

一种汉语方言编码与转换机制的研究*

胡扬, 年晓红

(中南大学信息科学与工程学院, 长沙 410083)

摘要: 回顾了汉语拼音方案的组成和特点, 分析了方言编码的可行性。引入二进制编码方式对汉字发音进行编码。编码序列包括了声母、韵母、音调、儿化音等编码部分。建立了方言音、修饰音、标准音之间的转换关系。以湘汨地区的方言为例, 详细论述了方言编码和转换的过程。以人工代谢算法作为寻优策略, 结合特定语言环境, 将方言音转换成标准音。通过实例分析论述了该方案的可行性和合理性。

关键词: 方言编码; 修饰音; 自然语言理解; 人工代谢算法

中图分类号: TP182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2013)01-0206-05

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2013.01.053

Research on novel method about Chinese dialect coding and conversion mechanism

HU Yang, NIAN Xiao-hong

(School of Information Science & Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: This paper concluded the composition and characteristics of the scheme for the Chinese phonetic alphabet. It analyzed the feasibility about dialect codes, and used binary codes for Chinese pronunciation. Codes sequences included initial consonant codes, compound vowels codes, tones codes and linguistic features of Erhua codes. It built the relationship among dialect pronunciation, modified pronunciation and standard pronunciation. Taken dialect in Xiang-Mi area as an example, it illustrated the process about dialect coded and conversion in detail. Dialect pronunciation could be translated to standard pronunciation by artificial metabolic algorithm under special dialogue situation. It discussed the feasibility and rationality of the above scheme through one real example.

Key words: dialect codes; modified pronunciation; natural language understanding; artificial metabolic algorithm

0 引言

随着计算机信息处理能力技术的不断发展, 对人类语言标准发音的编码、识别、分类等一系列技术已逐渐趋于成熟^[1-3]。语言作为人类的一种信息交流形式, 不可能是一成不变的。在人们日常的实际对话中, 一般很难以非常标准、教科书式的发音来进行交流, 语音中或多或少地带有的方言的成分。汉语作为世界上使用人数最多的一种语言, 其语言发音因受地域、民族、职业、年龄、性别、教育水平等因素的影响而千差万别。其中地域因素往往决定了某一地区基本自然条件和生活习惯, 在一定程度上也成为决定方言之间区别的主要因素。因而, 研究方言的发音及其对应的编码机制也成为了语言学家所面临的重要课题^[4-12]。

对语言的编码研究在计算机学科中属于人工智能范畴下的自然语言理解领域。在传统上的自然语言理解主要集中于对标准语音的处理。对于方言, 通常的做法是采用人工智能(如人工神经网络)学习机制, 对方言信号进行辨识, 通过不断训练和反复刺激, 使控制器对该语言形成敏感效应, 最终达到能跟随语音信号输出并正确理解语义内容的目的^[13,14]。

本文所提出的方言编码与转换机制建立在正确接收方言语音信号的基础上, 通过分析方言基本发音规律和其对应的语义组成, 将其翻译成一般的标准发音, 从而达到正确理解语言信号的目的。

1 方言编码的总体方案

1.1 汉语拼音方案的回顾

教育部公布的汉语拼音方案可分为字母表、声母表、韵母表、声调符号和隔音符号五个主要组成部分。其中字母表沿袭了26个英文字母的拼写外形和排布规律。声母表包括了b(波)、p(坡)、m(摸)等21个声母。其中zh(知)、ch(蚩)、sh(诗)与z(资)、c(雌)、s(思)对应以区分卷舌音和平舌音。韵母表包括了a(啊)、o(喔)、e(鹅)等35个韵母。其中如an(安)、en(恩)、in(因)与ang(昂)、eng(亨)、ing(英)则对应以区分前鼻音和后鼻音。音调符号分为阴平、阳平、上声、去声四种, 有时还有轻声。例如, 对拼音ma来说, 其四种声调分别可对应“妈”“麻”“马”“骂”四种读音, 轻声可对应“吗”的读音。为避免相关音节的界限发生混淆, 可用隔音符号(')予以隔开, 如“皮袄”的拼音写成pi'ao。

收稿日期: 2012-06-13; **修回日期:** 2012-07-26 **基金项目:** 中央高校基本科研业务费资助项目(2011QNZT027); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20110162120043)

作者简介: 胡扬(1978-), 男, 湖南长沙人, 博士, 主要研究方向为人工智能及其应用(foxgoat@yahoo.com.cn); 年晓红(1965-), 男, 甘肃武山人, 教授, 博导, 博士, 主要研究方向为控制理论与控制工程、智能系统优化。

汉语作为一种发音复杂、形式多样的语言,其标准发音体系尚且十分繁杂。方言就更是如此了。然而方言内部往往具有修饰音一致、语音语调相对单一的特点,这又为实现方言编码提供了有利条件。

1.2 方言编码中的相关因素及修饰机制的研究

方言编码中涉及的因素非常多,其中包括了重音的处理、音节的划分、儿化音的引入、音调的变化等因素。另外影响方言编码的大一类因素是特定词发音及对应语义的处理,由于在方言中经常出现某个音节对应某个特定语义的情形,还需建立针对该种方言的特定语义库^[15,16]。

本文采用二进制编码方式对汉字发音进行编码。编码序列包括了声母、韵母、音调、儿化音等编码部分。应该说明和指出的是,本文方法是建立在对所接收到的语音信号经过正确辨识基础之上的,即首先认为所接收的语音信号(实际是方言发音)是标准的普通话读音,借助已经成熟的汉语分词和句法识别技术将其转换为对应的音节序列(实际上是方言音节序列);然后再引入本文所建立的方言—普通话修饰转换机制,将对应的方言发音转换成正确的普通话发音。对于修饰音的研究,当前人工智能领域的常用方法是通过遗传算法、人工神经网络机制对语音进行识别,对声音信息进行特征提取^[17,18]。

限于篇幅和写作目的所限,本文对标准语音辨识和语义转换技术不再赘述,将重点放在方言编码上。同时,编码也存在着重码现象,但由于具体的语境和方言发音习惯,重码现象可以得到有效控制。

对于 21 个声母,采用 5 位二进制编码,从 00001 到 10101,分别对应 b、p、m、f、…、s。对于 35 个韵母,采用 6 位二进制编码,从 000001 到 100011,分别对应 a、o、e、…、ün。对于五种音调(含轻声),采用 3 位二进制编码,从 000 到 100,分别对应轻声、阴平、阳平、上声和去声。儿化音采用 1 位二进制编码,1 和 0 分别对应存在和不存在儿化音两种情形。具体的编码方式如表 1~3 所示。

表 1 声母编码

声母	编码	声母	编码	声母	编码
b	00001	l	01000	zh	01111
p	00010	g	01001	ch	10000
m	00011	k	01010	sh	10001
f	00100	h	01011	r	10010
d	00101	j	01100	z	10011
t	00110	q	01101	c	10100
n	00111	x	01110	s	10101

表 2 韵母编码

韵母	编码	韵母	编码	韵母	编码	韵母	编码	韵母	编码
a	000001	an	001000	ie	001111	iong	010110	uen	011101
o	000010	en	001001	iao	010000	u	010111	uang	011110
e	000011	ang	001010	iou	010001	ua	011000	ueng	011111
ai	000100	eng	001011	ian	010010	uo	011001	ü	100000
ei	000101	ong	001100	in	010011	uai	011010	üe	100001
ao	000110	i	001101	iang	010100	uei	011011	üan	100010
ou	000111	ia	001110	ing	010101	uan	011100	ün	100011

表 3 音调编码

编码	音调				
	轻声	阴平	阳平	上声	去声
	000	001	010	011	100

对声母编码而言,保留了声母编码为 00000 的情形。这是因为汉语拼音方案中存在整体认读的规则。例如,对韵母 ie 而言,它是一个整体认读音节,发音不需要声母。因此当声母编码为 00000 时,后续韵母将构成整体认读音节。

综上所述,语音编码采用 15 位编码,分别对应声母、韵母、音调和儿化音编码。举例如下:刚(gang)的声母为 g(编码为 01001),韵母为 ang(编码为 001010),音调为阴平(编码为 001),无儿化音(编码为 0)。因而其语音的整体编码如表 4 所示。

表 4 刚(gang)的语音编码

编码	位数														
	b ₁₅	b ₁₄	b ₁₃	b ₁₂	b ₁₁	b ₁₀	b ₉	b ₈	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁
	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0

方言发音可以看做由普通话发音经相应修饰演化而来。修饰因素包括鼻音、舌音、语调、儿化音修饰等主要类型。由于有了修饰,发音将产生变异。在这里修饰音也采用 15 位二进制编码,它与标准音编码进行逐位同或逻辑操作得出方言音编码。

同或逻辑的基本原理是:0⊙0=1,0⊙1=0,1⊙0=0,1⊙1=1。引入同或运算的意义在于使修饰音能够完全自主地与标准音配合,从而不受限制地产生方言发音。举例而言,在湖南省湘阴地区的方言中,普通话“伯”发成“霸”音。其编码修饰机制解析如下:

依据表 1~3 的编码规则,“伯”的声母为 b,韵母为 o,音调为第二声(阳平),无儿化音;“霸”的声母为 b,韵母为 a,音调为第四声(去声),无儿化音。因而,“伯”的发音编码为 00001&000010&010&0,即为 000010000100100;“霸”的发音编码为 00001&000001&100&0,即为 000010000011000。设 X 为修饰音编码,则应有: 000010000100100 ⊙ X = 000010000011000。因此,修饰音 X 的编码应为 111111111000011。

可以注意到,对于同一种方言,其修饰音往往具有一定的类似性。例如,对于“姐”,声母为 j,韵母为 ie,音调为第三声(上声),无儿化音,其发音编码为 01100&001111&011&0,即为 011000011110110。而“姐”在湘阴地区的方言中念做“佳”,佳的编码为 01100&001110&001&0,即为 011000011100010。设从“姐”到“佳”的修饰音为 X,则应有 011000011110110 ⊙ X = 011000011100010。故修饰音 X 的编码应为 11111111101111。对“写”,其发音编码为 01110&001111&011&0,即 011100011110110。该编码与修饰音 X 编码进行同或操作得到“写”的方言编码,结果为 011100011100110。按照编码顺序将该编码分解成声母+韵母+音调+儿化音的格式,为 01110&001110&011&0。因而“写”所对应的方言读音规则为“x&ia&上声&无儿化”,与当地居民实际发音一致。

1.3 几种特殊情形的处理

应该注意到,由于方言发音的复杂性,方言语音与标准汉

语拼音之间有时可能缺少一一对应的关系。方音的声母、韵母和声调的数量与标准普通话不一定呈完全匹配关系。针对这种情况,有如下几种处理方法:

a)建立方言语素库,尽可能丰富不同地域语言之间的联系。这需要力图挖掘方言的特定声母、韵母出现的统计规律,针对出现的频率建立方言与标准音转换的专家规则,完善方言转换体系。而对于一些难以找到修饰音的方言词汇,则可以考虑建立特定的专家系统。对这些发音的匹配关系予以保存。例如,在湖南湘阴地区,普通话的“玩”(wan)在方言中读做“撒”(sa)。这种转换规则难以用传统的修饰规则来描述,并且方言音“撒”表示标准音“玩”的概率很大。这样不妨直接建立两者之间的联系,从根本上完善方言的语义转换。

b)建立语境判断技术。语言在某一特定的环境和语句条件下往往存在某一类发音或是某一类含义占主导地位的情况。例如在湖南湘阴地区,jia 一般均读做“佳”,但根据上下文环境的不同,又可以表示“姐”“给”“假”的含义。这时应优先考虑哪种最适合当时语言环境的情形,因此需要根据对话中其他语言信息和整体段落大意,判断“姐”“给”“假”中的哪个能更好地与其相匹配。如有一段简短的对话(采用湘阴方言):

甲:o yao he xu

乙:jia

由表 5 所列出的语素可知,甲的意思是:“我要喝水”。这时乙的回答只有一个单词。尽管它可能对应“姐”“给”“假”的含义,但在具体这种环境下,翻译成“给”可能更为恰当。

c)考虑专有词汇出现的可能。还应指出的是,对于某些方言发音,其与标准音并无逻辑上的修饰关系。但在这时,这一类型的发音所代表的含义往往具有浓厚的地方色彩。例如,湖南方言:“ba de man”“nai de fan”“qia de ku”等。当出现这类发音时,一般就要考虑是否是几个特定词汇的组合了。这里不但要能准确地记录发音,而且需要有较强的当地文化背景知识。上述的几个词汇单纯从读音上看可以认为是:“霸得蛮”“耐得烦”“恰得苦”,似乎一时很难找到某个具体的标准音和其对应。但若对湖湘文化有一定的了解,就会知道这三个短语分别对应的含义是:“有决心”“有耐心”“能吃苦耐劳”。再结合上下文,就不难理解整个对话了。由此可见要正确解读某一种语言,单纯了解发音规律是不够的,还需要对当地的文化底蕴有较深的理解和认识。

2 湘汨地区方言辨识体系的建立

2.1 湘汨地区方言的特点

本节以湖南省湘汨地区的方言发音为例,讨论修饰音转换问题。湘汨地区位于湖南省洞庭湖区,属于岳阳地区,与长沙地区毗邻。该地区主要包括湘阴县和汨罗市一带。这一带自古以来统称为罗城,其发音有很大的相似性和较强的沿袭性,具有非常典型的湘北方言特征^[5,6]。下面将分两部分讨论湘汨地区方言的特色。

2.1.1 湘汨地区发音特征

一般而言,湘汨地区方言的发音特征可总结如下:

- a)没有明显的前后鼻音之分,一般发成前鼻音。
- b)缺少卷舌音,一般发成平舌音。
- c)基本不存在儿化音和轻声现象。
- d)含有大量具有当地特色的词汇。

与一般的普通话发音不同,湘汨地区的方言相对而言发音变化比较单一,并且特定词汇的发音与普通话相差较大。因此讨论特定词汇的发音并建立语素库,是完善方言编码的重要措施^[19,20]。

2.1.2 湘汨地区特定词汇研究

该地区方言中含有的大量词汇的发音与普通话有明显的不同,举例如表 5 所示。

表 5 湘汨地区方言中特定词汇发音举例

标准音	方言音	标准音	方言音	标准音	方言音
热	业	饭	反	肉	佑
的	郭	蚊	闷	风	哼
吃	恰	水	诨	累	lia(去声)
我	哦	人	营	冷	lang(阴平)
你	嗯	没	帽	下	哈

通过建立特定词汇的语音库,可以提高方言辨识的效率,为语言信息的智能处理打下良好的基础。

2.2 湘汨方言的识别与转换

2.2.1 方言转换机制

没有一种语言是一成不变的。要使计算机在有限的时间范围内准确地判断一类方言在任何情况下所传递的全部信息是不切实际的。因此,通过建立一种智能搜索机制,在已知谈话对象所涉及的主题背景先验知识的基础上,有望对方言的内容进行一定意义上的辨识。本文所建立的方言转换机制主要流程如下:

- a)了解当前谈话主题的先验知识,从语料库中搜索谈话对象可能涉及的主要方言词汇及相关普通话词汇。
- b)将语料库中发音与收集的方言语言信号最匹配的词汇代入对话库中,得到初步筛选后的语言信息。
- c)通过智能信息搜索机制,寻找余下词汇的修饰音,得到整理后的语言信息。
- d)判断整理后的语言信息是否符合逻辑、上下文文法和当前谈话背景。若符合,则停止转换;若不符合,则转 c),继续调整修饰音信息,直至得到符合要求的语言信息为止。

2.2.2 方言转换中最佳修饰音的挖掘

需要说明的是,方言对于声母、韵母和声调的采用往往有其独有的偏好。在这种情况下,方言音和标准音之间的修饰关系将具有一定程度上的规律性。例如,根据 2.1.1 节所总结的湘汨地区发音规律,当对方言音进行转换处理时,应着重考虑到卷舌音被误读成平舌音和缺少后鼻音等几种可能性,因而所考虑的修饰音应优先契合这几种主要的情形。

由表 1 可得声母 zh(01111)、ch(10000)、sh(10001)转换成 z(10011)、c(10100)、s(10101)所对应的修饰音分别是 00011、11011、11011。由表 2 可得韵母 an(001000)、en(001001)、in(010011)转换成 ang(001010)、eng(001011)、ing

(010101)所对应的修饰音分别是 111101、111101、111001。可以发现各自修饰音有很大的类似。因而在对方言进行转换时可以优先对此类修饰音进行搜索,从而为提高方言的辨识效率打下很好的基础。

2.2.3 人工代谢算法简介

本文采用人工代谢算法作为修饰音搜索算法。人工代谢算法的思想来自于生物体的新陈代谢机制。将目标对象优化的过程看成代谢物在催化酶作用条件下的一种新陈代谢过程。目标对象编码成代谢物,优化方案编码成催化酶,两者的匹配关系编码成中间代谢物。通过代谢竞争算子、代谢凋亡算子、代谢平衡算子对催化酶进行筛选。经过若干轮的代谢计算后,所得到的中间代谢物的度量值为最大,即此时催化酶与目标对象(代谢物)达到了最优匹配。因而此时的优化方案(催化酶)即对应着目标对象的最优解决方案。

在方言转换方面,人工代谢算法的最大优点是可将方言发音和标准音以修饰音为连接纽带进行沟通。在这里,方言音和修饰音都可以自由地予以匹配。针对特定地域的方言可以搜索其所对应的特定修饰音。人工代谢算法可采用二进制编码,其中间代谢物(寻优值)通过同或逻辑计算得到,很适合修饰音与方言音之间的匹配关系运算。因此本文采用人工代谢算法作为智能搜索机制对修饰音进行处理。

限于文章篇幅,对人工代谢算法的收敛性证明等相关特性不再赘述。感兴趣的读者请参阅文献[21,22]。

3 实例分析

本章通过一个具体实例来说明本文的方言转换过程。现已知有甲乙两人在对话,谈话的主题是饮食。所采集的方言读音信息如表6所示。

表6 原始方言对话信息表

对话人	对话内容
甲	en qia fan mao luo?
乙	o hai mao qia, wu li mao de yin, o den o baba. ta qu ke mai zi ke da.
甲	en qia dian you, you lang de.
乙	o xian qia dian xu.
甲	hai qia mo zi cai luo?
乙	ang gua, dei fu he la jiao.

处理过程如下:

a)将收集的方言信息与表5中的语料进行对比,得出初步的语言信息,如表7所示。

表7 语言初步信息表

对话人	对话内容
甲	嗯 qia 反帽 luo?
乙	哦 hai 帽 qia, wu li 帽 de yin, 哦 den 哦 baba. ta qu ke mai zi ke da.
甲	嗯 qia dian 佑, 佑 lang de.
乙	哦 xian qia dian 翔.
甲	hai qia mo zi cai luo?
乙	ang gua, dei fu he la jiao.

结合谈话主题,将表5中与方言对应的普通话词汇代入到

对话信息中,得到表8。

表8 第一次整理后的语言信息表

对话人	对话内容
甲	你吃饭没 luo?
乙	我 hai 没吃, wu li 没 de 人, 我 den 我 baba. ta qu ke mai zi ke da.
甲	你吃 dian 肉, 肉冷 de.
乙	我 xian 吃 dian 水.
甲	hai 吃 mo zi cai luo?
乙	ang gua, dei fu he la jiao.

b)在得到表8后,从鼻音、舌音、语气词和专有词汇等角度对其进行整理^[23,24]。下面分别举例说明:

(a)鼻音的整理。

乙的第三句的第一个词是 ang,其对应于表1~3的编码为 00000&001010&010&0,ang 后的音节是 gua,同“瓜”,考虑到是以饮食为主题,故“ang 瓜”很大可能是一类瓜果。启动人工代谢算法,将 000000010100100 看做代谢物编码,在表1~3所建立的编码空间内搜索与该代谢物相匹配的酶。匹配的原则是酶编码与 000000010100100 尽可能一致,且与“瓜”能构成瓜果类组合。考虑到湘汨方言中存在 ang 音与 hang 音、hu 音与 wu 音、h 音与 f 音区分度不大的特点,搜索范围优先考虑声母为 00100、01011、00000,韵母为 001000、001010、010111、011000、011100、011110 的组合。经算法搜索得,“ang”的正确编码应为 01011&011110&010&0,经瓜果类知识整理得,“ang gua”应为“huang gua”,即为“黄瓜”。

(b)语气词的整理。

甲的第一句和第三句均以“luo”结尾。考虑到均为疑问句,故“luo”很可能是一个语气词。经整理,“luo”与湘汨方言中“咯”发音一致。

(c)舌音的整理。

乙的第二句有“zi”的音节,但其与上下文难以构成恰当的匹配,考虑到可能出现“zi”“ci”“si”和“zhi”“chi”“shi”不分的情况,并由已知的先验知识,家中人应该是出去“mai(买)”东西了。因而重点对声母为 01111、10000、10001、10010、10011、10101 和韵母为 001101 的组合进行搜索。经算法搜索,该音节的恰当编码为 01111&001101&001&0,结合上下文知识,该读音应为“纸”。

(d)专有词汇的整理。

乙的第三句有“dei fu”的音节。由先验知识可知,“dei fu”应为一道菜名。考虑到湘汨方言中,“dei”和“dou”不分、“f”和“h”不分的情形。因而重点应对以上编码的组合进行搜索。再考虑到该音节应为菜名,搜索结果“dei fu”的合适编码应为 00101&000111&100&0 和 00100&010111&011&0,即为“豆腐”。

c)如上所示,在前次整理的基础上,不断地对表6进行完善,最终得到完全的标准语音信息,如表9所示。

需要说明的是,在湘汨方言中“爸爸(baba)”和“伯伯(霸霸baba)”的发音区分度不大。只能根据当时的语境予以判断。另外,对于吃东西,不论是“喝”水还是“吃”饭,其中的“喝”和“吃”在方言中都统一读成“恰”。因此在转换成普通

话时要根据对象来具体选择是“喝”还是“吃”,这样才能转换到位。还有一点是:表9中乙的第一句中“屋里没得人”中的“得”也可略去。

表9 标准语音信息表

对话人	对话内容
甲	你吃饭没咯?
乙	我还没吃,屋里没得人,我等我爸爸,他出去买纸去了。
甲	你吃点肉,肉冷了。
乙	我先喝点水。
甲	还吃什么菜咯?
乙	黄瓜,豆腐和辣椒。

作者针对表6给出的原始语言信息,以对话人语言交流的逻辑性程度高低为准则,结合对话人所处的语言环境和方言发音的相关先验知识,基于人工代谢算法对修音进行寻优搜索。实验分析表明,人工代谢算法能较好地识别特定的鼻音、舌音对方言发音的影响,从而降低这两方面可能产生的一些语言信息误导。方言辨识有效率总体可以达到80%,能对日常对话中的地方语言理解起到较好的辅助作用。

4 结束语

中国的语言文字是丰富多彩的。随着改革开放的不断深入,不论是出于保护汉语语言遗产的需要还是促进国际交流的目的,更多的汉语方言将进一步地为世人所认同。本文对方言的特点,以湘汨地区语言为例,研究了一种方言编码及其与普通话的转换机制。基于对话的先验知识,通过人工代谢算法对方言进行辨识和编码修正。实例分析表明,本文所提出来的方案能不断地对方言信息进行特征滚动优化提取,不断缩小搜索空间,最终达到合适的转换效果。

应该指出的是,本文所提出的编码和转换机制还是较为随机的,搜索效率还不太高。如何根据不同语言的特点,为其量身定制特定的编码方式和转换体系,在充分挖掘当前语料信息的基础上提高系统的分析效率将是进一步研究的课题。

参考文献:

- [1] LEI Yun, HANSEN J H. L. Dialect classification via text-independent training and testing for Arabic, Spanish, and Chinese[J]. *IEEE Trans on Audio, Speech and Language Processing*, 2001, 19(1):85-96.
- [2] WIELING M, NERBONNE J. Bipartite spectral graph partitioning for clustering dialect varieties and detecting their linguistic features[J]. *Computer Speech and Language*, 2011, 25(3):700-715.
- [3] BOZICNIK S, MULEJZ M. From division to integration of natural and

social sciences by the universal dialectical systems theory[J]. *Cybernetics and Systems*, 2009, 40(4):337-362.

- [4] 贾珈,蔡莲红,李明,等.汉语普通话与沈阳方言转换的研究[J]. *清华大学学报:自然科学版*, 2009, 49(S1):1309-1315.
- [5] 许慧慈,钱盛友.湖南方言声频特性的计算机分析[J]. *电声技术*, 2007, 31(4):56-58.
- [6] 王岐学,钱盛友,赵新民.基于差分特征和高斯混合模型的湖南方言识别[J]. *计算机工程与应用*, 2009, 45(35):129-131.
- [7] 顾明亮,夏玉果,张长水,等.基于AdaBoost的汉语方言辨识[J]. *东南大学学报:自然科学版*, 2008, 38(4):585-588.
- [8] 沈兆勇,顾明亮,杨亦鸣.基于GMM符号化和置信判别的汉语方言自动辨识研究[J]. *计算机科学*, 2006, 33(11):210-211.
- [9] 顾明亮,马勇.基于高斯混合模型的汉语方言辨识系统[J]. *计算机工程与应用*, 2007, 43(3):204-206.
- [10] 刘林泉,郑方,吴文虎.基于小数据量的方言普通话语音识别声学建模[J]. *清华大学学报:自然科学版*, 2008, 48(4):604-607.
- [11] 顾明亮,沈兆勇.基于语音配对的汉语方言自动辨识[J]. *中文信息学报*, 2006, 20(5):77-82.
- [12] 顾明亮,夏玉果,张长水.基于支撑向量机的汉语方言辨识[J]. *计算机工程与应用*, 2007, 43(29):210-213.
- [13] 朱颖,钱盛友,赵新民.基于SOM神经网络和支持向量机的方言辨识[J]. *计算机工程与应用*, 2009, 45(22):200-201.
- [14] 钱盛友,许慧慈.基于动态时间规整和神经网络的方言辨识研究[J]. *计算机工程与应用*, 2008, 44(10):211-213.
- [15] RUSSO G, GENTILE A, PIRRONI R. Knowledge discovery for the linguistic atlas of sicily project[J]. *Computer Systems Science and Engineering*, 2010, 25(2):149-159.
- [16] 潘复平,赵庆卫,颜永红.一种用于方言口音语音识别的字典自适应技术[J]. *计算机工程与应用*, 2005, 41(23):4-6.
- [17] 周晓一.基于遗传算法的计算机辅助语音处理研究[D]. 济南:山东师范大学, 2011.
- [18] 陆茵.基于遗传算法和BP神经网络的汉语语音识别研究[D]. 南宁:广西大学, 2007.
- [19] 普园媛,杨鉴,尉洪,等.一个面向语音识别的云南民族口音普通话语音数据库[J]. *计算机工程*, 2003, 29(17):87-89.
- [20] YUAN Tang-ming, MOORE D, REED C, et al. Informal logic dialogue games in human-computer dialogue[J]. *Knowledge Engineering Review*, 2011, 26(2):159-174.
- [21] 胡扬.人工代谢算法若干问题分析[D]. 长沙:中南大学, 2010.
- [22] 胡扬,桂卫华.人工代谢算法在故障诊断中的应用[J]. *信息与控制*, 2010, 39(2):228-233.
- [23] 谢波,陈岭,陈根才,等.普通话语音情感识别的特征选择技术[J]. *浙江大学学报:工学版*, 2007, 41(11):1816-1822.
- [24] DUFOUR S, NGUYEN N, FRAUENFELDER U H. Does training on a phonemic contrast absent in the listener's dialect influence word recognition? [J]. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2010, 128(1):43-48.

(上接第198页)

- [10] GUARINO C N, MASOLO C, OLTRAMARI A, et al. Sweetening ontologies with DOLCE[C]//Proc of EKAW'02. 2002:166-181.
- [11] BAADER F, CALVANESE D, MCGUINNESS D L, et al. The description logic handbook: theory, implementation, and applications[M]. Cambridge:Cambridge University Press, 2003.
- [12] GHIDINI C, Di FRANCESCO MARINO C, ROSPOCHER M, et al.

Semantics-based aspect-oriented management of exceptional flows in business processes[J]. *IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, 2012, 42(1):25-37.

- [13] W3C Recommendation. SPARQL query language for RDF[EB/OL]. (2008). <http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115/>.