ОБЩА АРХИТЕКТУРА НА КОМПЮТЪРЕН ИНТЕРФЕЙС ЗА НЕЗРЯЩИ

GENERAL ARHITECTURE OF COMPUTER BASED INTERFACE FOR BLIND PEOPLE

Stanislav Simeonov
Burgas Free University

Dimitar Karastoyanov
Central Lab of Mechatronics and Instrumentation, BAS

Vladimir Germanov
Burgas Free University

Atanas Dimitrov
Burgas Free University

Abstract

The graphical interfaces based on visual representation and direct manipulation of objects make the adequate use of computers quite difficult for people with reduced sight. The goal of this paper is to give some basic concepts of an assistive computer interface for visually impaired people. The paper presents general system architecture and formal description of the interface. The project is funded by Bulgarian National Science Fund – NSF Grant No D-ID-02/14, 2009.

Keywords: blind, visually impaired, computer, interface, assistive.

ВЪВЕДЕНИЕ

Интеграцията на хората с увреждания и тези в неравностойно положение, предоставянето на равни права в обществото на тези социални групи, подпомагайки ги в тяхната трудова и социална реализация и развитие на професионална кариера, е от изключително важно значение за развиване на обществото като цяло.

Хората с увредено зрение имат нужда от подобряване на комуникативните им способности. Целта на настоящия доклад е да представи едно решение на проблема човек-компютър. Така хората със зрителни увреждания ще могат да използват и реализират възможностите си.

Таблица 1. Статистика и предвиждания на хората с увредено зрение

Година	Общ брой незрящи	Пълно слепи
2002	161 000 000	37 000 000
2010	310 000 000	72 000 000

Целевата група, към която е насочена разработката е представена в таблица 1. В нея се цитират данни и предвиждания от световната здравна организация [1].

Социалната насоченост на разработка се мотивира посредством факта, че 25% от незрящите живеят в западното полукълбо, 19% са в Африка, 34% са в Югоизточна Азия, 7,4% в Европа, 6,6% в Америка и т.н.

Настоящият доклад има за цел концептуално да представи вариант за примерна апаратна и програмна архитектура на помощен интерфейс, който да се използва от хора с увредено зрение. На база на представената архитектура ще бъде направен опит да се формализира работата на незрящият с този интерфейс. При разработка на концепцията ще се търсят възможности за имплементация на интерактивни елементи – като гласови синтезатори и тактилни системи.

ПРОЕКТИРАНЕ НА ОБЩА АРХИТЕКТУРА НА ИНТЕРФЕЙС ЗА НЕЗРЯЩИ

Потребителския интерфейс трябва да се разглежда като част от компютърната система, с която потребителят влиза във физически, концептуален контакт от една страна

и в контакт посредством възприемане от друга. В компютърните науки, интерфейсът обикновено описва апаратни и програмни компоненти, които позволяват на потребителя да общува с компютърната система. Стила на общуване с компютърната система е основно понятие, което описва начина по който потребителя комуникира и/или общува със същата. Въвеждането на графичните интерфейси води своето начало още през 1980г., с т.н. псевдо-графични представяния на помощни елементи. След 1990г., графичните интерфейси навлязоха масово не само в рамките на управлението на отделни програми, но и като помощно средство за ефективно управление на ресурси в операционните системи.

Тук не се визира единствено и само масовото въвеждане на операционната система Windows, но и интелигентните интерфейси на UNIX и MacOS. Графичните интерфейси се характеризират с принцип на работа базиран на директна манипулация на обекти на средата от страна на потребителя. Такива интерфейси се характеризират с интерпретация на директни потребителски действия (като селектиране, изтегляне и др.) върху визуалните представяния на обекти (напр. икони), използвайки определени входни устройства. Тази дефиниция на стил, е възможно да се обобщи и като стил от тип WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointers). Това понятие се използва в съответствие с графичния потребителски интерфейс (GUI). Такива интерфейси използват графично представяне на елементи като прозорци, бутони и икони. За манипулация с отделните графични обекти се използват специализирани входни устройства, позволяващи интуитивни действия на потребителите. Потребителите изпълняват определени действия върху тези обекти, използвайки входните устройства. При работата с WIMP не съществува унифициран стил на работа. Той позволява свобода и формиране на собствен профил за работа. Стилът WIMP лесно се изучава и използва. Повечето приложения притежават единен начин на изображение и единен стил за работа, улеснявайки по този начин потребителите [8,9].

От гледна точка на операционната система, интерфейсът представлява най-високия слой, посредством който се осъществява комуникацията от тип човек-компютър. Организацията на графичната опериращa структура на интерфейса, позиционирането на командите, осветените пространства, клавиши, икони и др., улесняват работата на нормално виждащите компютърни потребители много повече, отколкото преди. Компютърната мишка, като специализирано входно устройство е тази, която улеснява най-много ползването на тази структура. В резултат на това виждащите използват много повече мишката в своята работа, отколкото традиционната клавиатура.

Основните предимства на мишката за виждащите компютърни потребители се състоят във възможност за бързо определяне и намиране на обекти, позиционирани вляво, вдясно, горе, долу или някъде по диагоналите на двуизмерния екран. Тя им помага по-бързо да изпълняват сложни задачи, като просто преминават върху опциите копиране, поставяне и др. без да има нужда да се запаметява такава информация относно кое къде се намира, чрез какви команди се изпълнява и др.

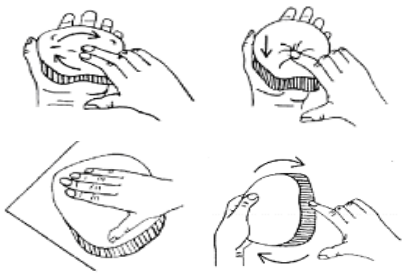
Навлизането и широкото приложение на графичните интерфейси доведе със себе си голямо количество проблеми на хората с увредено зрение. След 1990г. при миграцията от текстови интерфейси в офисите и компаниите, работните места на много хора с увредено зрение бяха застрашени. В действителност много уместно се оказва инвестирането в усилия, които позволяват и стимулират ефективен достъп до компютри на хората с увреждания на зрението [4,5,6].

Независимо от липсата на визуален контакт, хората с увредено зрение се сдобиват с информация за обкръжаващия ги свят използвайки други свои сетива, особено докосването. Посредством докосването, човекът с увредено зрение може да възприеме форма, големина, текстура, позиция в пространството и др. Този процес, в сравнение с визуалното възприемане на информация е труден за осъществяване, неефективен и бавен, но позволява на хората с увреждане на зрението да получат добра степен на разбиране на обкръжаващата ги среда. Установено е, че в процеса на възприемане на околната среда, отделните индивиди си изграж-

дат ментален модел за поддръжка на техните реакции. Този ментален модел представлява съвкупност от операции, които могат да се използват от всеки (независимо от това дали са с увредено зрение или не), за възприемане на информация за околния свят [2].

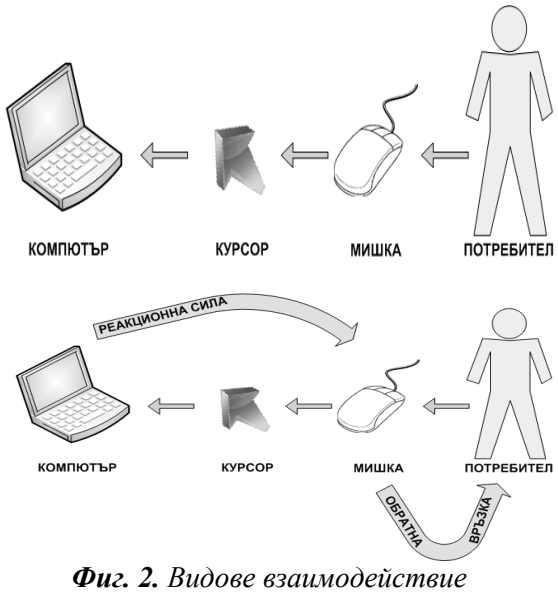
Повечето от интерфейсите, които се разработват за хора с увредено зрение, са предназначени за такава категория индивиди, които не са загубили напълно зрението си. Много от интерфейсите използват различни други видове обратни връзки, като хептична и/или тактилна обратна връзка, но обикновено тези интерфейси се явяват като допълнение към визуалната комуникация. Съществува набор от точно определени движения на ръката и пръстите, интуитивно използвани от хората за възприемане на различни физични свойства на обектите чрез докосване Тези съвкупности, наречени проучвателни процедури, се класифицират като:

1) странично движение;
2) натиск;
3) статичен контакт;
4) обграждане и следване на контура на обекта (Фигура 1).



Фиг. 1. Проучвателни процедури

Незрящите и слабо виждащи хора използват по-горе споменатите модели по много сходен начин. Значителна част от способността да се създадат когнитивни модели на обекти във физическия свят е тясно свързано с чувството за възприятие. Това е единственото чувство, което едновременно позволява взаимодействието да се осъществява на входа и на изхода, като това взаимодействие е двустранно. Обикновените интерфейси използват само едната посока, когато общуват с потребителите (Фигура 2), но тактилно-гласовия интерфейс може добре да използва двупосочност за възприятие, увеличавайки количеството обмен на информация между интерфейс и потребител (Фигура 2) [3,7].



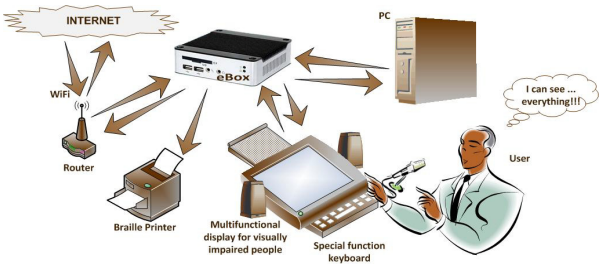
Фиг. 2. *Видове взаимодействие*

Очевидно, много от придобивките, които носи със себе си стила WIMP нямат приложение при хората с увредено зрение. Изследователите и разработчиците търсят решение на проблема при използването на WIMP, на обратна връзка основана на гласови синтезатори или друга форма въздействие върху индивида. Такъв тип технологии, разработени доста преди графичните интерфейси, дават възможност за създаване на опростена обратна връзка към потребителите във вид на гласови текстови команди. Все пак този процес не е много адекватен особено ще се касае за точната локализация на обекти. В контраст с общоприетите интерактивни устройства, като мишки, клавиатури и джойстици, тактилно-гласовите устройствата биха били в състояние да функционират както като устройства за въвеждане на данни (даващи пространствената позиция на курсора), така и като изходни устройствата, връщайки допълнителна аудио-гласова информация към потребителя. Тази функция позволява на потребителя едновременно да получава информация и да взаимодейства с приложението в същото време. При работа с графичната повърхност, обратната връзка към потребителя се осъществява след настъпване на събитието.

Предварителни експерименти показват, че при използването на интерфейс с обратна връзка от потребители с намалена способност за виждане, коефициента на грешката намалява и се повишава ефективността на тяхната работа. Тези резултати ясно показват, че когато потребителят има някакво зрително увреждане, ефективността на интерфейса може да се усъвършенства чрез активирането на други възприятия.

На фигура 3 е показана обща схема на разработвания интерфейс и мястото му в рамките на компютърна система, работеща в мрежа.

Централна роля в него играе изборът на eBox-3310AMSJK. Причината е неговата функционалност, малки размери и универсалност. В изграждания прототип той в комбинация с Windows CE ще позволи сравнително улесняване при изграждането на апаратната и програмна част**.**



Фиг. 3. *Системна архитектура и мястото на интерфейса за незрящи*

Компоненти на системата:

- touch screen екран – входно устройство за незрящи;
- eBox-3310A-MSJK – основен управляващ елемент;
- специализирана клавиатура – реализира превключване на режими;
- брайлова матрица (64x64) - изображение на графични неразпознати елементи;
- тонколони (слушалки) - гласов канал към потребителя;
- микрофон - гласов (команден) канал от потребителя.

По същество, това автономно устройство се базира на основата на архитектурата на персоналните компютри, снабдено с операционна система от тип реално време. В това отношение ще се експериментира с генерирани модифицирани ядра на операционна система базирани на WindowsCE и Linux. Самото устройство ще замести напълно монитора в компютърната система на потребителя. Клавиатурата във вида си до момента ще се запази. На стандартните клавиатури лесно може да се постави брайлова абревиатура за отделните символи. Самата клавиатура е доста евтино устройство и няма реално да оскъпи компютърната система. Стандартната клавиатура е отделен елемент и няма нищо общо със специализираната клавиатура, която е интегрирана в представената апаратна концепция на интерфейса. Същата е позицията за наличност на мишка. Дори да се говори за виртуален курсор на мишка, може да се смята, че ще се експериментира най-вече с Touch Screen екрана и позициониране на пръсти и/или длани (евентуално механичен показалец) по него. Поради ниската цена на стандартната мишка, тя също се запазва, като устройство.

Автономността на проектираното устройство е предпоставка за реализация на формализирани функции, без значение от типа на операционната система, която ще се използва в компютъра на потребителя. Формализация на работата на незрящите с компютъра е описана в следващата точка от настоящият доклад. В това отношение Windows предлага по добри възможности за работа с графични обекти. На практика, ще се реализира комуникация между автономното устройство, което ще представлява специализирания интерфейс за незрящи и компютъра на незрящия потребител. На самото устройство се предвижда вграждане на специализирана клавиатура, която да притежава допълнителна функционалност и е удобна за работа на незрящи. Тя е локална за автономното устройство и ще компенсира функционално компютърната мишка. Touch Screen екрана, в комбинация с вибрационно устройство и гласовия канал, към и от потребителя ще предоставят тактилна възможност за комуникация на потребителя с компютъра. На Фигура 1 бяха представени съвкупности от движения наречени - проучвателни процедури. Такава формализация позволява да се търси решението на проблема по използване на графични повърхности посредством създаване на

обратна връзка към индивида, която ще е не само тактилна, но и гласова.

В програмно отношение системата се структурира в две направления. Едното е свързано с модификация на функции в ядрото, предоставящи възможности за работа от тип реално време. Другото направление е създаване на специализирана библиотека за класификация на графичните елементи от хоста, към който е свързан интерфейса. На този етап не се предвижда изграждане на собствена възпроизвеждаща гласова система, а ще се използват разработените до момента – Festival, eSpeak, гласовата система на Windows и др.

ФОРМАЛИЗИРАНО ОПИСАНИЕ НА РАБОТАТА НА НЕЗРЯЩИ С КОМПЮТЪР

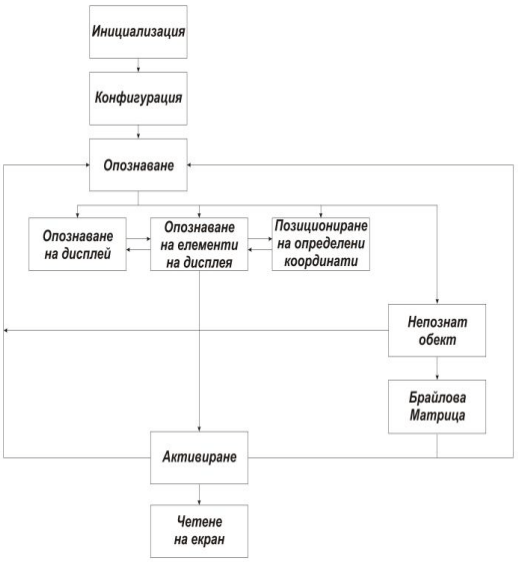
На базата на разгледаните до тук обосновки ще бъде представен начин на взаимодействие на незрящ с комбиниран помощен интерфейс. Логическата основа на интерфейса представлява виртуалната активна среда. Виртуалната активна среда е контейнерен обект, включващ в себе си съвкупност от технологии, предоставени за използване от потребителя единично или в комбинация. Активната среда се представя посредством:

- touch screen екран;
- вградена функционална клавиатура, с предварително програмирани функционални клавиши;
- помощен растер за тактилна ориентация;
- тактилна матрица за представяне на брайлови символи и/или опростени текстурни форми на изображения;
- прав и обратен звуков канал;
- реален курсор;
- виртуален курсор;
- набор от графични елементи с техните атрибути, в зависимост от текущото изображение;
- допълнителен тактилен сигнализатор;
- набор от често използвани икони за навигация, който може да се допълва при необходимост.

След инициализация на интерфейса, той преминава в *състояние конфигурация*. В това състояние е възможно да се препрограмират или допълват функциите на функционалните бутони на интерфейса. При потвърждение на конфигурацията се преминава в състояние опознаване (Фигура 4).

Състоянието опознаване дава възможност на потребителя да се запознае с наличните обекти на екрана. Реализира се виртуален курсор. Виртуалният курсор е отделен от реалния и следва физическия показалец (това може да е специализиран писец или просто пръст на потребителя). Ориентацията по дисплея се подпомага от механичен помощен растер, виртуален програмен растер и гласов канал на текущите координати с определена точност. Опознаването има няколко състояния:

- опознаване на дисплея. - като обратна информация се връщат координатите на виртуалния курсор;
- опознаване на текущи елементи на дисплея или част от него - като обратна информация се връща информация за типа, наименованието, големината и други атрибути на графичния обект;
- позициониране на определени координати в съответствие с механичния и/или виртуалния растер - позиционира действителния курсор в съответствие с виртуалния;
- непознат обект - обратна информация представляват координатите на непознатия обект. Предоставя се възможност за неговото представяне на тактилната матрица.



Фиг. 4. *Примерно функционално описание*

След опознаването се преминава в *състояние опознаване с активиране*. В това състояние, след сигнализация на тактилният сигнализатор, се дава възможност да се получи гласова информация за тип, формата, размери и разположението на определен графичен обект. Пример: налично меню - дава се неговото название. При падащи и/или летящи менюта се прочита съдържанието на отделните му позиции. Това състояние е само буферно между опознаване и активация.

Състояние активиране. В него е възможно да се активира текущата програма, представена посредством определен графичен обект – икона, препратка и др. или да се активира функция в определена програма, представена като графичен обект – копиране, преместване. От състоянието активиране, във всеки момент е възможно да се премине в опознаване, за да се получи информация за текущите координати на графичния обект посредством звуков канал.

Последното *състояние е четене на текущ прозорец*. В него се получава гласова информация за текстовото съдържание на текущия прозорец.

Това не е пълно функционално описание, а само концепция на най-често използваните похвати за работа. То подлежи на допълнителна обработка в рамките на работата по проект "Помощен компютърен интерфейс за хора с увредено зрение" финансиран от Научните фондове на МОН NSF D-ID-02/14, 2009.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение може да се дадат следните тези:

- хората с увреждания могат да бъдат подпомогнати за тяхното асоцииране в обществото посредством възможностите на съвременната изчислителна техника. Те могат да боравят с компютри и биха били полезни на обществото в различни направления, включително и като компютърни специалисти.
- за улесняване на работата с компютър на незрящи е необходимо да се предоставят подпомагащи интерфейса човек-машина елементи. Тези елементи трябва да допълнят стандартните входно-изходни устройства по отношение правилна и пълна интерпретация на графичните потребителски интерфейси на съвременните компютърни системи.
- предложена е апаратна и функционална концепция на помощен интерфейс за незрящи. Апаратната архитектура се представя посредством автономна система, базирана на персонален компютър, с приложение на стандартни и специализирани елементи.
- разработена е принципна схема за формално описание работата на незрящия с компютър. На нейна база ще се разработи формализирано описание работата с представения интерфейс.

ЛИТЕРАТУРА

[1] A Step Toward the Light, 2007, LLP-LdV-TOI-2007-TR-067

[2] Ando, H., Miki, T., Inami, M., & Maeda, T. (2002). SmartFinger: Nail-Mounted Tactile Display. ACM SIGGRAPH, 2002. Retrieved November, 13, 2004

[3] Boyd, L. H., Boyd, W. L, & Vanderheiden, G. C. (1990). The Graphical User Interface: Crisis, Danger, and Opportunity. Journal of Visual Impairment and Blindness, 1990 (December): p. 496-502.

[4] Brewster, S. (2001). The Impact of Haptic ´Touching´ Technology on Cultural Applications. Proc. of EVA2001. (Glasgow, UK), Vasari UK, s28 pp1-14. Retrieved November, 13, 2004

[5] Carneiro, M. M. (2003). Interfaces Assistidas para Deficientes Visuais utilizando Dispositivos Reativos e Transformadas de Distância. PhD Thesis, Informatics Department, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio), 2003 (in Portuguese). Retrieved November, 13, 2004

[6] Christian, K. (2000). Design of Haptic and Tactile Interfaces for Blind Users. Department of Computer Science, University of Maryland. Retrieved November, 13, 2004

[7] DirectX (2002). Microsoft DirectX. Microsoft Corp., 2002. Retrieved November, 13, 2004

[8] Dosvox (1998). Projeto DOSVOX. Grupo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998 (in Portuguese). Retrieved November, 13, 2004

[9] James, F. (1998). Lessons from Developing Audio HTML Interfaces. Proc. ACM Conference on Assistive Technologies (ASSETS), 1998.