

多模态表述视域下的小学数学课堂语言计量初探

郑泽芝

厦门大学人文学院/
福建省厦门市思明区思明南路422号
zhengzz@xmu.edu.cn

赵骞

厦门大学人文学院/
福建省厦门市思明区思明南路422号
hanmerzhao@stu.xmu.edu.cn

摘要

本文重点探讨小学数学课堂多模态话语的分析和计量。本文以一堂数学优质课为语料，探讨多模态语料库的加工标注，提出两种多模态语言计量方法：多模态值和多模态表征离散程度，并对量化的多模态语言抽样数据结果进行分析。研究发现：教师能够借助多模态语言更好的传递抽象知识，计量结果能够反映模态之间的协同表述关系，以及课堂教学的多模态语言演绎是否恰当。

关键词： 多模态；语料库；教学语言

A preliminary study of language measurement in elementary school mathematics classrooms from the perspective of multimodal representation

Zheng Zezhi

College of Humanities,
Xiamen University /
No. 422, Siming South Road,
Xiamen, Fujian, China.
zhengzz@xmu.edu.cn

Zhao Qian

College of Humanities,
Xiamen University /
No. 422, Siming South Road,
Xiamen, Fujian, China.
hanmerzhao@stu.xmu.edu.cn

Abstract

This paper focuses on the analysis and measurement of multimodal discourse in elementary school mathematics classroom. Based on a high-quality mathematics class, this paper explores the processing and annotation of a multimodal corpus, proposes two multimodal language measurement methods: multimodal value and multimodal representation discreteness, and analyzes the results of quantified multimodal language sampling data. The results show that teachers can better transfer abstract knowledge with the help of multimodal languages, and the measurement results can reflect the cooperative representation relationship between modes and the appropriateness of multimodal language deduction in classroom teaching.

Keywords: multimodality, corpus, the language of instruction

1 引言

语言交际是多模态 (Multimodality) 的，李战子等(2012)指出：“随着人类社会活动所介入的物质手段日渐丰富，传统上主要通过语言表达意义的做法已逐渐被多种媒介共存的复合

©2021 中国计算语言学大会

根据《Creative Commons Attribution 4.0 International License》许可出版

话语取代”。人类语言互动包含社会情境下的各种话语和行为(Gu, 2006)。语言情景能够“突显”(Salience)语意(Langacker, 2013)。朱永生(2007)认为,传统话语分析“只注意语言系统和语义结构本身及其与社会文化和心理认知之间的关系,忽视诸如图象、声音、颜色、动漫等其他意义表现形式”,因而具有较大的局限性。张德禄(2009)提出话语意义中的一大部分是由非语言因素体现的。语言学研究需要“将语言规律有机结合”(冯志伟, 2012),并应该对语言学的各个层面的“特征”进行研究与描写(陆俭明, 2021)。王立非等(2008)认为,我们应对各种模态之间的互动关系进行分析。因此,多模态计量研究或为泛语言现象的分析提供依据。

课堂话语需要结合多种模态进行分析。近年来,多模态及多模态教学领域的研究成果颇丰,冯德正(2010)探讨了如何通过数字技术对多模态语篇进行高效并深入的分析;张德禄等(2012)从语篇的角度对课堂话语的模态配合展开了研究,提出同一模态在不同教学阶段发挥的作用不同,因此,依据不同的教学目标应选择不同的模态。李战子等(2012)从多模态符号学角度进行了探索,并认为多模态是现代课堂教学和教科书的特点之一;张征(2010)对多模态PPT与学生学习态度之间的相关性进行了分析,指出多模态PPT教学能够提高学生的学习成绩等。

数学活动的特点是富有逻辑,李松林(2005)认为,数学课堂教学应包含各种互动要素,并注重对学生数学思维的培养。小学课堂,特别是数学课堂,为学生更好的掌握知识,教师需要使用多种模态对抽象的概念进行重构,并采用符合学生语言表述能力和思维水平的手段,正确、适当地表述和解释、演绎知识。本研究拟从多模态语料库计量的角度对小学数学课堂抽样语料进行分析。

2 多模态语料的加工

2.1 多模态语料的加工背景

多模态语料库研究扩展了语言学研究的视野和方法。多模态语料库既符合一般语料库建设的整体规律,也具有自身的显著特征(黄立鹤, 2015)。理论上,多模态语料库语言学与其上位范畴语料库语言学一样,在研究范式上可以分为语料库驱动研究和基于语料库的研究(李文中, 2010)。在多模态语料库研究中,多模态语料与一般文本语料不同,多为口语或其他形式的语料。多模态语料库通过录音、录像、文字转写三个模态进行数据采集(顾曰国, 2013)。广义范畴上,多模态语料库中的“语料”也应包含现实中的触感、嗅觉,甚至是味觉等。顾曰国等(2013)提出多模态语料库建设中,“多模态”的含义包括用户调用多模态进行语料处理(如视觉、听觉等),以及检索方式是多模态(如触觉、视觉、听觉等)的。

现阶段国内外已有不少规模各异的多模态语料库,并在理论依据、语料采集、加工、标注和分析框架等方面获得了诸多成果(如Dybkjær & Bernsen 2004; Bernsen & Dybkjær 2007; Knight et al. 2009; Kipp et al. 2009; Thompson 2010; Knight 2011; 中国社会科学院“现代汉语现场即席话语多模态语料库”等)(黄立鹤, 2015)。多模态语料存在多样化采集及二次转写过程,一方面,语料转写对多模态“充盈意义”(Saturated Significance)的完全复现十分困难(Gu, 2009)。另一方面,多模态语料库研究较为复杂,最终语料或包含大量的冗余和无关信息,海量的数据会对计量产生负面影响。因此,在多模态语料库的建设过程中,多模态的加工应根据语料库的应用方向,优化处理多模态语料。

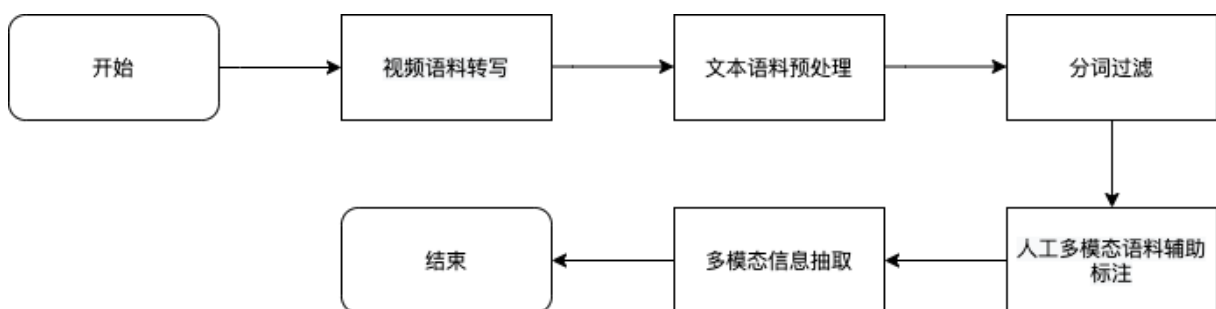


图 1: 多模态语料处理流程

本研究的多模态语料处理流程如图1。首先，将视频语料进行文本转写，并在文本与视频对照的基础上，通过XMUVT软件（图2）对整个课堂过程进行人工分词标注等操作。该人机协同多模态标注系统基于开源软件再开发¹，通过该软件，可对指定的行为模式进行人工标注，标注信息可与多模态内容实现时间和行为等信息的同步。最后对该多模态语料中所有标注结果进行分析处理。本研究分词采用通用分词策略，并根据小学数学课堂语言环境的特殊性进行特定词语的合并或分割。并且，因多模态数据繁杂，本研究仅对符合研究要求的多模态数据进行计算。



图 2: XMUVT人机协同多模态标注软件

2.2 多模态标注

知识通过多模态的语言形式进行传递(Urios-Aparisi and Forceville, 2009; Fairclough, 2003; 杨林坡, 2014)。多模态语料库应对多模态语言现象进行合理标注（图3，该标注集为非封闭集，仅收录在本研究中使用的标注）。需要注意的是，课堂教学中，多模态语言并不一定是完全正确的，有时可能是错误的，如学生错误的将“地球”表述为“球体”等。同一班级，学生对知识的学习效果存在差异，因而学生的多模态表述更容易出现问题。故标注中应保留语言原本的错误和偏差，并对该错误和偏差进行有效区分。

教学环节对课堂语言的要求最高。课堂语言需要完成教学任务，达到教学目的。叶立军等(2011)的研究表明：“教师的教学语言对学生学习有着潜移默化的影响，教学语言的多寡、优劣直接影响着课堂教学的质量，制约着教学效率的高低”。通过教师的讲解，学习者应该对知识点有正向理解。本研究对于多模态语料库语料的标注侧重于以下几个方面：

首先，多模态语料库标注要区分行为主体。在小学数学课堂教学中，教材语言转换成课堂语言是知识概念经过解释者的处理后进行再次解读的过程。这其中解释者既可以是老师，也可以是学生。在课堂语言中，语言表述存在多种形式，不同身份的语言的使用也不同。教师对于知识的表述和演绎应合理，如数学课堂中对抽象几何的实体化表达，将“正方体”转换为“魔方”、“球体”转换成“足球”等。学生对知识的表述存在差异，如课堂中一些学生将“魔方”表述为“正方体”，一些学生认为“魔方”是“很多个正方体”等。并且，数学课堂教学中还存在利用自我进行的一种二次解读，如引导学生换位思考。这种以多模态形式将身份、表述的转换在视频转写过程中要进行区别，并通过人机协同进行标记。

¹参见：<https://www.gnu.org/licenses/lgpl-3.0.txt>



图 3: 抽样小学数学课堂多模态标注集

其次，要对多模态的表现形式进行标注。黎加厚(1997)的研究表明：随着我国经济建设的发展和国力的提高，各级各类学校的教育技术现代化也得到较好的发展。在现代化的课堂教学中，多模态语言十分丰富，教师多善于利用道具形式进行知识表述。道具指的是教师和学生使用的学具（如算盘等实体道具），还有PPT等电子化道具，在一些地区的小学课堂中，甚至使用了VR等手段对知识进行讲解。这些以道具形式出现的多模态语言既丰富了课堂教学，也对教师和学生提出了挑战。合理使用多模态语言表达知识过程尤为重要，如在表达“球体”这一过程中，通过教具和图片进行教学，其效果存在一定的差异：平面图片无法完全展示三维立体图形的真实结构，也容易对学生造成误导。

多模态语料也应对较为明显的语气行为进行标注。李战子(2005)、方梅(1994)等研究表明语气在话语分析中起着重要的作用。课堂中师生沟通的语气会对知识的解读产生一定的影响，如教师有意停顿，希望学生进行跟读；学生语气拉长等。

最后，对肢体语言进行适当的标注。肢体语言能够在语言系统行使“交际功能”(张园, 2002)。黄立鹤(2015)指出：“多模态语言研究中会话参与者的脸部表情、身体动作等都是重要的信息”。肢体语言既可以单独成为语言表述，也可以伴随着说话、图像等模态形成复合的语言表述。实际上往往后者的情况更多，这凸显了真实语言的复杂性。在课堂教学环节中，师生使用肢体相互引导和帮理解知识。单独成为语言表述的情况如竖起大拇指表示“你真棒”、“真不错”；点头表示“赞同”等。形成复合语言表述的情况如一边鼓掌一边说“做的真棒”；用手指比出数字3询问学生“这是数字3么”；教师通过手指指示黑板表示提醒或强调等。

3 多模态语言的计量

在多模态研究领域，陆续展开了对多模态的计量和分析研究。顾曰国基于角色建模对多模态语篇进行基于XML的切分与标注，并为其中的社会活动与角色关系建立数据库模型；Baldry通过在线多模态检索器Multimodal Corpus Authoring (MCA)对多模态数据进行分析；自然科学与社会科学中的可视化软件也被应用于动态多模态语篇分析等(冯德正 et al., 2014)。多模态语料的计量与传统语料库计量存在一定差异。在多模态语料库的宏观计算中，可对多模态现象本身计算，即某一分词的多模态在整体中表现是否突出。在微观层面上，更应该对某一分词内部的多模态程度进行计算，即该分词是否使用了多种模态。

本研究提出两种针对多模态的计量方式。一为多模态值，其代表的是分词的外部多模态表现度：将单个分词设为x，多模态表现形式的权重为f，则可求得该词的加权平均值。根据不同模态下的加权计算，语言的外向多模态特征表现越明显，该值越大：

$$\sum_{i=1}^k = \frac{x_i f_i}{n}$$

二是针对分词本身多模态表征离散程度S，可用该公式进行计算：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

内部离散度是对该分词表现形式多样性的反映，分词内部多模态特征表现越复杂，该值越大。

本研究中，多模态值能够表示在课堂教学环节对某一分词多模态的表现情况。例如，假设“童话故事书”这一分词有且仅以图画的形式出现了一次，则在加权计算结果中，该分词的多模态值较高。内部离散度表示分词的表现形式是否多样。如假设“小狗”出现了多次，并且每次出现的形式都不同，则其内部离散度值较高。结合分词出现的频率能够对多模态语言进行较为全面的量化分析。

4 小学数学课堂中多模态语言评估一例

小学数学课堂多模态语料的计量是对课堂中多模态会话的评估，本研究以某小学校某老师小学三年级下学期40分钟的标准优质课堂个案为例，对该课堂的进行多模态计量。其中，“优质课堂”是指参加校级及以上教学评估并获得奖项，具有一定示范作用的课堂教学实录。该数学课堂多模态语料来自网络随机抽选，已提前进行数据脱敏。

抽样语料教学主题为：“简单的小数加减法”，教学目的是希望学生掌握一位小数的加减法，并将所学知识运用于生活。课堂设计中包含知识复习、新知识探索与讲解、师生讨论及学生作答等。作为标准优质课堂，该语料具有一定的表演性。交际者是老师和学生，在该教学过程中，教师起主导作用，学生是学习者。该课程在传统的教室进行，教室内设有讲台和桌椅，并配有PPT播放设备。教学过程中教师主要在讲台进行讲解或手持教具在黑板上进行展示，有时会在学生中间走动；学生大部分时间坐在固定位置，老师提问时会在位置上站起来回答问题，有时会到黑板前进行互动。课堂教学环节用到的道具有PPT和可以粘贴在黑白上的有字条幅，其中PPT由文字和图像构成，部分PPT包含简短的动画效果。

可见，该抽样语料包含多种模态：第一，师生的口语及语气，其中依照发言人可分为教师或学生的单独口语，以及学生齐声作答的口语；第二，教师对于道具的使用，包含PPT及手持教具；第三，师生的肢体语言；第四，教师及学生的微表情；第五，周边环境及其他。本研究拟对前三个多模态类别进行计量分析。

4.1 多模态值与内部离散度的量化

整体上看，该课堂使用了多种模态对知识进行讲解和演绎，基本符合课堂教学要求。多模态语料经过转写加工后共计603行对话（其中教师发言359行，学生发言91行，学生们齐声发言153行）。含有多模态信息的分词69个（按词性划分如图4，其中对“数学名词”的定义参考《义务教育数学课程标准(2011)》）。

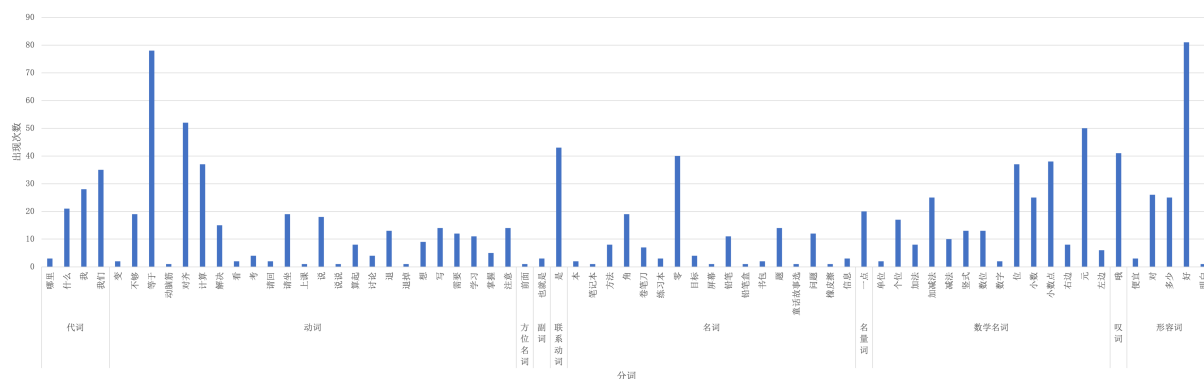


图 4: 含有多模态信息的分词

语料实际多模态标注类型（除角色标注外）共16个，多模态标注共156个，多模态标注多集中于教师发言中（图5）。

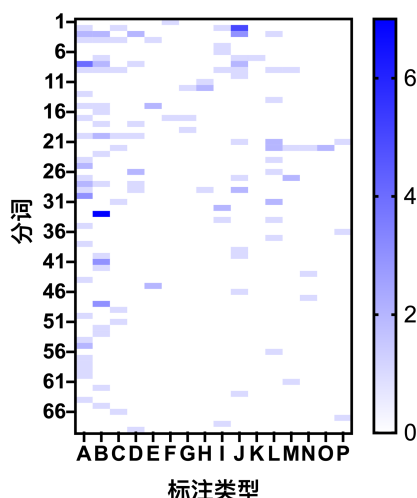


图 5: 标注分布

通过计算，该抽样语料整体多模态值和内部离散值的标准误差都在合理的范围内（表1，数据保留小数点后四位，下同）。

计量值	标准误差
多模态值	0.2691
内部离散度	0.2569

表 1: 样本语料多模态标准误差

图6显示，整体上看多模态值与内部离散度较低的密度最高（A区），其次为多模态值高、内部离散度低或次低的范围（B区）。A区密度最高，表明在该样本课堂中语言的表述整体较为正常，多模态语言的使用较为稳定。B区密度较高显示尽管在课堂教学中使用了多模态，一些语言的多模态演绎形式或有些单一。本抽样语料中，含有多模态的分词在计量上聚类特征明显，表明模态之间是协同表述关系。并且图6还可以看出，“小数点”、“等于”、“对齐”等抽象概念，以及实物“铅笔”的计量结果较为突出。

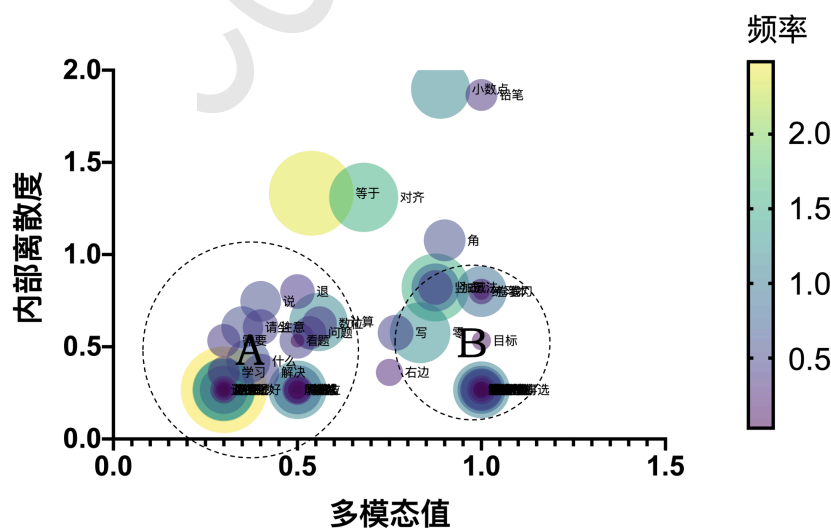


图 6: 抽样课堂多模态语言特征分布

4.2 多模态语言表现的解析

分析结果取频率前35位的数据如表2所示。从中可知本抽样课堂中，“我们”、“我”、“小数”、“一点”等多模态值较高，说明在该样本中这些分词多被转换成多模态的形式进行表述。本次抽样课堂教学主题为小数加减法，从“小数”、“一点”和“小数点”等多模态值可以看出，该教师能够抓住课堂教学的核心，并将抽象的认知概念进行适当的多模态表述转换，以帮助学生更好的理解教学内容。

分词	类	频率	非常态值	内部离散度
好	形容词	2.4847	0.3	0.2665
等于	动词	2.3926	0.5375	1.3323
对齐	动词	1.5951	0.68	1.3100
元	数学名词	1.5337	0.875	0.8213
是	联系动词	1.319	0.3	0.2665
哦	叹词	1.2577	0.3	0.2665
零	名词	1.227	0.8333	0.5756
小数点	数学名词	1.1656	0.8889	1.8967
计算	动词	1.135	0.5571	0.6343
位	数学名词	1.135	0.5	0.2665
我们	代词	1.0736	1	0.2665
我	代词	0.8589	1	0.7994
对	形容词	0.7975	0.5	0.2665
多少	形容词	0.7669	0.3	0.2665
加减法	数学名词	0.7669	0.875	0.8213
小数	数学名词	0.7669	1	0.2665
什么	代词	0.6442	0.3667	0.4213
一点	名量词	0.6135	1	0.2665
不够	动词	0.5828	1	0.2665
角	名词	0.5828	0.9	1.0769
请坐	动词	0.5828	0.35	0.6057
说	动词	0.5521	0.4	0.7458
个位	数学名词	0.5215	1	0.2665
解决	动词	0.4601	0.4	0.3608
题	名词	0.4294	0.5	0.5329
写	动词	0.4294	0.7667	0.5756
注意	动词	0.4294	0.4	0.6057
竖式	数学名词	0.3988	0.875	0.8213
数位	数学名词	0.3988	0.56	0.6249
退	动词	0.3988	0.5	0.7994
问题	名词	0.3681	0.5333	0.5756
需要	动词	0.3681	0.3	0.5329
铅笔	名词	0.3374	1	1.8653
学习	动词	0.3374	0.3	0.3608

表 2: 多模态计量 (频率前35位)

师生之间的互动在课堂教学中起着重要的作用。在课堂教学环节，人称代词有一定的多模态现象，如PPT中使用卡通形象表示“我们”。并且课堂教学中还存在着大量的人称转换，这能够激发学生进行换位思考。如该课堂中教师在对知识进行讲解的时候使用“我”，而当希望学生进行知识表述的时候，则使用“我们”。

郭玉峰等(2013)认为：数学基本活动过程主要是数学的归纳推理和演绎推理过程，在老师的讲解和帮助下，学生应学会发现问题，对现象归纳推理并形成抽象的概念，然后对归纳推理得到的猜想进行证明。在该抽样课堂中，教师多次组织学生上台参与互动，并积极帮助学生通过现象理解抽象概念。这一点可从“小数点”的内部离散度较高得出。说明该课堂师生互动过程中对“小数点”这一词进行了高频度多种形式的表述（如通过手势强调小数点的位置，将小数点转换成“一点”等）。

在该样本中，课堂教学多次将实际物品转换成多模态形式。如“铅笔”就被多次转换成平面的图像（如通过PPT展示“铅笔”的图像等），或教师使用肢体语言进行描述（如用手画出细长的形状来形容铅笔等），这造成“铅笔”这一分词在计量结果上处于整体多模态语言特征的边缘（图6）。并且，在该抽样课堂中，还出现了PPT文字使用图文混排的情况（如“童话故事书需

要3角”这一表述中，“童话故事书”使用的是一本书的图案，而不是汉字）。

对于学生容易遇到的问题或可能出现的错误，在教学环节中应该进行重点讲解。在该抽样课堂中，教师通过多种模态强调运算过程中需要“对齐”（如语气的加重；放大图片中的小数点，并用手指指出需要对齐的位置等），计量结果中该词的内部离散度也较高。此外，“好”、“哦”等词伴随教师肢体语言等多模态形式的出现，也能够在教学环节及时促进学生互动。

教学环节中，为帮助学生理解、学习知识，往往多种模态同时出现。截取00:04:07-00:04:31语料时间轴（图7）可知，在该时间段内，教师通过展示PPT及多种语气和体态进行知识的讲解。特别是00:04:12-00:04:15这段时间尤为明显，教师一边用手指PPT内容，一边延长“数位”一词的语气，引起学生集体回答“要对齐”。

		00:04:07 -	00:04:10 -	00:04:12 -	00:04:13 -	00:04:15 -	00:04:17 -	00:04:20 -	00:04:21 -	00:04:29 -	00:04:30 -	00:04:31 -
教师	语言	竖式计算整数加减法的时候一定要注意		重要的一点	相同的数位		加法中哪一位满十要向前一位			好		掌握了整数加减法的计算方法
	道具			PPT		PPT						
	语气		停顿		延长			停顿			停顿	
	体态			指示	指示							其他手势
学生们	语言					要对齐			退一			

图 7: 00:04:07-00:04:31语料时间轴

通过分析可知，该样本课堂语言环境中教师能够较为合理的利用多模态语言进行表述。在课堂教学中，教师可以借助多模态语言更好的传递抽象知识，计量结果能够明确显示出模态之间的相互作用。通过对多模态值的计量，能够推演出课堂教学的重点，并可以判断该课堂中多模态语言的演绎是否恰当。本研究的数据可为日后研究多模态教学语言的使用提供参考。

4.3 结语

本研究通过对一例小学数学课堂语言视频语料进行多模态标注及量化，对课堂语言进行评估。通过例证结果，可表明多模态表述能够在学习过程中对知识进行多元化的演绎，教师应在教学环节中合理通过多模态语言准确具体的表述知识信息。在课堂教学环节中，如何利用多模态语言对知识进行演绎也应该成为教学评估的一项重要指标。多模态语料库建设复杂且耗时，本研究仅从一例出发，仍需探索如何对多学科、大范围多模态数据进行分析。本研究可与实际应用层面的数据进行拟合，以期达到更好的分析效果。随着教学技术的进步，通过对多模态语言的计量，或可对虚拟增强现实等技术合理应用于课堂教学提供参考。

致谢

感谢各位匿名评审老师的修改建议。本研究受中央高校基本科研业务经费项目（ZK1200）和福建省社科项目（FJ2019B158）资助。

参考文献

- N. Fairclough. 2003. *Analysing discourse : Textual analysis for social research* / n. fairclough.
- Y. Gu. 2006. Multimodal text analysis: A corpus linguistic approach to situated discourse. *Text & Talk - An Interdisciplinary Journal of Language, Discourse Communication Studies*, 26(2):127-167.
- Y. Gu. 2009. *An Institutional Anniversary Ceremony as Systemic Behavior in Chinese Context*. Language in Life, and a Life in Language: Jacob Mey, a Festschrift.
- Ronald W. Langacker. 2013. *认知语法基础(第一卷):理论前提*. 北京大学出版社.
- E. Urios-Aparisi and C. J. Forceville. 2009. Multimodal metaphor.
- 中华人民共和国教育部. 2011. *义务教育数学课程标准:2011版*. 北京师范大学出版社.
- 冯德正, 张德禄, and Kay O'Halloran. 2014. 多模态语篇分析的进展与前沿. *当代语言学*, (1).
- 冯德正. 2010. 数字技术与多模态语篇分析. *北京科技大学学报(社会科学版)*, (4):12-17.

- 冯志伟. 2012. 用计量方法研究语言. 外语教学与研究, 044(002):256-269.
- 叶立军, 斯海霞. 2011. 基于录像分析背景下的代数课堂教学语言研究——以两堂《分式的乘除》课堂实录为例. 数学教育学报, 20(1):42-44.
- 张园. 2002. 手势在语音教学中的作用. 语言教学与研究, (06):51-56.
- 张征. 2010. 多模态ppt演示教学与学生学习绩效的相关性研究. 中国外语, 7(3):54.
- 张德禄and 李玉香. 2012. 多模态课堂话语的模态配合研究. 外语与外语教学, 000(001):39-43.
- 张德禄. 2009. 多模态话语分析综合理论框架探索. 中国外语, (1期):24-30.
- 方梅. 1994. 北京话句中语气词的功能研究. 中国语文, (2):129-138.
- 朱永生. 2007. 多模态话语分析的理论基础与研究方法. 外语学刊, (5):82-86.
- 李战子and 陆丹云. 2012. 多模态符号学:理论基础,研究途径与发展前景. 外语研究, (2):1-8.
- 李战子. 2005. 从语气、情态到评价. 外语研究, 000(006):14-19.
- 李文中. 2010. 语料库语言学的研究视野. 解放军外国语学院学报, 33(002):37-40.
- 李松林. 2005. 课堂教学行为分析引论. 教育理论与实践, (07):48-51.
- 杨林坡. 2014. 中美新型大国关系:话语表述及认知差异. 燕山大学学报(哲学社会科学版), 15(4):31-35.
- 王立非, 文艳. 2008. 应用语言学研究的多模态分析方法. 外语电化教学, 000(003):8-12.
- 郭玉峰, 史宁中. 2013. 初中学生数学基本活动经验的量化研究. 课程.教材.教法, 033(011):48-54.
- 陆俭明. 2021. 语言研究要与未来接轨. 语言战略研究, 6(01):1.
- 顾曰国. 2013. 论言思情貌整一原则与鲜活话语研究——多模态语料库语言学方法. 当代修辞学, (006):1-19.
- 顾曰国, 张永伟. 2013. 静态图像库的信息检索与知识本体. 当代语言学, 015(002):214-229.
- 黄立鹤. 2015. 语料库40:多模态语料库建设及其应用. 解放军外国语学院学报, 038(003):1-7,48.
- 黎加厚. 1997. 从课件到积件:我国学校课堂计算机辅助教学的新发展(上). 电化教育研究, (3):31-35.