

## 2018 年国家科技进步奖提名项目公示

项目名称	笔式人机交互关键技术及应用
提名者	中国科学院
提名意见： <p>该项目开展笔式人机交互关键技术研究及应用工作，在笔交互信息感知技术、复杂笔迹结构理解技术、笔式智能交互技术等方面取得了代表性的成果。建立了笔式人机交互开发平台，面向教育、医疗、体育等多个领域研发关键应用。研发的电子白板、交互式平板产品打破了发达国家的垄断地位，以25%的市场份额位居全球首位。研发的笔式电子教学系统已覆盖到国内30多个省市的课堂教学中，应用在北美、欧洲、亚洲、非洲等29个国家。研发的笔式辅助诊断系统已应用在北京协和医院、湘雅医院等多家国内著名医院，形成了一整套上肢运动功能的定量评价工具和分析平台，对临床诊断和神经功能评价发挥了重要作用。研发的笔式体育训练系统已成功应用在国家跳水队、羽毛球队和女子水球队的日常训练工作中，对创奥运佳绩做出了重要贡献。</p> <p>项目成果获国家授权专利281项，其中发明专利53项，实用新型专利87项，外观设计专利141项。制定国家标准3项，获得软件著作权47项，软件产品登记6项。出版专著2部，译著2部。在TPAMI、IJHCS、SIGCHI等国内外著名学术期刊会议上发表论文308篇。项目成果在教育、医疗、体育领域的应用产生了显著的经济效益和社会效益，获得2015年度北京市科学技术一等奖，备战第28届奥运会科研攻关与科技服务一等奖，2012年度中国体育学会科学技术一等奖。</p> <p>对照国家科学技术进步奖授奖条件，推荐该项目申报2018年国家科学技术进步奖二等奖。</p>	

## 项目简介:

该项目属于计算机信息技术领域。

人机交互作为影响人类生活和推动经济发展的颠覆性技术具有重要的研究和应用价值,《国家中长期科学和技术发展规划纲要》把人机交互列为面向国家重大战略需求的关键技术。目前人机交互正由键盘和鼠标交互向自然人机交互过度。作为一种主流的自然人机交互方式,笔式人机交互已逐渐成为促进教育、医疗等国民经济重要行业发展的关键点。但要替代鼠标和键盘,就需要解决信息感知、内容理解、智能交互三个关键问题。该项目在国家863计划、国家自然科学基金重点基金等的支持下开展笔式人机交互关键技术研究及应用工作,历经14年的研发工作,在方法技术、平台应用等多个层面取得了一系列有代表性的研究成果。

1) 笔交互信息感知技术。针对人机交互中的状态呈现和切换两大难题,突破传统纸笔交互平面空间,通过建立三维笔身运动模型,提出了一套基于刺激-反应相容性的交互状态呈现及切换方法,该方法与国际权威方法相比在交互效率上有10%以上的提升,可广泛应用于状态切换、多参数输入等重要的人机交互任务中。提出集线式复合编码、扇形扫描等系列方法,研发出电磁、红外、电容等系列大幅面笔交互信息感知技术,解决了笔交互信息感知难以同时实现大幅面和高精度的关键挑战。

2) 复杂笔迹结构理解技术。针对手写笔迹结构的形态多变、结构复杂、切分模糊等难点,突破传统依赖空间/时间近邻进行分割的技术思路,基于格式塔等认知理论开展复杂笔迹结构理解工作。设计实现了手写笔迹结构理解系列算法,其中连续手写切分、概念图理解、复杂文本行提取方法达到94%以上的识别率,有效解决了行、字、图结构等手写笔迹中关键结构的理解问题。

3) 笔式智能交互技术。围绕笔式人机交互核心交互任务,重点解决交互特征感知、用户意图理解等难点问题,突破传统采用单通道、意图序列的思路,从多通道交互信息融合出发,采用增量意图思路来研发交互技术。设计实现了一系列笔式智能人机交互技术,其中所提出的草图编辑技术、手绘对象操纵技术、跨通道输入技术与国际主流技术相比在交互效率上有30%以上的提升。

建立了笔式人机交互开发平台,面向教育、医疗、体育等多个领域研发关键应用。研发的电子白板、交互式平板产品打破了发达国家的垄断地位,以25%的市场份额位居全球首位。研发的笔式电子教学系统已覆盖到国内30多个省市的课堂教学中,应用在北美、欧洲、亚洲、非洲等29个国家。研发的笔式辅助诊断系统已应用在北京协和医院、湘雅医院等多家国内著名医院,形成了一整套上肢运动功能的定量评价工具和分析平台,对临床诊断和神经功能评价发挥了重要作用。研发的笔式体育训练系统已成功应用在国家跳水队、羽毛球队和女子水球队的日常训练工作中,对创奥运佳绩做出了重要贡献。

项目成果获国家授权专利281项,其中发明专利53项,实用新型专利87项,外观专利141项。制定国家标准3项,获得软件著作权47项,软件产品登记6项。出版专著2部,译著2部。在TPAMI、IJHCS、SIGCHI等国内外著名学术期刊会议上发表论文308篇。项目成果在教育、医疗、体育领域的应用产生了显著的经济效益和社会效益,获得2015年度北京市科学技术一等奖,备战第28届奥运会科研攻关与科技服务一等奖,2012年度中国体育学会科学技术一等奖。

客观评价:

## 1. 科技创新点创新性和先进性

### 1) 科技奖励

该项目成果获2015年度北京市科学技术一等奖(计算机类排名第1)[附件18, 科技奖励1]。

该项目成果获2012年度中国体育科学学会科学技术一等奖[附件19, 科技奖励2]。

该项目成果获国家体育总局“备战第二十八届奥运会科技攻关与科技服务一等奖”[附件20, 科技奖励3]。

### 2) 国内外相关技术比较

该项目提出的交互状态呈现方法入围人机交互领域顶级会议ACM SIGCHI 2007[附件35, 论文论著8]。通过与目前国际主流方法Shape-fixed arrow cursor和美国马里兰大学的方法Live cursor进行实验比较, 在交互效率上与两种方法相比有10%以上的提升(针对标准任务的完成时间分别是1593.39 ms, 1789.35 ms, 1793.85 ms), 可显著提高用户在交互过程中的刺激-反应相容性。

该项目提出的无模式状态切换方法入围人机交互领域顶级会议ACM SIGCHI 2008[附件34, 论文论著7]。通过与目前国际主流方法Tool palette和Xerox PARC的方法Toolglass进行实验比较, 在交互效率上与两种方法相比有17%和15%以上的提升(针对标准任务的完成时间分别是2205.36 ms, 2678.33 ms, 2511.66 ms)。

该项目提出的连续中文手写识别技术入围顶级期刊IEEE TPAMI[附件30, 论文论著3], 针对ICDAR 2011联机手写中文文本行竞赛数据(3, 432行, 平均26.68字符/行), 通过与目前国际权威方法相比, 该方法可达到94%以上的识别率, 达到了当时国际最好水平[附件30, 论文论著3]。该项目提出的基于最小风险准则训练半马尔科夫条件随机场技术入围著名期刊Pattern Recognition[附件31, 论文论著4], 针对ICDAR 2011联机手写中文文本行竞赛数据, 最小风险准则的识别准确率达到当时国际最好水平[附件31, 论文论著4]。

该项目提出的手绘概念图理解技术入围著名期刊IEEE TIST[附件32, 论文论著5], 方法可取得95.18%的节点和连线提取正确率, 且概念图理解的时间满足实时性要求。与国际主流的Stroke-based Manipulation方法相比, 该项目所研发的智能编辑技术的交互效率可以提高40%以上( $p < .001$ ) [附件32, 论文论著5]。

该项目提出的复杂文本行提取技术入围人机交互领域著名会议ACM IUI 06。该技术能有效提取复杂文本行结构, 成功率达到97%。[附件36, 论文论著9]

该项目研发的多尺度草图交互技术入围人机交互与多媒体领域顶级期刊IEEE TMM, 同主流编辑软件Adobe Encore相比较, 在完成视频构建等关键任务中, 采用该技术完成时间有显著提高( $P < 0.001$ ), [附件33, 论文论著6]。

该项目研发的融合音素的笔输入技术入围人机交互领域著名会议ACM IUI 2007[附件37, 论文论著11], 与单通道文字输入技术相比, 采用该技术的输入识别率有明显的改善[附件37, 论文论著11]。

### 3) 国外著名学者公开发表的学术性评价意见

人机交互领域著名学者Ravin Balakrishnan教授(ACM人机交互院士(ACM CHI Academy), 多伦多大学图形和人机交互实验室主任)在ACM UIST 2008, ACM UIST 2011, 以及人机交互领域顶级期刊HCI上三次引用了该成果。他同合作者在UIST 2008论文[附件38, 引文1]中指出:“笔的倾角可以被用在交互中, 利用倾斜角度和cursor形态的对应来增强刺激反应相容性, 从而提高交互效率。”更进一步, 他同合作者在UIST 2011论文[附件38, 引文2]中指出:“通过利用笔压力、倾角等技术使得用户在勾画过程的同时进行精确输入将非常完美。”两位微软研究院人机交互组的负责人(总部及剑桥研究院)Ken Hinckley和Shahram Izadi在ACM SIGCHI2011[附件38, 引文3]上合著论文中指出利用笔倾角通道进行交互的优势:“Tilt Menu可以利用笔的倾斜产生第二维的通道用于菜单的选择。”

该项目研发的手绘对象智能操纵技术入围人机交互著名会议ACM IUI 2010[附件37, 论文论著10]。CMU的Jie Yang教授等在人机交互领域顶级期刊IJHCS论文中指出该成果针对字符和定理可达到92.1%和87.3%的识别率[附件39, 引文4]。智能人机交互领域的著名学者Joseph LaViola Jr.教授(人机交互领域顶级期刊IJHCS副主编)在ACM IUI 2012年会论文等中多次引用该成果。国际计算数学领域的著名学者George Labahn教授(ACM TOMS副主编)在ACM IUI 2011年会的论文中指出该成果是一项设计笔式交互系统的重要工作[附件39, 引文5]。

人机交互领域的著名学者James A. Landay教授(ACM人机交互院士(ACM CHI Academy), Stanford大学教授)在ACM CHI 2011年会论文里指出[附件39, 引文6], 针对中国儿童需要学习3500个以上的汉字及其相关笔顺这一难题, 该成果跟传统的机械学

习方式相比,从社会性和趣味性角度给出了一个范例。

#### 4) 论文的影响力

截止2014年12月31日,该项目成果在该领域顶级学术会议ACM SIGCHI上发表论文5篇(1982年首届会议至2014年底来自大陆单位第一作者论文总计15篇)[附件40,其他证明23]。在该领域著名会议ACM IUI上发表论文10篇(1993年首届会议至2014年底来自大陆单位第一作者论文总计16篇)[附件41,其他证明24]。

#### 5) 专利、标准情况

该项目成果授权专利281项,其中发明专利53项,实用新型专利87项,外观专利141项[附件1-3,27,28]。制定国家标准3项[附件24-26,国家标准1-3]。获软件著作权47项,软件产品登记6项。

#### 6) 鉴定结论,验收意见

李伯虎院士等著名专家所主持的鉴定会和验收会指出,“该项目在技术研究和产品开发方面取得了多项创新成果,填补了国内空白”[附件21,鉴定验收意见1],“成功实现研究成果向主流应用的转移”[附件22,鉴定验收意见2]。

## 2. 应用效果和对行业科技进步的作用

### 1) 应用证明

在教育领域,我国电子白板行业2005年之前为SMART等外国厂商把持。目前,项目成果覆盖到国内30多个省市,北美、欧洲、亚洲、非洲等多个国家。装机数量197万套,累计用户超9000万人。电子白板、交互式平板产品打破了发达国家的垄断地位,2014年销售总量跃居全球销量首位。[附件4,5,12-16,应用证明1,2,9-13]。项目成果从整体上推动了北京市教育水平的提高。对推进北京市中小学校的教育现代化进程发挥了重要的作用[附件6,7,应用证明3,4]。

在医学领域,项目成果已应用在协和医院、湘雅医院、天津医科大学总医院、大连市第三人民医院等大型三甲医院,对临床诊断和神经功能评价发挥了重要作用。获相关卫生部门充分认可,在缺血性脑卒中长程随访等国家重大任务中发挥了重要作用[附件8-11,应用证明5-8]。

在体育领域,项目成果已应用在国家跳水队、羽毛球队的日常训练工作中,并推广到各个省级跳水队,为创奥运佳绩做出贡献。[附件42,43,其他证明25,26]。获中国体育科学学会科学技术一等奖[附件19,其他证明2],国家体育总局“备战二十八届奥运会科研攻关与科技服务”一等奖[附件20,其他证明3]。

### 2) 国际国内第三方权威统计数据

国际权威咨询机构Futuresource《2015年第三季度全球交互式显示产品销售报告》指出,鸿合以25%的销售份额成为全球最大的交互式显示产品(包含电子白板和交互式平板)提供商[附件45,其他证明28]。中国市场调查研究中心在发布的《2014年度中国交互式多媒体设备市场发展分析报告》指出,鸿合电子白板全年以27.29万台总销量超越电子白板发明者SMART,跃居全球第一。[附件46,其他证明29]。

### 3) 成立国内人机交互权威机构和组织

成立了国内首家人机交互省部级专业实验室“人机交互北京市重点实验室”[附件47,其他证明30],牵头成立了中国计算机学会人机交互专业组[附件47,其他证明30],ACM SIGCHI中国分会等权威学术组织,候选人戴国忠研究员分别担任专业组首任主任和中国分会首任主席。

### 4) 美国自然科学基金委的相关评价及其他媒体报道

项目成果得到了美国国家自然科学基金委员会(NSF)、联合国儿童基金会(UNICEF)、CMU、央视新闻联播、环球时报英文版、Wired杂志等专题报道。

在NSF和CMU的报道中指出项目成果“可以作为一种新的汉字学习方式,尤其针对中国的不发达地区有帮助作用[附件44,媒体报道1,2]。

联合国儿童基金会(UNICEF)报道了与该项目合作在助推教育均衡化发展方面的工作,相关成果目前已在非洲乌干达贫困地区应用[附件44,媒体报道3]。

2014年9月27日,央视《新闻联播》以“引领少数民族地区发展迈入新时代”为题,通过教育等领域的发展体现十八大以来重大决策和部署的成效。报道中新疆、西藏、内蒙古等少数民族地区对鸿合电子白板等该项目成果的应用,成为教育发展迈入新时代、实现国家教育均衡化的体现[附件44,媒体报道4]。

推广应用情况：

在教育领域，我国电子白板行业2005年之前为SMART等国外厂家垄断。通过本项目团队多年努力，研发笔式电子教学系统及配套的电子白板、交互式平板等产品。目前，项目成果已覆盖到国内30多个省市，北美、欧洲、亚洲、非洲等多个国家。其中电子白板、交互式平板产品打破了发达国家的垄断地位。中国市场调查研究中心在发布的《2014年度中国交互式多媒体设备市场发展分析报告》中指出，鸿合电子白板全年以27.29万台总销量超越电子白板发明者SMART，跃居全球第一。鸿合交互式平板则拿下年度中国市场第一，市场份额占比达到18.71%。[附件45,其他证明28]。以国际权威咨询机构Futuresource的《2015年第三季度全球交互式显示产品销售报告》来看，鸿合以25%的份额占据全球交互式显示产品(包含电子白板和交互式平板)销量首位[附件46,其他证明29]。同时，也大力推动了相关产业快速发展，中国已经成为全球最大市场，承担了61%的全球销量[附件46,其他证明29]。同时，项目成果在北京市教委下属多个学校得到了应用，从整体上推动了北京市教育水平的提高。对推进北京市中小学校的教育现代化进程发挥了重要的作用[附件6,7,应用证明3,4]。

在医学领域，项目成果已应用在协和医院、湘雅医院、天津医科大学总医院、大连第三人民医院等大型三甲医院，对临床诊断和神经功能评价发挥了重要作用。获相关卫生部门充分认可，在缺血性脑卒中长程随访等国家重大任务中发挥了重要作用[附件8,9,10,11,应用证明5,6,7,8]。

在体育领域，项目成果已应用在国家跳水队、羽毛球队等的日常训练工作中，并推广到各个省级跳水队，为运动员科学训练、创奥运佳绩做出贡献，获2012年度中国体育科学学会科学技术一等奖，国家体育总局“备战二十八届奥运会科研攻关与科技服务”一等奖[附件19,20,42,43,其他证明2,3,25,26]。

应用单位名称	应用技术	应用起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
鸿合科技股份有限公司	笔式人机交互技术	2006.3-2014.12	李俊峰 010-62983696	已经在教育、政府、军队、企业进行了广泛应用
深圳市鸿合创新信息技术有限责任公司	笔式人机交互技术	2008.1-2014.12	林嘉麟 0755-61883800	已覆盖到国内30多个省市、北美、欧洲、亚洲等多个国家，打破了发达国家的垄断
北京市教育委员会	笔式人机交互技术	2011.1-2014.12	马可 010-51994762	对推进本市中小学校的教育现代化进程发挥了重要作用
北京教育科学研究院	笔式人机交互技术	2011.1-2014.12	张毅 010-68012277	成为推进北京市中小学教育现代化研究的典型案例
中国医学科学院北京协和医院	笔式疾病辅助诊断	2011.3-2014.12	朱以诚 010-69154059	为脑神经疾病的临床诊疗与医学研究提供了重要的支撑，应用在缺血性脑卒中长程随访等国家重大任务中
中南大学湘雅医院	笔式疾病辅助诊断	2012.3-2014.12	肖波 0731-84627216	有效解决了上肢运动功能定量分析这一难题，为神经系统疾病的临床诊疗提供了便利
天津医科大学总医院	笔式疾病辅助诊断	2012.3-2014.12	程焱 022-60814537	有效解决了上肢运动功能定量分析这一难题，为神经系统疾病的临床诊疗提供了便利
大连市第三人民医院	笔式疾病辅助诊断	2012.3-2014.12	张静波 0411-86507500	有效解决了上肢运动功能定量分析这一难题，为神经系统疾病的临床诊疗提供了便利
成都奥维斯科技有限公司	笔式人机交互技术	2010.5-2014.12	唐佳梅 028-85229708	相继推出红外交互式产品，在幼教、普教等领域具有广阔的应用前景，2015-2017销量约14000台。
北京驰骋中天网络工程技术有限公司	笔式人机交互技术	2008.3-2014.12	窦丽 010-82620709	电子白板、交互平板产品在幼教、普教等领域2015-2017销量约1300台。
山东东方信达信息科技股份有限公司	笔式人机交互技术	2008.3-2014.12	郑亚群 0531-88065745	电子白板、交互平板产品在高教、职教等领域2015-2017销量约3400多台。
顶联信息产业股份公司	笔式人机交互技术	2008.3-2014.12	杨晓峰 0531-58673519	在普教等领域具有广阔的应用前景，2015-2017销量约4300多台。

成都福波斯科技有限公司	笔式人机交互技术	2010. 2- 2014. 12	邱祥 028-85227689	电子白板、交互平板产品在幼教、普教、高教、职教等领域2015-2017销量约14000台。
-------------	----------	----------------------	--------------------	---

主要知识产权证明目录:

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	一种基于笔倾角信息的饼形菜单选择方法	中国	ZL200810114639.7	2009年12月30日	586282	中国科学院软件研究所	田丰 戴国忠 王宏安	有效专利
发明专利	一种生成多媒体概念图的方法	中国	ZL200910089613.6	2012年05月09日	944132	中国科学院软件研究所	田丰 姜映映 王宏安	有效专利
发明专利	一种面向触控设备的多通道精确目标定位方法	中国	ZL201110445164.1	2013年12月25日	1327679	中国科学院软件研究所	姜映映 田丰 王宏安	有效专利
发明专利	一种单显示多笔交互方法	中国	ZL201010180816.9	2012年08月22日	1024684	中国科学院软件研究所	王丹力 詹志征 王宏安 戴国忠	有效专利
发明专利	一种基于手持设备的大屏幕交互方法	中国	ZL201110098388.X	2015年04月22日	1640811	中国科学院软件研究所	张凤军 刘晓庆 戴志军	有效专利
发明专利	一种智能笔及其笔划识别处理方法	中国	ZL201310682087.0	2013年02月12日	2607045	鸿合科技有限公司	李俊峰	有效专利
发明专利	一种大尺寸多点触摸系统的标定方法	中国	ZL201010239615.1	2014年04月30日	1392506	中国科学院软件研究所	戴志军 谭国富 张凤军 王宏安 戴国忠	有效专利
发明专利	一种基于加速度传感器的角色动作控制方法	中国	ZL201210149329.5	2015年03月25日	1613000	中国科学院软件研究所	吕菲 田丰 王宏安	有效专利

发明专利	一种多点触摸交互系统的触摸手势触控信息识别方法	中国	ZL201110077928.6	2014年09月24日	1486385	中国科学院软件研究所	张凤军 刘晓庆 戴志军 谭国富 王宏安	有效专利
发明专利	一种多点触摸交互系统的触摸手识别方法	中国	ZL201110068062.2	2015年07月08日	1717028	中国科学院软件研究所	张凤军 戴志军 谭国富 王宏安	有效专利



主要完成人情况：（摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目技术创造性贡献）

田丰（排名1）

研究员，工作单位：中国科学院软件研究所、完成单位：中国科学院软件研究所。

贡献：

项目总体设计，主导了笔式智能人机交互关键技术研发工作，参与了笔式交互信息感知和复杂笔迹结构理解关键技术研发工作。主要贡献在科技创新1, 2, 3。是4项代表性专利的共同发明人(附件1, 2, 3, 28: 专利1, 2, 3, 8)，9篇代表性论文论著的共同作者(附件39-35, 37: 论文论著1-8, 10, 11)。

戴国忠（排名2）

研究员，工作单位：中国科学院软件研究所、完成单位：中国科学院软件研究所。

贡献：

本项目学术思想的主要提出者。主导了笔式人机交互理论研究和应用研发工作。主要贡献在科技创新1, 3。制定国家标准3项(附件24, 25, 26: 标准1, 2, 3)。是3项代表性专利的共同发明人(附件1, 27, 28, 专利1, 4, 7)，9篇代表性论文论著的共同作者(附件29, 32-37: 论文论著1, 5-11)。

王宏安（排名3）

研究员，工作单位：中国科学院软件研究所、完成单位：中国科学院软件研究所。

贡献：

负责了复杂笔迹结构理解关键技术的研究工作，参与了笔式智能人机交互关键技术的研究工作。主要贡献在科技创新2, 3，是8项代表性专利的共同发明人(附件1-3, 27, 28: 专利1-4, 7-10)，8篇代表性论文论著的共同作者(附件31-37: 论文论著4-11)。

邢修青（排名4）

总裁，工作单位：鸿合科技股份有限公司、完成单位：鸿合科技股份有限公司。

贡献：

参与了笔式智能交互技术的研究工作，主导项目成果在教育领域的产品化和应用工作，取得了显著的经济效益和社会效益。项目成果已覆盖到国内30多个省市的课堂教学中，应用在北美、欧洲、亚洲、非洲等多个国家。同时，项目研发的电子白板、交互式平板产品打破了发达国家的垄断地位，电子白板、交互式平板销售总量跃居全球销量首位，主要贡献在科技创新3(附件4, 5: 应用证明1, 2)。

张毅（排名5）

特级教师，工作单位：北京教育科学研究院、完成单位：北京教育科学研究院。

贡献：

承担了笔式人机交互技术及平台需求调研、组织试用、问题改进、使用推广等工作，将自身丰富的一线教学经验和行政管理实践固化为平台功能的设计，使平台更加切合学生和教师的需求，对学生创新能力的培养产生直接效果。同时她带领团队卓有成效地完成了平台在中小学实际使用的反馈收集，使平台与学生实际需求逐步实现无缝衔接，有效地推进了项目成果在基础教育阶段人才培养中的应用，主要科技贡献在创新点3(附件6, 7: 应用证明3, 4)。

方中雄（排名6）

研究员，工作单位：北京教育科学研究院、完成单位：北京教育科学研究院。

贡献：

基于对国际教育形式、国家教育政策的清晰把握，对教育现代化和创新人才培养的深刻理解，将相关理论应用到笔式人机交互技术和平台的功能设计之中，为技术和平台在教育实践中的应用提供了理论支撑和政策保障，促使成果在学生学习和教师教学创新中切实发挥作用，主要贡献在科技创新3(附件6, 7:应用证明3, 4)。

崔丽英（排名7）

主任医师，工作单位：中国医学科学院北京协和医院、完成单位：中国医学科学院北京协和医院。

贡献：

具体负责对症状对应的运动功能定量数据进行分析，对上述工具在脑血管病患者的应用提出修改建议。指导相关的笔式人机交互理论方法和智能交互技术的研发工作，指导研究成果在“十二五”国家科技支撑计划“缺血性脑血管病患者长程随访课题研究”中的应用，主要贡献在科技创新1, 3（附件8-11:应用证明5-8）。

朱以诚（排名8）

主任医师，工作单位：中国医学科学院北京协和医院、完成单位：中国医学科学院北京协和医院。

贡献：

主导研制了基于书写动作的上肢运动功能评价工具，指导相关的笔式人机交互理论方法和智能交互技术的研发工作，主导完成了在协和医院、湘雅医院、天津医科大学总医院、大连第三人民医院等多家国内著名医院的应用推广工作。主要贡献在科技创新1, 3（附件8-11:应用证明5-8）。

张凤军（排名9）

研究员，工作单位：中国科学院软件研究所、完成单位：中国科学院软件研究所。

贡献：

参与笔式智能人机交互关键技术的研究和教育领域的产品化工作。主要贡献在科技创新1, 3，在基于大屏幕的交互技术方面取得多项成果，是4项代表性专利的共同发明人(附件27, 28:专利5, 7, 9, 10)。

李俊峰（排名10）

研发中心总经理，工作单位：鸿合科技股份有限公司、完成单位：鸿合科技股份有限公司。

贡献：

负责研发笔式电子教学系统及电子白板、交互式平板等相关的软硬件系统中的关键技术，取得了显著的经济效益和社会效益，主要贡献在科技创新2,3（附件4,5:应用证明1,2），是1项代表性专利的共同发明人(附件27:专利6)。

## 主要完成单位及创新推广贡献:

### 中国科学院软件研究所

从理论方法、关键技术等多个层面针对笔式人机交互技术开展创新工作。

(1) 建立三维笔身运动模型, 提出了一套基于刺激-反应相容性的交互状态呈现及切换方法, 可广泛应用在状态切换、多参数输入等重要的人机交互任务中, 有效解决了呈现和切换难题;

(2) 设计实现了手写笔迹结构理解系列算法, 有效解决了行、字、图结构等手写笔迹中关键结构的理解问题;

(3) 设计实现了一系列笔式智能人机交互技术, 其中所提出的草图编辑技术、手绘对象操纵技术、跨通道输入技术与国际主流技术相比在交互效率上有较大幅度的提升;

(4) 在教育、医疗、体育等领域合作研发关键应用系统, 取得了显著的经济效益和社会效益。

### 鸿合科技股份有限公司

围绕教育等行业针对笔式人机交互的迫切需求, 从关键技术、应用研发等层面开展创新工作。

(1) 合作研发了笔式电子教学系统, 合作研发了多项笔式智能人机交互技术并应用在电子白板、交互式平板等项目成果中;

(2) 主导了项目成果在教育、政府、企业等行业的应用, 取得了显著的经济和社会效益。

### 北京教育科学研究院

围绕教育领域不同用户的迫切需求, 从平台应用等层面开展创新工作。主要创新与贡献包括:

(1) 承担了笔式人机交互平台的核心功能设计, 笔式智能交互技术在教育中的应用设计等工作, 组织具有丰富教育教学、教育研究和教育管理经验的专家及教师, 将对教育理论有机地融入平台和交互技术的设计中, 使平台和技术在中小学实际教育环境中更具针对性和可操作性, 对于项目成果的有效应用提供了强有力的教育理论支撑;

(2) 主导完成了项目成果在北京市多个中小学校的应用推广工作, 取得了显著的社会效益, 对促进北京市的教育现代化发挥了重要的作用。

### 中国医学科学院北京协和医院

围绕笔式人机交互技术在医疗领域的迫切需求, 从关键技术、应用推广等多个层面开展创新工作。主要创新与贡献包括:

(1) 参与了笔式人机交互关键技术研发, 主导研制了基于书写动作的上肢运动功能评价工具, 对临床诊断和神经功能评价发挥了重要作用;

(2) 主导完成了在北京协和医院、湘雅医院、天津医科大学总医院、大连第三人民医院等多家国内著名医院的应用推广工作, 取得了显著的社会效益。

### 深圳市鸿合创新信息技术有限责任公司

围绕教育等行业对笔式人机交互的迫切需求, 从产品研发和应用等层面开展创新工作。

(1) 研发电子白板、交互式平板等产品, 打破了发达国家的垄断地位, 电子白板、交互式平板销售总量跃居全球销量首位;

(2) 负责项目成果在教育行业中的应用, 目前项目成果已覆盖到国内 30 多个省市的

课堂教学中，应用在北美、欧洲、亚洲、非洲等多个国家，取得了显著的经济效益和社会效益。

完成人合作关系说明：

完成人田丰，戴国忠，王宏安，张凤军从 2001 年 1 月至 2014 年 12 月合作开展笔式交互信息感知技术、复杂笔迹理解关键技术、笔式智能交互技术等方面的研发工作。在三个方面取得多项代表性成果，获得 2015 年度北京市科学技术一等奖 1 项，[附件 1-3, 27, 28: 专利 1-5, 7-10]，[附件 29-37: 论文论著 1-11]，[附件 21-23: 鉴定验收意见 1-3]，[附件 18: 科技奖励 1]。

完成人田丰、戴国忠、邢修青、张凤军、李俊峰从 2004 年 8 月至 2014 年 12 月合作开展笔式人机交互关键技术在教育领域的应用和产品化工作，研发笔式电子教学系统及配套电子白板，交互式平板产品，取得了显著的经济效益和社会效益，获得 2015 年度北京市科学技术一等奖 1 项[附件 4, 5: 应用证明 1, 2]，[附件 18: 科技奖励 1]。

完成人田丰、戴国忠、张毅、方中雄、张凤军从 2010 年 1 月至 2014 年 12 月合作开展笔式智能交互技术在教育中的应用以及笔式人机交互平台的研发工作，取得了显著的应用效果，获得 2015 年度北京市科学技术一等奖 1 项[附件 6, 7: 应用证明 3, 4]，[附件 18: 科技奖励 1]。

完成人田丰、王宏安、崔丽英、朱以诚从 2010 年 3 月至 2014 年 12 月合作开展笔式辅助诊断系统以及相关的理论和技术研发工作，取得了显著的应用效果，获得 2015 年度北京市科学技术一等奖 1 项 [附件 8-11: 应用证明 5-8]，[附件 18: 科技奖励 1]。