

Evaluation Studies of 2D and Glasses-Free 3D Contents for Education

——Case Study of Automultiscopic Display Used for School Teaching in Hong Kong

Herbert Lee¹, Hareton Leung², Adela Lau³, Kai-Pan Mark⁴

¹Institute of Applications in Academia and Industry (IAAI), Hong Kong

²Department of Computing, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

³Inter-Disciplinary Program Office, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong

⁴Department of Information Systems, City University of Hong Kong, Hong Kong

Email: herbert@iaai.net, cshleung@comp.polyu.edu.hk, adela@ust.hk, markkp@cityu.edu.hk

Received: Jul. 20th, 2012; revised: Jul. 25th, 2012; accepted: Aug. 20th, 2012

Abstract: Although previous research has shown promising results on 3D in education, the standard method of viewing 3d content would not be practical in Hong Kong as many students need to wear two pairs of glasses due to nearsightedness. In order to explore the result of using 3D technology in primary school education, three universities in Hong Kong collaborate with IAAI to present a study of using the automultiscopic LCD display for 3D teaching on General Studies in a primary school in Hong Kong. Significant findings support that pupils learn science topics in better in 3D than in 2D.

Keywords: Automultiscopic Displays; 3D in Education; E-Learning, Knowledge Management; Myopia

2D 教学与裸眼 3D 教学比较

——在香港小学使用裸眼 3D 进行教学的案例研究

李应樵¹, 梁金能², 刘秀梅³, 麦启彬⁴

¹工业和学术应用学会(IAAI), 香港

²香港理工大学计算机系, 香港

³香港科技大学跨学科课程事务处, 香港

⁴香港城市大学信息系统专业, 香港

Email: herbert@iaai.net, cshleung@comp.polyu.edu.hk, adela@ust.hk, markkp@cityu.edu.hk

收稿日期: 2012 年 7 月 20 日; 修回日期: 2012 年 7 月 25 日; 录用日期: 2012 年 8 月 20 日

摘要: 虽然之前的研究结果显示 3D 教育的前景十分广阔, 但是观看 3D 内容的标准方式在香港实行起来并不实际, 原因是现在许多学生患近视眼, 日常生活中就需要佩戴眼镜, 如果这些学生观看非裸眼 3D 影片则需要同时叠戴两幅眼镜。为了探索 3D 教育应用在小学课堂上的教学效果, 香港三所大学和 IAAI(工业和学术应用学会)联合做了一个在香港小学使用自动多视点 LCD 显示屏进行通识课程教学的案例研究。本文将对这个案例研究进行阐述。我们的研究表明: 小学生在学习以科学为主题的课程时, 3D 教学比 2D 教学能够达到更好的学习效果, 该研究结果具有重要意义。

关键词: 自动多视点显示屏, 3D 教育, 在线教育, 知识管理, 近视眼

1. 介绍

近期研究表明当 3D 图像应用于课堂教学时, 学生的课堂表现会更佳, 其具体表现为注意力更加集中, 对于新知识能够更快的接受^[1]。该研究结果对于提高小学教育标准和质量具有重要意义。但是考虑到这是一个庞大的教育资源投入, 我们则需要清楚地了解具体是什么因素提高了小学生对于教学内容的学习效果。早期的研究是基于立体显示技术, 所以学生需要佩戴眼镜观看 3D 图像。佩戴 3D 眼镜则会带来一系列的问题, 如增加了眼部细菌交叉感染的风险, 影响课堂小组讨论时的眼神交流, 近视的同学则需要同时重叠佩戴两幅眼镜进行观看。此外, 过去的报告^[1]缺乏在 2D 教学与 3D 教学在某些具体细节上的差异研究。

本文将对 2012 年 6 月在香港一所公立小学采用自动立体显示屏进行教学和学习的的项目研究情况进行阐述。该项目的目的是对自动多视点显示屏在香港教育界的应用效果进行研究, 以进一步了解 3D 的应用是否对学生的学习有所帮助。

本文的结构安排如下。第 II 部分提供了背景介绍及过去对香港地区 3D 教育情况和近视眼情况的研究。第 III 部分主要阐述我们将 3D 显示屏应用于试点课堂中进行通识教育的情况。第 IV 部分阐述研究结果。最后一部分是本文的结论。

2. 背景

2011 年, 一个关于 3D 内容教学效果的试点研究项目开始实施^[1]。通过四周的实验, 结果表明, 小学生在 3D 课堂上可以比在 2D 课堂上记住更多的内容, 与 2D 教学的考试成绩平均提高了 8% 相比, 3D 教学的考试成绩平均提高了 17%。在多于 7 个国家的 15 所小学中, 有 740 位 10~11 岁的小学生都证明了 3D 内容应用于教学中的有效性。每一个学校指定在一个课堂上用普通的方式教授科学课程, 另一个课堂上用 3D 教学资源来教授相同的课程。采用的技术是数字光处理(DLP)3D 投影仪, 该仪器可以在屏幕上同时产生两个图像(一个投射到左眼中, 另一个投射到右眼中), 3D 眼镜将两个图像结合后即呈现了 3D 视觉效果。

将之前的研究放到香港学校的环境中^[1], 本文会

提出四个问题, 并进行回答。第一, 香港中文大学的一个研究发现, 香港幼儿园小朋友的近视眼率逐年增加, 从 1996/97 的 2.3% 增长到 2006/07 年的 6.3%^[2]。在 10 年中增加了 2 倍多。香港政府在 2011 年的报告中指出, 约有 17% 的小学生是近视眼。十分年幼的小孩子患近视的平均度数达到 222 度。对于这些年幼的学生, 在 3D 教学中佩戴特制眼镜是十分麻烦的。

第二, 学生佩戴特制眼镜可能会妨碍课堂上的小组讨论, 因为在讨论中保持眼神的交流非常重要。

第三, 如果 3D 特制眼镜没有采取适当的措施来消毒, 有可能会给使用者带来健康威胁。

第四, 过去的报告并未准确的说明^[1]2D 课程和 3D 课程的区别所在。

在我们的研究中, 使用自动多视点显示屏可以解决上文提到的三个问题。有关最后一个问题我们将通过如下实验进行说明, 即在两个不同的课堂上以相同的方式传授相同的内容, 但是在一个课堂上使用 2D 进行教学, 另一个课堂使用 3D 进行教学, 然后立即对教学效果的差异进行比较。

3. 使用自动多视点 LCD 显示屏进行教学

现在学校的学生们普遍被定义为“数字土著”^[3]。“数字土著”是指在生活中依赖于多媒体影像的刺激(如, 动画片, 电脑游戏)来保持注意力的持续时间。因此, 自动多视点 LCD 显示屏可通过以下方面为小学提供教育支持, 一是通过 3D 多媒体内容来吸引学生的注意力; 二是通过“使物体更加真实”从而为学生提供相对“真实”的体验^[4]。我们与一个香港公立小学合作共同探索 3D 和 2D 课程教学。

自动多视点显示屏可显示 3D 立体图像, 并且可以实现多人从多角度(无需佩戴特制眼镜)观看到立体图像。在该项目中, 我们采用的是可以比常规的立体显示屏更具交叉效应^[5]自动多视点显示屏。当左眼看到的视图可部分被右眼看到时便出现了交叉效应, 反之亦然。同时, 这样的效果取决于视角角度和可视距离。因此, 在项目开始前, 我们给 2 个学校的校长和 6 个老师做了示范; 自动多视点显示屏的 3D 效果和图像质量被证明对于该试点项目是合适的。

3D 教学资料能够在自动多视点显示屏上进行播放是最关键的部分。这些资料需要根据小学教学大纲

进行特别准备。我们发现利用 3D 展示那些通常不能被肉眼所看到的物体时是对教学十分有帮助的。因此，我们选择了传染病主题作为实验项目。在不同的领域(例如：生物学概念)，如 Kerawalla 等人所倡导的那样为了给学生提供“真实的体验”使概念“形象化”是很困难的^[4]。

当传染病学的内容被三维特效(Maya)和影视特效软件(After Effects)创建后，则需要可兼容的自动多视点 LCD 显示屏进行多视点立体转换。图 1 是一个在课堂上抓拍的关于人体循环系统的图片，展示的是红细胞和血管。

为了消除未知的变数，我们在实验中遵循以下标准设置。所有的课程均在星期四下午 2:00 开始。每节课时间设定为 20 分钟。学习环境和老师都是相同的。当学生看内容时老师安排小组讨论。学习资料包括文本，图片和在 42 自动多视点 LCD 显示屏上播放的动画。学生为小学四年级的同学并且可随意选择 2D 和 3D 课程。在每节课后，学生被要求填写调查问卷。

6 月 21 日，我们进行了第一次的 3D 教育试点课程，该课程由 15 位学生组成。虽然我们准备了关于学生学习兴趣的调查问卷，但是我们发现小学生没有使用这些调查。

因此，我们修改了评估调查，要求学生在课后重画他们在课上所学到的内容。例如：我们主要是想了解分别使用 2D 和 3D 病毒图片(图 2)进行教学后，学生所记住的内容有何不同。

在 6 月 28 日，我们对 16 名学生进行了 3D 教学。在 7 月 5 日，我们对 25 名学生进行了 2D 教学。

4. 结果分析和讨论

本部分将阐述我们的实验结果和在 6 月 28 日课堂上及 7 月 5 日课堂上的评估情况。由于篇幅有限，我们主要说明最重要的结论。与学生的兴趣和注意力相关的结论与之前的研究结果是一致的^[1]。

我们要求学生写下他们学到的关于病毒的知识，包括病毒的名字和形状。一共有 3 种病毒。一些是简单形状的病毒，而有一个病毒的形状较为复杂(如图 2 所示)。我们想了解，通过 2D 和 3D 手段分别对学生进行教学后，他们课后画出的病毒是否有差异。在本文中，我们将关注形状最复杂的病毒，即 T4 噬菌体(如

图 2)的研究结果。图 3 为 17 位上过 2D 课程的同学的原画作。值得注意的是，有 8 位同学不能够记起并画出 T4 噬菌体病毒的形状。

图 4 为所有 16 位同学在完成 3D 课程后的画作。

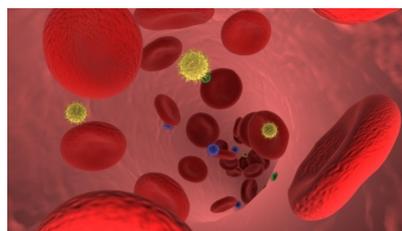


Figure 1. Blood cells and blood vessel
图 1. 红细胞与血管

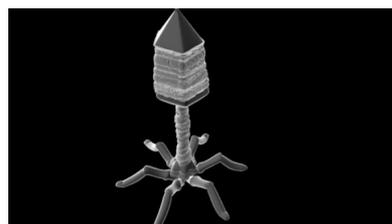


Figure 2. Automultiscopic display of T4 bacteriophage
图 2. 自动立体显示屏中显示的 T4 噬菌体

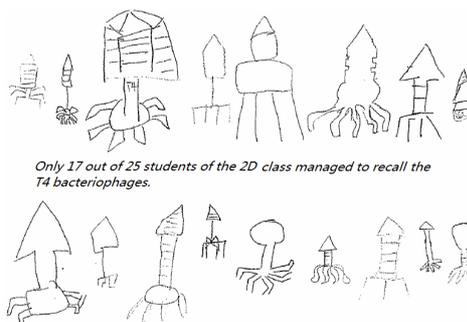


Figure 3. Eight students were not able to recall and draw the T4 bacteriophages. And only 17 students were able to recall the virus
图 3. 8 位同学不能够记起并画出 T4 噬菌体病毒的形状，只有 17 位同学可以记住该病毒形状

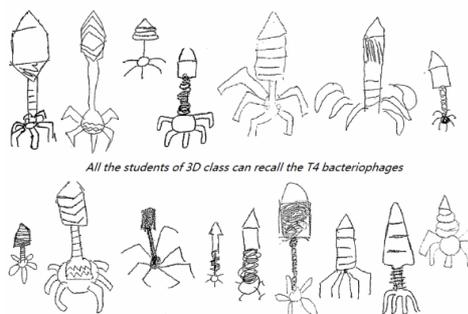


Figure 4. T4 bacteriophages drawn by the 3D class
图 4. 完成 3D 课程后，同学们画的 T4 噬菌体病毒

我们对以上小学生的画作进行了评分，评分标准如表 1 所示。

评分结果如下：

使用 2D 教学后学生作品评分结果如图 5 所示。

使用 3D 教学后学生作品评分结果如图 6 所示。

Table 1. Student's drawing assessment criteria
表 1. 小学生画作的评分标准

序号	题目	评分标准(分)
1	画出了病毒头部的尖端、立体形状	2
	画出病毒头部的尖端形状	1
	未画出病毒头部的尖端、立体形状	0
2	正确的画出了病毒脚部的数量及体积	2
	正确的画出了病毒脚的数量或者画出了脚的体积	1
	没有正确的画出病毒脚部的数量及体积	0
3	画出的病毒各部分的比例均适宜	2
	画出的病毒的部分比例适宜	1
	画出的病毒各部分比例均不适宜	0

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
画作																	
第一题	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
第二题	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
第三题	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
总分	2	2	6	3	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	0

Figure 5. The scores of students' drawings after 2D lessons
图 5. 2D 教学后学生画作得分

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
画作																
第一题	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
第二题	2	1	0	1	1	2	1	1	2	0	0	0	1	1	1	1
第三题	2	1	2	2	2	0	1	2	2	1	1	1	1	0	1	0
总分	5	3	3	4	4	3	3	4	6	2	2	2	3	2	3	2

Figure 6. The scores of students' drawings after 3D lessons
图 6. 3D 教学后的学生画作得分

对于以上评分结果我们用 TTSET 进行了数据分析以证明 2D 和 3D 教学效果的差异性。

分析报告如下：

分析报告

1) H0(无效假设, 零假设, 原假设): 假设 2D 教学与 3D 教学效果无区别

2) H1(有效假设, 对立假设, 备择假设): 假设 2D 教学与 3D 教学有区别

利用 TTEST 对评分结果进行数据分析:

a) 包括 0:

2D: (0,0,0,0,0,0,0,2,2,6,3,1,1,1,1,1,1,4,1,1,1,1,0)

3D: (5,3,3,4,4,3,3,4,6,2,2,2,3,2,3,2)

其 TTEST 结果如表 2 所示。

结果显示为:

单尾 t 统计量的 p 值 = 6.04438E-06 < 0.05, 双尾 t 统计量的 p 值 = 1.20888E-05 < 0.05, 均小于 0.05。

b) 不包括 0:

2D: (2,2,6,3,1,1,1,1,1,1,1,4,1,1,1,1,0)

3D: (5,3,3,4,4,3,3,4,6,2,2,2,3,2,3,2)

其 TTEST 结果如表 3 所示。

结果显示为: 单尾 t 统计量的 p 值 = 0.00105792 < 0.05, 双尾 t 统计量的 p 值 = 0.00211584 < 0.05, 均小于 0.05。

结果表明:

根据 t-test 结果显示, 无论两总体的方差是否相等, 当包括 0 时, 单尾 t 统计量的 p 值 = 6.04438E-06 < 0.05, 双尾 t 统计量的 p 值 = 1.20888E-05 < 0.05,

Table 2. TTEST result including 0
表 2. 包括 0 的 TTEST 计算结果

t-检验: 双样本异方差假设		
	变量 1	变量 2
平均	1.12	3.0625
方差	2.026667	1.929167
观测值	25	16
假设平均差	0	
df	33	
t Stat	-4.32587	
P(T <= t) 单尾	6.61E-05	
t 单尾临界	1.69236	
P(T <= t) 双尾	0.000132	
t 双尾临界	2.034515	

Table 3. TTEST result excluding 0
表 3. 不包括 0 的 TTEST 计算结果

t-检验: 双样本异方差假设		
	变量 1	变量 2
平均	1.647059	3.1875
方差	2.117647	1.3625
观测值	17	16
假设平均差	0	
df	30	
t Stat	-3.36373	
P(T <= t) 单尾	0.001058	
t 单尾临界	1.697261	
P(T <= t) 双尾	0.002116	
t 双尾临界	2.042272	

不包括 0 时, 单尾 t 统计量的 p 值 = 0.00105792 < 0.05, 双尾 t 统计量的 p 值 = 0.00211584 < 0.05, 由此均说明在 95% 的置信水平下, 拒绝原假设, 两总体的均只有显著差异。结果表明, 大于 95% 的把握认为 3D 与 2D 教学有显著性差异。

通过以上的研究, 可以发现上过 2D 课程的同学所画的病毒缺少了细节部分。然而上过 3D 课程的同学能够更好的回忆起课堂上的一些深度信息。其主要原因有两个。第一, 在 3D 课堂上, 学生会比在 2D 课堂上更加的专注。第二, 学生们发现没有被显示的部分很难去形象化, 当同学接受 2D 影像教学时, 学生们通常只能以其展示的形式记住影像内容, 因此, 即使影像很容易被认为是 3D 物体, 但是 2D 图像也只是 2D 而已。以同样的方式, 当图像以 3D 的形式显示时, 学生能够以一个 3D 物体的形式更形象的记住 T4 噬菌体病毒。

5. 结论

该实验结果的贡献是双重的。第一, 我们提供了一个在香港实行 3D 教育的相关成功案例。我们解决了 3D 技术应用于教育中的实际问题。在香港进行 3D 教学时, 让小孩子佩戴两个眼镜观看 3D 影片引起许多家长的担忧。在本案例中, 采用自动多视点 LCD 显示屏为该问题提供了可行的解决方案。我们也了解到, 由于技术的进步, 学生无需佩戴或者使用过多的

设备, 这样, 学生、老师和家长能够更容易接受新技术带来的便利。

本文提供了一个重要的研究结果, 该研究结果表明了分别进行 2D 和 3D 教学后, 学生所记住的内容有何不同。该结果回答了学生在 3D 课堂上可以比在 2D 课堂上具体学到了哪些更多的知识这一问题。同时, 该结果说明 3D 教学比 2D 教学更能激发学生的学习兴趣, 可以使学生注意力更加集中, 因此 3D 教学比 2D 能获得更好的教学效果。

我们建议在未来的教育中继续探索将 3D 技术应用于更多领域的教学, 如可应用于英文教学等。Yang 等人^[6]建议建立一个自然愉悦的学习环境是小学外语教学(如: 英语作为一门外语)成功的关键。由于 3D 教学资源可以显著提高学生的参与互动和记忆保存, 所以用 3D 技术进行英语教学也是一个合理的教学方式。同时, 我们建议在其他领域也可探索尝试使用 3D 教学以激发学生兴趣, 获得更好的教学效果。虽然根据小学教学大纲建立 3D 内容的初期投入是昂贵的, 但是传播和贯彻这些 3D 内容到其他的小学将是符合成本效益的。

6. 致谢

本文作者感谢万科数码有限公司的 Travis Chan 先生为本项目提供 3D 内容创作支持。

参考文献 (References)

- [1] Bamford. The 3D in education white paper, 2011. <http://www.gaia3d.co.uk/news/the-3d-in-education-white-paper>
- [2] Lu, N. Congdon, X. Liu, K. Choi, D. S. Lam, M. Zhang, M. Zheng, Z. Zhou, L. Li, X. Liu, A. Sharma and Y. Song. Associations between near work, outdoor activity and myopia among adolescent students in rural China: The Xichang pediatric refractive error study report no. 2. Arch Ophthalmology, 2009, 127(6): 769-775.
- [3] M. Prensky. Digital natives, digital immigrants. On the Horizon, 2001, 9: 1-15.
- [4] L. Kerawalla, R. Luckin, S. Seljeflot and A. Woolard. Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. Virtual Reality, 2006, 10: 163-174.
- [5] Z. Xu. Crosstalk evaluation, suppression and modeling in 3D through-strata-via (TSV) network. 3D Systems Integration Conference (3DiC), 16-18 November 2010: 1-8.
- [6] J. C. Yang, C. H. Chen and M. C. Jeng. Integrating video-capture virtual reality technology into a physically interactive learning environment for English learning. Computers & Education, 2010, 55: 1346-1356.