利用人工智能技术构建小学生数学作业辅助系统

李传本

**上海市浦东新区民办沪港学校**

一、选题背景

在如今这样一个互联网和通讯技术如此发达的时代背景下，人们的生活正在变得的越来越便捷、越来越智能化。在21世纪这种科技技术迅猛发展的趋势下，一种新生事物产生了——搜题软件。以作业帮® 应用为例，截至目前，其用户量突破3亿1。目前，市面上已有的作业辅导软件，大多通过拍图、上传、搜索题、给出答案的方法。这种方式，替代了老师和家长的辅导，大大提升了题目的学生的题目答对率和答全率2。

搜题软件不仅改变了学生们做作业的习惯，而且也在重塑传统的教育模式。由于搜题软件可以直接显示题目答案的缘故，很多学生产生了对搜题软件的依赖性，抄个答案了事。学生不愿意主动思考，老师也无法了解学生的真实学习状况，以至于产生了戏剧性的现象：作业一片欣欣向荣，成绩却稀里哗啦。为了解决这种现象，我决定做一种可以在线教授或提示学生解题，而不直接给出答案的系统。该系统与教师合作，使之可以了解学生作业情况，也可以了解学生的学业水平。

二、项目研究过程

1、系统工作流程

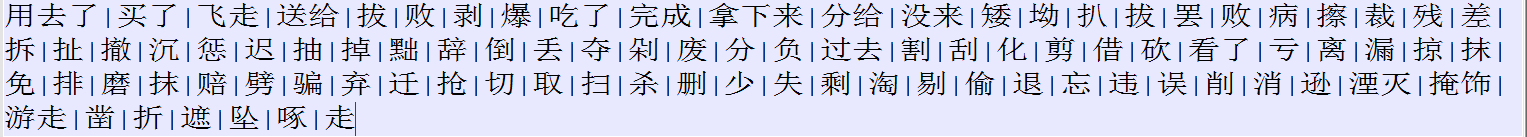


本研究，把含有数量关系的实际问题以文字叙述的题目称为应用题（math word problem）。任何一道应用题都有两部分：题干（已知条件）和设问（所求问题）。在输入应用题之后，程序会将应用题拆解为题干和设问。系统使用分词软件，设备出标点符号，以此为界，形成标点句向量，取最后一个标点句为设问，其他为题干。之后会将题干拆解成许多部分，这个过程叫分词。分词后，给每一个词分配一个词性，根据词性及词在句子里的位置判定拥有者、干预者、物品、数字以及操作符。确定数量关系后，进行加减计算，获得最终结果。将结果更新到设问中，以自然语言的形式进行输出答案。

表1： 加减数学题语义框架描述

|  |  |
| --- | --- |
| 框架元素 | 定义 |
| 拥有者 | 施加条件的人（地方、物体，etc），通常也是设问中提及的主体 |
| 干预者 | 施加条件的人（物体、地方，etc） |
| 物品 | 数字所描述的东西，也可以理解为拥有者、干预者所带的条件 |
| 数字 | 数值 |
| 操作符 | 运算符号（+、-、×、÷，etc） |

与此同时，我们也需要给出是做加法还是做减法。首先为了防止有时程序会将副词当做主语或其他语的一部分。本系统在开始的时候，将所有的副词都删去，然后判定是否有干预者。是否有“给某某”，如果没有就在句尾加上“给某某”。在看一些情况下，题干中的动词与“给”是否矛盾。最后输出加减计算符号。下图给出了系统中用于识别减法的关键词。





三、系统的实现

1.分词及分词工具

分词即为将一句句子拆成好多个部分，然后让电脑从词库里面来判别出各个部分在题目中的角色（数字，干预者，拥有者……），再进行各种判定和运算。

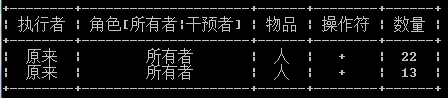
分词有许多种方法3，其中我们所采用的是双向最大匹配法（进行由左到右、由右到左两次扫描），这样就可以最大限度的保证分词的准确率。

一般逆向切分精度是略高于正向切分的，遇到的歧义也少很多，统计结果表明，只用正向切词的错误率为1/169，只用逆向切词的错误率为1/245。但这种精度还不能满足实际的需要。实际使用的分词系统，都是把机械分词作为一种初分手段，还需通过利用各种其它的语言信息来进一步提高切分的准确率。

本系统使用了jieba分词工具（version 0.38, Python 2.7）的精确模式，其使用的汉语词性标语集为《中科院ICTCLAS汉语词性标注集》。人名、处所词、方位词、地名词被划归为实施者；数词被划归为数字；名词和人名被划归为物品。 如下图所示，其中“原来”被识别为实施者（角色为拥有者），人被识别为观察对象（物品），2个数字分别和人进行关联。



给出提示而不给出答案（提示表）。



利用分词工具，对题库进行分析，根据词频生成词云。从这个词云可以看出，“一共”是出现频率最高的，也就是我们的题目中以加法为主。另外，还有“爸爸”、“妈妈”、“粉笔”和“学校”等都是和学生日常生活相关的词。其中“小明”是数学题里最喜欢使用的名字。

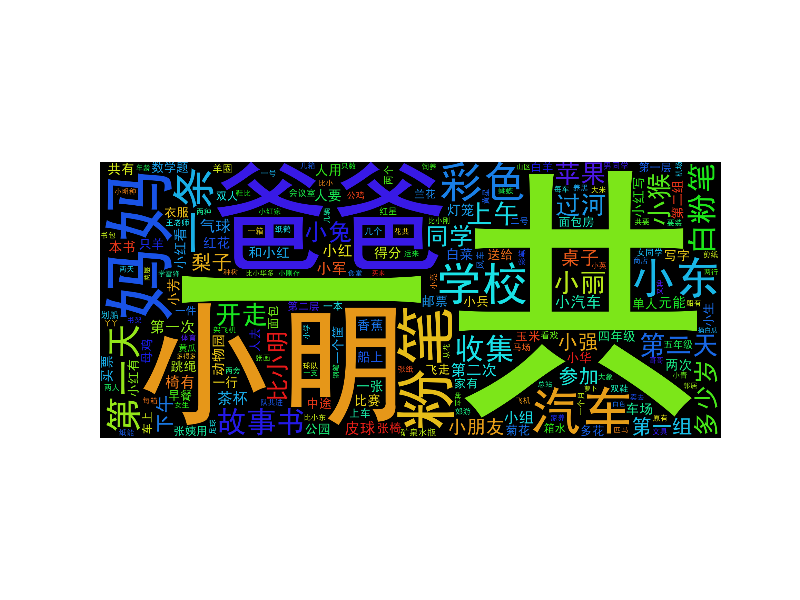


图 1 题库的词云

2.实体的链接数字与物品的链接

将离物品最近的数字关联到物品；将物品根据距离判定给相应的实施者。

3.拥有者与干预者的区分

根据题目所提及的实施者，将题干中对应的实施者标记为拥有者，反之为干预者。如果，在题目中没有任何的拥有者，那么题干中的第一个出现的实施者为拥有者。

4. 系统的测试与评价

本研究沿用并扩展了微软研究院的SigmaDophin项目的数据集标准格式，收集并构建了中文应用题题库（一年级）4。我们的扩展是用“||”来分割多问题应用题的答案。从6个网页，共收集了151个一般应用题和典型应用题4。每一个应用题均包含以下信息：应用题（source\_text）、来源（sources）、方程（equation）、答案（ans）和唯一编号（ID）。应用题收集后，由研究者自行计算获得结果，必要时请求家长和/或指导老师的审核。

利用已经收集的金标准数据集，对系统进行测试并计算准确率。准确率的公式如下

四、结果与讨论

应用题一直是我国小学数学教学的重点，也是难点。长期以来众说纷纭，一直没有找出满意的解决方法5。目前，一对多的教学模式，使得教师很难关注到学生的基本需求，但是一对一的个性化教学又很难实现，而且搜题软件的出现6，更加加剧现状的恶化。本研究虽然只是从一年级数学题入手，但是尝试了用计算机自然语言处理技术设法理解应用题，并以实施者-物品-数量-操作符的模式来解读应用题，应该是一个很好的尝试。在增加题库的基础上，进一步完善系统，从而为探索教学模式提供依据。

通过与金标准的比较，目前系统的准确率为39.07%。主要的错误在加减混合计算和多人参与的应用题。这两个类型的题目均因为，数量与物品以及实施者之间的关联关系混乱，最终导致计算错误。我国小学数学教育专家邱学华先生也曾指出；应用题教学的关键不是分析数量关系，而是理解题意5。从此可以看出，我们的系统还不能准确理解应用题的题意。

本研究目前只考虑了单个设问，但也存在连续两问或多问的应用题。多个问题，可以相互依赖也可以不依赖，首先就需要解析设问之间的语义关系，然后一一求解。

另外，一些老师的思考也会参考加入到系统中，例如我们可以将小学问题进行分类，这样可以根据类别设定提示信息，会更加有效地帮助到同学解题6。

因此，本系统在进一步完善的基础上，可以成为教师的助手，在教师审核之后，为学生提供解题“点拨”。通过这种方式，学生可以很好的学习解题的技巧，而教师也可以非常有效地了解学生的问题，在后续的教学工作中进行重点地教授，从而使人工智能技术成为一种提高教学效率的工具。

五、参考文献

1. 作业帮 - 让学习更简单. Available at: https://www.zybang.com/. (Accessed: 13th January 2018)

2. 黄佳谊. 搜题软件之利弊. 西安报业传媒集团 数字报刊 13 (2017).

3. 中文分词 及发展现状（总结的不错） - likika2012的专栏 - CSDN博客. Available at: http://blog.csdn.net/likika2012/article/details/17026935. (Accessed: 20th January 2018)

4. SigmaDolphin - Microsoft Research. Available at: https://www.microsoft.com/en-us/research/project/sigmadolphin-2/. (Accessed: 13th January 2018)

5. 试谈阅读教学方法在小学数学应用题教学中的应用\_百度文库. Available at: https://wenku.baidu.com/view/3cd66d5e0c22590103029d71.html. (Accessed: 13th January 2018)

6. 孙东昱. 小学数学应用题自动解答特征分析及研究路线. 教育 **03,** 237–237 (2017).