

УДК 004.52

В.М. Рувинская, А.С. Пригожев

СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ ЗВУКОВОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПК

Рассматриваются основные достоинства и недостатки наиболее распространённых средств доступа незрячих к ПК. Предлагаются структура и функции слуховой среды для незрячих, с помощью которых они смогут разрабатывать программы наряду со зрячими программистами.

Введение

Развитие компьютерных технологий привело к росту их применения во всех сферах человеческой деятельности. И это связано прежде всего с разработкой и внедрением графического интерфейса пользователя с компьютером. Переход от интерфейса командной строки к графическому интерфейсу произвел переворот во взаимодействии «человек — компьютер». Если ранее, используя интерфейс командной строки, с компьютером могли работать только специалисты, то теперь такое взаимодействие стало доступно широкому кругу пользователей. Это произошло благодаря объектной ориентированности графического интерфейса, что позволило организовать работу в терминах предметной области пользователя. Кроме того, работа с компьютером стала интуитивно проще, так как на графическом экране теперь помещается намного больше облегчающей работу информации, чем ранее на текстовом, и для каждого действия пользователя предусмотрено несколько возможностей (это и меню с текстовыми названиями, и картинки, и другое).

Однако внедрение более усовершенствованного графического интерфейса, настроенного на визуальное восприятие, сделало затруднительным работу с ним незрячего пользователя (ведь зачастую они работают вместе со зрячими пользователями над одними проектами, используют те же возможности информационных технологий). В связи с этим возникла необходимость проектирования специального программного и аппаратного обеспе-

чения для доступа к компьютеру незрячих (слабовидящих) пользователей. Основными требованиями к таким программным продуктам являются однозначное преобразование графического интерфейса пользователя в интерфейс, удобный для восприятия незрячим пользователем, а также удобство его использования.

Обзор средств доступа незрячих к ПК

Среди аппаратных средств, используемых незрячими пользователями, можно выделить прежде всего устройства и терминалы, основанные на шрифте Брайля. Главным достоинством брайлевских терминалов является то, что они однозначно преобразуют графический интерфейс пользователя в интерфейс, удобный для незрячего пользователя. Однако из-за их дороговизны они не имеют большого распространения, в частности в Украине.

Другим направлением является разработка программного обеспечения для перевода графического интерфейса в интерфейс, удобный для восприятия его незрячим коллегой: построение звукового интерфейса к Web-браузеру, текстовому процессору и другим, часто используемым приложениям. Есть и более общие разработки, связанные непосредственно с озвучиванием интерфейса операционной системы Microsoft Windows, а также X-Windows for Linux без привязки к архитектуре приложений. Существует и ещё одно направление — разработка сред программирования для незрячих пользователей. Фрагмент классификации средств для работы с компьютером незрячих пользователей приведен на рис. 1.



Рис. 1. Классификация компьютерных средств реабилитации незрячих

К первой категории программ относится система МЕРКАТОР (Элизабет Минат, Технический университет штата Джорджия, США [1], [2]), ко второй — программная надстройка над браузером, реализующая расширение стандартного HTML для доступа незрячих пользователей, под названием AUDIS [3] и среда для доступа незрячих пользователей к базам данных AVANTI [4], к третьей — "Голосовой Паскаль" [5]. Проект JAWS for Windows фирмы «Freedom Scientific» [6] можно отнести и к группе 1, так как он позволяет настраивать графический интерфейс Windows для незрячих пользователей, и, кроме того, к группе 3, поскольку содержит мощную среду программирования.

Рассмотрим подробнее наиболее интересные системы.

Проект «Меркатор» разрабатывается в Техническом институте штата Джорджия США. Данная система позволяет озвучивать интерфейс и приложения системы X-Window для ОС Linux. Основная идея состоит в том, чтобы дать возможность работать на одном и том же рабочем месте незрячему пользователю и его зрячему коллеге. Основой построения звукового интерфейса является иерархическая модель звукового интерфейса. Каждый

элемент интерфейса представляется вложенным в некоторый элемент-контейнер. На верхушке иерархии находится сама графическая оболочка (в данном случае — X-Window). Следующим уровнем иерархии в системе МЕРКАТОР являются окна приложений, которые в свою очередь содержат нижние уровни интерфейса, такие, как панели, кнопки, поля редактирования и другие. Используя эту модель, а также двухкомпонентность системы X-Window, состоящей из X-клиента и X-сервера, программа отслеживает запросы от клиента к серверу и обратно, используя расширенный протокол взаимодействия Editres. Необходимо отметить важное достоинство этого проекта — простота навигации по интерфейсу, поскольку иерархическую структуру гораздо легче запомнить.

Другой разработкой, связанной с обеспечением работы незрячих пользователей с ПК, является программа JAWS for Windows фирмы Freedom Scientific. Основой ее функционирования являются скрипты (программы настройки интерфейса для незрячих) и набор диспетчеров:

- диспетчер окон позволяет определять различные типы областей экрана, в частности создавать невидимые области, а также задавать при помощи

скриптов JAWS, что необходимо проговаривать для пользователя или, наоборот, игнорировать;

- диспетчер словаря используется для записи, а затем произношения различных звуков, специфичных слов, в частности сокращений;
- диспетчер конфигурации изменяет стандартные клавиши программы;
- диспетчер клавиатуры позволяет переназначить горячие клавиши программы.

Настройка производится при помощи скриптов. В сущности, JAWS является композицией языка программирования и среды озвучивания интерфейса. JAWS содержит язык программирования интерпретирующего типа (так называемый диспетчер скриптов), включающий все необходимые элементы, в частности операторы циклов, условий, а также средства объектно-ориентированного программирования. Поскольку в среду программирования JAWS встроены специальные средства для работы с экраном и функции для работы со звуком, она может быть настроена практически на любую программу независимо от ее интерфейса. Недостаток ее заключается в том, что она строит, в основном, простран-

ственный интерфейс. Это значит, что пользователь «слышит», что находится на экране, по мере продвижения мыши. Основным же недостатком в том, что на экране может быть много интерфейсных элементов и при таком просмотре они для пользователя не упорядочены, значит, их трудно запомнить.

Таким образом, JAWS, как и МЕРКАТОР, позволяют озвучивать фактически любое приложение. Сравнительная характеристика проектов МЕРКАТОР и JAWS приведена в таблице.

Основным достоинством системы МЕРКАТОР является возможность работы незрячего пользователя с помощью интерфейса, в котором легко ориентироваться благодаря его хорошей структурированности. JAWS же позволяет гибко настраивать звуковой интерфейс для различных приложений с помощью скриптов.

Кроме системы JAWS, ориентированной прежде всего на написание звуковых надстроек над существующими программами, существует также среда программирования для незрячих пользователей «Голосовой Паскаль» для DOS. Данная среда представляет собой озвучиваемый редактор для Паскаль-программ, а также модифика-

Таблица. Сравнительные характеристики программ JAWS и МЕРКАТОР

| | МЕРКАТОР | JAWS |
|------------------|---|--|
| Настройка на GUI | Автоматическая, на основе анализа сообщений, отправляемых от X-клиента к X-серверу | Скриптовая. С программой поставляется набор настроечных скриптов, осуществляющих настройку программы на интерфейс «по умолчанию» |
| Вид интерфейса | Иерархический, позволяет структурно представить элементы интерфейса приложения | Пространственный, озвучивает интерфейс приложения „как есть“ |
| Тип озвучивания | Преимущественно звуковой. В качестве средства для озвучивания событий используются близкие по роду звуки (например, для окна редактирования — звук пишущей машинки) | Преимущественно речевой. События и значки интерфейса озвучиваются при помощи речи и голоса |

цию для стандартного модуля Crt, ориентированную на голосовой вывод. Ввод программы осуществляется с использованием обычной клавиатуры компьютера, вывод — при обращении к DOS-драйверу звуковой карты. Основными достоинствами данной среды разработки являются: возможность голосового вывода сообщений об ошибках с переходом к ошибочному модулю, русификация сообщений компилятора. Недостатками данной программы являются текстовый интерфейс с пользователем и привязка к MS DOS.

Постановка задачи на разработку среды программирования для незрячих пользователей

Проанализировав разработки для незрячих пользователей ПК, приведенные выше, можно сделать вывод, что в настоящее время наибольшее распространение получили программы, озвучивающие интерфейс пользователя для различных прикладных систем или самого GUI. Такие системы обладают способностью анализировать графический интерфейс, преобразовывать его в понятную для пользователя и простую для навигации форму, производить настройку системы под конкретный интерфейс. В процессе разработки этих программ учитывались прежде всего требования незрячих пользователей к удобству работы с интерфейсом. В частности, в [2] описываются отзывы незрячих пользователей о работе с системой МЕРКАТОР, которые послужили поводом для дальнейшей ее модификации. Система Jaws используется незрячими пользователями для озвучивания и настройки существующих программ. Однако в настоящее время не существует средств, с помощью которых незрячие программисты могут разрабатывать современные программы, а средства озвучивания (например, JAWS и МЕРКАТОР) не учитывают особенности таких приложений, как среды разработки программ. В результате проведенных бесед, опросов опытных незрячих пользователей и про-

граммистов выяснилось, что существует потребность в такого рода системах. Необходимо более широко и полно включить незрячих в процесс разработки программного обеспечения, дать возможность реализовать конкретные задачи в рамках программного проекта.

В связи с этим предлагается разработать систему, позволяющую на одном рабочем месте объединить усилия как зрячего, так и незрячего программиста. Такая система должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Возможность разработки программ незрячим программистом, причем полученной программой могли бы пользоваться как зрячий, так и незрячий пользователь.

2. Наличие специализированного интерфейса для работы незрячего пользователя со средой программирования, например Delphi, Visual C, Visual Basic и др.

3. Возможность автоматизированного преобразования интерфейса проектируемой незрячим пользователем программы в обычный графический интерфейс либо в его заготовку.

4. Возможность использовать преимущества «визуального» программирования незрячим пользователем.

5. Возможность обучения программированию незрячих пользователей.

Структурная схема предлагаемой системы

Как уже отмечалось, основным достоинством системы МЕРКАТОР является тот факт, что за одним рабочим местом могут работать как зрячий, так и незрячий пользователь, что позволяет значительно упростить их взаимодействие. Поэтому выглядит логичным постановка к проектируемой системе требований, обозначенных в пп. 1 и 2. Логическим следствием первого требования является третье требование, реализация которого в проектируемой системе позволяет практически устранить разницу между программами, написанными зрячими и незрячими. Реализация в системе оставшихся требо-

ваний позволит обеспечить то же удобство в программировании, которое имеют зрячие пользователи.

Любую современную среду программирования можно логически разбить на несколько составляющих: среда разработки, редактор программ, визуальный редактор интерфейса и система помощи. Учитывая такую архитектуру сред программирования, логично построить среду разработки для незрячего пользователя, используя ту же модель, что и для среды программирования для зрячего пользователя. Каждая составляющая среды программирования для незрячего пользователя является надстройкой над соответствующим компонентом среды программирования для зрячего пользователя (рис. 2). В состав этой надстройки входят программный блок, реализующий звуковой интерфейс для соответствующей составляющей среды программирования (редактор текста, дизайнер экранных форм и т.п.), а также иерархическая структура интерфейса в виде дерева (такой интерфейс, как

рассматривалось выше, наиболее приемлем для незрячего пользователя). Структура и состав элементов дерева зависят от конкретных особенностей компонента, для которого проектируется это дерево. Так, например, для программного кода удобно использовать структуру, схожую с синтаксическим деревом разбора, описанным в [7]. Программы для Windows основаны на событиях, и форма заготовки окна интегрируется с программным кодом. В свою очередь каждый обработчик состоит из операторов, которые представимы в виде дерева лексем. Для работы незрячего пользователя с таким представлением программы его необходимо расширить средствами звукового форматирования, т.е., например, ключевые слова и идентификаторы будут озвучены по-разному, для того чтобы обеспечить удобства работы аналогичные тем, что обеспечивает среда для зрячего пользователя. Разработка интерфейса проектируемой программы будет проводиться с использованием модуля звукового интерфейса среды

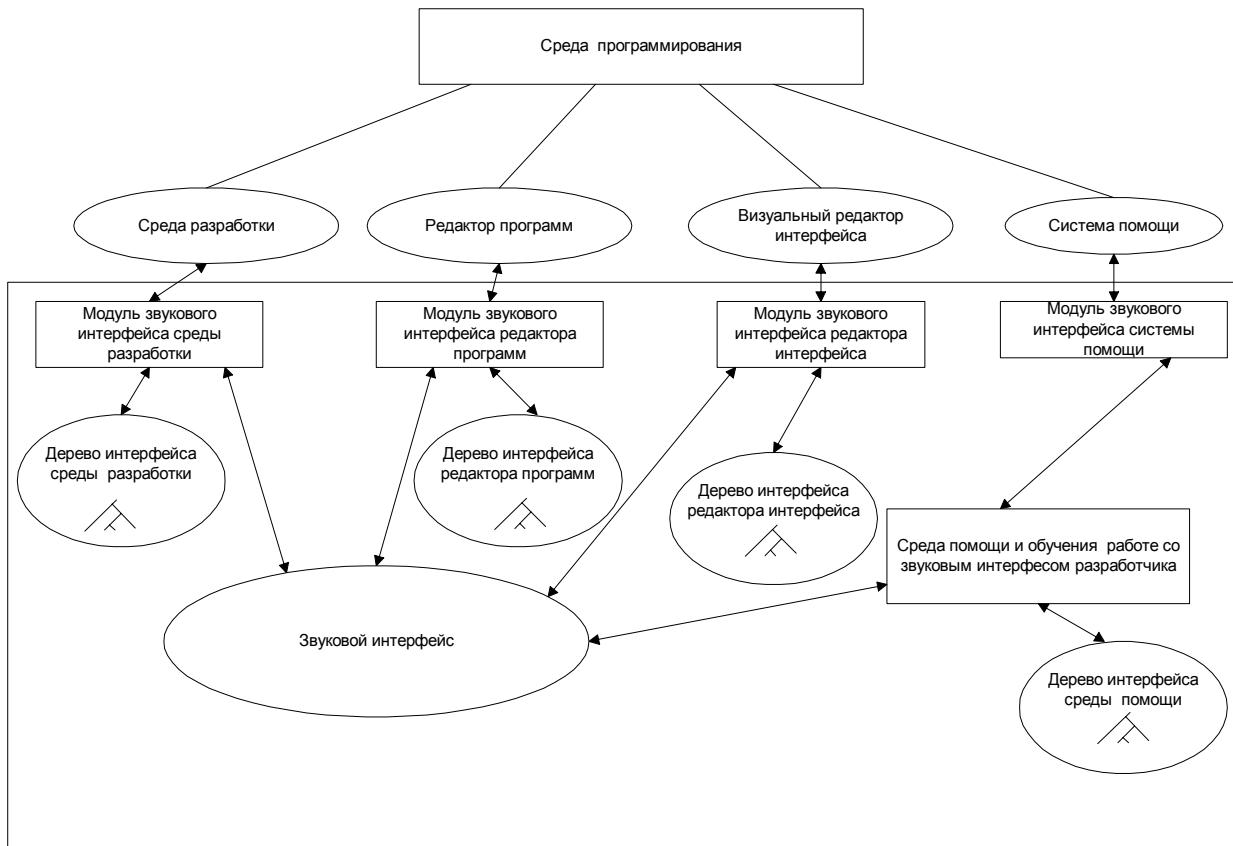


Рис. 2. Структура звуковой среды программирования

разработки, результат будет записываться во внутреннее представление в виде дерева, а затем автоматически преобразовываться как в общепринятый графический интерфейс, точнее, в его заготовку (для зрячего пользователя), так и (по желанию программиста) в звуковой, чтобы с этой программой мог работать и незрячий пользователь.

Из рис. 2 видно, что система является надстройкой над обычной средой программирования. С помощью такой надстройки можно будет создавать новые программы для зрячих и незрячих пользователей, а также настраивать существующие исходные программы с графическим интерфейсом, добавляя к ним звуковой интерфейс.

Особое место в системе занимает звуковой интерфейс системы помощи. Он должен реализовывать не только контекстно зависимую справку, но и обеспечивать обучение незрячего пользователя работе в системе, а также обучение его языку программирования, используемому в системе, и программированию вообще. Иными словами, надстройка должна не просто озвучивать систему помощи, но и содержать обучающий курс по работе с системой и звуковыми интерфейсами, что позволит упростить работу незрячего пользователя.

Предлагается несколько вариантов реализации систем программирования для незрячих пользователей:

1. Использование команд компилятора командной строки.
2. Использование среды программирования зрячего пользователя в качестве СОМ-компонента системы, т.е. реализация системы в качестве расширения среды программирования.

Рассмотрим подробнее каждый из вариантов. При первом варианте предполагается реализация специализированного текстового редактора для незрячих пользователей в среде Windows и его использование в качестве среды для написания программ. Основными его задачами являются редактирование текста программы и заго-

товки окна в удобной для пользователя форме, а также их преобразование в стандартные файлы той среды разработки, для которой используется программа. Для компиляции используется компилятор командной строки той среды разработки, для которой применяется данный редактор. Такой вариант реализации имеет определенный недостаток — зрячий и незрячий пользователи вынуждены запускать различное программное обеспечение для разработки системы.

Второй вариант устраняет этот недостаток — незрячий пользователь для работы с системой должен будет запустить только программу-расширение оболочки, что позволит представлять ему среду разработки в удобной для него иерархической форме. Будучи запущенным, это расширение формирует для пользователя иерархическое представление разрабатываемой программы, а также иерархическое построение интерфейса разработчика, подобно приведенному в [1] и [2]. Для озвучивания данного расширения используется программа JAWS. Работая со средой, пользователь использует клавиатуру компьютера для переключения и перемещения между иерархическим представлениям интегрированной среды разработки, которое включает в себя меню среды, палитру компонентов и другое, и иерархическим представлением разрабатываемой программы. При выборе компонента в IDE пользователь имеет возможность переключиться в иерархическое представление разрабатываемой программы и установить этот компонент на соответствующий уровень иерархического представления разрабатываемой программы. После этих действий пользователь, опять с помощью иерархического представления среды разработки, может установить некоторые свойства компонента. При выполнении пользователем вышеописанной последовательности действий система не только формирует новое иерархическое представление программы, но и вносит необходимые коррективы в заготовку окна

и исходный код, содержащийся в среде разработки для зрячего пользователя. Это дает возможность зрячему разработчику, не выходя при этом из системы, подключиться к разработке.

Выводы

Рассмотрены различные программные средства, позволяющие незрячему пользователю работать с ПК. Предлагается разработать надстройку для незрячих программистов, с помощью которой они смогут разрабатывать программное обеспечение наряду со зрячими программистами. Дальнейшие исследования будут направлены на детализацию архитектуры системы, разработку внутреннего представления звуковых интерфейсов, реализацию системы.

1. *Mynatt Elizabeth D.* Mapping GUIs to auditory interfaces. — // <http://citeseer.nj.nec.com/cs>.
2. *Elizabeth D. Mynatt.* Metaphors for Non-visual computing. — // <http://citeseer.nj.nec.com/cs>.
3. *Kopechek I.* The Architecture Of Blind Users Oriented Hypertext AUDIS. — // <http://citeseer.nj.nec.com/cs>.
4. *Fink J.* Adaptable and adaptive information access for all users, include the disabled and the Elderly. — // <http://citeseer.nj.nec.com/cs>.
5. *Цейтлин Г.Е., Терзян Т.К.* Обучение инвалидов по зрению технологии „Окно в мир”: основы алгоритмизации и программирования. — К.: Вікно в Світ, 2001. — 143 с.
6. *JAWS.* Руководство пользователя, 2001. — // http://www.freedomscientific.com/fs_downloads/jaws.asp.
7. *Ахо А.* Компиляторы: принципы, технологии, инструменты. — М.: Вильямс, 2001. — 767 с.

Получено 09.06.03

Об авторах

Рувинская Виктория Михайловна,

канд. техн. наук, доцент

Пригожев Александр Сергеевич,

аспирант

Место работы авторов:

Институт компьютерных систем Одесского национального политехнического университета, г. Одесса, Украина

Тел. (0482) 28 8566

(0482) 60 7110

(0482) 715 5123

E-mail: iolnlen@te.net.ua

prigozhev@ukr.net