

УДК 519.682.5

Обзор и классификация способов диалогового взаимодействия, применимых для автоматизированных научных приборов. Павлюк О. В. — В кн.: Научное приборостроение. Теоретические и экспериментальные исследования. Л.: Наука, 1984, с. 119—125.

На основании обзора методов организации диалога и определения перечня требований к языкам диалога предлагается классификация известных способов интерактивного взаимодействия. Приводится краткий анализ выделенных типов диалога в соответствии с приведенными требованиями. Рассматривается возможность применения этих типов диалога при создании автоматизированных аналитических приборов для научных исследований. Лит. — 32 назв., табл. — 1.

IV. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИБОРОВ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

О. В. Павлюк

ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ДИАЛОГОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, ПРИМЕНИМЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ НАУЧНЫХ ПРИБОРОВ

Введение

Обеспечение научно-технического прогресса в самых различных сферах народного хозяйства в настоящее время немислимо без создания современного инструментария — приборов для научных исследований. Усложнение задач, стоящих перед исследователями, обусловило необходимость интенсивного внедрения средств вычислительной техники в научное приборостроение и создания на ее основе широкого спектра автоматизированных систем, в том числе и для аналитических приборов. Широкое использование в них средств вычислительной техники поставило перед конструкторами задачу реализации эффективного интерфейса человек—прибор, т. е. разработки диалоговых систем (ДС), обеспечивающих оперативный контакт исследователя с интересующим его процессом и предоставляющих ему максимум удобств при работе с устройством.

Ключевой проблемой проектирования ДС является выбор способа взаимодействия пользователя с прибором, т. е. типа диалога. К сожалению, в существующей литературе уделяется недостаточное внимание систематизации типов диалога и факторам, влияющим на его выбор. В настоящей работе на основании обзора методов организации диалога и определения перечня требований к языкам диалога предлагается классификация известных способов интерактивного взаимодействия и приводится краткий анализ выделенных типов диалога в соответствии с приведенными требованиями. В заключение рассматривается возможность применения выделенных типов при создании автоматизированных аналитических приборов для научных исследований. Предполагается, что диалог ведется на алфавитно-цифровом дисплее без использования специфических приемов, обусловленных возможностями графики.

1. Принцип классификации

В зависимости от учета тех или иных факторов выделяют от двух до двадцати и более различных типов диалога [1—6]. Однако, принимая во внимание то, что фактически типы диалога определяются используемым языком взаимодействия, они могут быть упорядочены по уровню его сложности, т. е. по типам языка в смысле Хомского [7]. Так, диалог на естественном и ограниченном естественном языке является диалогом на языках типа 0 и 1, диалог на языках программирования — диалогом на языках типа 2, а взаимодействие с помощью языка директив и его вариаций — диалогом на языке типа 3. Данная классификация позволяет определить способы его реализации (на основе применения соответствующего типа распознающих грамматик), оценить ее сложность и, таким образом, необходимые для этого усилия и стоимость.

Для того чтобы оценить другие характеристики пригодности языка при применении соответствующего типа диалога, рассмотрим требования, которые наиболее часто предъявляются к языкам взаимодействия.

2. Требования к языку диалога

1. Детерминизм. Язык должен обеспечивать для пользователя точность выражения идеи любого нужного ему действия, а также однозначность понимания команд системой и человеком [1, 2, 6, 8—10]. Это — важнейшее требование, невыполнение которого практически исключает возможность общения.

2. Психологическая естественность. Язык, включая контекст, должен быть ориентирован на соответствующую проблемную область. Операторы языка должны отражать типовые процедуры, характерные для задач данного класса, а операнды — соответствовать реальным объектам или их преобразуемым параметрам. В этом случае мнемоника операций и операндов легко ассоциируется с их действием или содержанием, что позволяет пользователю в наибольшей степени сосредоточиться на содержательной стороне диалога и снизить число ошибок, допускаемых при наборе с клавиатуры [11]. Другими словами, лексика языка должна быть максимально приближена к профессиональной, а синтаксис — приспособлен к возможностям пользователя, что достигается либо его упрощением, либо приближением к естественному [8, 12—18].

3. Концептуальное единство и экономичность языка. В основе языка должны лежать единый принцип, определяющий его структуру. Это требование находит свое воплощение в единстве синтаксиса, основными положениями которого являются: разбиение языка на предложения, выражающие неделимую, законченную мысль, простота формата предложений, небольшое количество и привычное использование разделителей, а также одинаковые признаки начала и конца предложений. Для директивных языков коды действий должны отделяться от списка параметров (через пробел, заключаться в скобки, разноситься в разные столбцы и т. п.), в котором наиболее предпочтительно использование ключевых, а не позиционных параметров. Синтаксические неточности, отвлекающие пользователя, должны отсутствовать [1, 2, 8, 19].

4. Простота изучения и освоения. Это требование к языку наиболее часто упоминается в литературе по ДС [1, 10, 13, 16, 18—26] и наиболее субъективно. В сущности же это свойство языка в значительной степени удовлетворяется выполнением предыдущих требований.

5. Полнота. Язык должен допускать выражение любого действия, относящегося к предмету диалога. Для того чтобы выполнить это требование, разработчик языка должен хорошо знать область и способ применения системы [8, 25].

6. Гибкость. Язык должен давать возможность организации последовательности действий, ведущих к достижению одной цели различными путями, т. е. выбирать разные пути исследования. При этом он должен иметь средства приспособления к различной квалификации пользователей [1, 8, 19, 20, 25—27].

7. Лакоичность. В отличие от экономичности здесь подразумевается минимизация объема вводимой информации, в том числе краткость часто используемых терминов и обеспечение факторов, снижающих нагрузку на пользователя при его работе за терминалом. Значимость этого требования возрастает с увеличением опыта работы с системой. С некоторого момента оно может стать решающим в оценке системы, поскольку очевидные для пользователя длины начинают вызывать раздражение.

8. Легкость реализации. Хотя это требование упоминается довольно редко [19, 28], очевидно, что на практике, при заданных аппаратных, временных и людских ресурсах, очень часто оно имеет решающее значение при выборе языка и, следовательно, типа диалога. Особую важность вопросы реализации приобретают при проектировании ДС на мини- и микро-ЭВМ, а также в условиях острого дефицита квалифицированных аналитиков и программистов.

9. Расширяемость и модифицируемость языка. Данное требование является отражением в языке необходимости персонализации ДС, что диктует наличие в нем механизмов обеспечения адаптируемости [1, 8, 17, 21, 22, 24—27].

10. Непроцедурность. Это требование подразумевает, что язык описывает лишь «что» делать, а «как» — заложено в соответствующие программы [16, 18]. Если создаваемая ДС носит исполнительный характер и редко требует моди-

фикации управляющих или обрабатывающих процедур, то вряд ли целесообразно заставлять пользователя каждый раз задавать соответствующие алгоритмы, особенно если они достаточно сложны и (или) объемны.

3. Классификация языков диалога

В соответствии с предложенным в п. 1 принципом языки (типы) диалога могут быть классифицированы следующим образом.

1. Диалог на естественном и ограниченном естественном языке. Теоретические и практические трудности создания диалога такого рода хорошо известны (см., например, [29]). Основная проблема — преодоление неоднозначности вводимых пользователем фраз, что связано с характерной для естественных языков многозначностью слов и высказываний, исключениями из правил и сильной контекстной зависимостью. Очевидно, более продуктивным на данном этапе подходом является использование различных подмножеств (ограниченного, «ломаного») языка, и в особенности, деловой прозы [30, 31], формирующейся в профессионально ограниченной сфере людей в процессе их производственных отношений. Несмотря на отдельные экспериментальные разработки систем с использованием ограниченного естественного языка сложность и объемность реализации делает невозможным их широкое применение для автономных ДС на мини-ЭВМ, а отсутствие устройств речевого ввода, исключающих необходимость в машинописной подготовке пользователя, вносит дополнительные трудности. Как отмечается в [3], исследование диалога на естественном языке заслуживает всяческого одобрения, однако вряд ли целесообразно для прикладных ДС в настоящее время.

2. Диалог на языке программирования. Достаточно очевидно, что универсальные языки типа ФОРТРАН или ПЛ/1 плохо приспособлены для организации диалога в силу их описательной громоздкости, необходимости серьезного предварительного обучения и отсутствия явной проблемной ориентации. В связи с этим были разработаны более простые и требующие минимального описания интерактивные языки, такие как ДЖОСС, АПЛ, БЕЙСИК и др. При разработке конкретной ДС их возможности обычно расширяются введением специальных операторов, которые и обеспечивают реализацию требуемых проблемных функций. Процесс диалога в данном случае сливается с процессом программирования на расширенном варианте языка, причем пользователь может дополнять и модифицировать проблемные функции системы непосредственно в диалоге и полностью контролировать все ее средства [5, 16, 32].

3. Диалог на языке директивного типа и его модификации [1—6]. Диалог, в основе которого лежит командный язык, наиболее распространен в проблемных ДС самого широкого профиля. Единый синтаксис и широкое использование мнемоники позволяют снизить объем вводимой информации и в то же время сохранить ее содержательный смысл. Каждая директива в общем случае состоит из кода, задающего требуемое действие, и списка параметров, обеспечивающего исходную информацию для этого действия. В конкретных приложениях синтаксис языка может быть весьма разнообразен, но почти всегда построен по этой схеме. Диалог с предварительным отображением формата (порядка и назначения отдельных полей) также обычно имеет единый синтаксис. При общении на языке директив пользователь практически свободен в задании значений полей: он выбирает их из достаточно широкого диапазона допустимых действий, параметров и их значений. Набор значений полей при задании директивы производится последовательно, друг за другом, а ввод в систему — параллельно, за один раз. Язык этого типа предназначен преимущественно для постоянных пользователей, хорошо ориентирующихся в предоставляемых им возможностях.

Модификацией директивного диалога является метод «расспрашивания» («вопрос—ответ»). Здесь требуемая информация вводится последовательно, небольшими порциями в ответ на соответствующий запрос. Этот способ может быть использован для задания действий и (или) данных, необходимых для осуществления диалога. Значения вводимых элементов, как и в предыдущем случае, выбираются из достаточно широкого, допустимого для системы диапазона.

Синтаксис языка как таковой здесь практически отсутствует. Вопрос или просьба ввести ту или иную порцию информации является, в сущности, определенной подсказкой. Когда некоторая смысловая группа данных введена, иногда целесообразно предъявлять ее пользователю целиком, для того чтобы он подтвердил ее правильность и смог увидеть в привычной для себя форме, после чего она окончательно передается на исполнение. Этот способ более ориентирован на не очень опытных пользователей или новичков, для которых существенна минимизация мыслительной нагрузки в каждом отдельном акте ввода, и не обладает гибкостью, присущей языку директив, поскольку последовательность ввода всегда жестко задана.

Уместно отметить, что такие способы диалога как «заполнение форм» и «диалог—модификация» являются простой разновидностью «расспрашивания». Заполнение формы может рассматриваться как «групповой» запрос, используемый вместо перечня соответствующих «элементарных» вопросов. Данный способ возник в результате широкого распространения баз данных и отражает привычный способ работы с учетной информацией — заполнение пустых полей в разнообразных бланках с поименованными графами. Иногда пользователю предоставляется несколько шаблонов-бланков, из которых он может выбрать наиболее привычный и удобный. В виде шаблонов-бланков может отображаться и выходная информация, структурированная в соответствии с документами, принятыми в данной проблемной отрасли. Если же требуется изменить информацию подобного рода, то это осуществляется с помощью «диалога-модификации». Пользователь подводит курсор к соответствующим полям формы и модифицирует их либо клавишами редактирования, либо печатанием нужного значения прямо поверх старого. Ему могут быть доступны либо все поля формы, либо только специальным образом помеченные. Сама форма, в том числе и наименования полей, обычно защищена от модификации.

В том случае, когда количество возможных ответов немногочисленно и строго ограничено, имеет место дальнейшее упрощение способа «вопрос—ответ», нашедшее свое отражение в форме «меню». Пользователю на экране предоставляется пронумерованный список, из которого он, задавая соответствующий номер, выбирает требуемую возможность. Если «меню» не умещается на экране, то в числе предоставляемых альтернатив указывается переход на следующую и (или) предыдущую страницу «меню». В другом случае используется иерархическое (древовидное) построение списка возможностей. Если требуется ввести сразу несколько разнородных данных и позволяют возможности дисплея, то применяется «мультименю», т. е. одновременное отображение нескольких «меню». Тогда для задания нужной информации пользователь вводит соответствующие номера альтернатив из каждого «меню». Иногда в рамках одного «меню» допускается ввод нескольких (списка) возможностей, которые далее обрабатываются в соответствии с порядком их перечисления (многответное «меню»). «Меню»-способы одинаково могут использоваться и для задания действий и для задания данных. Это средство ведения диалога больше всего подходит для начинающих и случайных пользователей, так как требует от них при работе минимальных предварительных сведений, подготовки и усилий. Вырожденным вариантом «меню» является предоставление пользователю единственной возможности (обычно вопроса) и бинарного ответа — «да» или «нет». Такой диалог ориентирован на случайных пользователей, фактически не требуя от них никакой подготовки и предварительных сведений о системе. Рассмотренные модификации директивного диалога приведены в таблице.

Изложенные в п. 2 основные требования к языкам диалога и их классификация позволяют отметить следующее.

Естественные языки. Основным недостатком естественных языков является отсутствие строгого детерминизма, проявляющееся во множестве исключений и сильной контекстной зависимости. Высокая гибкость, присущая языку, еще более увеличивает сложность его реализации. Отсутствие лаконичности, если оно не компенсируется соответствующими средствами (машинописная подготовка пользователя или устройство речевого ввода), также затрудняет его использование в ДС. Данный тип языков обладает слабым концептуальным единством и недостаточной экономичностью построения. Несмотря на эти

Формы диалога, основанные на языке директив

Директивные формы диалога	Количество одновременно вводимых элементов информации	Предварительное отображение вспомогательной информации для вводимых элементов	Количество предоставляемых возможностей	Количество допустимых ответов
Язык директив	Несколько	—	Любые из достаточно широкого диапазона	
Заполнение форм и диалог—модификация	Несколько	Для всех		
Вопрос—ответ	Один	Для одного		
Многоответное и «мультименю»	Несколько	Для всех	Несколько	Несколько
Обычное «меню»	Один	Для всех	Несколько	Один
Бинарное «меню»	Один	Для одного	Две	Один

недостатки, мощными средствами естественных языков, поддерживающими неослабевающий интерес к их освоению, являются полная психологическая естественность и максимальная гибкость в формулировке требуемых действий. Язык обладает абсолютной полнотой, а усилий для его изучения практически не требуется (если он не чужой). Естественный язык обладает широким диапазоном непроедурности, обеспечивая пользователю любую ее степень в зависимости от конкретной ситуации. Поэтому можно предположить, что после преодоления соответствующих практических и теоретических трудностей данный тип языка станет основным средством взаимодействия в интерактивных системах будущего [31].

Универсальные и интерактивные языки программирования. Основным недостатком универсальных языков является отсутствие их психологической естественности, т. е. довольно слабая ориентация на заданную проблемную область. Для их изучения, равно как и для реализации зачастую требуются значительные предварительные усилия. По сравнению с естественными языками они обладают большей лаконичностью, но тем не менее недостаточной для использования в диалоге. Отрицательным их качеством является также процедурность, т. е. требование явной записи алгоритма выполнения требуемых от системы действий. Однако степень этого недостатка может быть значительно уменьшена организацией и предварительным описанием необходимых процедур. Применение такого подхода позволяет оперативно изменять соответствующие алгоритмы управления или обработки и может при соответствующих средствах превратить процедурность в достоинство. Подобный способ широко используется в интерактивных языках программирования (БЕЙСИК, АПЛ), которые в отличие от универсальных более лаконичны и просты в освоении. Универсальные и интерактивные языки программирования обладают достаточным детерминизмом и в большей или меньшей степени концептуальным единством и экономичностью. Они обеспечивают хорошую гибкость и полноту и при необходимости могут быть легко расширены дополнительными проблемными функциями. Тем не менее языки этого типа мало приспособлены для ДС управляющего типа, а также в системах с объемными и сложными алгоритмами обработки информации. Ориентированы они в основном на пользователей-специалистов, которые способны запрограммировать нужный им алгоритм, но требуют от них предварительного изучения средств языка и механизмов его расширения.

Языки директивного типа и их модификации. Следует отметить, что эти языки наиболее многочисленны и наименее стандартизованы. Поэтому говорить об их достоинствах и недостатках можно лишь в той мере, в какой они могут обеспечиваться или избегаться. Основные трудности при реализации директивных языков вызывает выполнение требований гибкости и полноты. Это связано с тем, что обычно каждая команда предназначена для выполнения строго законченного действия; набор реализуемых действий должен обеспечить функциональную полноту интерфейса. Для этого разработчик языка должен хорошо ориентироваться в применении системы, а предоставление пользователю директив, в какой-то мере дублирующих уже имеющиеся функции, повышает избыточность ДС, требует дополнительных ресурсов и, следовательно, повышения стоимости, что не всегда допустимо. Однако если система обладает оперативной модифицируемостью (расширяемостью), то полнота ее достигается достаточно просто и быстро, уже в начале опытной эксплуатации. В силу того, что код директивы однозначно определяет выполняемое действие, а параметры — требуемую для него исходную информацию, язык директив обеспечивает полный детерминизм взаимодействия. Выделение проблемных операторов и операндов дает психологическую естественность общения, достигающую наивысшей степени (при соответствующих усилиях) в «расспрашивании», заполнении форм и «меню», а принятие простого единого синтаксиса — концептуальное единство и экономичность. Таким образом сводится к минимуму предварительное изучение языка, что особенно характерно для обычного и бинарного «меню». Использование мнемокодов и сокращений обеспечивает лаконичность, а простота синтаксиса, описываемого, как правило, грамматиками с простым предшествованием, — легкость реализации. Подобно предыдущим, эти два требования наиболее полно удовлетворяются в модификациях языка директив, где требуется скорее простой лексический, чем синтаксический анализ, а объем вводимой информации сведен к трем-четырем символам. Кроме того, языки директив легко обеспечивают нужную степень непроцедурности за счет выделения или синтеза операторов оптимального для пользователя уровня. Следует отметить, что хорошо спроектированный диалог на языке директив или его модификациях позволяет эффективно организовать взаимодействие с любым типом пользователей — случайных, постоянных, новичков и т. д.

Заключение

Приведенный анализ трех основных типов диалога показывает, что наиболее целесообразными для использования в автоматизированных аналитических приборах являются интерактивные языки программирования и языки директив. При этом организация диалога на языке программирования влечет за собой реализацию достаточно сложного транслятора, что требует определенного времени и специалистов соответствующего профиля. Применение уже реализованных языков связано с необходимостью их адаптации или расширения для заданной проблемной области. Кроме того, использование интерактивных языков программирования ограничено сферой приложения с несложными и не очень объемными алгоритмами обработки экспериментальных результатов либо необходимостью хорошего овладения программированием на этом языке.

В данное время наиболее эффективным для организации диалога в автоматизированных аналитических приборах является применение языков директив и их модификаций. Простота реализации, которая может быть выполнена неспециалистом по языкам, детерминизм взаимодействия, легкость эксплуатации и психологическая естественность применения наряду с полнотой и гибкостью делают их хорошим средством повышения эффективности исследований. При этом мощные приборы с развитыми возможностями наиболее целесообразно оснащать языками директив соответствующей полноты и гибкости, а установки с ограниченными средствами — более простыми их формами («вопрос—ответ» и «меню»). Применение бинарного «меню» в силу его весьма ограниченных возможностей и ориентации на случайных пользователей представляется мало-

вероятным, а заполнение форм, как уже было отмечено, более отвечает задачам организации баз данных, чем задачам управления и обработки информации, характерным для современных научных приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Hebditch D.* — Man/ Comput. Commun. Infotech State Art. Rept. Meidenhead, 1979, v. 2, p. 171.
2. *Gildersleeve T. R.* Successful data processing system analysis. New York, 1978.
3. *Мартин Д.* Системный анализ передачи данных. М. 1975, т. 1.
4. *Martin J.* Design of man-machine dialogues. New York, 1973.
5. *Нахмансон М. С., Шульмейстер В. М.* — Управляющие системы и машины, 1980, № 5, с. 111.
6. *Тимошук В. С., Титкин И. В.* Диалоговые системы в автоматизированном проектировании объектов строительства: Обзоры по электронной технике. Сер. 7. М., 1979, вып. 7 (649).
7. *Хомский Н.* — В кн.: Кибернетический сборник, 1962, вып. 5, с. 279.
8. *Фолл Д., Уоллес В.* — ТИИЭР, 1974, т. 62, № 4, с. 54.
9. *Брановицкий В. И.* и др. — Управляющие системы и машины, 1978, № 4, с. 3.
10. *Eskelson N.* — Elektron. Rechenanl., 1971, N 5, S. 212.
11. *Van Nes F. L.* — Ergonomics, 1976, v. 19, N 2, p. 165.
12. *Dietrich K. u. a.* — Rechentchnik/Datenverarbeitung, 1980, N 7, S. 10.
13. *Викторов Л. П.* МИМ — монитор для интерактивного моделирования. М., 1980.
14. *Поуз У. Б.* — ТИИЭР, 1975, т. 63, № 6, с. 18.
15. *Созный А. А. и др.* — В кн.: Алгоритмы и организация решения экономических задач. М., 1974, вып. 9, с. 36.
16. *Соловьев А. Е., Гладков В. П.* — Науч. тр./Пермский политехн. ин-т, 1975, № 166, с. 6.
17. *Potas W. A.* — Lect. Notes Comput. Sci., 1978, v. 65, p. 618.
18. *Инженерная психология: Теория, методология, применение/Под ред. Б. Ф. Ломова, В. Ф. Рубахина, В. Ф. Венды.* М., 1977.
19. *Kirka I.* — Lect. Notes Comput. Sci., 1973, v. 1, p. 168.
20. *Поляков А. О.* — В кн.: Автоматизация исследований и проектирования. М., 1978, с. 65.
21. *Борисенко В. И. и др.* Интерактивная система научного анализа информации для эксперимента ТР-2: Препр. № 545. М., 1980.
22. *Маркова Н. А.* Автоматизация разработки проблемно-ориентированных диалоговых программ: Препр. № 3188. М., 1979.
23. *Боркоаский А. Б.* — Тез. докл. и сообщ. 3-й школы-семинара. Тбилиси, 1981, кн. 2, с. 123.
24. *Совалов М. С.* — Тез. докл. и сообщ. 3-й школы-семинара. Тбилиси, 1981, кн. 1, с. 90.
25. *Вардьян Г. А. и др.* Современное состояние информационных систем управления диалогового типа: Обзорная информация. М., 1979.
26. *Shneiderman B.* — Computer, 1979, v. 12, N 2, p. 9.
27. *Gaines B. R.* — In: Pragmatic Program. and Sensible Software: Proc. Online Conf., (London, 1978). Uxbridge, 1978, p. 305.
28. *Rosich D.* — Advances in instrumentation, ISA, 1979, v. 34, p. 2, p. 221.
29. *Баласанян В. Э., Трахтенгерц Э. А.* Диалоговые системы. М., 1979.
30. *Ершов А. П.* К методологии построения диалоговых систем: феномен деловой прозы: Препр. № 156. Новосибирск, 1979.
31. *Ершов А. П.* — Вопр. философии, 1981, № 8, с. 109.
32. *Говорун Н. Н. и др.* — Управляющие системы и машины, 1974, № 1, с. 8.