# The Effect of Operation Steps on the Efficiency of Human-Computer Interaction

# Mengxiu Wang<sup>1</sup>, Jingwen Xie<sup>2</sup>, and Qianfei Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>China Institute of Marine Human Factors Engineering, Ying Shan Hong Road, No. 117, Huangdao District, Qingdao 266400, China

<sup>2</sup>China Institute of Marine Technology and Economy, Xueyuan South Road, No. 70, Haidian District, Beijing 100081, China

# ABSTRACT

In the field of human-computer interaction design, the efficiency of interaction operations has become an increasing concern, and how to complete tasks quickly and accurately has become the focus of our research. Therefore, this study took the two tasks of "information addition" and "information deletion" as typical cases, and carried out ergonomic experiments. By analyzing the physiological indicators and performance indicators of operators in the process of completing tasks, the completion of tasks under different operating steps was analyzed. The results show that the performance of the task is significantly improved after the reduction of interaction steps. This conclusion can be applied to the human-machine interface interaction design to improve the efficiency of user interaction operations.

Keywords: Human-computer interaction, Operating steps, Performance

# INTRODUCTION

With the rapid development of computer, network and communication technologies, human-computer interaction interface has become an important medium. Scientific and reasonable interface design is of great significance for users to accurately access information and improve operation performance (Diego-Mas, J. A., 2019; Reddy, G. R. et al., 2019; Ketong et al., 2020).

In order to allow users to complete tasks with a minimum number of steps, it is necessary to reduce the number of interaction steps and shorten the user information access time so that the user's usage efficiency can be improved (Lizhen X, 2015). Bowen S. studied automotive human-computer interaction interface and found that efficiency improvement means shortening the user's time in a single interaction task, and improving the user operation process by combining user operation habits can improve the performance of eye and hand interaction with the system (Bowen S., Jianming Y. and Yuanbo S., 2008). Giang P. Nguyen used the interactive effort as an evaluation index in his study, and the interactive effort is the total number of operations that

people interact with the system in order to achieve the goal, and the experimental results found that fewer operations can reduce the search time in the system (Nguyen, G. P., and Worring, M., 2008).

In this paper, we take two tasks of "information addition" and "information deletion" as typical cases, and analyze the situation of operators completing the tasks with different operation steps to further explore the influence of operation steps on HCI efficiency. The experiment provides a reference for human-computer interface interaction design.

# EXPERIMENTAL DESIGN

# **Experimental Participant**

There were 8 male participants with an average age of 23.38, ranging from 21 to 27. The average height was 173.5 cm, with the smallest being 170cm and the largest being 185cm. All of them had no color blindness or color weakness, and their visual acuity or corrected visual acuity was over 5.0. All of them were right-handed.

#### **Experimental Device**

The experiment was carried out on liquid crystal display (size: 20.1 inch, resolution: 1600\*1200, refresh frequency: 60Hz). ETG eyeglasses eye tracking system produced by German SMI company was used to record the track data of the operator's eye movement during the operation. The sampling frequency of the eye tracker is 120Hz, and the tracking resolution is 0.03 degrees.

# **Experimental Variables and Design**

Two different interface schemes were used in the test (see Figure 1). The main differences between the two schemes are shown in the following table (see Table 1).

7月26月4월 Q/1213歳 416 1 第2時月4월 C/73847歳 545 2 第2時月4월 C/73847歳 545 2 第2時月4日 C/72870歳 552 5 第7時月4日 V/72870歳 105 第7時月4日 V/72870歳 105	<ul> <li>         送評範         V/1001型         101         1         方規研題         N/41213型         211         3         74001型         101         11         74001型         102         103         740103型         103         740145         0/1213型         104         740145         0/1213型         105         843046         0/12230型         104         843046         0/12230型         104         843046         1072070型         105         843046         104         742570型         105         843046         1072070型         105         843046         1072070型         105         843046         1072070型         105         843046         1072070型         533         8473046         1072070型         1072572         8473046         10720702         533         8473046         10720702         1072572         108         6/128702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702         10720702</li></ul>	送洋船 VY/1001型 101 1 内部桁46 N/R1213型 211 3 内地桁46 Q/L1213型 416 1	
2         内部所用品         N/R1213型         211         3           3         河陸和風         Q/1213型         416         1           4         第注前用品         C/1321型         416         1           4         第注前用品         C/1321型         416         1           5         第公報用用品         V/1213型         103           6         第子初力品         C/1321型         415         2           7         回洋島         C/1321型         12         4           8         V/1203型         731         2         第子初力品         V/7203型         105           7         回洋島         V/7438型         122         4         第子和力品         V/7207型         106           9         第記前用品         NR2870型         252         2         第学和力品         V/7393型         106           10         馬子和力品         NR2870型         553         2         解剖和用品         新設約用品             11         千振島         G/42870型         852         2              12         小県国         S/G2438型         925         5	2         内部形面面         N/R1213型         211         3           3         デ化砂和面         Q/1213型         416         1           4         第注曲印面         C/1321型         416         1           4         第注曲印面         C/1321型         416         1           5         第公部内面         V/1213型         103           6         第子市力加面         V/12438型         104           7         辺洋面         V/12438型         106           7         辺洋面         V/12438型         106           8         アボの力面         V/2038型         722           7         辺洋面         V/12438型         102           9         第2時加面         N/2252         73         2           9         第2時加面         N/2252         73         2           9         第2時加面         N/2252         5         3           10         第子市力加面         V/2435型         106            11         千然面         G/12570型         53         2           12         小県面         S/G2428型         925         5         水県面	2         内開時用値         N/R1213型         211         3         内開時用値         Y/Y1025型         102           3         汽和6月14         Q/L1213型         416         1         汽和6月14         Y/Y1213型         103	
3         「北地市風韻         Q.(1.21)20         416         1           4         第三世市風 4         第三世市風 5         545         2           5         第三世市風 6         第子市力加損         Y/Y21320         103           6         第子市力加損         Y/Y210250         105         第子市力加損         Y/Y23702         105           7         三百番         Y/Y210250         731         2         第子市力加損         Y/Y23702         105           7         三百番         Y/Y210250         731         2         第子市力加損         Y/Y23702         105           7         三百番         Y/Y210250         731         22         第子市力加損         Y/Y247520         105           9         第副伊朗         C/Y28702         252         1         内閣州助自 実行           9         第副伊朗         C/Y28702         553         2 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日 第日	3         小比較用編         QAL121202         416         1         パ比較用編         V/121320         103           4         第該計例編         CA/321702         545         2         第該計例編         V/121320         103           5         第該計例編         CA/321702         552         5         第該計例編         V/121320         103           6         原子动力編         V/2210250         731         2         第子动力編         V/123702         105           7         远天橋         V/7231320         122         4         第第番         V/123702         105           8         内部利用線         N/R28702         252         1         内部利用線         V/287520         106         美 /0           9         東線明編         C/287026         553         2         第線開編 <td>3 汽油化机器 Q/L1213型 416 1 汽油化机器 Y/Y1213型 103</td> <td></td>	3 汽油化机器 Q/L1213型 416 1 汽油化机器 Y/Y1213型 103	
4         解決明価         Cr/3847型         545         2           5         解決明価         Cr/2870型         552         5           6         房子切力価         V/2230型         105           7         近洋橋         パン2102型         105           7         近洋橋         V/2230型         105           7         近洋橋         V/2230型         105           7         近洋橋         V/2332型         106           7         近洋橋         V/2332型         106           7         近洋橋         V/2332型         106           9         解説明価         Cr/2870型         553         2           9         解説明価         Cr/2870型         553         2           11<	4         解決明価         Cr/3847型         545         2           5         解決明価         Cr/2870型         552         5           6         房子切力価         V/2230型         105           7         近洋橋         パン2102型         105           7         近洋橋         V/2230型         105           7         近洋橋         V/2230型         105           7         近洋橋         V/2332型         106           7         近洋橋         V/2332型         106           7         近洋橋         V/2332型         106           9         解説明価         Cr/2870型         553         2           9         解説明価         Cr/2870型         553         2           11<		
5         第2曲相晶         C/12870型         552         5           6         第子市力加加         V/12030型         731         2           7         正述第編         V/12030型         731         2           8         市営市力加加         V/120370型         105            9         第2時間         V/120370型         105             9         第2時間         V/120370型         105              9         第2時間         V/120370型         553         2	5         第2曲相晶         C/12870型         552         5           6         第子市力加加         V/12030型         731         2           7         正述第編         V/12030型         731         2           8         市営市力加加         V/120370型         105            9         第2時間         V/120370型         105             9         第2時間         V/120370型         105              9         第2時間         V/120370型         553         2		
6         勝子街力船         V/Z102週         731         2           7         送洋船         V/2438型         122         4         送洋船         V/2478型         105         湯         加           8         内部利油         N/R2870型         252         1         内部利油         V/3847型         关闭         关闭         关闭         关闭          大田          大田          大田          大田          大田	6         勝子街力船         V/Z102週         731         2           7         送洋船         V/2438型         122         4         送洋船         V/2478型         105         湯         加           8         内部利油         N/R2870型         252         1         内部利油         V/3847型         关闭         关闭         关闭         关闭          大田          大田          大田          大田          大田	4 柴油机船 C/Y3847型 545 2 柴油机船 Y/Y2438型 104	
7     近洋船     V/12438型     122     4     近洋船     V/13417型     (A* / A* /	7     近洋船     V/12438型     122     4     近洋船     V/13847型     (A************************************	5 柴油机船 C/Y2870型 552 5 柴油机船 Y/Y2870型 105	
8         内部利益         N/R2870数         252         1         内部利益         英月           9         第8時利益         C/72870数         553         2         第8時利益         第         第           10         原子动力指         V/2870数         553         3         原子动力指         1           11         千鉄橋         C/62470数         852         2         千銭橋         1         1         東線橋         5/G2438数         925         5         水果船	8         内部利益         N/R2870数         252         1         内部利益         英月           9         第8時利益         C/72870数         553         2         第8時利益         第         第           10         原子动力指         V/2870数         553         3         原子动力指         1           11         千鉄橋         C/62470数         852         2         千銭橋         1         1         東線橋         5/G2438数         925         5         水果船	6 原子动力船 Y/Z1025型 731 2 原子动力船 Y/Y2875型 106	减减
東島川島         C/V2570型         553         2         東島川島         東京助船         東京助島         <	東島川島         C/V2570型         553         2         東島川島         東京助船         東京助島         <	7 运洋船 Y/Y2438型 122 4 远洋船 Y/Y3847型	
10         原子动力船         Y/Z2870型         755         3         原子动力船           11         干技橋         G/H2870型         852         2         干技橋           12         水果館         S/G2438型         925         5         水果船	10         原子动力船         Y/Z2870型         755         3         原子动力船           11         干技橋         G/H2870型         852         2         干技橋           12         水果館         S/G2438型         925         5         水果船	8 内域相加強 N/R2870型 252 1 内域相加强	关闭
11 干預館 G/H2870世 852 2 干預館 12 水理船 SyG2438型 925 5 水理船	11 干預館 G/H2870世 852 2 干預館 12 水理船 SyG2438型 925 5 水理船	9 柴油机船 C/Y2870型 553 2 柴油机船	
12 水果船 S/G2438型 925 5 水果船	12 水果船 S/G2438型 925 5 水果船	10 原子动力船 Y/Z2870型 755 3 原子动力船	
		11 干货船 G/H2870型 852 2 干货船	
13 水果柏 5,/52438型 925 5 水果柏	13 水果和 5/G2438组 925 5	12 水果船 S/G2438型 925 5 水果船	
		13 水果船 S/G2438型 925 5 水果船	

Figure 1: Scheme 1.

日本語         内水121 32         211         3           3         「秋日秋日         211         3           3         「秋日秋日         211         3           3         「秋日秋日         211         3           4         明白秋日         (パ12132)         416         1           4         明白秋日         (パ12132)         103           5         明白秋日         (パ12132)         103           5         明白秋日         (パ12132)         103           7         107         31         2           7         107         31         2         3           7         107         32         3         3           9         明白秋日         (パ22702)         53         2           10         御子和力(14)         (パ2374)         106         第日           第日         「秋田秋日         (パ237472)         106         第日           9         明白米日         (パ23702)         553         2         第日           101         千然田         (パ23702)         553         2         104           11         千然田         (パ23702)         105         105           11         11 <th>1         近洋船         ソ/1001型         101         1           2         戸路町和山         NR1213型         211         3           3         汚砂印油         0/1213型         211         3           3         汚砂印油         0/1213型         416         1           4         卵油印油         C/1213型         416         1           5         卵ごかか         C/1213型         416         1           5         卵ごかか         C/1213型         416         1           5         卵ごかか         C/1213型         416         1           7         びごかか         C/1213型         416         1           10         11         近海油         101         101           10         丁ジン</th> <th>1         辺洋船         ソ/1001型         101         1           2         内部採用         NATE213型         211         3           3         7460043         Q/1213型         211         3           3         7460043         Q/1213型         416         1           4         第週時間         Y/1103型         103         102           5         第201083         C/02870型         103         103           7         11         2         第時間船         Y/1213型         103           7         12780         C/02870型         104         103           7         12780         V/2438型         104         105           8         第20258         731         2         第         第手約         V/22870型         105           7         市営価         V/22870型         105         第         第         10         美         月           9         第約時間路         V/22870型         755         3         第         第         第         1         美         月           1         千価         V/22870型         755         3         第         1         1         1         1         1         1<!--</th--><th>列维</th><th></th><th></th><th></th><th>添加品牌数据</th><th></th><th></th><th></th></th>	1         近洋船         ソ/1001型         101         1           2         戸路町和山         NR1213型         211         3           3         汚砂印油         0/1213型         211         3           3         汚砂印油         0/1213型         416         1           4         卵油印油         C/1213型         416         1           5         卵ごかか         C/1213型         416         1           5         卵ごかか         C/1213型         416         1           5         卵ごかか         C/1213型         416         1           7         びごかか         C/1213型         416         1           10         11         近海油         101         101           10         丁ジン	1         辺洋船         ソ/1001型         101         1           2         内部採用         NATE213型         211         3           3         7460043         Q/1213型         211         3           3         7460043         Q/1213型         416         1           4         第週時間         Y/1103型         103         102           5         第201083         C/02870型         103         103           7         11         2         第時間船         Y/1213型         103           7         12780         C/02870型         104         103           7         12780         V/2438型         104         105           8         第20258         731         2         第         第手約         V/22870型         105           7         市営価         V/22870型         105         第         第         10         美         月           9         第約時間路         V/22870型         755         3         第         第         第         1         美         月           1         千価         V/22870型         755         3         第         1         1         1         1         1         1 </th <th>列维</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>添加品牌数据</th> <th></th> <th></th> <th></th>	列维				添加品牌数据			
2     内域相組     NR1212     211     3       3     汚砂和油     Q/12132     416     1       4     単純印油     C/1347位     545     2       5     原砂和油     C/1347位     545     2       6     原子台力加加     Y/1037位     103       7     芯子和     Y/1037位     105       8     内地利油     Y/237位     105       9     米治約44     C/13870位     553     2       10     原子台力加加     Y/7347位     106       第1     丁烯     C/13870位     553     2       10     原子台力加加     Y/2370位     553     2       11     干燥価     G/12870位     652     2       12     水果和     S/G2438位     925     5	2         内域相晶         N/R1212號         211         3           3         汽轮和晶         Q/L1213號         416         1           4         第級利用品         Q/L1213號         416         1           5         第級利用品         C/N2870號         545         2           5         第級利用品         C/N2870號         555         5           6         第子設計加品         V/Z102號         103           7         芯子給         V/V102370號         105           7         芯子給         V/V238號         102         4           6         序設規用品         V/V2870號         105         第           7         芯子給         V/V2438號         122         4           8         Pabrilla         V/V2870號         105           第         第         Pabrilla         V/V2870號         106           9         第         Pabrilla         V/V3847號         106           9         第         Pabrilla         V/V3847號         106           11         千満橋         S/C2438號         552         2            11         千満橋         S/C2438號         925         5	2     介朗新加縮     N/R1213週     211     3       3     ブ保む加格     Q/L1213型     416     1       4     柴泉山和松     Q/L1213型     416     1       4     柴泉山和松     C/V3472     545     2       5     柴泉山和松     V/V12373型     103       7     近洋瓶     V/V2370型     105       6     那子动力瓶     V/V2375型     105       7     近洋瓶     V/V2438型     106       7     近洋瓶     V/V2438型     106       7     近洋瓶     V/V375型     106       9     冬山和松     C/V2870型     252       10     唐子动力指     V/V387型     106       東海田和     V/V3847型     106     美田       11     千然面     C/V2870型     53       12     水果函     G/42870型     552     5								
3         予約税利益         Q/L1212號         415         1           4         第2時利益         C/V38/7型         545         2           5         第2時利益         C/V38/7型         545         2           5         第2時利益         C/V38/7型         552         5           6         第子动力指         V/21321         105           7         認知者         V/V21321         105           7         認知者         V/V21312         106           7         認知者	3     汚除化用品     Q/L1213型     416     1       4     第時利用品     Q/L1213型     416     1       4     第時利用品     C/Y38/7型     545     2       5     第6期月組     C/Y2870型     552     5       6     第子动力油     Y/Z105型     731     2       7     認常報     Y/Y215型     105       第子动力油     Y/Y215型     105       7     認常報     Y/Y215型     106       7     認常報     Y/Y215型     106       7     認常報     Y/Y2875型     106       7     認常報     Y/Y2875型     106       7     認常報     Y/Y2875型     106       7     認常報     Y/Y2875型     106       7     第学动力油     Y/Y2875型     106       第学动力油     Y/2875型     553     2       10     第子动力油     Y/2875型     3       11     干燥面     G/H2870型     553       12     水果範     S/G2438型     925       12     水果範     S/G2438型     925	3 学校紀初編     Q/1213型     416     1     「秋紀相編     Y/1213型     103       4 単語世初編     C/72870型     545     2     単語可加縮     Y/1213型     104       5 単語中加縮     C/72870型     552     5     単語中加縮     Y/72870型     105       7 近江洋橋     Y/72470型     105     第子油力加縮     Y/72870型     105       7 近江洋橋     Y/72482型     104     Y/72870型     105       7 近江洋橋     Y/72482型     22     第子油力加縮     Y/738/7型       9 単語中加縮     C/72870型     553     2     単語甲植和 男子动力加縮       0 勝子功力加縮     C/72870型     553     2     単語甲植晶       11 千然編     C/72870型     755     3     男子动力加編       12 大規編     S/G2438型     925     5     大規縮								
4         第2約目品         CY1347型         545         2           5         第26月14日         CY12370型         552         5           6         房子动力油         V/21025型         731         2           7         芯芋和         V/21025型         731         2           7         芯芋和         V/21025型         731         2           7         芯芋和         V/2357型         106         原子动力油         V/2357型           7         芯芋和         V/2357型         122         4          A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A	4         第2時期編         Cr/3847型         545         2           5         第6時期編         Cr/2370型         552         5           6         第75功計編         V/2205型         731         2           7         活用編         V/2307型         105           7         活用編         V/235型         106           7         活用編         V/235型         106           8         内燃料編         V/237型         553         2           9         第6時期編         Cr/2870型         553         2           10         Br7-动力編         V/2367型         553         2           11         干価編         Cr/2870型         553         2           11         干価編         Cr/2870型         553         2           11         干価編         Cr/2870型         555         3           11         干価編         Gr/4270型         552         2           12         水環輸         Sr/G438型         925         5	4<								标号搜索
5         第2曲相編         C/12870型         552         5           6         第子动力論         V/2102型         731         2           7         近洋箱         V/2430型         105         第子动力論         V/2373型         106           7         近洋箱         V/2430型         122         4         157箱         V/2373型         106           9         希認明論         C/12870型         553         2         1         158         V/23947型         106           10         原子动力論         C/12870型         553         2         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         <	5         第2曲相編         C/12870型         552         5           6         第子动力論         V/2102型         731         2           7         近洋箱         V/2430型         105         第子动力論         V/2373型         106           7         近洋箱         V/2430型         122         4         157箱         V/2373型         106           9         希認明論         C/12870型         553         2         1         158         V/23947型         106           10         原子动力論         C/12870型         553         2         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         1         <	5         第日前期         C/2870型         552         5         第日前期         V/2105型         105           第日前功期         V/2105型         731         2         第日前功期         V/2175型         106         第日前功期           7         近日第         2         4         第日前功期         V/2375型         106         第目前           8         内部時期         Nr2870型         522         1         内部時期         V/2317型         天田           9         第回時期         C/2870型         553         2         第日         第日前         天田         天田           10         755         3         第日         第日前         第日前         王         月         王         月         日         105         天田         天田         王         日         王         日         105         王         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日         日 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>								
6     原子动力組     ソ/Z1022型     731     2       7     远洋船     ソ/Z257型     106     源 加       7     远洋船     ソ/Z257型     122     4       8     内燃机船     N/2870型     252     1       9     朱池利油     C/2870型     553     2       10     原子动力組     C/2870型     755     3       11     干燥船     G/A2870型     952     2       12     水県船     S/G2438型     925     5	6     原子动力組     ソ/Z1022型     731     2       7     远洋船     ソ/Z257型     106     源 加       7     远洋船     ソ/Z257型     122     4       8     内燃机船     N/2870型     252     1       9     朱池利油     C/2870型     553     2       10     原子动力組     C/2870型     755     3       11     干燥船     G/A2870型     952     2       12     水県船     S/G2438型     925     5	6 原子初力編 V/Z1025型 731 2 7 近洋絶 V/2438型 122 4 8 内熱析細 N/R2870型 252 1 9 彩油析組 C/22870型 553 2 0 原子初力編 V/2875型 553 2 9 彩油析組 C/2870型 553 2 1 千貨編 G/42870型 852 2 12 水果船 S/G2438型 925 5								
7     近洋船     ソハ2438型     122     4       8     戸城州加島     NR2870型     252     1       9     単島山川島     CY2870型     553     2       10     勝子山介島     CY2870型     755     3       11     干活路     CA42870型     852     2       12     水県船     SyG2438型     925     5	7     近洋船     ソハ2438型     122     4       8     戸城州加島     NR2870型     252     1       9     単島山川島     CY2870型     553     2       10     勝子山介島     CY2870型     755     3       11     干活路     CA42870型     852     2       12     水県船     SyG2438型     925     5	7<								
8         内燃料価値         ハパ2270型         252         1         内燃料価値         実用           9         第6時利用値         Cパ2370型         553         2         第定時利価値         第定時利価値         第二	8         内燃料価値         ハパ2270型         252         1         内燃料価値         実用           9         第6時利用値         Cパ2370型         553         2         第定時利価値         第定時利価値         第二         第二	8         外部核利4組         N/R2870型         252         1         内熱核利4組         実活           9         第6世州46         C/Y2870型         553         2         第6世州46         美活         第6世州46         美活         第6世州46         第7世洲46         第7世単編         第7世         第7世         第7世         第7世         第7世         第7世							106	ant 🕸
9         第2時初始         CY2870型         553         2         単語初始           10         原子动力能         Y/22870型         755         3         原子动力能           11         干技能         G/42870型         852         2         干扰能           12         水果能         S/G2438型         925         5         水果能	9         第2時時間         Cy2870型         553         2         単純時間           10         原子动力館         YZ2870型         755         3         原子动力館           11         干折館         GA42870型         852         2         干折館           12         水果館         S/G2438型         925         5         水果館	第2時期節         C/C2870型         553         2         第2時期節         第2         第2           10         原子动力能         Y/Z2870型         755         3         原子动力能           11         干预能         G/A2870型         852         2         干预能           12         水興能         S/G2438型         925         5         水果能						Y/Y3847型		
10         原子动力船         YZ2870型         755         3         展子动力船           11         千折館         G/H2870型         852         2         干折館           12         水県船         S/G2438型         925         5         水県船	10         原子动力船         YZ2870型         755         3         展子动力船           11         千折館         G/H2870型         852         2         干折館           12         水県船         S/G2438型         925         5         水県船	0 原子动力能         V/22870型         755         3         原子动力能           11 干预期         G/H2870型         852         2         干预期           12 水規則         S/G2438型         925         5         水規約								关闭
11<	11<	11 干貨館 GA12E70型 852 2 干貨館 12 水県船 S/G2438型 925 5 水果船			C/Y2870型					
12 水果船 S/G2438型 925 5 水果船	12 水果船 S/G2438型 925 5 水果船	12 水果船 S/G2438型 925 5 水果船			Y/Z2870型					
				干货船	G/H2870型	852				
13 水果船 5/G2438型 925 5 水果船	13 水块能 S/G2438控 925 5 水绿脸	3 水理相 5/G2438组 925 5 水理相		水果船	S/G2438型		水果船			
				水果船	S/G2438型		水果船			

Figure 2: Scheme 2.

Operation	1	2
Information addition	You can only select items to be added by brand type, brand model and content label. There is no label search function	You can either select the form layer by layer or directly enter the content label to search for selected items to add
Information deletion	You can only delete multiple nodes one by one	You can delete them one by one or press Ctrl to select multiple simultaneous deletions

Table 1. Description of the main differences of the scheme.

The test indicators included physiological and performance indicators. The physiological indicators included the number of gaze points, gaze time (in ms), and the length of eye trajectory (in px) during the save phase when the operator completed the two character phases of adding items and saving changes. Performance includes task completion rate and time to complete the task (in ms) for the operator's two task operations.

The number of gaze points and gaze time in the physiological indexes both reflect the visual load of the operator during the task completion process. Generally speaking, more gaze points and longer gaze time indicate higher visual load of the operator.

The number of blinks and pupil diameter can reflect the operator's eye fatigue level after completing the operation, in general, the more blinks, the smaller the pupil diameter, indicating that the operator's eye fatigue level is higher.

### **Test Materials and Tasks**

The system operation task consists of two main operations.

The first one is the operation of deleting items from information. During the test, on the left side of the screen is the "Arrange Composition" window (see Figure 3), in which 16 items are presented. The operator is required to delete the specified 6 items as quickly as possible while maintaining the correct rate.

	品牌类型	品牌型号	内容标号	数量
	远洋船	Y/Y1001型	101	
	内燃机船	N/R1213型		
	汽轮机船	Q/L1213型	416	
	柴油机船	C/Y3847型	545	
	柴油机船	C/Y2870型	552	
	原子动力船	Y/Z1025型	731	
	远洋船	Y/Y2438型		
	内燃机船	N/R2870型	252	
	柴油机船	C/Y2870型	553	
10	原子动力船	Y/Z2870型	755	
	干货船	G/H2870型	852	
12	水果船	S/G2438型	925	
13	水果船	S/G2438型	925	5

Figure 3: "Arrange composition" window.

The second item is the Add Item to Information operation. Click the right mouse button in the "Arrange Composition" window and select "Add", and the "Add Brand Data" window will appear on the right side of the screen (see Figure 4). The operator is required to add the specified two items as quickly as possible while ensuring the correctness.

The items specified in the Delete and Add operations will be displayed in the upper right corner of the screen. The specified items are selected randomly.

品牌类型	品牌型号	内容标号	平台数量
远洋船	Y/Y1001型	101	
内燃机船	Y/Y1025型	102	标号搜索
汽轮机船	Y/Y1213型		
柴油机船	Y/Y2438型	104	
柴油机船	Y/Y2870型	105	
原子动力船	Y/Y2875型	106	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
远洋船	Y/Y3847型		
内燃机船			关闭
柴油机船			
原子动力船			
干货船			
水果船			
水果船			

Figure 4: "Add brand data" window.

#### **Experimental Process**

The operator puts on the eye-tracking device and performs the calibration. The specified item is presented in the upper right corner of the interface. After the operator is prompted by the tester to begin, the operator completes the tasks in order. The operator first deletes the specified item, then adds the specified item, and finally clicks to close the "Add Brand Data" window. After completing the task under one test condition, the operator takes off the eye tester and rests for at least 5 minutes until fully rested and then completes the task under another test condition until all tests are completed.

# DATA ANALYSIS

#### **Performance of Task Completion**

The results showed that in terms of task completion rate, the completion rate of scheme 2 was higher than 90%, and there was no significant difference after statistical test (P > 0.05).

#### Table 2. Task completion time comparison.

	Task comp	letion time	Time reduction of scheme	The percentage of time reduction of scheme 2
Task type	1	2	-	
Information addition Information deletion	32405(12232) 37600(11358)	( )	3326 13972	10.26% 37.16%

Non-parametric test showed that there was no significant difference between scheme 2 and Scheme 1 in total task completion time (Z = 0.7, P = 0.484 > 0.05) (see Figure 5). In addition, the number of scheme 2 was significantly lower than that of scheme 1 (Z = 2.1, P = 0.036 < 0.05) (see Figure 6).

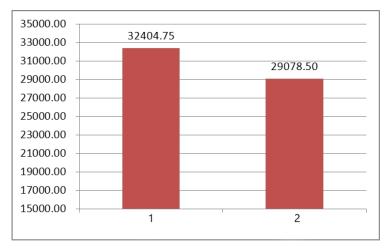


Figure 5: The task completion time of the deletion phase.

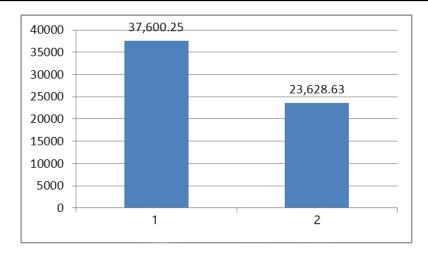


Figure 6: The task completion time of the addition phase.

### **Comparative Analysis of Eye-Movement Load Indexes**

The comparison between the number of viewpoints and eye movement load indicators of the two schemes is shown in the table below.

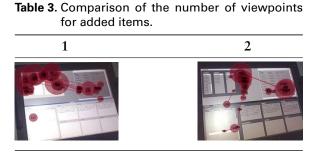


 Table 4. Comparison of eye movement load indicators.

	Average gaze	time	Number of fix	cations
Task type	1	2	1	2
Information addition Information deletion	278(33) 304(49.6)	267(57) 241.3(46.5)	82(32) 85.1(21.6)	75(42) 58.1(15.8)

Non-parametric test showed that the average fixation time of scheme 2 was not significantly different from that of scheme 1 (Z = 0.28, P = 0.779 > 0.05) (see Figure 7), and the number of fixation points of scheme 2 was not significantly different from that of scheme 1 (Z = 0.491, P = 0.624 > 0.05) (see Figure 8). In addition, the average fixation time of scheme 2 was significantly lower than scheme 1 (Z = 2.521, P = 0.012 < 0.05) (see Figure 9), and the number of fixation points of scheme 2 was significantly lower than scheme 1 (Z = 2.521, P = 0.012 < 0.05) (see Figure 9), and the number of fixation points of scheme 2 was significantly lower than scheme 1 (Z = 2.1, P = 0.036 < 0.05) (see Figure 10).

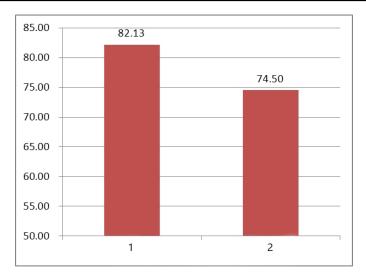


Figure 7: The fixation points of the interface deletion phase.

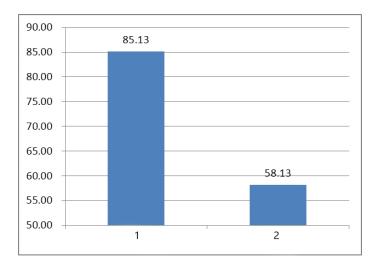


Figure 8: The fixation points of the interface addition phase.

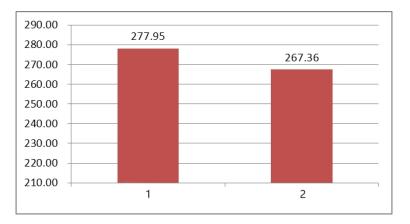
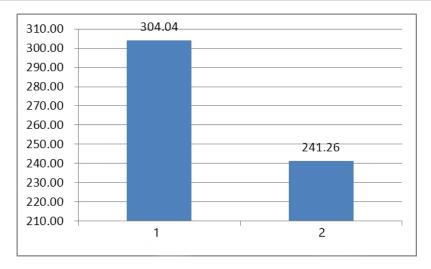
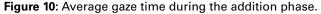


Figure 9: Average gaze time during the deletion phase.





#### CONCLUSION

From the results of data analysis, the performance of scheme 2 was better than that of scheme 1. There was no significant improvement in each index on scheme 2 in terms of the deletion operation stage, but the task completion time improved by about 10.26%. In terms of the add task operation, subjects' average gaze time, total task completion time, and number of gaze points on scheme 2 were significantly smaller than those on scheme 1. The results indicate that reducing the operation steps can shorten the task operation path, reduce recognition, and help users complete the task quickly.

## ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the projects with the Grant No. 50912020105.

# REFERENCES

- Bowen S., Jianming Y.and Yuanbo S. (2019). Research on interface hierarchy design for human vehicle interaction, Journal of Machine Design (2), 5.
- Diego-Mas, J. A., Garzon-Leal, D., Poveda-Bautista, R., & Alcaide-Marzal, J.. (2019). User-interfaces layout optimization using eye-tracking, mouse movements and genetic algorithms. Applied Ergonomics, 78, 197–209.
- Ketong Y et al., (2020). Research on cognitive load of digitalized human-computer interface, Development&innovation of Machinery & Electrical Products, 33(1), 4.
- Lizhen X. (2015). Research on flat design of mobile interface, Fujian Computer (4), 3.
- Nguyen, G. P., and Worring, M.. (2005). Scenario optimization for interactive category search. Proceedings of the 7th ACM SIGMM International Workshop on Multimedia Information Retrieval, MIR 2005, November 10-11, 2005, Singapore. ACM.
- Reddy, G. R., Blackler, A., Popovic, V., Thompson, M. H., & Mahar, D. (2019). The effects of redundancy in user-interface design on older users. International Journal of Human-Computer Studies, 137, 102385.