

Андрей Гаврилов

Новосибирский Электротехнический Институт

ДИАЛОГОВАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ПРОГРАММ ДЛЯ РОБОТОВ

Резюме. В докладе представлена диалоговая система приготовления программ для роботов. Выделены модули подготовки и контроля. Описаны команды языка БАПР для программирования роботов. Представлен пример программирования действий робота.

В настоящее время одной из актуальных задач в области робототехники является создание адаптивных и интеллектуальных роботов с развитыми средствами программирования на естественном или ограниченном естественном языке, привычном технологу-программисту [1]. В статье описаны принципы построения системы подготовки программ (ДИСПОР), являющейся частью системного программного обеспечения транспортного робота-манипулятора (СПОР) с элементами искусственного интеллекта. На рис. 1 показана структура СПОР.



Рис.1. Структура системного программного обеспечения транспортных роботов (СПОР)

Rys.1. Struktura systemowego oprogramowania robotów transportowych /SPOR/

ДИСПОР в процессе диалога с технологом-программистом на языке близком к естественному, синтезирует управляющие программы для роботов и размещает их в виде файлов на внешнем носителе (гибком магнитном диске). Управляющая программа кодируется на промежуточном базовом языке программирования транспортных роботов (БАЯР). После подготовки комплекса управляющих программ они могут пройти дополнительный контроль и оптимизацию с помощью диалоговой системы контроля и оптимизации управляющих программ (ДИСКОН). После этого, если ошибок не обнаружено, носитель с управляющими программами переносится на систему управления роботом (роботами), где управляющие программы загружаются и интерпретируются операционной системой робота (ОСР).

Принципы построения ДИСПОР

При разработке ДИСПОР была сделана попытка смоделировать процесс обучения понятиям предметной области без обучения грамматике языка. Суть такого обучения заключается в показе соответствия между тем, что демонстрируется системе (новыми словами) и тем, что она уже знает (ранее определенными словами и операторами языка программирования роботов БАЯР). При этом на грамматику языка (падежные окончания, порядок слов и т.п.) не обращается внимания [2]. Распознавание слов и словосочетаний происходит по их максимальной похожести. При необходимости система задает уточняющие вопросы. Такое распознавание позволяет игнорировать в какой-то степени искажения слов, что дает возможность использовать в ДИСПОР речевой ввод.

При разработке ДИСПОР мы исходили из стремления как можно меньше закладывать в нее априорной информации о языке и о предметной области. В ДИСПОР используются три типа входных предложений, которые распознаются по используемым в них знакам препинания:

- 1) повествовательные, включающие в себя тире или двоеточие и заканчивающиеся точкой,
- 2) повелительные, не включающие тире или двоеточие и заканчивающиеся точкой или восклицательным знаком,
- 3) вопросительные, заканчивающиеся знаком вопроса.

Повествовательные предложения служат для обучения системы понятиям предметной области. Обучение в конечном итоге сводится к формированию в базе знаний ДИСПОР соответствий между словами или словосочетаниями естественного языка и операторами или последовательностями операторов языка БАЯР.

Повелительные предложения служат для синтеза управляющих программ роботов. При их интерпретации ДИСПОР заменяет слова и словосочетания естественного языка на соответствующие им операторы языка БАЯР.

С помощью вопросительных предложений пользователь может спросить систему об известных ей понятиях, т.е. контролировать содержание базы знаний.

Кроме предложений на естественном языке с вкрапленными в них операторами языка БАЯР, ДИСПОР распознает и выполняет команды. Они подразделяют-

ся на две группы : команды , управляющие процессом диалога (начинаются с символа " & ") , и команды , управляющие процессом формирования управляющих программ (начинаются с символа " & ").

Первая группа команд включает в себя команды :

- начала диалога (&Н) , при выполнении которой ДИСПОР осуществляет идентификацию пользователя с использованием пароля и загрузку базы знаний ,

- изменение паролей (&П) , которая доступна только привилегированным пользователям ,

- просмотра содержимого словаря базы знаний (&С) ,

- удаления слова из базы знаний (&У) ,

- конца диалога (&К) , при выполнении которой ДИСПОР осуществляет разгрузку базы знаний на носитель и завершение работы.

Вторая группа команд включает в себя команды :

- начала формирования управляющей программы (&Н) ,

- просмотра содержимого уже сформированной управляющей программы (&П) ,

- отказа от формирования управляющей программы (&О) ,

- возвращение назад в процессе формирования управляющей программы на заданное количество символов (&В) ,

- конца формирования управляющей программы (&К) .

Базовый язык программирования транспортных роботов - манипуляторов БАЯР

Язык программирования роботов БАЯР разрабатывался , исходя из представления о том , что он должен :

- быть достаточно прост в понимании и интерпретации операционной системой роботов ,

- обладать полнотой для описания всех основных команд , которые могут обрабатывать транспортные роботы-манипуляторы ,

- быть пригодным для программирования роботов с достаточно произвольной кинематической схемой и позиционной системой управления ,

- иметь контекстно-зависимую грамматику , которая позволяет при максимальной простоте операторов и небольшом и небольшом их количестве достичь требуемой гибкости ,

- иметь средства для управления контекстом , в котором происходит интерпретация управляющих программ , написанных на нем ,

- иметь возможность расширения с целью включения в него новых операторов или подмножеств операторов .

Язык БАЯР включает в себя следующие группы операторов :

- 1) задания контекста ,
- 2) управлением движением робота ,
- 3) управления выполнением программ ,

- 4) описания условий,
- 5) описания точек в зоне обслуживания робота,
- 6) описания состояния робота и технологического оборудования,
- 7) сервисные операторы.

Оператор языка БЯЯР в общем случае имеет следующий синтаксис:

$\langle \text{оператор} \rangle :: = \langle \text{имя} \rangle / \langle \text{имя} \rangle \langle \text{параметр} \rangle$
 $\langle \text{параметр} \rangle :: = \langle \text{целое число} \rangle / \langle \text{знак операции} \rangle$
 $\langle \text{целое число} \rangle$

Имя оператора кодируется русской или латинской буквой, знак операции — одним из следующих символов:

- D — признак ссылки на объект определенный ранее, номер которого задан параметром оператора,
- $\&$ — признак ссылки на стандартный объект (не требующий определения в программе), номер которого задан параметром,
- $+ *$ — операции сложения и умножения, выполняемые над параметром, к которому адресуется оператор.

Объект, над которым могут выполняться операции сложения и умножения, являются одной из так называемых контекстных переменных: номер робота, номер звена робота, параметр перемещения звена, номер технологического оборудования, номер ячейки обработки в технологическом оборудовании и универсальное контекстное число. Операторы для задания соответствующих контекстных переменных имеют имена Р, З, П, О, Я и Ч.

В группу оператора управления движением робота входят операторы без параметра: аварийного останова (А), перехода в исходное (базисное) состояние (Б) и выполнения элементарного перемещения (действия) (Д). Параметры для элементарного перемещения при выполнении оператора Д (номер звена, номер робота, величина перемещения) равны значениям соответствующих контекстных переменных. Если контекстная переменная "параметр перемещения" содержит ссылку на точку в зоне обслуживания робота, оператор Д вызывает перемещение в эту точку. Точка может быть описана оператором Т, после которого следуют операторы X, Y, Z, задающие ее координаты в системе координат робота. Если присутствует только один из этих операторов, оператор Т определяет плоскость, если два — прямую, параллельную какой-либо оси координат. Описание точки (плоскости, прямой) заканчивается оператором К или символом "#f". Можно говорить о том, что оператор Т объявляет контекст описания точки, а оператор К или "#f" отменяет этот контекст.

С помощью операторов У и Е объявляется контекст описания условия. Оператор У имеет параметр — номер (идентификатор) условия, определяемого далее (в контексте этого оператора). В дальнейшем не это условие может ссылаться с помощью оператора Е, проверяющего его.

Оператор Е может не иметь параметра (ссылки на условие). В этом случае условие описывается после оператора В. После выхода из контекста, объявленного оператором Е, должен следовать оператор В (выполнить),

который объявляет контекст ветви, выполняемой при условии .

В контексте описания условия с помощью операторов описания состояния (С) и оборудования (Г) , а также с помощью логических связей И , ИЛИ и оператора Н (не) можно описать логические условия. Кроме того в этом контексте можно определять новые локальные значения контекстных переменных , а через них определять объекты, состояния которых проверяются. В операторах С и Г состояние описывается в виде целого числа-параметра оператора.

В группе операторов управления выполнением программы, кроме операторов Е и В , относятся оператор Ц задания контекста циклического участка и оператор И , обеспечивающий ожидание выполнения условия или конца интервала времени . Оператор Ц обеспечивает выполнение циклического участка пока истинен предикт , описываемый с помощью оператора Е до оператора Ц или после него, или заданное в параметре оператора Ц количество раз.

К сервисным операторам относятся некоторые операторы , помогающие отличать управляющие программы.

Все операторы , которые могут иметь параметр , интерпретируются без него. В этом случае значение параметра берется равным универсальному контекстному числу.

Представление знаний

В основу представления знаний в ДИСПОР положены следующие принципы:

- декларативное представление знаний [1] на основе семантической сети,
- принцип максимальной однородности семантической сети [3] .

База знаний ДИСПОР состоит из словаря , списка операторов языка БАЯР и семантической сети. Словарь и список операторов представляют из себя линейные связанные списки , динамически изменяемые и пополняемые в процессе обучения.

Семантическая сеть состоит из вершин - понятий и ребер семантических отношений . Понятия могут быть двух типов: терминальные Т и абстрактные А . Терминальным понятиям соответствуют слова или словосочетания на естественном языке, а также операторы языка БАЯР или фрагменты программы на языке БАЯР . В первом случае терминальное понятие назовем понятие-сенсором , во втором-понятием-актором. Абстрактным понятиям соответствует класс понятий. Семантические отношения могут быть двух типов: типа вхождения в понятие и типа эквивалентности.

Семантические отношения типа вхождения в понятие служат для отображения состава понятий обоих типов. Они не симметричны и состоят из двух семантических отношений : вхождения в понятие (I) и включения в состав (С).

Семантические отношения типа эквивалентности Е служат для отображения в базе знаний соответствий между понятиями и являются симметричными. Таким

образом, каждой n -той вершине семантической сети $G = \{g_i\}$ соответствует подмножество вершин $G^{(1)}$ таких, что $g_k \supset g_i \forall g_i \in G^{(1)}$, подмножество вершин $G^{(2)}$ таких, что $g_k \supset g_i \forall g_i \in G^{(2)}$, подмножество вершин $G^{(3)}$ таких, что $g_k \supset g_i \forall g_i \in G^{(3)}$.

На рис. 2 даны примеры семантических сетей, соответствующих трем повествовательным предложениям (рис. 2, а, б, в) и получающейся результирующей семантической сети (рис. 2, г). При программировании робота с использованием этой сети понятие "поднять" соответствует перемещение звена 2 (в вертикальном направлении) на 500 единиц вверх, понятие "иди к цели" - перемещение транспортного робота к точке I.

Более сложные семантические отношения, необходимые для моделирования внешней среды и состояния робота, конструируются из отношений вхождения в понятие и эквивалентности и понятий, связанных с некоторыми словами, с помощью которых идентифицируются понятия. К таким понятиям относятся: объект, агент, действие (агента на объект), место, время, определение, число (количество объектов в другом объекте), результат (действия) и т.п.

Формирование управляющей программы на языке БЯЯР

Формирование управляющей программы начинается с выполнения команды $\&N$. При этом ДИСПОР готовит для формируемой программы буфер в оперативной памяти. В него в дальнейшем по мере анализа вводимых с терминала повелительных предложений записываются в символьном виде операторы языка БЯЯР.

Анализ повелительного предложения сводится к выбору терминального понятия $g_k \in G$, связанного отношением эквивалентности с терминальным понятием $g_e \in G$. Понятия g_k и g_e должны удовлетворять следующим условиям: g_e - является отображением в семантической сети некоторой последовательности операторов языка БЯЯР,

g_k - является отображением в семантической сети словосочетания на естественном языке, включающего в себя максимальное количество слов из анализируемого повелительного предложения.

Соответствующая понятию g_e последовательность операторов помещается в буфер, т.е. в управляющую программу.

При выполнении команды $\&K$ ДИСПОР запрашивает у пользователя имя файла для хранения управляющей программы, открывает файл и размещает управляющую программу в нем.

Заключение

Диалоговая система подготовки программы разработана на языке ПАСКАЛЬ в операционной системе РАФОС. В первой версии ДИСПОР не реализован анализ вопросительных предложений и синтез ответов, вся база знаний во время работы ДИСПОР находится в оперативной памяти. В рамках расширения возможностей ДИСПОР планируется, помимо ликвидации этих недостатков, разработать

средства для моделирования внешней среды, в которой работает робот, и средства логической обработки базы знаний с целью контроля правильности смысла повелительных предложений.

ДИСПОР планируется к внедрению при построении гибкого автоматизированного производства на одном из предприятий г. Новосибирска.

Список литературы

- [1.] Попов Э.В.; Фрицман Г.Р.: Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта. - М.: Наука, 1976. - 445 с.
- [2.] Левин Д.Я., Нариньян А.С.: Экспериментальный минипроцессор. Семантически ориентированный анализ // Взаимодействие с ЭВМ на естественном языке/ Новосибир. электротехн. ин-т.- Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1978. - С.223-233.
- [3.] Золотов Е.В., Кузнецов И.П.: Расширение системы активного диалога. - М.: Наука, 1982. - 317 с.

Recenzent: Doc.dr h.inż. Franciszek Marecki

Wpłynęło do Redakcji do 1988-06-30.

DIALOGOWY SYSTEM PRZYGOTOWYWANIA PROGRAMÓW DLA ROBOTÓW

S t r e z s z e n i e

W referacie przedstawiono dialogowy system przygotowywania programów dla robotów, wyróżniając moduły przygotowania oraz kontroli. Opisane rozkazy języka BOJAR dla programowania robota. Przedstawiono przykład programowania sieci działań robota.

INTERACTIVE SYSTEM OF PROGRAM PREPARATION FOR ROBOTS

S u m m a r y

The interactive system of programs preparation is proposed. Modules of preparation and control are distinguished. Commands of language BOJAR for robot programming are presented. An example of programming of activity network for robot is given.