

[doi 10.3969/j.issn.1006-7795.2010.03.016]

• 基础研究 •

# 言语测听汉语系统的开发

武文芳<sup>1</sup> 张 华<sup>2\*</sup> 陈 静<sup>2</sup> 陈建勇<sup>2</sup> 李玉玲<sup>2</sup> 蔺嫦燕<sup>3</sup>

(1. 首都医科大学生物医学工程学院计算机教研室; 2. 首都医科大学

附属北京同仁医院耳科; 3. 首都医科大学附属北京安贞医院心血管疾病研究所)

**【摘要】** 目的 为了使我国的言语测听临床工作与国际听力研究接轨, 研制一套适应我国耳病患者的汉语语言训听系统。方法 作者利用 Visual Studio 2008、Access 2003、DirectX 9 开发了汉语言语测听系统, 系统包括受试者管理、言语测听、测试表管理、数据管理、系统设置 5 个功能模块。结果 本测听系统受试者管理模块可以添加、修改、删除、检索、导出患者的各项信息; 言语测听模块可以进行言语识别阈和识别率的测听, 测试完毕系统可以自动存储分析受试者的测听结果, 并绘制出受试者的 PI 曲线; 测试表管理模块可以查看、添加、修改、删除测试表及测试项的文字、关键字、声音; 数据管理模块可以查看、筛选、导出受试者的测试结果; 系统设置模块中, 用户可以设置测试表的选择方式、播放方式、自动播放时间间隔、刺激声及噪声。结论 本系统改变了传统的手工测听模式, 简便了言语测听工作, 缩短了测试时间, 降低了测试成本, 可以为我国的言语测听提供一个统一的平台, 进一步促进言语测听的科学化、标准化、信息化。

**【关键词】** 汉语; 言语测听; 计算机

**【中图分类号】** R 764

## Development of Chinese Speech Test System

WU Wen-fang<sup>1</sup>, ZHANG Hua<sup>2\*</sup>, CHEN Jing<sup>2</sup>, CHEN Jian-yong<sup>2</sup>, LI Yu-ling<sup>2</sup>, LIN Chang-yan<sup>3</sup>

(1. Department of Computer, School of Biomedical Engineering, Capital Medical University; 2. Department of Otolaryngology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University; 3. Beijing Institute of Heart Lung and Blood Vessel Diseases, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University)

**【ABSTRACT】** **Objective** To make speech audiometry clinical work comply with information society development and to integrate with the international hearing study, the authors developed a computerized speech test system. **Methods** The system used Visual Studio 2008, Access 2003 and DirectX 9. The system included five functions: listener management, speech test, list management, data management and system settings. **Results** By using listener management, the tester was able to search, review, add, revise and delete listeners' information. The speech test included the measurement of a speech recognition score (SRS) and speech recognition threshold (SRT), in an open set test. At the end of a list or series of tests, both the stimuli and corresponding subject responses were recorded onto the hard drive for each test item. In addition, the system could report and print the results in a graphic format. Using list management, testers could review, add, revise and delete lists or items such as characters, key words and sounds. By using data management, the results could be reviewed, searched and exported. According to the test condition and the preferences, tester could set system. **Conclusion** The study changed the traditional manual audiometry mode, might provide a unified platform for speech audiometry in China and contribute to scientific, standardized and informationally developed speech audiometry.

**【KEY WORDS】** Chinese speech audiometry; computer

## 1 前言

在耳科学和听力学临床治疗中, 听力工作者需要了解听觉系统病变损伤对患者言语水平的影响程度, 而言语测听 (speech audiometry) 是一个最直观有效的评估工具, 它是一种用言语信号作为声刺激来检查受试者对言

语的听阈和识别言语能力的听力学检查方法<sup>[1]</sup>。

目前的临床言语测听方法是使用录制好的测试材料通过听力计的言语测听线路进行人工测听<sup>[2]</sup>。此方式的缺点是测试中声音的控制、测试项的测试顺序控制、测试结果的记录分析均为人工, 测试过程繁琐、费时, 测试成本高, 测试结果受测试者、受试者主观因素的影响大。随着信息化社会的发展、计算机应用的广泛普及, 利用计算机进行数字化测听正逐步成

基金项目: 国家自然科学基金 (30772408) 资助项目, Supported by the National Natural Science Foundation of China (30772408)

\* Corresponding author, E-mail: a-zhang@263.net

为言语测听发展的新趋势。

在 2008 年的国际听力学杂志上报道了日语、英语、韩语、法语等各种版本的 HNT (Hearing in Noise Test) 的开发<sup>[3-5]</sup>, HNT 系统是利用计算机软件进行听力测试, 代表当前言语测听的计算机化趋势。其主要用于测试患者对语句的言语识别阈。测试时整个句子被复述正确, 受试者才能得分, 这样句子中的一些重要语音信息就会被掩盖忽略。在实际临床工作中, 工作人员更关心听力患者进行语言交流时能听对多少, 也就是患者的言语识别率。同时由于 HNT 的测听界面全部为外文, 因而不适合在我国推广。

汉语是一种声调语言, 它的语言特点不同于其他语言<sup>[7]</sup>, 因而国外的测听材料不适合我国使用。为此笔者与北京市耳鼻喉研究所、首都医科大学附属北京同仁医院耳科合作, 利用计算机信息技术以及数据库技术开发了一套汉语言语测听系统, 详见如下内容。

## 2 系统开发方法

### 2.1 开发环境

硬件环境: CPU Intel Core 2; 内存 2G; 硬盘空间 80G; 显示器分辨率 1024×768 SONY DVD 光驱; Creative Sound Blaster 5.1 声卡; Creative 音箱。

软件环境: Windows XP 操作系统; Microsoft Visual Studio 2008 专业版开发工具; DirectX 9 多媒体开发工具; Microsoft Access 2003 数据库; Microsoft Word 2003 和 Excel 2003。

### 2.2 系统功能

本系统共包括 5 大模块: 受试者管理、言语测听、测试表管理、数据管理、系统设置。

受试者管理模块: 搜索、查看、添加、修改、删除受试者的信息, 包括受试者基本信息和各项听力检测信息。

言语测听模块: 言语识别率和言语识别阈测试。言语识别率测试包括单音节、双音节、整句测试。由于系统采用开放式 (Open-set) 测听, 当受试者对测听词句做出反应时, 用户需要通过键盘在文本框中输入受试者的复述词, 系统会根据受试者的反应自动计算出结果。用户在测试时可以手工选择测试表, 也可以让系统随机选择测试表。测试时用户可以调整测试方式的手动和自动, 测试声音的声道、声强调整, 噪声的声道、声强调整 (图 1)。

测试完毕后系统会自动保存测试结果。用户单击

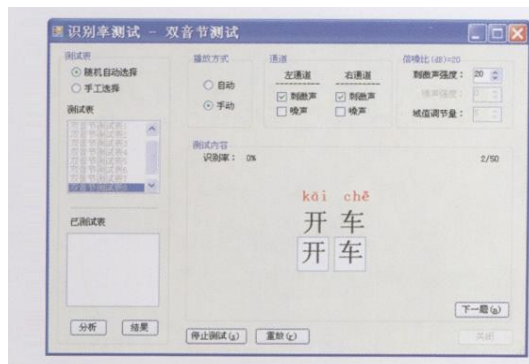


图 1 言语测听界面

Fig 1 Test interface of the speech test

“结果”按钮可以查看、导出、打印当前已测试结果。单击“分析”按钮可以显示、导出、打印受试者的得分-强度曲线 (performance-intensity curve PI) 曲线 (图 2)。

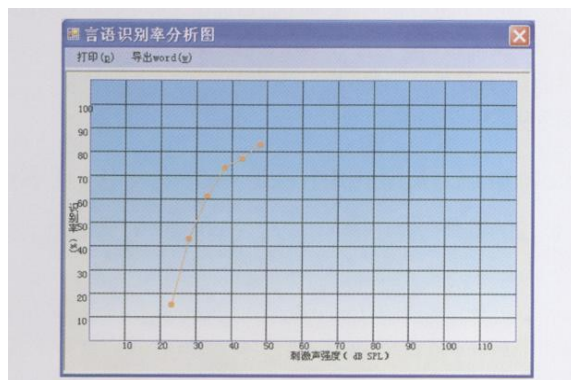


图 2 分析结果界面

Fig 2 PI result interface of the speech test

测试表管理模块: 查看、添加、修改、删除测试表及测试词的文字、关键字、声音。

数据管理模块: 查看、筛选、导出患者的测试结果。筛选条件包括受试者的基本信息和听力信息, 各条件为组合查询。测试结果数据导出为 EXCEL 文件, 以便于统计分析。

系统设置模块: 用户可以根据测试条件及自己的爱好进行系统设置, 包括测试表选择方式、播放方式、自动播放时间间隔、噪声设置、刺激声强度、噪声强度、音量大小、阈值调节量、声道等设置。

### 2.3 关键技术

根据临床和系统研究的工作需要, 笔者在数据库访问、声音的灵活控制、数据输出与分析几个方面进行了重点研究开发。

#### 1) 数据访问

由于系统要存储大量的受试者信息, 同时在测听过程中还会随时查询、修改、删除测试信息, 因而系统

会经常访问后台数据库,这就需要一个性能良好的数据库访问方法。通常根据需求采用 OLE DB(object linking and embedding data base)数据库访问技术<sup>[8]</sup>。

在系统程序中主要通过以下请求使用 OLE DB

#### (1) 初始化 OLE

```
Private td_dataconnection As New OleDb.OleDbConnection()
```

```
Private td_dataadapter As OleDb.OleDbDataAdapter
```

```
Private td_datacommandbuilder As OleDb.OleDbCommandBuilder
```

```
Private td_datacontact As New DataTable
```

#### (2) 连接到数据源

```
td_dataconnection.ConnectionString = " Provider = Microsoft Jet OLEDB.4.0 Data Source = " & data-source & "AudioLib.mdb"
```

```
td_dataconnection.Open()
```

#### (3) 发出命令

```
td_dataadapter = New OleDb.OleDbDataAdapter(" select * from TBname order by FId asc", td_dataconnection)
```

```
td_datacommandbuilder = New OleDb.OleDbCommandBuilder(td_dataadapter)
```

```
td_datacontact = New DataTable
```

#### (4) 处理结果

添加或修改数据: td\_datacontact.Rows.Add(data-newrow) td\_dataadapter.Update(o\_datacontact)

删除数据 td\_datacontact.Rows(m\_rowposition).Delete() td\_dataadapter.Update(m\_datacontact)

#### 2) 声音的灵活控制

在言语测听系统中根据需要,系统必须灵活地控制声音强度及声道,包括左右言语声的强度控制、强度增量的随意调节、左右声道的控制、左右噪声的强度控制、噪声的左右声道控制、噪声强度增量的随意调节、言语噪声及白噪声的选择等。同时声音的调节必须以“分贝 dB”为单位,笔者利用 DirectX 9 中的 DirectSound API 同时控制多个声音文件<sup>[9]</sup>。

首先要在 visual basic 工程中添加 DirectX 9 引用。

其次创建一个设备对象,设置设备对象的协作度。设备对象用来管理设备和创建辅助缓冲区。

```
Dim ad As Device'创建设备
```

```
ad = New Device 实力化设备对象
```

```
ad.SetCooperativeLevel(Me.Handle, CooperativeLevelPriority)
```

```
desc.ControlPan = True
```

第 3 步,通过设备对象创建缓冲区对象。DirectSound 会自动地创建和管理主缓冲区,一个应用程序只有一个主缓冲区,可以有多个辅助缓冲区。辅助缓冲区由应用程序创建和管理,每一个声音对应一个辅助缓冲区,用来管理一个静态的或动态的声音流,然后在主缓冲区中混音。

```
Dim Buf As SecondaryBuffer'创建声音缓冲
```

```
Dim bufzs As SecondaryBuffer'创建噪声缓冲
```

```
Dim desc As New BufferDescription
```

第 4 步,调用本系统编写的声音控制函数,将数据读取到缓冲区并播放。

```
Sub playsound(ByVal wavefile As String)
```

```
Buf = New SecondaryBuffer(datasource & wavefile, ad)
```

```
If ckbztdcj.Checked = True And ckbytdcj.Checked = True Then
```

```
Buf.Volume = nudcjgd.Value
```

```
Buf.Pan = 0
```

```
ElseIf ckbztdcj.Checked = True And ckbytdcj.Checked = False Then
```

```
Buf.Volume = nudcjgd.Value
```

```
Buf.Pan = -10000
```

```
Else
```

```
Buf.Volume = nudcjgd.Value
```

```
Buf.Pan = 10000
```

```
End If
```

```
Buf.Play(0, BufferPlayFlags.Default)
```

```
End Sub
```

#### 3) PI 曲线显示、打印和输出

在系统进行言语识别率测听时,笔者会根据测听结果自动绘制出受试者的强度-得分曲线,并可以将受试者的基本信息和听力信息以及 PI 曲线导出到 Word 中,以便于听力工作者后期科研分析使用。

在开发这些功能时笔者利用 System Drawing 命名空间将图形添加到窗体上。System Drawing 命名空间是 NET Framework 提供的一种应用编程(application programming Interface, API),用它可以在 Windows 操作系统内创建二维矢量图形、图像和版面<sup>[10]</sup>。

首先在窗体中插入一个 PictureBox 图像框,并设

好其各项属性;在程序开头利用 Imports 命令添加 System Drawing Printing

其次在程序中创建 Graphics 对象,以及 Pen、Brush、Font 对象以表明要绘制图形的属性,并实例化这些对象。

第 3 步,编写 PI 曲线绘制函数,并在窗体的 Paint 事件中调用此函数,使得每次窗体刷新时图形也会随之更新。

在窗体中添加 System Drawing Printing 对象,在其打印函数 PrintPage() 中绘制 PI 曲线图形对象,并在打印字符串中加入受试者基本信息,再调用 Print() 函数即可将 PI 曲线打印输出。

在工程引用中添加 Microsoft Word Object Library,然后在程序中定义及实例化 Word 程序的对象,并增加激活一个新文档,在此新文档中导入受试者的基本信息。将 PI 曲线存在一个 BMP 文件中,并在 Word 文档中插入此 BMP 文件,从而实现了 PI 曲线导出到 Word 功能。

### 3 讨论

言语测听是一种主观测试方法,它受语言、生理、心理等因素的影响,为了保证本研究结果的科学性,提高系统的可靠性、可行性、稳定性,在进行系统开发时,笔者对影响言语测听的语音学和物理学因素进行了研究。

#### 3.1 言语的冗余度

由于在言语测听时句子比双音节词表易懂,双音节词表比单音节词表易懂,因而,为了满足临床及科研工作不同需要,本系统可以装载单音节和(或)双音节和(或)语句测试表等多种言语测听材料。

#### 3.2 测试表间的等价性

由于听力测试者对测试内容的学习效应会影响到测试的效度,因此对于一套言语测试材料来说,必须有彼此间等价的多张词表来满足重复测试的要求。在本系统中,测试表可以被随机选择,同时测试项的播放顺序也是随机的,通过 2 种随机方式的组合可以产生更多等价的测试表,以满足言语测听工作的需要。

#### 3.3 测试及评分方式

为了更好地了解受试者所接收到的确切信息,分析影响其言语理解的语音学因素,本系统采用开放项测试,在进行言语识别阈或识别率测试时系统自动保存受试者的各项反应,以便于临床听力工作者后期分

析,为患者康复治疗或科研工作提供依据。

同时当进行识别率测听时系统可以自动分析受试者的识别率,并绘制出受试者的 PI 曲线;当进行识别阈测听时系统会根据“折线法”自动计算出受试者的言语识别阈。这样既节约了测试时间,又降低受试者心理因素对测试结果的影响。

#### 3.4 材料的给声

言语测听的结果需要以量化的形式表达,因此对测试信号强度和信噪比的控制直接影响着测试结果的准确性。

为了满足用户的不同需要,系统可以灵活地控制声音强度及声道,包括左右刺激声的强度控制、强度增量的随意调节、左右声道的控制、左右噪声的强度控制、噪声的左右声道控制、噪声强度增量的随意调节、言语噪声及白噪声的选择等。因而,用户既可以进行安静环境下的言语测听,也可以开展噪声下的言语测听,测听时可以同侧给噪声,也可以对侧给噪声。

### 4 结论

在临床听力工作中使用本系统的主要优点:

1) 改变了言语测听的传统模式,满足了临床工作的需要,具有很高的社会效益:计算机化言语测听是解决我国目前众多听力患者需求的最好办法。近 10 年来我国才逐渐开展临床听力专业人员的培养工作,专业人才异常缺乏,特别是听力言语诊断治疗师的数量与培养现状远远不能满足众多患者的需要,同时迫切需要改变传统的人工测听模式以满足临床听力工作的需求。

2) 测试结果自动化分析、测试时间短,节约了成本,产生了强大的经济效益:该系统对患者的每项测试结果均会自动保存以便于后期统计分析,因而通过计算机化言语测听可以缩短测试时间,使测试工作简单易行,降低了测试成本,减轻患者的经济负担,大大节省社会及家庭的支出,具有较强的经济效益。

3) 言语测试项目全面,声音控制灵活,系统扩展性良好,可以满足不同用户需求:系统测试项包含言语识别阈、言语识别率、噪声中的言语识别,每一项测试均有多张等价性和同质性良好的测试表(包括单音节、双音节、语句),这一系统将为我国的言语测听及听力学研究提供更丰富的研究素材。

系统可以灵活地控制声音强度及声道,临床听力人员可以使用本系统开展各种噪声以及非噪声环境

下的言语测听。同时本系统有很强的扩展性, 可以装载不同方言、不同用途的言语材料, 用户可以自主扩展或修改测试表和测试项, 以满足不同地域、不同科研或临床工作的需要。

4) 系统信息更新、存储功能强大, 便于开展科研工作: 系统可以存储翔实的患者信息, 提供了便利, 既为用户随访患者开展提供了便利, 也为科研工作提供了有力的保障。

总之, 本计算机化言语测听系统的开发, 改变了以往临床言语测听过程中人工操作繁复、统计数据繁杂的局面, 适应了信息化社会发展的需要。同时, 由于本系统便于基层单位操作, 为我国的言语测听工作提供了统一的言语测听平台, 因而本课题成果的推广可以推动我国临床听力学的应用范畴, 使听力疾患的诊断、治疗和康复的准确性进一步提高, 推进我国言语测听工作的科学化、标准化、信息化。

## 5 参考文献

- [1] 韩德民, 许时昂. 听力学基础与临床 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2004 165-172
- [2] 冀飞. 汉语单音节测听词表的开发和等价性验证 [D].

西安: 第四军医大学, 2007: 16

- [3] Shiroma M, Iwaki T, Kubo T, et al The Japanese hearing in noise test [J]. Int J Audiol 2008, 47: 381-382
- [4] Vermiglio A J The American English hearing in noise test [J]. Int J Audiol 2008, 47: 386-387
- [5] Moon S K, Hee K in S, Ah M un H, et al The Korean hearing in noise test [J]. Int J Audiol 2008, 47: 375-376
- [6] Vaillancourt V, Laroche C, Mayer C, et al The Canadian French hearing in noise test [J]. Int J Audiol 2008, 47: 383-385
- [7] 钟丽. 现代汉语的特点 [EB/OL]. (2008-9-2) [2009-10-15]. [http://www.thn21.com/base/yuyan/15466\\_2.html](http://www.thn21.com/base/yuyan/15466_2.html)
- [8] Bill Evjen Billy Hollis Bill Sheldon VB 2005 & .NET 3.0 高级编程 [M]. 杨浩译. 5版. 北京: 清华大学出版社, 2008 345-367.
- [9] Frank D. Luna DirectX 9.0 3D 游戏开发编程基础 [M]. 段菲译. 北京: 清华大学出版社, 2007: 30-36
- [10] Michael Havorson Visual Basic 2008 从入门到精通 [M]. 汤涌涛译. 北京: 清华大学出版社, 2008 283-292

(收稿日期: 2010-01-28)

编辑 张俊敏