

盲文点字输入系统研究与实现

王向东 谢书华 张博宁 王超 钱跃良 林守勋

摘要: 现有人机交互方式大多针对普通人的需要设计,盲人使用计算机输入文字存在很大困难。针对这一现状,本文提出了一种完全符合盲人日常书写习惯的盲文点字输入系统,包括盲文点字输入装置和点字处理软件两个部分。系统通过电路触点方式获取用户输入的点字信息并由 USB 接口传输至计算机;计算机中的盲文点字处理软件对点字信息进行处理,并采用自然语言处理的相关技术,将整句的盲文自动转换为汉字。实验结果证明了本文盲文点字到汉字转换方法的有效性。

关键词: 盲文;盲文点字;汉字输入;盲文输入;盲人计算机系统

1 引言

根据中国残疾人联合会 2006 年的统计数据,我国现有盲人约 1233 万。在当今信息社会,我国信息化水平不断提高,信息技术在人们的工作、学习和生活中得到了广泛应用。但是,目前几乎所有的信息类产品,特别是其人机交互方式都是针对普通人设计的,没有考虑到残障人士的应用需求。这阻碍了盲人像正常人一样享受信息技术带来的便利,使盲人和正常人之间的信息鸿沟不断扩大,盲人在信息化社会中的生存和发展能力受到进一步制约,难以更好地融入到主流社会中。

人机交互问题包含输入与输出两个方面。前者是指通过键盘、鼠标等输入设备将文字或命令输入计算机,后者则是指将文字或其它信息以视觉和语音方式输出给用户。由于语音合成技术日益成熟,将文字转化为语音输出已经成为现实,因此对盲人而言,文字输入困难是制约其使用计算机的重要因素。

为了解决盲人在计算机上输入文字的问题,国内外研究者进行了大量研究,开发了一些系统,其主要思路主要有两种:一种是利用普通计算机的标准键盘和现有汉字输入方法,另一种是采用与盲文对应的键盘设置和相应的输入法。当前,多数盲人计算机系统支持使用标准键盘和现有汉字输入法^[1,2],但这一方式存在两个问题:首先,标准键盘键数过多,不适合视力障碍者快速摸读;其次,由于盲人对字形的观念弱,而盲文使用的字音拼读方法又与汉字拼音不同,导致盲人使用现有汉字输入法很不方便。为解决这一问题,有些盲人计算机系统使用与盲文对应的键盘设置和相应输入法^[1-3],其主要思路是在标准键盘上定义 6 个键,或是采用专用的 6 键键盘,使得 6 个键分别对应盲文的六个凸点 (⠠),当 6 个键中的某一个或几个同时按下时,可对应盲文中的一个盲符。这种方式与盲符相对应,相对来说更符合盲文的输入习惯,但由于操作时候要同时按下多个键,不符合通常的按键习惯,因此往往需要一段时间的训练才能熟练使用。

在上述第二种方式中,用户输入的是盲文,当用户需要与普通人交流时,还需要将其转换为汉字。国内许多研究者研究了盲文-汉字自动转换技术^[2, 4-6]。由于汉语盲文本质上是一种拼音文字(例如现行盲文中用一方盲符表示一个声母或韵母,两者组合构成一个音节),因此,现有的盲-汉转换技术主要采用与现有拼音输入法类似的方法,使用 n-gram¹语言模型并适当结合规则,将整句的音节流转化为汉字串。

¹ 一种自然语言处理和大词汇连续语音识别中常用的语言模型,详见下文。

本文针对现有的面向盲人的文字输入方法所存在的问题，提出了一种盲文计算机点字输入系统。该系统采用与盲文书写习惯完全一致的输入设备，配合盲文-汉字转换算法，可以使盲人无需学习，即可自由地输入盲符并将其转换为汉字，其输入速度可达到盲人正常书写速度。

2 盲文点字输入系统概述

2.1 中国盲文简介

我国目前普遍采用的盲文方案主要有两种^[7]，一种是 1953 年由原教育部颁布并在全国推行的“现行盲文”方案。此方案有 21 个声母、34 个韵母，还包括声调符号和标点符号。它以北京语音为标准，以普通话为基础，以词为单位，采用分词连写规则。另一种盲文方案是 1988 年由国家语言文字工作委员会同意试行推广的盲文改革方案，简称“汉语双拼盲文”。该方案可在两方盲符内表示汉语声、韵、调三要素，整个体系包括：字母表、标点符号、同音分化法、简写法、哑音定字法等，也采用分词连写规则。

由于双拼盲文出现时间较晚，而且相对于现行盲文也更复杂，规则更多，所以目前在国内广泛使用的仍然是现行盲文方案，无论是出版书籍的数量还是盲校的实际使用，现行盲文都占了很大的比例。因此本文算法研究也主要针对目前占主流应用的现行盲文。

上述两种盲文方案都以“盲符”为基本结构，按编码方案的规则进行排列，并通过触感来感受文字（亦称为点字）。盲符由六个点位（ $\ddot{\cdot}$ ）组成，一个盲符也简称一“方”。通过六个点位上分别是否有点凸起进行排列组合，就可以表达相应的文字符号。中国盲文实际上是一种以点字的形式用拼音的方法表示的文字，本质上是一种拼音文字。此外，盲文还有一个重要规则叫分词连写，即在盲文中以词为单位，词与词之间有空方。通过分词连写可以很大程度上消除单纯的拼音所带来的歧义，极大地帮助了盲文点字的汉字含义的确定。

盲文的书写和阅读比较特殊。盲文的书写是在比较特殊的纸张上通过打孔实现的，一般使用由若干方盲符所组成的盲文导板，然后在导板的导引下，按照盲文编码方案，从右向左进行打孔（点字）；阅读时，则把带有穿透孔的纸张翻过来，用手从左向右进行触摸阅读。如图 1 所示。

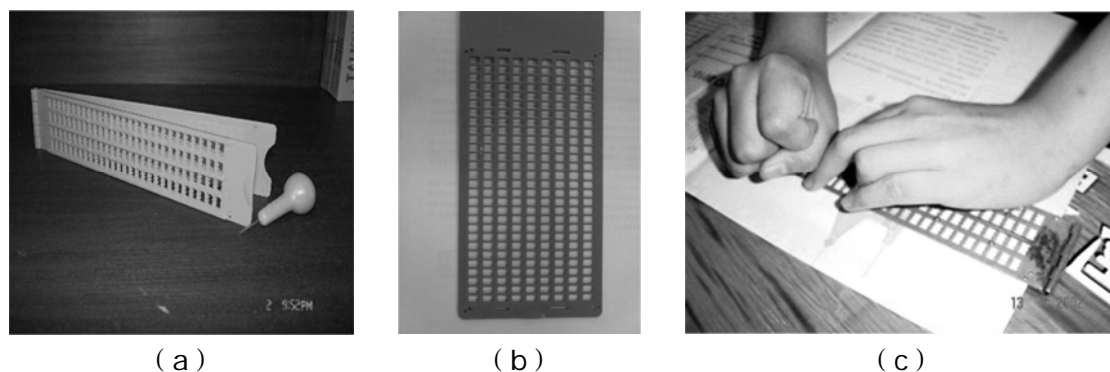


图1. 盲文的书写方式：

(a) 盲文导板和点字笔； (b) 将盲文导板覆盖于盲文纸上； (c) 盲文的书写

2.2 盲文点字输入系统的功能和模块划分

本文针对盲人的切实需求和日常书写习惯，提出并实现了一套盲文计算机点字输入系统。该系统摒弃了盲人使用不便的键盘，采用一种与盲文书写完全一致的输入装置，配合盲

文点字处理软件，可以使盲人像书写盲文一样自由输入盲符并将其转换为汉字。其输入速度可达到正常书写速度。

盲文点字输入系统由硬件和软件两部分组成：硬件部分是盲文点字输入装置，软件部分是盲文点字处理软件。盲文点字输入装置主要包括点字板和点字笔，其外观如图2所示。装置的基本原理是将盲人日常使用的点字导板安装在一块感应板上，并配以专用的点字笔，当盲人在板上输入点字时，感应板可将点字的坐标位置输入计算机，交由系统软件部分处理。装置中的感应板和点字笔可采用压力感应、电磁感应、电路开关等多种方式。由于电路开关方式成本低廉、性能可靠、实现简单，因此下文主要以这一方式为例介绍盲文点字输入装置。盲文点字输入装置通过USB接口与计算机连接并可实现即插即用。



图2. 盲文点字输入装置外观

盲文点字处理软件主要功能包括：(1) 点字信息的获取，即将点字板传来的点字坐标信息转换为盲符，并将一串盲符累积存储在内存中；(2) 盲文-汉字转换，利用自然语言处理的相关技术，将整句或短语的盲字符串自动转化为汉字，这部分是系统的核心功能；(3) 基于语音合成的逐字校对。一般来说，经过整句盲文-汉字转换后，产生的汉字基本已经可以满足上网、聊天、撰写邮件等日常文字交流需要。但是在对准确率要求较高的场合，就需要由盲人用户对产生的汉字串进行逐字校对，主要方式是系统通过组词和语音合成将候选词逐个读出供用户选择，其语音输出形如“一、商店的商，二、伤心的伤，……”。由于软件部分的核心技术在于盲文-汉字转换，因此下文主要介绍该部分算法。

3 盲文点字输入装置

如上文所述，盲文点字输入装置的主要功能是获取点字坐标信息并将其通过USB接口输入计算机。该装置通过一个单片机式微控制单元(MCU)获取用户输入并将其传输至计算机。由于该装置只需要获得某一点位是否被用户点击，而不需要获得精确坐标及点击力度等信息，因此，直接采用电路触点的方式是一种最为简便的方法。其主要原理是为各盲符的每一个点位上设置一个触点，并将点字笔通过线路与系统电路连通，这样，当点字笔接触某一点位的触点时电路接通，装置可获得信息并将其传至计算机。

上述方式的具体实现如图3所示。对于盲符的每一个点位，按照点位尺寸标准设计点状焊盘，将该焊盘通过高阻接地，然后再连接到单片机的端口。如果触笔(连接Vcc)与焊盘接触，则连接在单片机端口的焊盘将置为高电平，单片机即可采集到这一信息。

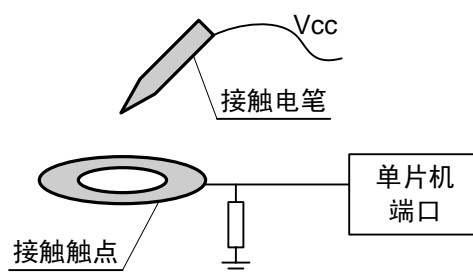


图3. 电路式点字装置的实现示意图

3.1 点字板电路设计

根据国家盲文标准，盲文导板一般包含 5 行，每行 28 方。按这一规格实现的点字板，如果每个点位上的触点都通过 MCU 的端口连接，则共需要 $6 \times 28 \times 5 = 840$ 个端口。显然，对于如此巨大的数量，将每个端口都连接至 MCU 并实时扫描的方式是不现实的。针对这一问题，我们针对盲文书写的方式，采用复用端口方式的予以解决。

按照盲文书写规范，点字输入方式为从右至左连续输入，一般不允许在输入一个盲符时返回修改之前输入的盲符。因此，可以复用端口，将一部分距离远的端口互相连接。在我们开发的点字输入系统中，考虑到成本和使用等多方面因素，决定每隔 4 方复用一次。这样将共使用 24 个端口。如图 4 所示，每 6 个点为 1 方，而且方的排列顺序和国标的顺序相同，这为后续的软件设计提供了便利。

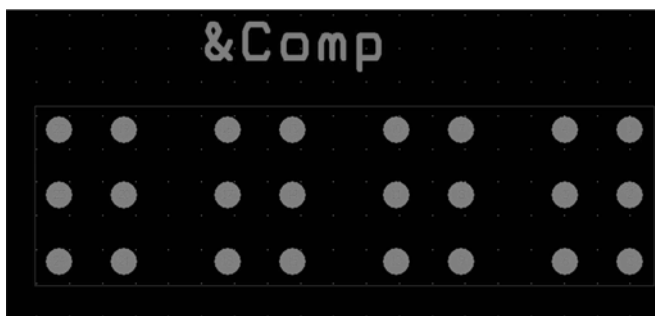


图4. 点字板端口复用方式

在具体设计方面，我们采用了点字板和逻辑电路板分离的机制。这样有如下优点：（1）分离的设计对电路的布线来讲比较方便；（2）减少整体面积，节约成本；（3）方便以后升级逻辑部分电路，不用反复设计。

3.2 点字笔电路设计

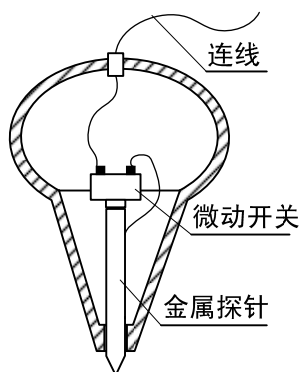


图5. 点字笔电路设计示意图

图 5 所示为点字笔的设计电路。笔的尖端是一个金属探针，与正规触笔的尖端相同。连接金属探针的是一个导电的传动杆，利用导线与微动开关相连，微动开关又经由连接线接回电路板。在设计中采用微动开关有两个原因：首先，使用微动开关后，当用户点到某一点位时会有明显的触感，与盲文书写习惯相同，便于用户确认（盲人日常书写时用的纸是特制的，相对较厚，所以点字有触感）；其次，使用微动开关可减少电路连接时候的抖动。如果只是利用普通的导体连接，尖端接触时将产生不规则的毛刺，可能会带来很多不希望的信号。

4 盲文-汉字转换系统

通过盲文点字输入装置，可将用户的输入解释为盲符传输至计算机。但普通的计算机仍然无法识别和处理盲符信息，盲人如果要使用互联网或与正常人交流，则需要进一步将输入的盲文转换为汉字。盲-汉转换系统可以实现从点字板输入的盲文到汉字的转换，解决盲人使用计算机的困难。

盲文本质上是一种拼音文字，无论是大部分字不标调的现行盲文，还是每个字都标调的汉语双拼盲文，或多或少都会因为汉字的一字多音、一音多字、自然语言的歧义现象等造成盲文到汉字转换的困难，产生转换错误或歧义。因此在转换过程中，需要利用多种知识、规则、统计信息及自然语言处理技术尽可能提高转换正确率。同时，为了充分利用上下文信息，一般采用整句或整段转换的方式。在本文实现的盲-汉转换系统中，综合考虑到用户输入的

特点和对上下文感知的需求,决定采用逐句或短语转换的方式。即每遇到逗号或句号(盲文中也有相应的标点)系统会自动转换当前句子。同时,为避免句子过长,当用户输入某个意思相对完整但尚未成句的短语时,也可强制要求转换。

由于盲文到拼音的转换歧义较少,而拼音到汉字的转换类似于拼音输入法中的操作,因此,当前有些盲-汉转换系统采用的技术方案为:先利用盲文规则将盲文转换为拼音串,再利用拼音输入法的相关技术将拼音串转换为汉字串。但事实上,在将盲文转换为拼音时可能发生错误,从而影响盲-汉转换的准确率。因此,本文采用一步式盲-汉转换方法,即在转换时不再将盲文转换为拼音,而是直接在盲文规则(盲字符串-汉字的对应词典)和汉字语言模型的指导下实现由盲文到汉字的解码。这样,既由于减少步骤而提高了转换的时间效率,又由于充分利用了盲文信息而提高了转换的准确率。在由盲文词串到汉字词串的转换过程中,采用预先训练的统计模型进行解码,得到概率最大的汉字串。与当前研究几乎全部采用 n-gram 模型不同,本文尝试了两种自然语言处理中应用较广的统计模型: n-gram 模型和感知机模型,并尝试将两种模型的结果融合以得到更好的结果。

4.1 基于 n-gram 模型的盲-汉转换算法

n-gram 模型是当前最流行的统计语言模型,在拼音输入法、语音识别等技术中有着广泛的应用。

假设一个句子 S 由词序列 $W_1, W_2, W_3, \dots, W_{n-1}, W_n$ 组成,那么该句出现的可能性为:

$$p(S) = p(W_1) p(W_2 | W_1) p(W_3 | W_1 W_2) \dots p(W_n | W_1, W_2, \dots, W_{n-1}) \quad (1)$$

其中 $p(W_1)$ 表示第一个词 W_1 出现的概率, $p(W_2 | W_1)$ 是在已知第一个词 W_1 的前提下,第二个词 W_2 出现的概率,以此类推。不难看出,每个词出现的概率取决于它前面的所有词。但这种方法存在致命的缺陷:从计算上看,参数空间过大,不可能实现;而且数据稀疏也很严重。为了解决这个问题,我们假设自然语言符合马尔科夫过程,即一个词出现的概率仅与它前面的 n-1 个词有关,而与其它任何词无关,此时句子 S 出现的可能性表示为

$$p(S) = \prod_{i=1}^n p(W_i | W_{i-n+1}, \dots, W_{i-1}) \quad (2)$$

基于这种假设的计算句子出现概率的模型称为 n-gram 模型。在实践中,用的最多的是 bigram 模型(n=2)和 trigram 模型(n=3)。

在进行盲文到汉字的转换之前,事先要用大量的汉语语料进行训练。通过训练,估计参数、建立语言模型。训练过程最常使用的一种简单又有效的方法是最大似然估计,即

$$p(W_n | W_1 W_2 \dots W_{n-1}) = C(W_1 W_2 \dots W_n) / C(W_1 W_2 \dots W_{n-1}) \quad (3)$$

其中 $C(W_1 W_2 \dots W_n)$ 为序列 $W_1 W_2 \dots W_n$ 在训练语料中出现的次数。经过训练,得到该语料中所有词、邻接词同现概率统计等数据信息构成的统计信息库。有了这个训练形成的统计信息库,在盲-汉转换的过程中,当遇到对应着多个汉字(词)候选的盲文时,就可以使用此统计信息库里的数据信息,依次计算各个候选字(词)的出现概率,最后依此为判据,选择最有可能的候选字(词)作为转换结果。不难看出,该方法存在数据稀疏的问题,即未在语料库中出现的词序列组合,其概率将会是 0,从而导致整句的概率为 0,进而导致解码失败。因此还需要对最大似然估计的结果进行数据平滑,使所有词序列组合的概率都不为 0。数据平滑具体采用的方法需根据语料的多少做出选择,在这里不再赘述。

如上文所述,在盲-汉转换时,需要使用一个盲文词与汉字的对应词表,这可由一个盲

文规则和拼音-汉字(词)词表得到。

假设某个盲文句子 $M = Y_1 Y_2 \dots Y_T$ ，盲文词 Y_i 对应的汉字候选词为 $C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{ik}$ 。在转换时，首先需要构造转换多部图：为与 Y_i 对应的每一个汉字(词)候选都构造一个节点，并将所有相邻的盲文词 Y_i 与 Y_{i+1} 对应的节点两两连接，并将连接形成的边的权值设为 Y_{i+1} 对应的汉字(词)在 Y_i 对应的汉字(词)后出现的条件概率。例如“北京欢迎你”所形成的加权多部图如图 6 所示，图中每条边都是加权的。

完整构造了某一句盲文的转换多部图之后，即可在该图上搜索得到概率最大的 1 个或 N 个汉字串。在搜索中最常用的算法是维特比 (Viterbi) 算法²，这是一种基于动态规划思想的方法。由于本文采用的是三元语法模型，直接采用维特比算法进行解码其解码空间很大，需要较大的时间开销。为了缩减搜索空间，提高解码效率，本文采用柱状搜索 (Beam Search) 的方式来解码，即对搜索空间做了剪枝处理。具体做法是在每个解码状态列中只保存 N 个最好的结果作为下一列的历史信息。搜索过程由于进行了剪枝，因此得到的可能并非最优解，但一般普遍认为，剪枝带来的性能损失较小，却可大大提高解码速度，因此是值得采用的。

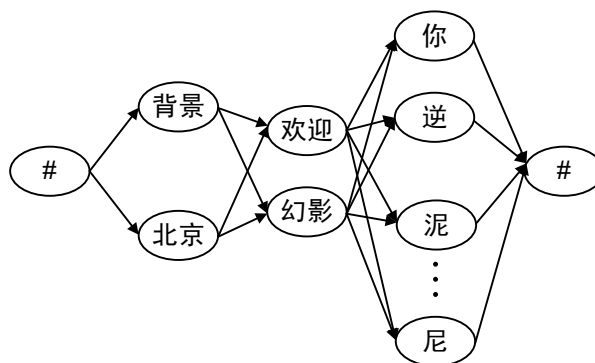


图6. 转换盲文“北京欢迎你”所形成的加权多部图

4.2 基于感知机的盲-汉转换算法

感知机算法在 2002 年被引入到自然语言处理的领域中。它是一种简单有效的有监督训练方法。和基于 n-gram 模型的算法相比，两者主要区别就在于训练过程。

基于感知机训练算法的核心是特征模板的选择。表 1 显示了本文在盲-汉转换过程中使用该方法所采用的所有特征模板，其中 C 代表句中的一个汉字(词)， C 的下标代表在句子中 C 相对于当前汉字(词)的位置 (0 代表当前位置)， M 代表一个盲文的字(词)。从表中可以看出，每个特征向量都包括当前位置的汉字(词) C_0 ，这样不仅考虑了句子的上下文，还将当前的汉字(词)也包括在内，使训练生成的特征得分依赖于当前汉字(词)，因而更加合理。

表1. 盲-汉转换过程中感知机模型采用的所有特征模板

$C_0 C_n (n = -3 \dots 3)$
$C_0 C_n C_{n+1} (n = -3 \dots 2)$
$C_0 C_n C_{n+1} C_{n+2} (n = -3 \dots 1)$
$C_0 C_{-1} C_1$
$C_0 C_{-2} C_2$
$M_0 M_{-1}$

特征模板选定后，即可采用训练样本逐句进行训练。训练样本为盲文语料 X 及对应的汉

² 一种基于最大似然序列检测的方法

语语料 Y 。由于盲文是一种按词分割的文字（词与词之间用一个空字符间隔开），因此汉语语料 Y 和盲文语料 X 都以盲文的词分割原则进行过分词。在训练过程中，每次输入一个样本，即一个句子对 $(x, y), x \in X, y \in Y$ 。对于每一个输入的盲文句子 x ，用函数 $GEN(x)$ 生成盲文句子 x 转换成的所有候选的汉语句子，用符号 Φ 表示将每一个训练样本 $(x, y) \in X \times Y$ 映射为一个特征向量 $\Phi(x, y) \in R^d$ ，参数向量 $\vec{\alpha} \in R^d$ 对应于这个特征向量且初始化为 0，其中 d 表示向量空间的维数，也就是每个样本的特征个数。在某一 x 的所有候选汉语句子中，求取 z ，使

$$z = \underset{y \in GEN(x)}{\arg \max} \Phi(x, y) \cdot \vec{\alpha} \quad (4)$$

其中 $\Phi(x, y) \cdot \vec{\alpha}$ 表示特征向量 $\Phi(x, y)$ 和参数向量 $\vec{\alpha}$ 的内积。若 z 和样本中给定的 y 不相同，则需调整参数向量 $\vec{\alpha} = \vec{\alpha} + \Phi(x, y) - \Phi(x, z)$ 。此公式表示句子 y 中有而句子 z 中没有的特征对应参数值增加，反之句子 z 中有而句子 y 中没有的特征对应的参数值减少。如此对每个样本逐个训练一次，称为一轮训练。对一个样本集（语料），通常需要若干轮的训练。具体训练的轮数需要根据样本集的大小等多种因素决定。根据以上原则训练后，所有的特征会有各自的得分，将这些结果存储以供解码过程使用。

基于感知机的算法和基于 n -gram 模型的算法进行盲文到汉字转换的过程非常相似，都是先根据要转换的盲文句子建立转换多部图，然后在此转换多部图上，利用解码算法寻找最优的路径。这些路径上结点表示的汉字连成的汉语句子即是这个盲文句子转换成的汉语句子。在这个过程中，两种算法的唯一区别是转换多部图中各边的权值。前面我们介绍过，基于 n -gram 模型算法进行盲-汉转换时，构造的转换多部图中各边的权值是训练中得到的边连接的相邻两结点的条件概率；而在基于感知机算法中，转换多部图中某条边的权值是这条边到达的当前结点所构成的所有特征的得分之和，这些特征的得分可以从训练得到的特征得分中获取。除此之外，两种算法的转换过程基本一致。

与基于 n -gram 模型算法相比，基于感知机算法最大的优点是训练的过程很灵活，可以根据样本集制定不同的特征模板，抽取最有利于转换的特征，尽可能地提高正确率。

4.3 基于 n -gram 模型算法与感知机算法投票的方法

我们用以上两种算法对 28000 句新闻语料进行训练，对 1000 句新闻句子进行测试。实验结果显示，两者的正确率很相近，分别是 97.23% 和 97.25%。但进一步研究发现，在两者转换错误的汉字(词)中，大约有 30% 是一种算法转换错误而另一种算法可以转换正确的。这说明这些汉字(词)通过某种方法是有可能产生正确结果的。这种方法就是一种投票的系统，它能融合两种算法产生的结果，重新计算得分，提高转换的正确率。

我们借用美国国家标准技术研究院 (NIST, National Institute of Standards and Technology) 开发的用于自动语音识别领域的 ROVER (Recognizer Output Voting Error Reduction) 系统的思想^[8]：当输入一句盲文句子后，对两种算法各自产生的 N -Best（即前 N 个得分最高的汉字串）结果进行投票，选出投票得分最高的作为转换的汉语句子。

按[8]中方法，将汉字(词)的出现频率和置信度作为投票的依据。汉字(词) w 的出现频率 $N(w)$ 是指某盲文句子中某个盲字(词)对应的基于 n -gram 模型算法与基于感知机算法各自转换的 N -best 候选中，某个汉字(词) w 出现的次数， $1 \leq N(w) \leq 2N$ 。在投票计算分数时 $N(w)/(2N)$ 表示归一化的出现频率；而汉字(词) w 的置信度是指在盲-汉转换时，当前汉字(词)所得的分数。但是两种算法分配分数的原则不同且分数的范围很大，因此在投票之前，需先将参与投票的候选的每个汉字(词)的置信度归一化，经过归一化的置信度用 $C(w)$ 表示。

然后利用公式

$$Score(w) = \alpha \times \frac{N(w)}{2N} + (1 - \alpha) \times C(w) \quad (5)$$

计算汉字(词) w 的得分, 式中权重 α ($0 \leq \alpha \leq 1$) 的具体取值可由经验获得, 也可通过开发集训练得到。在投票时, 对两种算法得到的 N -best 候选中所有的汉字(词)按 (5) 式重新计算分数, 将分数最大的汉字(词)作为此盲字(词)投票的结果, 如此依次计算选出输入句中所有盲字(词)转换的汉字(词)即可连成最终输出的汉语句子。

4.4 实验及结果分析

为验证盲文-汉字转换算法的有效性, 我们进行了一系列实验。实验采用人民日报语料, 共 30000 句, 随机选取其中的 28000 句作为训练集。其余的 2000 句中, 1000 句用作开发集, 1000 句作为测试集。由于盲文语料获取困难, 因此, 测试语料由汉语句子自动分词并转换为盲文。为保证语料的真实性, 按照盲文规则适当对得到的盲文句子进行了人工修正。

实验比较了基于 n -gram 模型的算法 (NGRAM)、基于感知机的算法 (PERC) 以及融合这两种算法的投票方法 (ROVER) 的结果。通过将 1000 句测试集转换的汉语结果和标准汉语文档相比较, 得出转换正确率 (转换正确的字数与总字数的比例), 结果如表 2 所示。

表2. 盲文-汉字转换实验结果

	NGRAM	PERC	ROVER
转换正确率	97.23%	97.25%	97.67%

从实验结果可以看出, 只采用基于 n -gram 模型的算法和只采用基于感知机的算法的转换正确率基本相同, 而采用两者融合投票的方法会使转换正确率有一定提高, 转换错误率相对下降了 16.1%。

5 总结和展望

本文提出了一种盲文点字输入系统, 并介绍了其硬件和软件部分的设计和实现。系统实现了一种完全符合盲人日常书写习惯的盲文点字输入装置, 该装置通过电路触点方式获取用户输入的点字信息并由 USB 接口传输至计算机。计算机中的盲文点字处理软件对点字信息进行处理, 并将其自动转换为汉字。针对盲文的特点, 本文采用不经过拼音转换的一步式盲-汉转换算法, 并采用自然语言处理、语言识别中的相关方法进行盲文到汉字的转换, 可得到更为准确的结果。实验结果证明了本文方法的有效性。

在后续研究中, 我们将进一步针对盲文特点开展研究, 例如适当将常用盲文词加入词典训练语言模型, 在训练语言模型时采用一定数量的盲文语料等。同时, 作为一种输入装置, 我们将进一步加强其个性化及易用性, 增加记忆功能、联想功能及语音提示功能等, 使盲人用户能够更加方便、快捷地输入文本信息。

参考文献:

- [1] 中国盲文出版社与阳光软件. <http://www.gdmx.org.cn/Article/ShowArticle.asp?ArticleID=180>, 2009
- [2] 庄丽, 包塔, 朱小燕. 盲人用计算机软件系统中的语音和自然语言处理技术. 中文信息学报, 2004, 18 (4): 72-78
- [3] 宋文兰, 朱双六. 汉语盲人电脑软件的开发和研究. 微型电脑应用, 2002, 18(5):15-17
- [4] Jiang MH, Zhu XY, Geoges G, et al. Braille to print translations for Chinese. Information and

- Software Technology, 2002, 44: 91—100
- [5] 江铭虎, 朱小燕, 夏莹, 谭刚, 包塔. 基于多种知识的盲文翻译的研究. 清华大学学报(自然科学版), 2000, 40(9): 69-73
- [6] 包塔, 朱小燕. 盲汉转换系统的研究与实现. 计算机工程, 2004, 20: 45-100
- [7] 中华人民共和国国家标准 中国盲文. GB/T 15720-1995
- [8] Fiscus, J.G. A Post-Processing System to Yield Reduced Word Error Rates: Recogniser Output Voting Error Reduction (ROVER). Proc. IEEE ASRU Workshop, pp. 347-352, Santa Barbara

作者简介:

- 王向东: 博士, 中国科学院计算技术研究所普适计算中心助理研究员
- 谢书华: 中国科学院计算技术研究所普适计算中心研究生
- 张博宁: 中国科学院计算技术研究所普适计算中心研究生
- 王超: 中国科学院计算技术研究所普适计算中心研究生
- 钱跃良: 正研级高级工程师, 中国科学院计算技术研究所普适计算中心主任
- 林守勋: 博士, 中国科学院计算技术研究所普适计算中心研究员