

92	致新书院	林柳伊	12210564	女	2022	生物医学科学	优秀学生干部
93	致新书院	罗鑫	12210507	男	2022	海洋工程与技术	优秀学生干部
94	致新书院	苏振宇	12210307	男	2022	微电子科学与工程	优秀学生干部
95	致新书院	陈梓枫	12110404	男	2021	智能医学工程	优秀学生干部
96	致新书院	赵锦秋	1211430	男	2021	智能医学工程	优秀学生干部
97	致新书院	郑晓宇	12110543	女	2021	光电信息科学与工程	优秀学生干部
98	致新书院	祝嘉诺	12210404	男	2022	计算机科学与技术	优秀学生干部
99	致新书院	温俊谦	12110109	男	2021	化学	优秀学生干部
100	致新书院	黄婧琪	12210252	女	2022	金融学	优秀学生干部
101	致新书院	董子硕	12210219	男	2022	统计学	优秀学生干部
102	致新书院	蒋浩宁	12210308	男	2022	通识通修	优秀学生干部
103	树礼书院	巴云鹏	12010803	男	2020	工业设计	优秀学生干部
104	树礼书院	毛晨羊	12110649	女	2021	计算机科学技术	优秀学生干部
105	树礼书院	王天骜	12011014	男	2020	计算机科学与技术	优秀学生干部
106	树礼书院	叶思源	12210659	女	2022	光电信息科学与工程	优秀学生干部
107	树礼书院	司婧雯	12010737	女	2020	材料化学	优秀学生干部
108	树礼书院	邓雯方	12210752	女	2022	物理学	优秀学生干部
109	树礼书院	刘圣鼎	12110813	男	2021	智能科学与技术	优秀学生干部
110	树礼书院	刘晓群	12110943	女	2021	计算机科学技术	优秀学生干部
111	树礼书院	朱一丹	12110946	女	2021	微电子科学与工程	优秀学生干部
112	树礼书院	朱佳昕	12211052	女	2022	机械工程	优秀学生干部
113	树礼书院	朱佳颖	12211021	男	2022	光电信息科学与工程	优秀学生干部
114	树礼书院	毕翔宇	12110723	男	2021	大数据管理与应用	优秀学生干部
115	树礼书院	何宗达	12110831	男	2021	数学与应用数学	优秀学生干部
116	树礼书院	余子越	12011017	男	2020	理论与应用力学	优秀学生干部
117	树礼书院	张之涵	12110744	女	2021	理论与应用力学	优秀学生干部
118	树礼书院	张伟祎	12210653	女	2022	计算机科学与技术	优秀学生干部
119	树礼书院	张敏	12210958	女	2022	生物医学科学	优秀学生干部
120	树礼书院	张智硕	12210936	男	2022	生物科学	优秀学生干部
121	树礼书院	张嘉妤	12210756	女	2022	计算机科学与技术	优秀学生干部
122	树礼书院	周鑫宇	12110707	男	2021	机器工程	优秀学生干部
123	树礼书院	邱昱元	12210719	男	2022	光电信息科学与工程	优秀学生干部
124	树礼书院	费泽邦	12110608	男	2021	计算机科学技术	优秀学生干部
125	树礼书院	郑青禾	12110949	女	2021	计算机科学技术	优秀学生干部
126	树礼书院	倪嘉泽	12211019	男	2022	金融工程	优秀学生干部
127	树礼书院	徐锦焜	12210613	男	2022	数据科学与大数据技术	优秀学生干部
128	树礼书院	贾云婷	12210854	女	2022	材料科学与工程	优秀学生干部
129	树礼书院	贾适萌	12210651	女	2022	计算机科学与技术	优秀学生干部
130	树礼书院	龚熙然	12110843	女	2021	生物医学工程	优秀学生干部
131	树礼书院	董更上	12110615	男	2021	数据科学与大数据技术	优秀学生干部
132	树礼书院	潘佳怡	12010840	女	2020	临床医学	优秀学生干部
133	树礼书院	魏嘉豪	12010925	男	2020	光电信息科学与工程	优秀学生干部



南方科技大学

SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

荣誉证书

CERTIFICATE OF HONOR

赵锦秋 同学：

荣获 2024 年度“优秀学生”称号，
特颁此证。

*This is to certify that Zhao Jinqiu is awarded
the “Outstanding Student” for exceptional performance in
the year 2024.*





南方科技大学

SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

荣誉证书

CERTIFICATE OF HONOR

赵锦秋 同学：

荣获2022-2023学年单项奖学金

“实践之星”，特颁此证。

This is to certify that Zhao Jinqiu is awarded the Individual Scholarship “Practice Star” for exceptional performance in the academic year 2022-2023.





南方科技大学

SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

荣誉证书

CERTIFICATE OF HONOR

赵锦秋 同学：

荣获 2023-2024 学年优秀学生奖学金
一等奖，特颁此证。

*This is to certify that Zhao Jinqiu is awarded the
First Class of the Merit Student Scholarship for exceptional
performance in the academic year 2023-2024.*





南方科技大学
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

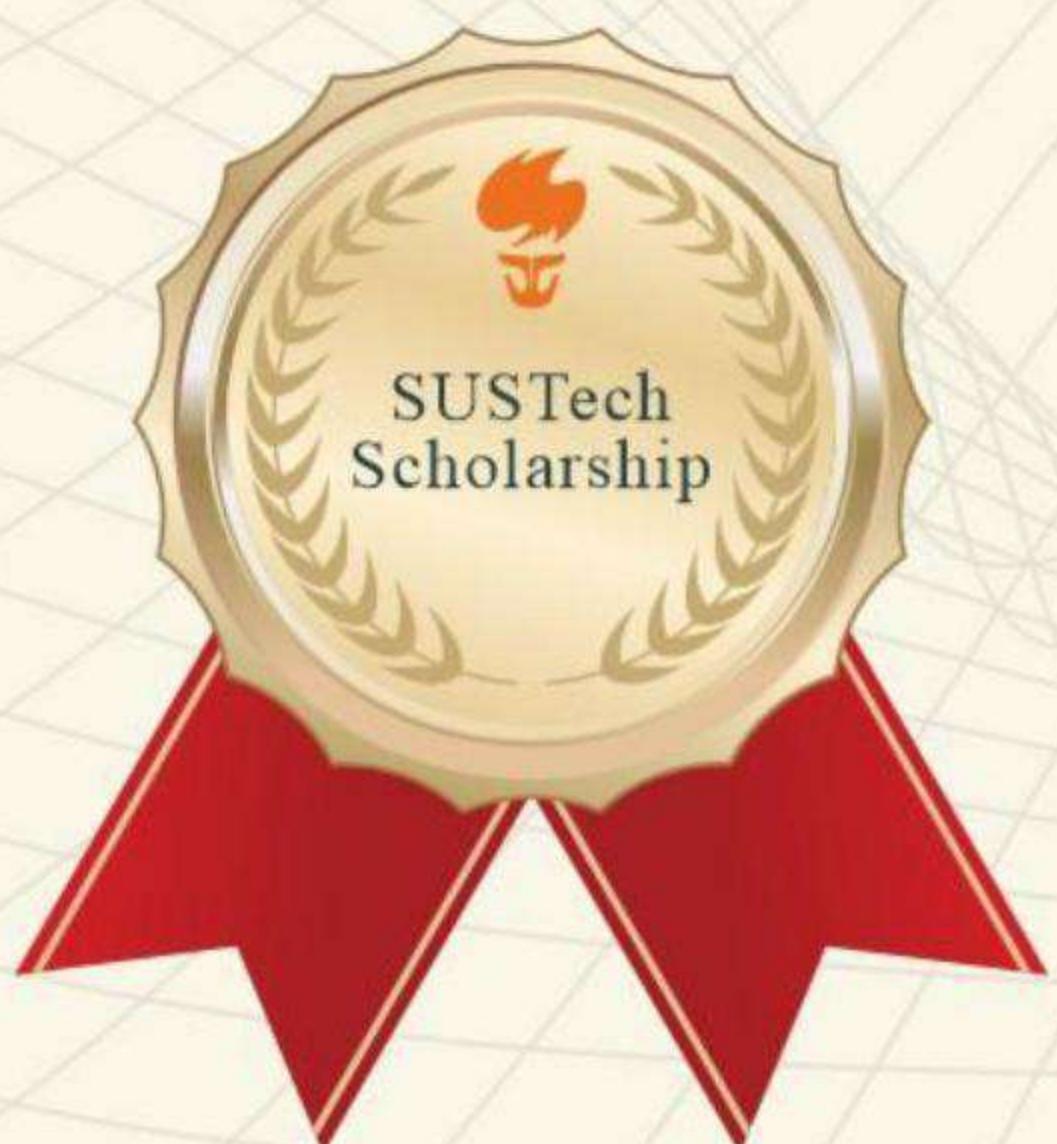
荣誉证书

CERTIFICATE OF HONOR

赵锦秋 同学：

荣获2022—2023学年优秀学生奖学金
三等奖，特颁此证。

*This is to certify that Zhao Jinqiu is awarded
the Third Class of the Merit Student Scholarship for exceptional
performance in the academic year 2022-2023.*





南方科技大学

SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

荣誉证书

CERTIFICATE OF HONOR

赵锦秋 同学：

荣获2022-2023学年单项奖学金

“实践之星”，特颁此证。

This is to certify that Zhao Jinqiu is awarded the Individual Scholarship “Practice Star” for exceptional performance in the academic year 2022-2023.



致新之星

戴骏飞 刘硕欣

杨嘉怡 赵锦秋 白连吉

汪祺 张艺泽 邬佳辰



Enhancing Movement Directions Decoding in EEG-BCI through Force Feedback

Zhiying Li, Jinqiu Zhao, Jingwan Yu
 Chenyang Sun, Xiaohan Lu
Department of Biomedical Engineering
Southern University of Science and Technology
 Shenzhen, China
 12210309@mail.sustech.edu.cn

Xuehan Li
Department of Mechanical Engineering
Harbin Institute of Technology, Shenzhen
 ShenZhen, China
 22s153157@stu.hit.edu.cn

Mingming Zhang, Yi-Feng Chen*
Shenzhen Key Laboratory of Smart Healthcare Engineering
Department of Biomedical Engineering
Southern University of Science and Technology
 Shenzhen, China
 chenyf6@sustech.edu.cn

Abstract—In advancing brain-computer interface (BCI), force feedback has demonstrated potential in enhancing neurophysiological interactions during motor tasks. This study investigated the impact of force feedback on brain activity and the accuracy of decoding movement direction. We developed an electroencephalogram (EEG)-based BCI paradigm with four levels of force feedback (i.e., 0 N, 8 N, 16 N, 24 N) applied during right-hand movements to left and right directions. Six participants were involved to ensure robust results. Three deep learning models—DeepConvNet, ShallowConvNet, and EEGNet—were used to decode movement directions. Findings from event-related desynchronization/event-related synchronization (ERD/ERS) and movement-related cortical potentials (MRCPs) indicated that increased force feedback significantly enhanced the brain's response to motor stimuli. The decoding results revealed that force feedback notably improved decoding accuracy of DeepConvNet and EEGNet, particularly under medium and high-intensity conditions. Specifically, three models demonstrated accuracy improvements of 11%, 4%, and 12% under high-intensity force feedback, respectively. These results suggest that specific force feedback enhances motor area responsiveness, improving movement intention decoding in BCI. Our study confirms the positive impact of force feedback on BCI performance, highlighting the potential of force feedback-based BCI systems.

Index Terms—Brain-computer interface (BCI); electroencephalogram (EEG); force feedback; movement direction decoding

I. INTRODUCTION

Electroencephalography (EEG) is a non-invasive electrophysiological monitoring method that records spontaneous electrical brain activity over a specific duration through electrodes positioned on the scalp [1]. Nowadays, EEG technology has become a pivotal tool in neuroscience,

We acknowledge the funding supports from the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 62303211), Guangdong Basic and Applied Basic Research Foundation (Grant No. 2024A1515012308, 2024B1515020108), Shenzhen Science and Technology Program (Grant No. JCYJ20220530113811027, JCYJ20220818103602004, and JCYJ20210324104203010), the Guangdong Provincial Key Laboratory of Advanced Biomaterials (2022B1212010003). This work was supported in part by the Special Funds for the Cultivation of Guangdong College Students' Scientific and Technological Innovation ("Climbing Program Special Funds"), pdjh2024c11304.

widely used in various domains such as diagnosing brain disorders like epilepsy, cognitive neuroscience, biometrics, and brain-computer interfaces (BCI) [2,3]. The non-invasive nature and excellent temporal resolution of EEG make it an ideal choice for monitoring brain activity during motor tasks. Extensive research indicates that EEG can reflect the kinematic and dynamic characteristics of limb movement [4]. Decoding hand movement directions from EEG signals is a particularly active area of BCI research [5-8]. For instance, Wang et al. achieved a classification accuracy of 70.29% for six types of movements, including individual and coordinated hand movements, using linear discriminant analysis and support vector machine [7]. Similarly, Zhang et al. proposed a deep learning model combining convolutional neural networks and bidirectional long short-term memory networks, which attained an average classification accuracy of 73.39% for three coordinated directions of hand movements [8].

Traditionally, visual and auditory feedback have been widely used in EEG research to enhance participant interactivity and engagement. Visual feedback often involves the use of visual cues like animations and videos to help participants focus and complete the tasks. Alimardani et al. had shown that visual feedback design can positively enhance the performance of participants in motor imagery tasks [9]. Auditory feedback, on the other hand, employs audio cues to direct participants to complete tasks, which is particularly beneficial for studies targeting visually impaired individuals. Nijboer et al. had demonstrated that auditory feedback-based BCIs can be as effective as visual BCIs [10]. Recently, force feedback has been introduced into EEG studies, providing a novel method to stimulate brain activity [11,12]. This shows promising potential in BCI, with evidence suggesting that force feedback can enhance upper limb rehabilitation in BCI applications [13].

Although extensive research has been conducted on visual and auditory feedback in EEG studies, the exploration of force feedback remains relatively limited. Current research predominantly focuses on cognitive responses to non-contact stimuli, with insufficient attention to how contact feedback



PARTICIPATION CERTIFICATE



The iGEM Foundation certifies that

Zhao jinqiu

participated in the 2023 iGEM Competition
as a student member of team

SUSTech-Shenzhen

and was awarded a

SILVER MEDAL

GRAND JAMBORREE | PARIS | NOVEMBER 2 - 5, 2023

This certificate is valid electronically and can be verified here:
<https://projects.igem.org/2023/sustech-shenzhen>





PARTICIPATION CERTIFICATE



The iGEM Foundation certifies that team

SUSTech-Shenzhen

participated in the 2023 iGEM Competition
and was awarded a

SILVER MEDAL

GRAND JAMBORÉE | PARIS | NOVEMBER 2 - 5, 2023

This certificate is valid electronically and can be verified here:
<https://projects.igem.org/2023/sustech-shenzhen>



CERTIFICATE OF ACHIEVEMENT

荣誉证书

将此证书颁发给
THIS CERTIFICATE IS AWARDED TO

赵锦秋

同学在2023年南方科技大学生物医学工程系“学术交流日”壁报展示环节中表现优异，获得

优秀奖

特发奖状，以资鼓励！
AWARD OF EXCELLENCE

Presented to **ZHAO Jinqiu** for having the Award of Excellence of Poster Presentation on the
2023 BME Research Day

2023年11月26日

DATE



南方科技大学生物医学工程系

SIGNATURE



南方科技大学

SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



生物医学工程系

Department of Biomedical Engineering

荣誉证书

致新书院
“青春践行二十大，筑梦红色贵州行”实践团

2023年南方科技大学暑期社会实践
评选中，荣获

优秀奖

团队成员：陈奕丰、冯海波、丁苗洋、王天飓、邓长春、李伟浩、谭宣达
赵锦秋、邓皓文、王升蔚、林奇辉、刘和木、祝超、苏振宇
莫雨波、朱桂亮、李昊阳、罗鑫、王韬杰、李冰、葛新蕊
周静怡、刘小琳、陈远怡、赵若彤、袁可帆、江尚镁、孙一凡
相梦瑾、陈稳进、范雯彬

指导老师：宋帅东、付林浩

特颁此证，以资鼓励！



共青团南方科技大学委员会

2023年10月

委员会

荣誉证书

赵锦秋：

2023年南方科技大学暑期社会实践评选中，荣获

优秀个人

特颁此证，以资鼓励！



共青团南方科技大学委员会
2023年10月

南方科技大学致新书院团委任职证明

兹证明 赵锦秋 (姓名), 学号: 12110430, 于 2022年9月
至 2023年9月, 担任 致新书院团委 (组织),
实践部部长 (职务)。任职考评为 优秀 (优秀/良好)。

特此证明。

南方科技大学致新书院

2023年 9月 19日

情况属实 付林洪



SRIHN

ZBSTC



荣誉证书

Certificate of Honor

《基于复合肢体运动想象的脑机接口新范式及外骨骼行走辅助应用》

荣获 2024 年第九届全国大学生生物医学工程创新设计竞赛

二等奖

团队成员：南方科技大学 赵锦秋，南方科技大学 余婧婉，南方科技大学 李志颖

指导老师：南方科技大学 张明明，南方科技大学 陈义峰

证书编号: A20241208

中国生物医学工程学会

二〇二四年七月





南方科技大学
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



南科大
Wutong Tree
SUSTech-Wutong Tree

荣誉证书

iMed 团队：

兹证明贵团队以 CPO--二维眼底彩照生成三维OCT的web网页 项目参加了由南方科技大学主办第二届“梧桐树”校园创业之星大赛，并表现出色，获得：

优秀奖

项目负责人：刘家宝

项目成员：罗皓予、李昱纬、黄一夫、伍福临
赵锦秋、姜沛宇、莫羨瑜

指导老师：刘江、胡衍

所属学校：南方科技大学

南方科技大学
(南方科技大学就业指导中心代章)
二〇二三年十一月九号

荣誉证书

致新书院“寒假‘五个一’”实践团

2023年南方科技大学寒假社会实践
评选中，荣获

二等奖

团队成员：安 庆、白连吉、曹 烨、邓皓文、董子硕、付林浩、高 博、管毅轩
韩梦萱、黄 翔、姜沛宇、李子豪、林 诺、刘成安、刘蕊阳、罗 鑫
罗梓宁、梅高远、潘禹翔、祁天健、曲芳菲、饶云霏、阮 晴、苏浩泽
唐易凤、汪子涵、王茹奕、王泽昱、温俊谦、伍福临、相梦瑾、熊 鹏
徐汉宇、杨嘉怡、岳语忻、张博欣、张昊飞、张诗悦、张艺泽、张熠龙
章鸿乾、赵浩然、赵锦秋、赵若彤、周静怡

指导老师：黄依俊

特颁此证，以资鼓励！



共青团南方科技大学委员会
2023年3月



荣誉证书

DONATION CERTIFICATE

赵锦秋 同学：

在第二届南方科技大学极限飞盘比赛中
荣获 **二等奖**

特发此证，以兹纪念。

南方科技大学体育中心

南方科技大学飞盘社

2023年10月15日

南方科技大学致新书院班委任职证明

兹证明 赵锦秋 (姓名), 学号: 12110430, 于 2023 年 9 月
至 2024 年 9 月, 担任 致新书院 2104 班 (组织),
学生代表 (职务)。任职考评为 优秀 (优秀/良好)。

特此证明。

证明人: 付林浩

2024 年 9 月 19 日

情况属实
付林浩

深圳市志愿者(义工)服务记录汇总表

所属组织或单位负责人盖章(签字)

志愿者本人签字

姓名	赵锦秋	志愿者号	0000575497	照片
证件号码	6104*****8	联系电话	150****2924	
服务时长	63.00	培训时长	0.00	
报表生成时间	2025-04-27 12:10:02			
主组织	南方科技大学志愿者联合会			
深圳志愿服务信息管理平台		https://v.sva.org.cn		

服务记录明细

活动名称	发布组织	服务时间	服务时长	证明人	时长类型
【11160530】2024年红十字日嘉年华	南方科技大学志愿者联合会	2024-05-08 10:00 2024-05-08 12:30	2.5	李思晴	服务时长
【10851974】2024年新年第一跑暨南方科技大学健跑协会成立四周年活动	南方科技大学志愿者联合会	2024-01-13 07:30 2024-01-13 10:30	3	校工会-梁家朝	服务时长
【10645998】深圳西丽湖国际科教城X9高校院所联盟第二届赛艇秋季赛志愿服务	南方科技大学志愿者联合会	2023-10-28 07:30 2023-10-28 13:00	5.5	罗炳申	服务时长
【10513175】致新家宴志愿者活动	南方科技大学志愿者联合会	2023-09-24 13:00 2023-09-24 18:00	5	王明	服务时长
【10513175】致新家宴志愿者活动	南方科技大学志愿者联合会	2023-09-24 10:00 2023-09-24 12:00	2	王明	服务时长
【10501617】致新团聚日活动志愿者招募	南方科技大学志愿者联合会	2023-09-17 14:00 2023-09-17 21:00	7	廖珈伟	服务时长
【4720744】南方科技大学解密舞会	南方科技大学志愿者联合会	2023-05-14 18:30 2023-05-14 21:30	3	石李琛	服务时长

【4720744】南方科技大学解密舞会	南方科技大学志愿者联合会	2023-05-13 19:00 2023-05-13 22:00	3	石李琛	服务时长
【4704805】2023年南方科技大学防震减灾科普论坛	南方科技大学志愿者联合会	2023-05-13 13:30 2023-05-13 17:30	4	刘浩贤	服务时长
【4613363】深圳湾口岸出入境大厅志愿服务	南方科技大学志愿者联合会	2023-04-30 14:30 2023-04-30 18:00	3.5	李霖	服务时长
【4613363】深圳湾口岸出入境大厅志愿服务	南方科技大学志愿者联合会	2023-04-30 08:00 2023-04-30 12:00	4	李霖	服务时长
【4280688】十一月核酸检测志愿者	南方科技大学志愿者联合会	2022-11-04 20:00 2022-11-04 22:00	2	李霖	服务时长
【4170198】10月核酸检测志愿者	南方科技大学志愿者联合会	2022-10-29 20:00 2022-10-29 22:00	2	李霖	服务时长
【4170013】南科大食堂引导志愿者	南方科技大学志愿者联合会	2022-10-21 18:00 2022-10-21 19:00	1	李霖	服务时长
【4170013】南科大食堂引导志愿者	南方科技大学志愿者联合会	2022-10-19 18:00 2022-10-19 19:00	1	李霖	服务时长
【4170013】南科大食堂引导志愿者	南方科技大学志愿者联合会	2022-10-01 12:00 2022-10-01 13:00	1	李霖	服务时长
【4080942】2022致新中秋家宴志愿活动	南方科技大学志愿者联合会	2022-09-10 14:00 2022-09-10 18:00	4	赵锦秋	服务时长
【4080942】2022致新中秋家宴志愿活动	南方科技大学志愿者联合会	2022-09-10 09:00 2022-09-10 12:00	3	赵锦秋	服务时长
【2994800】2021致新中秋家宴活动	南方科技大学志愿者联合会	2021-09-21 13:30 2021-09-21 17:00	3.5	黄慧惠	服务时长
【2994800】2021致新中秋家宴活动	南方科技大学志愿者联合会	2021-09-21 11:00 2021-09-21 14:00	3	黄慧惠	服务时长