

Research on Human-computer Interaction in Medical System Based on QFD Method

Ao Zhou¹ Xiang Li^{2*}

1. School of Clinical Medicine, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang, 154000, China

2. TED Graduate School, Kookmin University, Seoul, 100-744, South Korea

Abstract

This study aims to systematically analyze and optimize the design of medical human-computer interaction by applying the QFD method. The needs of medical practitioners and patients were collected through interviews and questionnaires, and the Kano model was used to classify and score these needs. Subsequently, the user needs were converted into specific design requirements, a QFD matrix was constructed, and the total weight of each design requirement was calculated to determine its priority. The results show that design requirements such as automatic filling and error prompt functions, reducing the number of interface elements, and providing shortcut key support play an important role in improving the usability and user satisfaction of medical information systems. Based on the results of QFD analysis, specific design improvement suggestions were proposed, such as optimizing the data input process, streamlining the interface design, adding shortcut key functions, developing a convenient information query and appointment system, and providing detailed operation instructions.

Keywords

QFD, medical human-computer interaction, user needs analysis

基于 QFD 方法优化医疗系统中的人机交互研究

周奥¹ 李响^{2*}

1. 佳木斯大学临床医学院, 中国·黑龙江 佳木斯 154000

2. 国民大学 TED 学院, 韩国·首尔 100-744

摘要

本研究旨在通过应用QFD方法, 系统分析并优化医疗人机交互设计。通过访谈和问卷调查收集医疗从业者和患者的需求, 使用Kano模型对这些需求进行分类和重要性评分。随后将用户需求转化为具体的设计要求, 构建QFD矩阵, 并计算每个设计要求的总权重, 以确定其优先级。研究表明, 自动填充和错误提示功能、减少界面元素数量、提供快捷键支持等设计要求对提升医疗信息系统的可用性和用户满意度具有重要作用。基于QFD分析结果, 提出了优化数据输入过程、精简界面设计、增加快捷键功能、开发便捷的信息查询和预约系统、提供详细的操作指导等具体的设计改进建议。

关键词

QFD; 医疗人机交互; 用户需求分析

1 概述

1.1 研究背景

随着医疗信息技术的快速发展, 电子病历系统、医疗管理系统和远程医疗系统等医疗信息系统在全球范围内被广泛应用。这些系统的引入旨在提升医疗服务的效率和质量, 减少人为错误。然而, 实际使用中, 很多医疗界面设计并未充分考虑到最终用户(包括医生、护士和患者)的实际

需求, 导致了以下问题: ①操作复杂: 许多医疗信息系统的界面设计复杂, 用户需要花费大量时间和精力来学习和适应, 这在工作繁忙的医疗环境中尤为不便; ②用户体验差: 不符合用户习惯的界面设计和操作流程, 可能导致医疗从业者和患者在使用过程中感到不便和不满, 从而影响系统的使用效果; ③数据输入错误: 复杂的界面和操作流程增加了用户输入错误的风险, 这在医疗环境中可能带来严重后果; ④效率低下: 操作不便和数据输入错误的累积效应, 可能导致整体工作效率降低, 延误患者的治疗和护理。鉴于上述问题, 提升医疗人机交互设计的可用性和用户满意度显得尤为重要。通过系统化的方法识别和分析用户需求, 并将其转化为具体的设计要求, 可以有效改进医疗界面设计, 从而提升系统的整体性能和用户体验。

【作者简介】周奥(2004-), 女, 中国黑龙江绥化人, 在读本科生, 从事医学检验与医疗交互研究。

【通讯作者】李响(1994-), 男, 中国黑龙江安达人, 博士, 从事交互设计研究。

1.2 研究目的

本研究的主要目的是通过应用 QFD 方法，系统分析医疗人机交互设计中的用户需求，并将这些需求转化为具体的设计要求。具体目标包括：①识别用户需求：通过访谈和问卷调查，系统收集和分析医疗从业者和患者的实际需求；②构建 QFD 矩阵：将用户需求与设计要求进行映射，构建质量屋矩阵，明确各设计要求对满足用户需求的重要程度；③确定设计优先级：通过计算各设计要求的权重，确定其优先级，为设计优化提供科学依据；④提出优化建议：基于 QFD 分析结果，提出具体的设计改进建议，以提升医疗信息系统的可用性和用户满意度。

1.3 研究意义

本研究通过引入 QFD 方法，提供了一种系统化的路径，以优化医疗人机交互设计。研究的意义主要体现在以下几个方面：①提升用户满意度：通过系统化分析用户需求，优化界面设计，提高医疗从业者和患者的使用体验；②提高工作效率：简化操作流程，减少数据输入错误，提升医疗从业者的工作效率，从而更好地服务患者；③减少医疗错误：优化数据输入和处理过程，降低人为错误的风险，保障医疗服务的安全性；④提供设计指南：为医疗信息系统的设计和开发提供科学的优化路径和具体建议，推动医疗信息技术的进一步发展。综上所述，通过 QFD 方法对医疗人机交互设计进行系统性优化，不仅能有效解决现有系统中的问题，还能为未来的医疗信息系统设计提供有力支持。该研究不仅具有理论价值，还具有重要的实际应用意义，能够为医疗从业者和患者带来切实的益处。

2 文献综述

2.1 人机交互在医疗领域的研究现状

随着医疗信息系统的普及，人机交互在医疗领域的应用研究逐渐增多^[1,2]。医疗信息系统的界面设计对医疗从业者和患者的使用体验至关重要。研究表明，良好的界面设计能够显著提高操作效率和准确性，减少用户的学习成本和使用负担^[3]。例如，电子病历系统的界面设计直接影响医生和护士的工作效率和准确性。然而，许多现有的医疗系统界面设计复杂，用户体验差，容易导致操作错误和数据输入问题。用户体验在医疗信息系统中的重要性也越来越受到重视。用户体验不仅影响系统的使用率，还影响用户的满意度和信任度^[4]。研究发现，用户对系统的满意度主要取决于系统的易用性、响应速度和信息呈现方式等因素。操作复杂、界面不友好的系统不仅降低了医疗从业者的工作效率，还可能影响患者的治疗体验。此外，操作效率和错误率是衡量医疗信息系统界面设计质量的重要指标。许多研究通过对比不同界面设计下的操作时间和错误率，发现简化操作流程和增加自动化功能可以显著减少操作时间和错误次数，提高整体工作效率和准确性。

2.2 质量功能展开 (QFD) 的理论基础

QFD 是一种以客户需求为导向的产品设计和开发方法，最早由日本质量管理专家提出^[5]。QFD 通过构建“质量屋”矩阵，将客户需求转化为具体的设计要求，确保设计过程紧

密围绕客户需求展开。质量屋是 QFD 的核心工具，通过二维矩阵将客户需求与设计要求进行关联。矩阵的左侧列出客户需求，顶部列出设计要求，在交叉点处填入关联值，表示某个设计要求对满足某个客户需求的重要程度。关联值通常分为强 (9)、中 (3)、弱 (1)。QFD 方法最初应用于制造业，后逐渐扩展到服务业和软件开发等领域。例如，汽车制造业通过 QFD 方法优化产品设计，提高了产品质量和客户满意度。服务业则通过 QFD 方法提升服务质量，满足客户需求。在软件开发领域，QFD 方法被用于需求分析和功能设计，确保开发过程紧密围绕用户需求展开。

2.3 用户体验在医疗信息系统中的应用

用户体验 (UX) 是指用户在使用产品或服务过程中所感受到的整体体验，包括易用性、满意度、效率和情感体验等多个方面^[6]。在医疗信息系统中，用户体验尤为重要，直接影响医疗从业者和患者的使用效果和满意度。

2.3.1 用户体验的定义和维度

用户体验包括多个维度，如可用性、响应速度、信息呈现方式、用户情感等。可用性是指系统易于使用、学习和记忆，并能有效地帮助用户完成任务。响应速度是指系统对用户操作后的反应时间，这直接影响用户的操作流畅度和效率。信息呈现方式是指系统如何展示信息，是否清晰易懂。用户情感则涉及用户在使用系统过程中的情感反应，如满意度、愉悦感和信任度等^[7]。

2.3.2 用户体验在医疗系统中的重要性

良好的用户体验在医疗信息系统中具有重要意义。对于医疗从业者来说，操作简便、反应迅速的系统可以提高工作效率，减少操作错误，从而提高医疗服务的质量。对于患者来说，界面友好、信息透明的系统可以增强他们对医疗服务的信任感，提升满意度。例如，研究表明，界面简洁、信息呈现清晰的预约系统可以显著提高患者的使用意愿和满意度^[8]。

3 研究方法

3.1 研究设计

本研究采用定量分析方法，结合 Kano 模型和 QFD 矩阵进行用户需求分析和设计优化。研究流程包括数据收集、需求分析、QFD 矩阵构建和优先级排序。研究的具体步骤如图 1 所示。

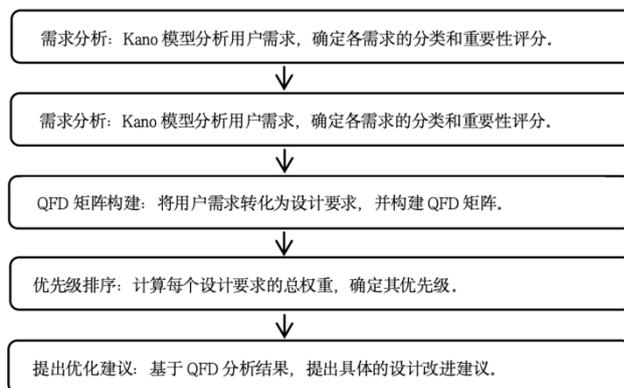


图 1 研究流程

3.2 数据收集

3.2.1 访谈

通过深度访谈收集医疗从业者和患者对当前医疗界面的使用体验和改进建议。访谈对象来自黑龙江省佳木斯大学医学院，包括 10 名医生、10 名护士和 10 名患者。访谈内容包括以下几个方面：①当前系统的主要使用问题；②希望增加或改进的功能；③对界面设计的建议。访谈结果总结如下：①医生和护士主要关注操作快捷、数据输入准确、界面简洁；②患者主要关注预约便捷、信息透明、操作简单。

3.2.2 问卷调查

设计并分发 Kano 问卷，收集定量数据，评估用户需求的重要性和满意度。问卷对象包括 50 名医疗从业者和 50 名患者。问卷设计包括以下需求：①界面简洁；②操作便捷；③数据准确；④预约便捷；⑤信息透明；⑥操作简单。每个需求的问卷包括两个问题：一个是正向问题（如果这个需求得到满足），另一个是负向问题（如果这个需求未得到满足）。用户对每个问题进行评分（1~5 分），然后通过 Kano 模型分析确定需求的分类和重要性评分^[9]。

3.3 数据分析

3.3.1 Kano 模型分析

根据问卷结果，使用 Kano 模型分析确定用户需求的类型和重要性评分。具体数据如表 1 所示。

表 1 分析结果

需求	满意度平均分	重要性平均分	Kano 分类
界面简洁	3.8	4.5	期望需求
操作快捷	4.0	4.7	基本需求
数据输入准确	4.2	4.6	基本需求
预约便捷	3.5	4.2	期望需求
信息透明	3.7	4.3	魅力需求
操作简单	3.9	4.4	基本需求

3.3.2 QFD 矩阵构建

根据 Kano 模型分析结果，将用户需求转化为具体的设计要求，并构建 QFD 矩阵^[10]。设计要求包括：①减少界面元素数量；②提供快捷键支持；③提供自动填充和错误提示功能；④开发用户友好的预约系统；⑤实现信息查询功能；⑥提供详细的操作指导和帮助系统。具体赋分如表 2 所示。

表 2 赋分结果

	减少界面元素	快捷键支持	自动填充和错误提示	预约系统	信息查询	操作指导
界面简洁	9	1	3	0	0	0
操作快捷	3	9	3	0	0	0
数据准确	1	1	9	0	0	0
预约便捷	0	0	0	9	1	0
信息透明	0	0	0	3	9	1
操作简单	1	1	1	3	3	9

3.3.3 计算权重和优先级排序

计算每个设计要求的总权重，确定其优先级。权重计算如下：界面简洁： $94.5 + 34.7 + 14.6 + 14.4 = 40.5 + 14.1 + 4.6 + 4.4 = 63.6$ ；操作快捷： $34.5 + 94.7 + 34.6 + 14.4 = 13.5 + 42.3 + 13.8 + 4.4 = 74.0$ ；数据准确： $14.5 + 14.7 + 94.6 + 14.4 = 4.5 + 4.7 + 41.4 + 4.4 = 55.0$ ；预约便捷： $94.2 + 14.3 + 3 \times 4.4 = 37.8 + 4.3 + 13.2 = 55.3$ ；信息透明： $34.2 + 94.3 + 1 \times 4.4 = 12.6 + 38.7 + 4.4 = 55.7$ ；操作简单： $14.5 + 14.7 + 14.6 + 94.4 = 4.5 + 4.7 + 4.6 + 39.6 = 53.4$ 。优先级排序如下：①操作快捷(74.0)；②界面简洁(63.6)；③信息透明(55.7)；④预约便捷(55.3)；⑤数据准确(55.0)；⑥操作简单(53.4)。

3.4 优化建议

我们根据 QFD 分析结果，提出以下设计改进：①操作快捷：增加快捷键支持，简化操作流程；②界面简洁：减少界面元素数量，优化信息布局；③信息透明：实现信息查询功能，增强用户对信息的可见性和理解；④预约便捷：开发用户友好的预约系统，简化预约流程；⑤数据准确：提供自动填充和错误提示功能，减少数据输入错误；⑥操作简单：提供详细的操作指导和帮助系统，提高用户操作的便利性和准确性。通过上述设计改进，可以显著提升医疗信息系统的可用性和用户满意度，为医疗从业者和患者提供更优质的服务体验。

4 讨论

本研究通过应用 QFD 方法，对医疗人机交互设计中的用户需求进行了系统分析，并将这些需求转化为具体的设计要求。研究表明，医疗从业者和患者对医疗信息系统的主要需求包括操作快捷、数据输入准确、界面简洁、预约便捷、信息透明和操作简单。使用 Kano 模型分析用户需求后，确定操作快捷、数据输入准确和操作简单是基本需求，界面简洁和预约便捷是期望需求，而信息透明是魅力需求。在 QFD 矩阵构建过程中，将用户需求与设计要求进行关联，并计算各设计要求的总权重。结果显示，自动填充和错误提示功能、减少界面元素数量、提供快捷键支持等设计要求在满足用户需求方面具有重要作用。具体来说，自动填充和错误提示功能被评为最高优先级，因为它们能显著减少数据输入错误，提高操作效率。减少界面元素数量和提供快捷键支持则有助于简化操作流程，提升用户体验。基于 QFD 分析结果，提出了以下设计改进建议：优化数据输入过程，减少用户输入错误；精简界面设计，突出关键信息，减少用户认知负担；增加快捷键功能，提高操作速度；开发便捷的信息查询系统，使患者和医疗从业者能快速获取所需信息；简化预约流程，提供清晰的预约指南和提醒功能；提供在线帮助和操作指导，提升用户的自助能力。通过这些改进措施，可以显著提升医疗信息系统的可用性和用户满意度。尽管本研究取得了一些重要发现，但仍存在一些局限性。首先，样本

量相对较小,仅包括50名医疗从业者和50名患者,可能影响结果的普遍性。其次,问卷和访谈的数据收集方法存在一定的主观性,可能影响数据的准确性和可靠性。最后,本研究仅选择了几个主要的设计要求进行分析,可能未能涵盖所有影响用户体验的因素。为了进一步提升医疗信息系统的设计质量和用户满意度,我们在未来的研究可以从以下几个方面进行探索:①扩大样本量,涵盖更多的医疗从业者和患者,以提高研究结果的普遍性和可靠性;②结合问卷调查、访谈、实验研究等多种数据收集方法,综合分析用户需求和设计要求,确保数据的全面性和准确性;③结合其他定量分析方法,如结构方程模型(SEM)、多层线性模型(HLM)等,深入研究医疗界面的设计优化问题;④将心理学、认知科学、社会学等学科的理论设计与交互设计理论相结合,探讨跨学科视角下的医疗人机交互设计优化策略;⑤在实际医疗信息系统中验证研究发现和设计优化建议,评估其实际效果,并根据反馈进一步改进设计。

5 结语

经过上述研究和讨论,我们发现QFD方法在医疗人机交互设计中的应用具有重要的理论价值和实践意义。通过系统性分析用户需求,将其转化为具体的设计要求,并确定其优先级,可以有效提升医疗信息系统的可用性和用户满意度,为医疗从业者和患者带来切实的益处。未来的研究将集中于具体的QFD应用案例和优化策略的实证研究,以推动这一方法在医疗领域的广泛应用。

参考文献

- [1] Sainfort, F., Jacko, J. A., Edwards, P. J., et al. Human-computer interaction in healthcare[J]. In *Human-Computer Interaction* CRC Press,2009(5):155-172.
- [2] Greatbatch, D., Luff, P., Heath, C., Campion, P. Interpersonal communication and human-computer interaction: an examination of the use of computers in medical consultations[J]. *Interacting with computers*,1993,5(2):193-216.
- [3] 林一,陈靖,刘越,等.基于心智模型的虚拟现实与增强现实混合式移动导览系统的用户体验设计[J].*计算机学报*,2015,38(2):408-412.
- [4] Zaki, T., Islam, M. N. Neurological and physiological measures to evaluate the usability and user-experience (UX) of information systems: A systematic literature review[J]. *Computer Science Review*,2021(40):100375.
- [5] Bouchereau, V., Rowlands, H. Methods and techniques to help quality function deployment (QFD)[J]. *Benchmarking: An International Journal*,2000,7(1):8-20.
- [6] Adarsha, A. S., Reader, K., Erban, S. User experience, IoMT, and healthcare[J]. *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*,2019,11(4):264-273.
- [7] Albert, B., Tullis, T. Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics[J]. *Newnes*,2013(9).
- [8] Sadeghi Milani, A., Cecil-Xavier, A., Gupta, A., Cecil, J., & Kennison, S. A systematic review of human-computer interaction (HCI) research in medical and other engineering fields[J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*,2024,40(3):515-536.
- [9] Materla, T., Cudney, E. A., & Antony, J. The application of Kano model in the healthcare industry: a systematic literature review[J]. *Total Quality Management & Business Excellence*,2019,30(5-6):660-681.
- [10] Tontini, G. Integrating the Kano model and QFD for designing new products[J]. *Total Quality Management*,2007,18(6):599-612.