не важна реакция системы S_2 на передаваемую информацию. Более продвинутый вариант (II) включает обратную связь по факту передачи информации: S_2 возвращает S_1 квитанцию о получении информации, либо запрос на повторение.

Варианты (I) и (II) не предполагают какой-либо оптимизации ИВ: обмен ведется при фиксированных настройках параметров канала (интерфейса) ИВ. Более развитый вариант (III) предполагает односторонние (инициативно предпринимаемые системой S_1) действия по оптимизации интерфейса. Система S_1 варьирует параметры передачи и наблюдает за реакцией S_2 , например по частоте запросов на повторение. По результатам наблюдений система S_1 единолично (т.е. без учета ресурсов системы S_2) принимает решение о выборе оптимальных параметров ИВ. Ограничение данного варианта состоит в том, что для системы S_2 цена получаемой информации может быть вовсе не минимальной. Вариант (IV) включает диалог между S_1 и S_2 , по выбору оптимального режима целевого ИВ. В ходе диалога в той или иной форме могут быть сопоставлены затраты систем S_1 и S_2 по ИВ и выбраны компромиссные параметры обмена.

В варианте (V) системы так же ведут служебный диалог первого уровня, но кроме того система S_1 наделена функцией инициирования параметров диалога первого уровня. Как и в вариантах (I) и (III), ограниченность состоит в односторонности: система S_1 может инициировать диалог по выбору новых параметров, но для S_2 сам этот диалог может быть слишком ресурсоемким. Наконец, вариант (VI) предполагаем служебный диалог второго уровня. Системы симметрично наделены правами инициализации параметров диалога первого уровня, в результате чего возможно сопоставления затрат и принятие компромиссного решения по ведению диалога первого уровня.

Иерархия стратегий ИВ не ограничивается перечисленными 6 вариантами. По рассмотренной схеме может быть определен инициативный или диалоговый служебный информационный обмен любого уровня. С ростом числа служебных диалогов растет уровень интеллектуальности ИВ, но вместе с тем усложняется процедура ИВ и растет ресурсоемкость. Поэтому каждому конкретному уровню сложности (ресурсообеспеченности) взаимодействующих систем S_1 и S_2 должен соответствовать вполне определенный уровень интеллектуальности интерфейса их взаимодействия, определяемый целесообразностью.

Интерпретация

Элементы существующих технических систем, в качестве примера, могут быть интерпретированы в рамках представленной иерархии интерфейсов ИВ:

	(ТС↔ТС)	(ТС↔ЧО)	(ЧО↔ЧО)
I	Симплексная система связи.	Сигнализирующая система.	Лекционный курс через средства массовой информации.
II	Система связи с квитированием передаваемой информации.	Сигнализирующая система, требующая подтверждения оператора.	Лекционный курс по фиксированной программе перед живой аудиторией.
III	Пакетная связь с регулировкой размера пакета в зашумленном канале.	Сигнализирующая система с нарастающим воздействием на оператора.	Лекционный курс + корректирующие семинарские занятия.
IV	Сетевое аппаратно-программное обеспечение	Адаптивный интерфейс ввода-вывода информации.	Лекционный курс + семинарские занятия + контрольные работы.
V	–	Адаптивный интерфейс ввода-вывода с настройками.	Лекционный курс + ... + индивидуальные консультации.
VI	–	–	Занятия по индивидуальной форме программы
...	–	–	ИВ в творческих коллективах.

Представленный в таблице набор примеров не претендует на полноту, но иллюстрирует следующий тезис. Чем более высокими являются интеллектуальные уровни взаимодействующих систем, тем более высокого, согласно иерархии (рисунок 2), интеллектуального уровня ИВ между ними может быть организовано. Представляется очевидным, что пары взаимодействующих систем – столбцы в таблице – в интеллектуальном отношении могут быть упорядочены

$$(ТС \llcorner ТС) < (ТС \llcorner ЧО) < (ЧО \llcorner ЧО).$$

В соответствии с такой оценкой, в таблице для (ТС↔ТС) представлены примеры не выше **IV** уровня иерархии, для (ТС↔ЧО) – не выше **V** уровня, а для (ЧО↔ЧО) – выходящие за границы уровней, демонстрируемых рисунком 2 (как отмечалось число уровней не ограничено). Из сказанного следует, что:

- звено (ЧО↔ЧО) может служить источником прототипов при моделировании звеньев (ТС↔ЧО) и (ТС↔ТС);
- звено (ТС↔ЧО) целесообразно рассматривать как потенциально продуктивную среду для моделирования элементов интеллектуального взаимодействия (ТС↔ТС).

Звено “техническая система – человек оператор”

Компьютеризация человеческого окружения сопровождается лавинообразным нарастанием объемов информации, визуализируемой ТС и обрушиваемой на ЧО. При этом подавляющая часть содержательной информации, как и в докомпьютерные времена, представляется в виде *текстового потока* (ТП), что связано с надежностью и отработанностью знакового информационного канала у человека. Целесообразно рассматривать иерархию вариантов ИВ для звена (ТС↔ЧО) именно по знаковому информационному каналу, реализуемому со стороны ТС интерфейсом знакового ввода-вывода.

Дисплей, на который выводится текущая текстовая информация, является реализацией варианта ИВ **I**. Скорость подачи ТП современными ТС многократно превы-

шает возможности человеческого восприятия. Система с возможностью остановки ТП для полного прочтения (например, поэкранно) реализует вариант ИВ **II**. При больших объемах текстовой информации обновление экрана вручную утомительно для оператора. Система с автоматическим скроллингом экрана с небольшой, приемлемой для оператора, скоростью соответствует варианту ИВ **III**. В отличие от ТС, рабочие характеристики ЧО не сохраняются неизменными в течение сеанса (ТС↔ЧО): оператор подвержен уставанию. Более мягкий режим, соответствующий варианту ИВ **IV**, обеспечивается при автоматическом скроллинге с текущей регулировкой “быстрее-медленнее”.

Последний вариант системы работает с двумя видами информации: целевой (воспроизводимый системой ТП) и служебной первого уровня (управление скоростью ТП). Как отмечалось, большинство современных технических систем работает в ситуации с детерминированным распределением ресурсов. Квота ресурсов, выделяемая системой S_1 для взаимодействия с системой S_2 , не меняется; соответственно, отсутствует служебный обмен второго уровня. Ситуация из-

меняется, как только ресурсы наращиваются или перераспределяются. В звене (ТС↔ЧО) этот процесс можно смоделировать и исследовать на примере обучающих (тренирующих) систем различного назначения. Такой подход исключительно благоприятен тем, что ЧО в звене (ТС↔ЧО) априорно является высоко интеллектуальной системой. Задача сводится к созданию адекватно взаимодействующей с ним ТС и может решаться последовательными приближениями при разработке серии ТС с нарастающим числом уровней служебного информационного обмена.

Данный подход удобен так же тем, что имеется возможность объективно сравнить (в статистическом смысле) эффективность отдельных вариантов систем по эффективности реализуемого им процесса обучения (тренировки). Кроме того, подход привлекателен своим прикладным характером. В рамках подхода попутно (как побочный продукт) могут быть разработаны серии обучающих программ, эффективность которых может быть подтверждена (в статистическом смысле) в процессе их эксплуатации.

Система для тренинга скоротения

Вопросы синтеза ТС для взаимодействия с ЧО, с многоуровневым обменом служебной информацией частично рассмотрены в [3-4] на примере системы обучения скоротению. Данная задача полностью соответствует ситуации с наращиванием ресурсов. ЧО в ней имеет положительную мотивацию по наращиванию скорости приема информации; ТС взаимодействует с ним, реализуя его ресурсы (скорость чтения) по мере их наращивания (тренировки).

ТС содержит нечеткую подсистему регулирования скорости ТП. Подсистема включает иерархически вложенные контуры управления по трем параметрам: длине строки, циклически изменяемому времени экспозиции и нарастанию темпа смены строк

[3]. ТП экспонируется построчно. Длина строки определяется лингвистическими переменными (ЛгП) “многословность” и “многозначность”, которые определяются числом слов и знаков в строке. Время экспозиции строки рассчитывается по набору *решающих правил* (РП), определенных для указанной пары ЛгП. На расчетное время накладывается медленное постоянное сокращение и небольшие циклически изменяющиеся (положительные и отрицательные) приращения времени экспозиции, аналогично описанному в [4]. Указанные процессы определяются собственными (вложенными) контурами нечеткого управления, построенными на своих ЛгП и наборах РП. На совокупности трех контуров строится система с обратной связью. ЧО при некомфортной скорости подачи строк воздействует на ТС (через клавиатуру компьютера), чем сокращает темпы нарастания подачи ТП.

При надлежащем подборе параметров трех указанных нечетких процессов, рассмотренная система обеспечивает компромиссное решение для звена (ТС«ЧО»). За счет обратной связи ТС поддерживает комфортную для ЧО скорость подачи ТП; в то же время ЧО постоянно испытывает со стороны ТС позитивное тренирующее воздействие, благодаря которому наращивает темп чтения.

Выводы

Звено взаимодействия “техническая система – человек оператор” представляет интерес, как среда моделирования взаимодействия интеллектуальных технических

систем. Человек - оператор является интеллектуальным элементом априорно; параметры технической системы могут варьироваться в процессе эксперимента; наблюдением и сопоставлением могут быть получены данные об эффективности информационного взаимодействия. В качестве прикладной области рассмотрена задача из области автоматизированного компьютерного обучения: тренинг оператора по скорочтению. Привлекательность данной задачи состоит в гарантированной положительной мотивации оператора, что важно для однородности проведения экспериментов.

Литература

1. Л.А. Заде. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
2. Д.А. Поспелов. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. – М.: Наука, 1986.
3. О.Ф. Михаль. Принципы организации системы дистанционного обучения скорочтению на локально-параллельных нечетких алгоритмах. // Образование и виртуальность. - 2002. Харьков - Ялта: УАДО, 2002, с. 112-116.
4. А.Г. Зырянов, С.С. Котегов и др. Скорочтение и ЭВА. // Микропроцессорные средства и системы.- 1990.- №16.- с. 90 - 92.

УДК 519.687

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕДУКТИВНЫХ БАЗ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Н.Н. Буслик

Доктор технических наук, профессор кафедры искусственного интеллекта, Харьковский национальный университет радиоэлектроники. пр.Ленина, 14, г.Харьков, Украина.

E-mail: buslik@datalab.kharkov.ua

Д.А. Летучий

Магистр-системный аналитик, младший научный сотрудник кафедры искусственного интеллекта, Харьковский национальный университет радиоэлектроники. пр.Ленина, 14, г.Харьков, Украина.

E-mail: letuchy@datalab.kharkov.ua

Проанализирована возможность применения технологии дедуктивных баз данных для реализации задач принятия решений. Рассмотрены характерные прикладные задачи, в которых использование традиционных методов теории принятия решений затруднено. Описаны компоненты дедуктивной базы данных. Предложены принципы создания систем управления дедуктивными базами данных.

Анализ проблемы

Многие современные информационные системы, обслуживающие бизнес-процессы и процессы управления организационно-техническими комплексами, характеризуются как системы поддержки принятия решений (СППР). Основными функциями такой системы являются изучение ситуаций, возникающих в предметной об-

ласти, выработка и оценка вариантов поведения на основе статистического и интеллектуального анализа данных, отражающих результаты управляемой деятельности на протяжении длительных периодов времени. Важное место в таких системах отводится применению передовых технологий баз данных и, прежде всего, - технологии интерактивной аналитической обработки данных (OLAP) [1]. Наряду с традиционными требованиями, предъявляемыми к СУБД, такими, как поддержка архитектуры