

# 智能手表界面布局视觉搜索效率研究

王雨铮

西南林业大学艺术与艺术学院 云南 昆明 650224

**【摘要】**：为探究青少年群体对智能手表运动类 APP 界面布局的满意度，本文章通过文献研究以及眼动仪实验的方式，对青少年群体进行视觉搜索效率研究，并进行单因素方差分析，结果得出智能手表界面布局的不同对被试的视觉搜索效率具有显著性影响。

**【关键词】**：智能手表；APP 设计；视觉搜索效率

DOI:10.12417/3041-0630.26.06.080

## 1 引言

当下，AI 与人工智能等技术逐渐普及，可穿戴设备在青少年群体中逐渐普及，而智能手表也在这场兴起中凸显出来，更多的人愿意使用智能手表进行跑步、闹钟、日期提醒等功能，智能手表俨然已经成为人们生活中必不可少的可穿戴设备，但是智能手表也有其弊端，例如屏幕过小，界面布局不统一，用户在使用学习成本增加，甚至有的 APP 界面布局还是依然跟随智能手机的布局，这显然不符合小屏幕的手表设计理念，由此，如何通过界面视觉设计提升用户的视觉搜索效率，已经成为智能手表体验优化中的关键问题。

## 2 文献综述

Kim 等人在研究中对智能手表的菜单类型进行了总结，其中包括单线型列表、双线型网格、环形旋转菜单以及聚群式菜单，并以此进行可用性测试，结果显示双线型网格与聚群式菜单在搜索效率上要明显高于单线型列表，并且在访谈中用户的喜好也更偏向于这类<sup>[1]</sup>。在网格布局方面，莫凡等人在对图标数量与信息密度的研究中发现，当智能手表的但也图标控制在 8 个图标以内时，用户的视觉搜索效率明显更快，且完成任务的正确率更高，滑动错误率也相应降低<sup>[2]</sup>；王宪宇等人指出，随着图标类型和数量的增加，视觉搜索面临的复杂性将变大。未来，根据不同图标搜索绩效影响因素的作用机制，制定出有利于视觉搜索的图标设计规范也越来越重要。图标搜索绩效领域相关影响因素的研究结果具有较大的应用潜力<sup>[3]</sup>。

列表布局呈现出不同的信息组织特征。Park 等人针对智能手表菜单界面的对比研究发现，在图标总量较大的搜索任务中，列表视图的任务完成时间优于网格视图，但网格视图在用户满意度上得分更高，二者在客观效率与主观偏好上存在互补关系<sup>[4]</sup>。

环形布局属于智能手表界面里比较典型的非线性组织方

式，一些研究也给出了它在可用性上的优势证据。Plaumann 等人在环形选择界面的对比实验中发现，相比传统列表界面，环形布局在完成时间上更快，同时用户的主观偏好评分也更高；在其设定的任务条件下，环形界面甚至可以把完成时间缩短约 66%<sup>[5]</sup>。这说明环形结构并不只是“看起来不一样”，在某些使用情境下，它确实可能帮助用户更快完成选择，并带来更积极的体验评价。

## 3 研究目的

本研究的总体目标，是弄清楚智能手表运动类 APP 里，布局类型、信息密度和色彩对比度这三个因素到底怎么影响用户的视觉搜索效率，为此，通过实验验证网格、列表、环形这三种布局在视觉搜索绩效上是否存在显著差异。

## 4 研究内容

本研究基于现有文献关于小屏幕界面布局、信息密度和色彩对比度的研究成果，先做了一个单因素被试内实验（实验一），专门考察布局类型对视觉搜索效率的影响。实验要求用户在三种不同布局下完成图标搜索任务，并用眼动仪记录了总注视时长、首次注视时长和注视次数，结果证实布局类型的主效应显著。

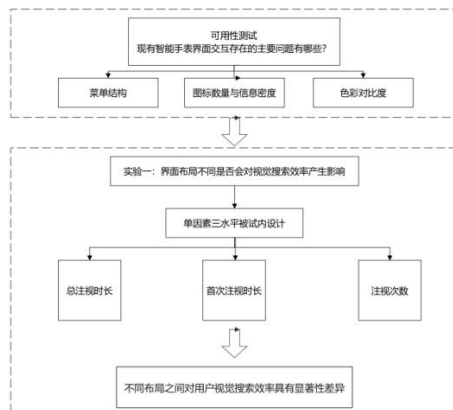


图 1-1 本文研究的内容脉络

作者简介：王雨铮，男，硕士研究生，学生，研究方向视觉传达及媒体设计专论。

## 5 实验方法

(1) 自变量：自变量为界面布局类型，包含三个水平：网格布局、列表布局、环形布局。

(2) 因变量：因变量为三个眼动指标，总注视时长 (Total Fixation Duration,TFD)、首次注视时长 (Time to First Fixation,TFF) 以及注视次数 (Fixation Count,FC)，均通过 Tobii Pro Glasses 2 眼动仪采集并经由 Tobii Pro Lab 软件提取。

### 5.1 被试

实验共招募 21 名有智能手表使用经验的年轻用户参与。被试的招募通过校园海报和线上社交平台进行，所有被试均为西南林业大学在校大学生或研究生。

所有被试在实验前均被详细告知实验目的、流程及注意事项，并签署知情同意书。实验结束后，每位被试获得 50 元人民币的报酬。

实验在西南林业大学艺术与设计学院实验室内进行，采用 Tobii Pro Glasses 2 眼动仪记录被试的眼动数据。该设备为头戴式，采样率 50Hz。实验前对被试进行 9 点校准。

### 5.2 实验流程

实验分为四个阶段：准备阶段、校准阶段、练习阶段和正式实验阶段。整个流程用时约 30 分钟/人。具体步骤如下：

#### 5.2.1 校准阶段 (约 3 分钟)

主试启动 Tobii Pro Lab 校准程序，采用 9 点校准法。校准点依次出现在屏幕的 9 个位置 (四个角、四条边中点及中心)，被试需注视每个校准点直至其消失。

校准完成后，软件自动计算注视点误差。若误差小于  $0.5^\circ$  (即注视点与校准点之间的平均偏差  $<5.2\text{mm}$ )，则校准通过；若误差大于  $0.5^\circ$ ，则重新校准。

#### 5.2.2 正式实验阶段 (约 17 分钟)

(1) 正式实验采用单因素三水平被试内设计，每个被试需完成 3 种布局类型  $\times$  10 个搜索任务 = 30 个试次。布局类型的呈现顺序采用拉丁方设计 (6 种顺序，随机分配)，以平衡顺序效应。

(2) 每个试次的流程如下：①屏幕中央呈现目标图标名称 (如“跑步”)，白色字体，黑色背景，呈现时间 500ms；②空屏 300ms (白色背景，中央显示注视点“+”)，用于复位被试的注视位置；③呈现搜索界面。被试需在界面中搜索目标图标；④被试找到目标后，用鼠标点击该图标。点击后界面立即消失，并自动进入下一个试次 (呈现新的目标图标名称)。每个试次限时 15 秒。若超时未点击，界面自动消失，进入下

一试次，该试次标记为“超时”并在后续分析中剔除。

(3) 每种布局类型包含 10 个任务，目标图标从 10 个运动类图标中随机抽取，每个图标出现 1 次。目标图标在不同布局类型中的出现顺序随机化，避免被试记忆目标位置。

### 5.3 实验结果

由于布局类型的水平数均大于 2，因此在进行重复方差分析之前需要就先对各眼动指标进行球形度检验来检验不同测量之间的差值的方差是否相等。若 p 值大于 0.05，则通过球形度检验，其可以直接查看其方差分析的结果，若 p 小于 0.05 则需要对方差分析的结果进行 GG 矫正。结果如表 3-1 所示，所有指标的 p 值均大于 0.05，则不需要进行矫正，直接查看方差分析的结果。

表 5-1 各指标在不同页面布局重测方差分析球形度检验

| 指标     | 组内效应 | W     | p     | GG    | HF    |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| 总注视时长  | 布局类型 | 0.916 | 0.735 | 0.922 | 1.186 |
| 首次注视时长 | 布局类型 | 0.687 | 0.269 | 0.762 | 0.904 |
| 注视次数   | 布局类型 | 0.481 | 0.077 | 0.658 | 0.737 |

### 5.4 重复测量方差分析

对总注视时长、首次注视时长和注视次数三个眼动指标进行单因素 (页面布局：列表、环形、网格) 重复测量方差分析。结果见表 3-2。

总注视时长的主效应显著 ( $F(2,40)=19.194, p<0.001$ )，首次注视时长的主效应显著 ( $F(2,40)=14.416, p<0.001$ )，注视次数的主效应显著 ( $F(2,40)=14.036, p<0.001$ )。

表 3-2 各眼动指标在不同页面布局的重复测量方差分析结果

| 指标     | 列表            | 环形            | 网格            | F      | p      |
|--------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|
| 总注视时长  | 0.385 ± 0.214 | 0.626 ± 0.189 | 0.544 ± 0.245 | 19.194 | <0.001 |
| 首次注视时长 | 0.287 ± 0.162 | 0.477 ± 0.156 | 0.384 ± 0.150 | 14.416 | <0.001 |
| 注视次数   | 0.802 ± 0.287 | 1.247 ± 0.332 | 1.148 ± 0.167 | 14.036 | <0.001 |

## 5.5 事后多重比较

由于三个指标的主效应均显著,因此需要对其进行事后多重比较考察每两组之间的差异,事后多重比较(表3-3)结果显示,

列表布局( $M=0.385,SD=0.214$ )的总注视时长显著短于网格布局( $M=0.544,SD=0.245$ )( $p=0.004<0.01$ );列表布局也显著短于环形布局( $M=0.626,SD=0.189$ )( $p=0.001$ );而环形布局与网格布局之间无显著差异( $p=0.182$ )。

列表布局( $M=0.287,SD=0.162$ )的首次注视时长与网格布局( $M=0.384,SD=0.150$ )无显著差异( $p=0.081$ ),但显著短于环形布局( $M=0.477,SD=0.156$ )( $p=0.005$ );网格布局的首次注视时长则显著短于环形布局( $p=0.011$ )。

列表布局( $M=0.802,SD=0.287$ )的注视次数显著少于网格布局( $M=1.247,SD=0.332$ )( $p<0.001$ );也显著少于环形布局( $M=1.148,SD=0.167$ )( $p=0.016<0.05$ );而环形与网格布局之间无显著差异( $p=0.650$ )。从图3-3更直观地可以看着三组之间的差异。

## 6 结果讨论

实验通过单因素三水平被试内实验,系统考察了网格、列表、环形三种布局类型对智能手表运动类APP界面视觉搜索效率的影响。主要发现如下:首先,不同布局类型对用户视觉搜索效率具有显著的主效应,重复测量方差分析结果显示三个眼动指标在不同布局类型下的差异均达到统计显著水平(总注视时长 $F=19.194, p<0.001$ ;首次注视时长 $F=14.416, p<0.001$ ;注视次数 $F=14.036, p<0.001$ )。其次,列表布局在三个眼动指标上均表现最优,事后多重比较表明其总注视时长显著短于

环形布局( $p=0.001$ )和网格布局( $p=0.004$ ),首次注视时长显著短于环形布局( $p=0.005$ ),注视次数显著少于环形布局( $p<0.001$ )和网格布局( $p=0.016$ )。第三,环形布局在首次注视时长上表现最差,显著长于列表布局( $p=0.005$ )和网格布局( $p=0.011$ )。第四,网格布局与环形布局在总注视时长和注视次数上无显著差异,但网格布局在首次注视时长上优于环形布局。此外,列表布局的标准差较小,说明其普适性较好。综上所述,实验一验证了布局类型对视觉搜索效率具有显著性影响的假设,列表布局表现最佳。

## 7 结语

本研究以智能手表运动类APP界面为对象,围绕布局类型、信息密度与色彩对比度三项视觉要素开展眼动实验。研究重点放在运动情境下的目标信息检索任务,通过对用户注视行为的记录与比较,归纳不同设计组合对搜索过程的影响,并据此提出界面优化思路。

本研究仍存在一些需要进一步完善之处。第一,实验在静止条件下开展,这样做有利于控制变量、保证数据稳定,但也意味着真实运动情境中的干扰尚未被纳入。实际跑步或快走时,手腕摆动、步态节律变化以及注意力被环境分走,会同时影响视线稳定性与操作准确性,例如后续实验中可以引入跑步机或可控步行实验,并记录手腕摆动幅度等客观指标。从发展趋势看,智能手表界面设计正在从固定模板走向更强的情境适配与个性化配置,本文结果可为自适应设计提供一定参考。

总体而言,期望本研究能够为智能手表运动类APP界面优化提供实证依据,也为后续面向运动情境的人因工程研究提供可延展的问题线索与方法参考。

## 参考文献:

- [1] Kim M J, Yoon S K, Choi J H. A Study of Menu Structure on Smartwatch for Effective Navigation Focused on Types of Menu and Color Cues[J]. Journal of Digital Design, 2015, 15(3): 395-406.
- [2] Mo F, Yi S, Zhou J. Effect of Icon Amount and Visual Density on Usability of Smartwatches[C]//Zhou J, Salvendy G, eds. Human Aspects of IT for the Aged Population. Design for Aging, ITAP 2016. Lecture Notes in Computer Science, Vol 9754. Springer, Cham, 2016: 466-477.
- [3] 王宪宇, 李宏汀, 马舒. 影响图标搜索绩效因素的研究进展[J]. 包装工程, 2021, 42(06): 206-211.
- [4] Park K, Jeong M, Kim K. Usability evaluation of menu interfaces for smartwatches[J]. Journal of Computer Information Systems, 2020, 60(2): 156-165.
- [5] Plaumann K, Müller M, Rukzio E. Circular Selection: optimizing list selection for smartwatches[C]//Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers. New York: ACM, 2016: 1-8.