Проблемы бионики
1998. Вып. 49. С. 81—89

ХТУРЭ

УДК 612.821:007

Д. А. ГЕВЧУК, С. И. МАТОРИН

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ КОМПЬЮТЕРА И ЧЕЛОВЕКА

Считается, что "мы уже подошли к границе, за которой системы искусственного интеллекта вплотную приблизятся к человеку, а в чем-то и превзойдут человеческие возможности" [1, с. 119]. Эта ситуация требует "придания естественности порождаемым нами искусственным системам" и "снова выдвигает вопрос об определении самого понятия «разумности»" [1, с. 120— 121]. Поэтому не случайно в 80 — 90-е гг. предмет и содержание искусственного интеллекта (ИИ) подверглись серьезному переосмыслению. Ведущая тенденция связана с возрастанием удельного веса коннекционизма и эволюционного моделирования в структуре исследований по ИИ [2].

Названные обстоятельства свидетельствуют о том, что актуальной задачей является сравнительный анализ функций человеческого интеллекта, моделируемых средствами ИИ, и компьютерных информационных процессов, посредством которых осуществляется это моделирование. Результаты такого сравнительного анализа могут оказаться полезными при решении конкретных задач интеллектуализации компьютерных систем и технологий.

Сравнительный анализ систем переработки информации человека и современного компьютера может быть проведен путем сравнения их партитивных (целочастных) классификаций. Для этого необходимо представить компьютерную систему в виде подсистем, соответствующих уровням сенсомоторной активности, т. е. в виде, подобном партитивной классификации человека, приведенной в предыдущей статье [3]. Рассмотрим эти подсистемы (рисунок), каждая из которых состоит из блоков (компонент), аналогичных описанным в упомянутой статье.

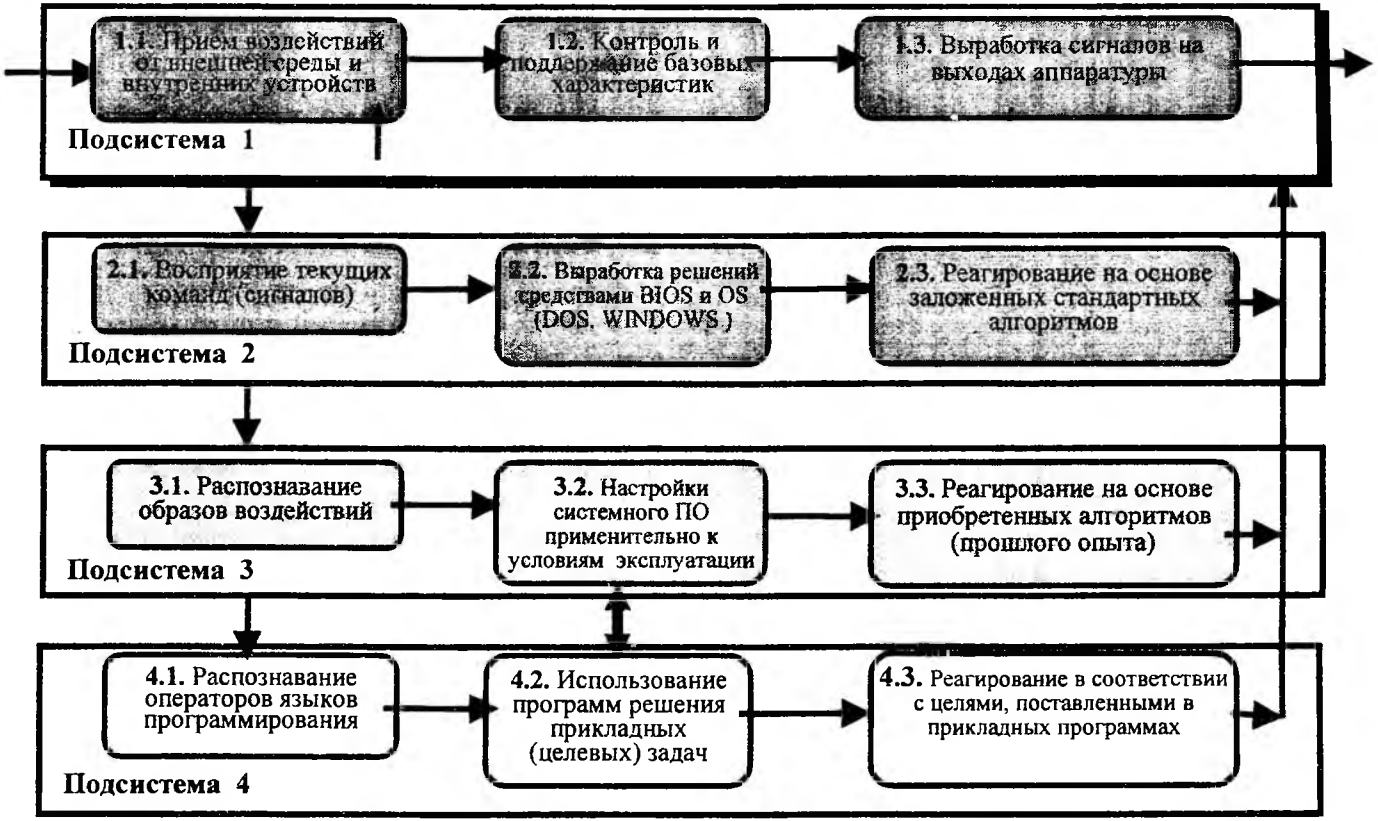
Подсистема 1. Аппаратура. Блоки:

1.1. Прием физических воздействий внешней среды и внутренних устройств.

1.2. Контроль и поддержание постоянства базовых характеристик подсистемы.

1.3. Активность в виде электрических процессов на выходах аппаратуры (срабатывание микроконтроллера клавиатуры, обеспечение требуемой частоты вращения CD-диска и т.д.).

В эту подсистему включаются, таким образом, только физиче-


1.1. Прием воздействий от внешней среды и внутренних устройств
1.2. Контроль и поддержание базовых характеристик
1.3. Выработка сигналов на выходах аппаратуры
Подсистема 1
2.1. Восприятие текущих команд (сигналов)
2.2. Выработка решений средствами BIOS и OS (DOS, WINDOWS)
2.3. Реагирование на основе заложенных стандартных алгоритмов
Подсистема 2
3.1. Распознавание образов воздействий
3.2. Настройки системного ПО применительно к условиям эксплуатации
3.3. Реагирование на основе приобретенных алгоритмов (прошлого опыта)
Подсистема 3
4.1. Распознавание операторов языков программирования
4.2. Использование программ решения прикладных (целевых) задач
4.3. Реагирование в соответствии с целями, поставленными в прикладных программах
Подсистема 4

ские процессы, происходящие в компьютерной системе, – от приема входных воздействий до возмущений на выходах аппаратуры. В ней самой управление основано на поддержании постоянства базовых характеристик, которые свойственны системе с данной архитектурой или конфигурацией.

Подсистема 2. Системное программное обеспечение. Блоки:

2.1. Восприятие текущих сигналов на основе воздействий, принятых подсистемой 1, распознавание текущих команд, заложенных в системном программном обеспечении (ПО).

2.2. Выработка и принятие решений в связи с текущей ситуацией средствами BIOS, OS или другого системного ПО.

2.3. Активность в текущей ситуации на основе заложенных, стандартных алгоритмов.

Данная подсистема обеспечивает первичную информационную (семантическую) обработку воздействий, принятых подсистемой 1. Она представляет собой, таким образом, уже информационный процесс, в ходе которого физические явления, сопровождающие воздействия на предыдущую подсистему, интерпретируются как сигналы (команды), т. е. как информация. Последняя используется в ходе анализа текущей ситуации, а также для реализации заложенных, стандартных алгоритмов.

Подсистема 3. Системно-прикладное ПО. Блоки:

3.1. Отражение информации, поступающей из подсистемы 2. Оно состоит в распознавании конкретных образов ситуации по сходству с предварительно сформированными образами. Предварительное формирование образов, имеющих сходство с отражаемыми ситуациями, осуществляется в процессе настроек системного ПО применительно к конкретным условиям эксплуатации компьютерной системы.

3.2. Выработка и принятие решений средствами прикладной части системного ПО, реализующей представление и изменение образов ситуаций с помощью инструментальных программ, макросов и текущих настроек.

3.3. Активность в виде реагирования на основе приобретенных алгоритмов (прошлого опыта).

Данная подсистема обеспечивает вторичную информационную (семантическую) обработку информации. Она представляет собой также информационный процесс, в ходе которого информация, полученная в предыдущей подсистеме, подвергается дальнейшей обработке. На основе этой информации формируются образы ситуаций, которые используются прикладной частью системного ПО, обеспечивающей учет прошлого опыта и, таким образом, реагирование на основе приобретенных алгоритмов.

Подсистема 4. Прикладное ПО. Блоки:

4.1. Отражение информации, поступающей из подсистемы 3. Оно со-

стоит в распознавании знаков (операторов языков программирования). Предварительное формирование знаковых образов в компьютерной системе осуществляется путем обучения через установку соответствующих программ.

4.2. Выработка и принятие решений средствами прикладных программ, обеспечивающих использование логических конструкций на базе языковых средств.

4.3. Активность в виде реагирования в соответствии с целями, поставленными в прикладных программах.

Данная подсистема представляет собой, таким образом, также информационный процесс, в ходе которого информация, полученная в предыдущей подсистеме, подвергается дальнейшей обработке. На основе этой информации знаковые образы (операторы языков программирования) используются прикладными программами для реагирования в соответствии с поставленными в них целями.

Можно согласиться с тем, что "вполне уместно и даже полезно принять одну очень специфическую точку зрения и в соответствии с открываемой ею перспективой рассматривать человека как систему обработки информации. И поскольку вычислительная машина (машина Тьюринга) представляет собой универсальную систему обработки информации, то естественно сопоставлять человека, рассматриваемого с этих позиций, с вычислительной машиной" [4, с. 226]. Анализ предложенной партитивной классификации компьютерной системы показывает, что эти подсистемы, в общих чертах, аналогичны уровням сенсомоторной активности человека, описанным в работе [3], и сопоставимы с ними. Рассмотрим, в чем конкретно проявляется эта аналогия.

В данном случае, как и при рассмотрении человеческой системы переработки информации, можно утверждать, что каждая следующая по номеру подсистема, представляя собой, конечно, новое качество, не может, однако, функционировать без информации, вырабатываемой предыдущей подсистемой. Таким образом, каждая следующая подсистема является как бы эволюционной надстройкой над предыдущей. Например, прикладные программы на уровне подсистемы 4 могут функционировать только при наличии настроенного для конкретных условий эксплуатации системного ПО на уровне подсистемы 3. Соответственно, эти настройки – результат наличия на уровне подсистемы 2 стандартных алгоритмов. Работа последних, в конце концов, основана на возможностях подсистемы 1. Кроме того, каждая следующая подсистема, как и аналогичный уровень сенсомоторной активности, обеспечивает большую степень разнообразия выходных функций и, таким образом, дает возможность решения все более разнообразных и более сложных задач системой в целом.

Функции и особенности данных подсистем, как и при рассмотрении уров-

ней сенсомоторной активности, могут быть проиллюстрированы примерами. Счеты и арифмометр представляют собой только подсистему 1, калькулятор – совокупность подсистем 1 и 2, компьютер без системного ПО (программируемый калькулятор) – совокупность подсистем 1 – 3. Наличие у компьютерной системы следующей по номеру подсистемы обусловливает необходимость повышения качества и эффективности функционирования предыдущей и, кроме того, у разных компьютерных систем качество подсистемы верхнего уровня будет различным, соответствующим уровню развития систем данного класса. История развития компьютеров может быть представлена как процесс повышения качества имеющихся подсистем, соответствующих уровням сенсомоторной активности, и добавления новых подсистем (уровней) по мере усложнения задач, решаемых компьютерами.

Процесс совершенствования функционирования подсистем компьютерной системы также может быть рассмотрен аналогично совершенствованию уровней сенсомоторной активности человека. Например, повышение качества подсистемы 2 происходит в результате появления нового поколения системного ПО для целого класса компьютерных систем. Совершенствование подсистемы 3 осуществляется путем приобретения конкретной компьютерной системой положительного (в данных условиях функционирования) опыта, т. е. в процессе обучения – инсталляций, настроек, создания макросов и т. д. В этом процессе может и не использоваться опыт, полученный ранее на другом компьютере в подобных условиях эксплуатации. Наконец, нормальное функционирование и совершенствование подсистемы 4 обеспечивается только путем предварительной настройки и подготовки конкретной компьютерной системы, в ходе которых обязательно привлекаются результаты, полученные ранее на других компьютерах (трансляторы, компиляторы и т.д.).

Некоторая аналогия с уровнями сенсомоторной активности человека наблюдается и при обнаружении особенностей одноименных подсистем у различных компьютерных систем. Компьютеры, отличающиеся друг от друга системным ПО, очевидно, имеют определенные различия в особенностях функционирования подсистемы 2; отличающиеся друг от друга условиями эксплуатации – различия в подсистеме 3; отличающиеся друг от друга функциональным предназначением – различия в подсистеме 4.

Однако между подсистемами компьютерной системы и уровнями сенсомоторной активности человека, рассмотренными в [3], существуют принципиальные различия, отраженные в таблице. Глубокое осознание этих

№ блоков	Функции блоков подсистем		Аналогия (результаты сравнения)
	человека	компьютерных систем (КС)	
1.1	Прием физических воздействий	Прием физических воздействий	Очень сильная
1.2	Поддержание постоянства характеристик внутренней среды в целях обеспечения самосохранения	Контроль и поддержание постоянства базовых характеристик	Слабая У КС нет инстинкта самосохранения
1.3	Активность в виде физических проявлений в целях обеспечения самосохранения	Активность в виде физических проявлений	Сильная Но у КС нет собственной активности.
2.1	Восприятие текущих сигналов. Распознавание заложенных от рождения сигналов. Формирование целостного образа текущей ситуации	Восприятие текущих сигналов. Распознавание заложенных в системном ПО команд (сигналов)	Очень сильная из-за наличия средств распознавания образов
2.2	Выработка и принятие решений в связи с текущей ситуацией за счет различения жизненно важных ее характеристик, в том числе удовольствия и боли, средствами наглядно-действенного мышления	Выработка и принятие решений в связи с текущей ситуацией средствами системного ПО	Слабая. У КС отсутствует способность различать жизненно важные сигналы удовольствия и боли
2.3	Активность в текущей ситуации на основе врожденных безусловных рефлексов (инстинктивное поведение)	Активность в текущей ситуации на основе заложенных стандартных алгоритмов	Сильная. Но у КС нет собственной активности
3.1	Отражение образов конкретных ситуаций, состоящее в их распознавании по ассоциации по сходству с предварительно сформированными обобщенными образами	Отражение образов конкретных ситуаций, состоящее в их распознавании по сходству с предварительно сформированными образами	Очень сильная из-за наличия средств распознавания образов

Окончание таблицы

№ блоков	Функции блоков подсистем		Аналогия (результаты сравнения)
	человека	компьютерных систем (КС)	
3.2	Выработка и принятие решений средствами образного мышления, осуществляемого с помощью образного представления ситуации и воображения ее изменений с учетом различных воспринятых и отраженных характеристик объектов	Выработка и принятие решений средствами прикладной части системного ПО, обеспечивающей представление и изменение образов ситуаций с помощью инструментальных программ, макросов и текущих настроек	Сильная. Но у КС отсутствует собственная оценка при представлении ситуации, а также воображение
3.3	Активность в виде мотивированного поведения на основе условных рефлексов (прошлого опыта)	Активность на основе приобретенных алгоритмов (прошлого опыта)	Сильная. Но у КС нет мотивов и активности
4.1	Отражение информации, состоящее в распознавании чувственно не воспринимаемых образов по ассоциации по смежности с предварительно сформированными знаковыми образами	Отражение информации, состоящее в распознавании знаков (операторов языков программирования) по предварительно сформированным знаковым образам	Очень сильная за счет моделирования понимания языковых знаков
4.2	Выработка и принятие решений средствами словесно-логического мышления, осуществляемого с помощью понятий и логических конструкций на базе языковых средств, а также с помощью обобщения путем абстрагирования	Выработка и принятие решений средствами прикладных программ, обеспечивающих использование логических конструкций на базе языковых средств	Сильная за счет моделирования механизмов вывода и доказательства. Но у КС нет адекватных моделей абстрагирования
4.3	Активность в виде сознательного, рационального поведения на основе целеполагания, с учетом планирования и прогнозирования развития и изменения	Активность в виде реагирования в соответствии с целями, поставленными в прикладных программах	Слабая. У КС отсутствует способность к целеполаганию данной ситуации

различий позволяет определить и сформулировать направление исследований, в результате которых возникает потенциальная возможность уменьшения различий — в целях дальнейшего совершенствования компьютерных систем на качественно новом уровне.

Приведенные результаты сравнительного анализа показывают, что в определении «разумности», или интеллекта, должны быть учтены характеристики всех уровней сенсомоторной активности человека, в том числе инстинкт самосохранения подсистемы 1, а не только рациональность и целеполагание подсистемы 4, как это в основном делается до сих пор. "Вопрос о том, что должна представлять собой «врожденная» система потребностей искусственного субъекта и чем должна определяться для него система ценностей и мотиваций" [1, с. 120] также должен решаться с учетом всех рассмотренных составляющих информационной интеллектуальной деятельности. Это значит, что, если некоторая система претендует на звание системы ИИ, она должна демонстрировать поведение на основе своего собственного целеполагания и планирования. Целеполагание невозможно без мотивов, основанных на представлении об удовольствии и боли. Это представление, в свою очередь, основано на собственном желании жить, существовать.

Подобные соображения относительно целей поведения живых организмов известны. В литературе отмечается, что "глобальные цели почти всегда разбиваются на отдельные подцели, в основе которых почти всегда лежит задача сохранения целостности организма и поддержания состояния внутренней среды в определенных допустимых пределах" [5, с. 23]. Предложенный нами подход, однако, позволяет обнаружить определенную структуру и взаимосвязь этих подцелей, что приводит к важным выводам.

Главный вывод заключается в том, что создание ИИ, действительно моделирующего естественный интеллект, должно предусматривать адекватное моделирование первого уровня сенсомоторной активности человека, т.е. учитывать принцип адекватности биосистемы [6] путем моделирования инстинкта самосохранения.

Продемонстрированная выше возможность представления человека и компьютера с помощью однотипной функциональной структуры позволяет предполагать, что данная методология может рассматриваться как универсальная при анализе сложных систем, обладающих активностью и способностью к отражению.

Список литературы: 1. *Поспелов Д.А.* Искусственная естественность и естественная искусственность // Новости искусств. интеллекта. 1995. № 4. С. 118–121. 2. *Тарасов В.Б.* От искусственного интеллекта к искусственной жизни: новые направления в науках об искусственном // Там же. С. 93–117. 3. *Маторин С.И.* Детерминантный анализ системы переработки инфор-

мации человека. — См. статью в настоящем сборнике. 4. *Вейценбаум Дж.* Возможности вычислительных машин и человеческий разум. От суждений к вычислениям: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1982. 368 с. 5. *Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А.* От амебы до робота: модели поведения. М.: Наука, 1987. 288 с. 6. *Словарь* по кибернетике / Под ред. В.С. Михалевича. К.: Гл. ред. Укр. сов. энцикл., 1989. 751 с.

Поступила в редколлегию 26.05.98