



中國人民大學

RENMIN UNIVERSITY OF CHINA

本科生毕业论文（设计）

我是大标题

——我是小标题

论文编码：	20020525
学 院：	信息学院
专 业：	数学与应用数学
年 级：	2018 级
学 号：	2018202044
学生姓名：	邱任翔
指导教师：	林枫
完成日期：	2020.06.06

摘要

近年来互联网的广泛使用引发了信息的爆炸式增长，个性化推荐系统作为解决“信息过载”问题的有效工具应运而生，通过算法帮助用户过滤信息，减少了用户需要处理的信息量。目前，个性化推荐系统已经广泛应用于搜索引擎、电子商务、社交娱乐等网络平台，在人们日常使用的过程中随处可见。然而，个性化推荐系统的广泛应用也带来了“信息窄化”、用户信息泄露等问题，个性化推荐系统对于用户信息搜寻成本的具体影响变得更为复杂。

本文将用结构方程模型来分析信息搜寻成本的变化对个性化推荐系统的用户使用意愿的影响情况。

基于研究得出的结论，本文从现实中存在的个性化推荐精度不足、信息窄化以及个人信息的侵害等方面的问题出发，提出了对于未来个性化推荐优化的展望。在算法方面，通过使用深度学习与知识图谱等前沿技术与算法提高个性化推荐的精确程度。在个人信息使用与信息窄化的问题上，平台可以增加相应调节选项，提高用户的自主选择性。其次，也可以通过提高推荐过程的可解释性来增强用户对推荐系统的信任度与满意度。另外，还需要政府部门完善个人信息保护的法律法规、社会舆论与公共部门发挥监督与监管作用，以及企业上下游齐发力，共同降低个人隐私泄露的风险。

关键词：个性化推荐；感知信息搜寻成本；结构方程模型；



Abstract

English Abstract

Keywords: Personalized Recommendation;

目录

1 绪论	1
1.1 研究意义	1
1.1.1 理论意义	1
2 文献综述	1
3 问卷设计	1
3.1 测量指标的设计	1
3.2 样本选择	1
4 数据分析与结果讨论	1
4.1 信度及效度检验	2
4.1.1 信度检验	2
4.1.2 效度检验	3
4.2 模型检验	4
4.2.1 结构方程模型	4
4.2.2 不同偏好推荐算法组	5
4.2.3 不同性别组和不同平台类别组	7
5 总结和展望	8
5.1 研究结论	8
5.2 研究的不足	8
5.3 对现状的反思	8
参考文献	9

插图

4.1 标准化结构方程模型	4
4.2 基于内容的个性化推荐算法组 (N=193)	6
4.3 基于协同过滤的个性化推荐算法组 (N=148)	6

表格

4.1 样本的特征统计	1
4.2 用户常用个性化平台数据特征	1
4.3 各测量指标的统计分析 (N = 5, min = 1, max = 5)	2
4.4 Cronbach's α 系数信度表	3



4.5	信度检验	3
4.6	效度检验	4
4.7	结构方程拟合指标	5
4.8	路径检验和标准化路径系数	5
4.9	变量假设关系的检验结果	5
4.10	不同常用算法组限制性与非限制性的拟合指标	6
4.11	基于内容和基于协同过滤组的路径系数差异性分析	7
4.12	不同性别组限制性与非限制性的拟合指标	7
4.13	多群组分析结果（标准化路径系数值）	7

1 绪论

1.1 研究意义

1.1.1 理论意义

2 文献综述

3 问卷设计

3.1 测量指标的设计

3.2 样本选择

4 数据分析与结果讨论

表 4.1: 样本的特征统计

样本统计特征	分类	频次	有效百分比	累计百分比
性别	男	100	29.3%	29.3%
	女	241	70.7%	100.0%
学历	专科及以下	29	8.5%	8.5%
	本科	297	87.1%	95.6%
	硕士及以上	15	4.4%	100.0%
常用的推荐算法	基于内容	193	56.6%	56.6%
	基于协同过滤	148	43.4%	100.0%

表 4.2: 用户常用个性化平台数据特征

个性化推荐平台	频次	有效百分比
购物平台类 (淘宝、京东、拼多多等)	304	89.1%
视频娱乐类 (b 站、爱奇艺等)	244	71.6%
社交分享类 (小红书、抖音、微博等)	207	60.7%
知识问答类 (知乎、quora 等)	203	59.5%
生活美食类 (美团、饿了么等)	187	54.8%
旅游出行类 (携程旅行, 大众点评等)	82	24.0%

表 4.3: 各测量指标的统计分析 (N = 5, min = 1, max = 5)

因素	测量指标	均值	标准偏差	方差	偏度	峰度
时间成本降低 (3.64)	TC1	3.92	0.806	0.65	-0.601	0.471
	TC2	3.6	0.923	0.852	-0.458	0.026
	TC3	3.4	1.005	1.01	-0.228	-0.431
心理成本增加 (3.37)	PC1	3.48	1.1	1.209	0.519	-0.37
	PC2	3.17	1.07	1.146	0.28	-0.556
	PC3	3.47	0.981	0.962	0.262	-0.416
金钱成本降低 (3.99)	MC1	4.02	0.945	0.894	-0.782	0.212
	MC2	3.94	0.899	0.808	-0.69	0.394
	MC3	4.01	0.874	0.765	-0.66	0.183
风险成本增加 (3.45)	RC1	3.43	0.91	0.829	-0.285	-0.055
	RC2	3.1	0.959	0.919	0.202	-0.274
	RC3	3.65	0.969	0.939	-0.373	-0.407
	RC4	3.62	1	1	-0.293	-0.532
使用意愿 (3.56)	UW1	3.51	0.916	0.839	-0.285	-0.184
	UW2	3.54	0.862	0.743	-0.566	0.627
	UW3	3.64	0.889	0.79	-0.541	0.466

4.1 信度及效度检验

4.1.1 信度检验

信度 (reliability) 是指根据测量指标所测得结果的一致性 or 稳定性, 反映被测特征真实程度的指标。按照所测信度的范围不同, 又分为内在信度和外在信度。

(1) 内在信度: 是指对一组问题是否测量同一概念, 常用 Cronbach's α 值、因子载荷和 CR 值三个指标进行检测。本文中检验问卷中设计的各测量指标是否可以一致地测量该因素。

(2) 外在信度: 是指不同时间对相同的测试者测得的结果是否一致。一般而言, 不同测试的结果越一致, 则结果的误差越小, 外在信度就越高。

由于研究条件限制, 本文仅对内在信度进行检验。各指标需要满足: Cronbach's α 在 0.70 以上则表示内在信度较好 (参考值见表4.4); 因子载荷需要大于 0.5, 而 CR 值 (construct reliability) 表示组合信度, 其值在 0.60 以上则说明模型的内在质量理想, 公式为:

$$CR = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{[(\sum \lambda_i)^2 + \sum \theta]} \quad (1)$$

其中, λ_i 为指标变量在潜在变量上的标准化因子载荷值, θ 是标准化残差, $i=1, 2, 3$ 。

表 4.4: Cronbach's α 系数信度表

Cronbach's α 值	可信度
Cronbach's $\alpha < 0.3$	不可信
$0.3 \leq$ Cronbach's $\alpha < 0.4$	勉强可信
$0.4 \leq$ Cronbach's $\alpha < 0.5$	尚且可信
$0.5 \leq$ Cronbach's $\alpha < 0.7$	一般可信
$0.7 \leq$ Cronbach's $\alpha < 0.9$	比较可信
Cronbach's $\alpha \geq 0.9$	非常可信

模型中各因素的内在信度检验如表4.5所示，从表中可见，各因素的测量指标 Cronbach's α 均在 0.70 以上；测量指标的标准化因子载荷值都基本大于 0.5，基本适配指标理想；CR 值均在 0.6 以上，表明测量的内部一致性很好。因此本研究所选取的测量指标具有较高的信度。

表 4.5: 信度检验

因素	测量指标	标准化因子载荷 λ	信度系数 λ^2	误差变异量 $1 - \lambda^2$	CR	Cronbach's α
时间成本降低 Time Cost	TC1	0.743	0.552	0.448	0.714	0.701
	TC2	0.71	0.504	0.496		
	TC3	0.563	0.317	0.683		
心理成本增加 Psychological Cost	PC1	0.674	0.454	0.546	0.629	0.698
	PC2	0.648	0.42	0.58		
	PC3	0.474	0.225	0.775		
金钱成本降低 Money Cost	MC1	0.59	0.348	0.652	0.704	0.700
	MC2	0.67	0.449	0.551		
	MC3	0.731	0.534	0.466		
风险成本增加 Risk Cost	RC1	0.522	0.272	0.728	0.729	0.722
	RC2	0.591	0.349	0.651		
	RC3	0.752	0.566	0.434		
	RC4	0.664	0.441	0.559		
使用意愿 Users' Willingness	UW1	0.826	0.682	0.318	0.872	0.872
	UW2	0.845	0.714	0.286		
	UW3	0.828	0.686	0.314		

4.1.2 效度检验

效度 (validity) 是指衡量测量指标所测得结果是否能真实反映被测特征的程度的统计指标。效度通常又分为聚合效度和区分效度两种。聚合效度 (convergent validity) 要求同属一个因素的测量指标之间有高度的相关性；区分效度 (discriminate validity) 是要求不同因素所对应的测量指标之间的相关性小。一般采用平均方差抽取量 (Average Variance Extracted, AVE 值) 通过因子载荷量计算的表示聚合效度的指标值。计算公式如下：

$$AVE = \frac{(\sum \lambda_i^2)}{[(\sum \lambda_i^2) + \sum \theta]} \quad (2)$$

表 4.6: 效度检验

	RC	MC	PC	TC	UW	AVE
RC	0.637					0.407
MC	0.364	0.666				0.444
PC	-0.295	-0.181	0.604			0.366
TC	0.028	0.447	-0.246	0.676		0.458
UW	-0.047	0.446	-0.273	0.779	0.833	0.694

验。

4.2 模型检验

4.2.1 结构方程模型

由于测量指标已经通过信度和效度检验，因此进一步对理论模型进行检验，检验结果如图4.1所示

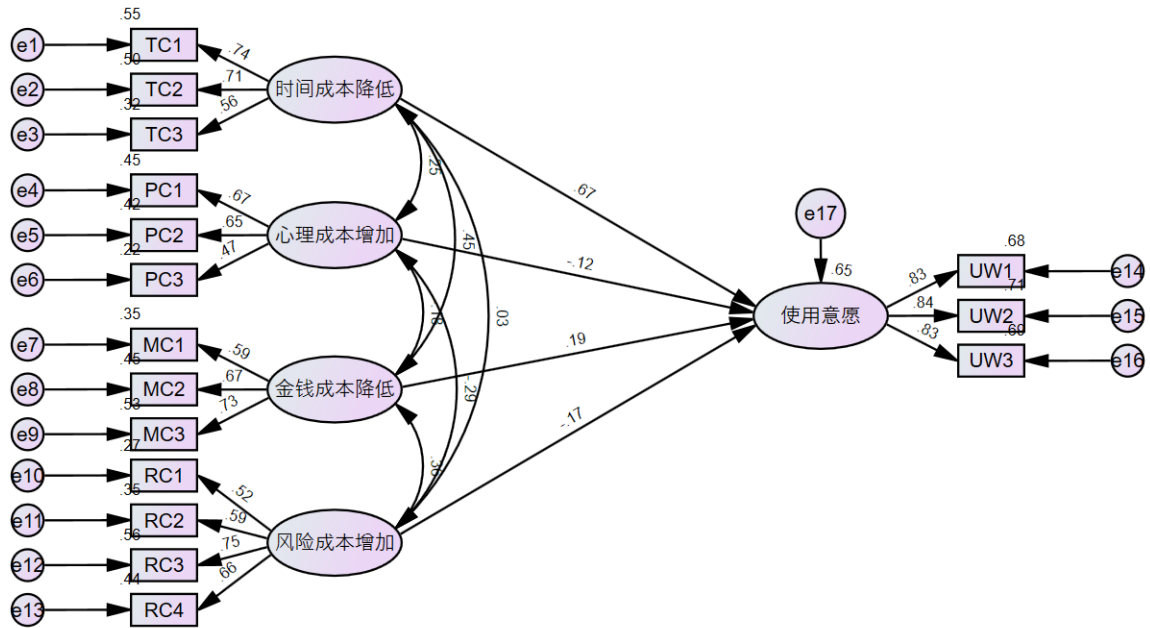


图 4.1: 标准化结构方程模型

表 4.7: 结构方程拟合指标

指标种类	指标名称	评价标准	本模型拟合值	模型适配判断
绝对拟合度指标	χ^2		262.554	
	df		94	
	近似误差均方根 (RMSEA)	<0.08	0.073	是
	残差均方根 (RMR)	<0.05	0.066	否
	标准残差均方根 (SRMR)	<0.05	0.046	是
	拟合优度 (GFI)	≥ 0.9	0.915	是
	调整拟合优度 (AGFI)	≥ 0.9	0.901	是
增值拟合度指标	常规拟合度 (NFI)	≥ 0.9	0.855	否
	相对拟合指数 (RFI)	≥ 0.9	0.815	否
	增量拟合指数 (IFI)	≥ 0.9	0.902	是
	非常规拟合度 (TLI)	≥ 0.9	0.873	否
	比较拟合指数 (CFI)	≥ 0.9	0.901	是
简约拟合度指标	卡方自由度比 (χ^2/df)	<3	2.793	是
	PGFI	≥ 0.5	0.632	是
	PNFI	≥ 0.5	0.670	是
	PCFI	≥ 0.5	0.705	是
	CN 值	≥ 340	341	是

表 4.8: 路径检验和标准化路径系数

路径	Estimate	标准误差	t 值	P 值	标准化路径系数
使用意愿 <---时间成本降低	0.772	0.102	7.597	***	0.67
使用意愿 <---心理成本增加	-0.205	0.095	-2.157	0.023	-0.124
使用意愿 <---金钱成本降低	0.252	0.107	2.358	0.018	0.186
使用意愿 <---风险成本增加	-0.228	0.092	-2.483	0.013	-0.171

注: *** 表示 $p < 0.001$ 。

以显著性水平为 0.05, 结合上表数值即可判断本研究提出对的研究假设成立与否, 结果如表4.9所示:

表 4.9: 变量假设关系的检验结果

假设编号	研究假设	检验结果
H1	时间成本降低对用户的个性化推荐使用意愿有正向影响	显著
H2	心理成本增加对用户的个性化推荐使用意愿有负向影响	显著
H3	金钱成本降低对用户的个性化推荐使用意愿有正向影响	显著
H4	风险成本增加对用户的个性化推荐使用意愿有负向影响	显著

4.2.2 不同偏好推荐算法组

首先, 我们对不同偏好推荐算法组, 采用多群组结构方程模型进行比较分析, 模型结果如图4.2和图4.3所示。

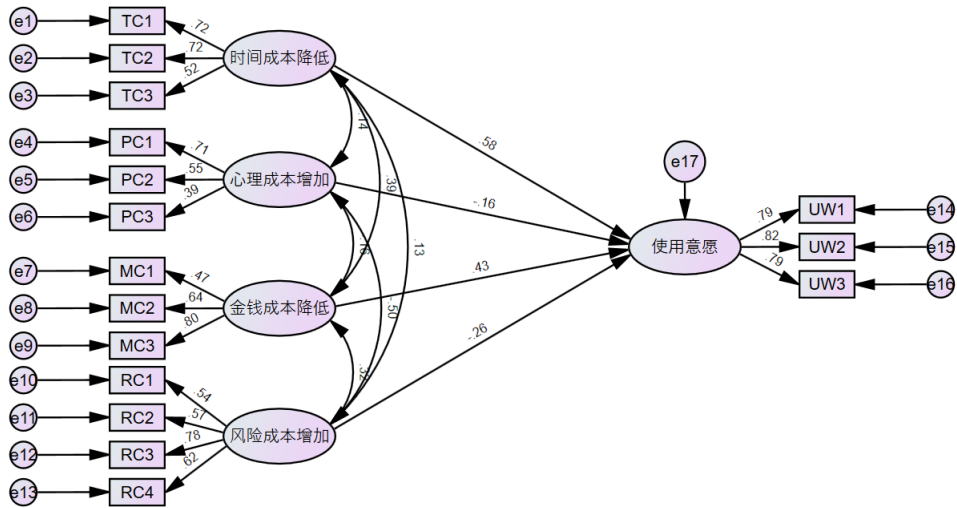


图 4.2: 基于内容的个性化推荐算法组 (N=193)

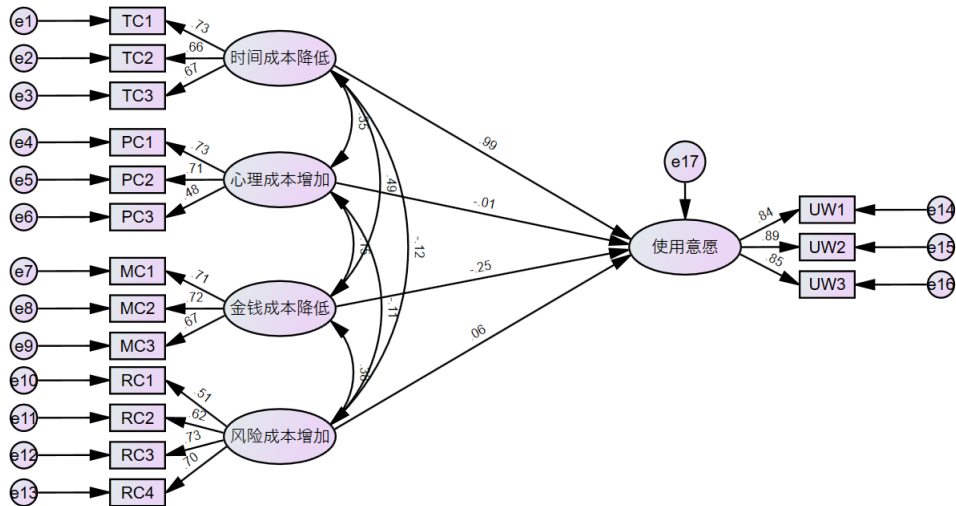


图 4.3: 基于协同过滤的个性化推荐算法组 (N=148)

表 4.10: 不同常用算法组限制性与非限制性的拟合指标

统计检验量	非限制性	限制性
χ^2	385.342	414.078
df	188	203
χ^2 变化量		28.736
df 变化量		15
显著性		0.017

由表4.10可以看出：限制性模型和非限制性模型的卡方差值为 28.736，自由度差为 15，对应的 P 值为 $0.01 < 0.05$ ，达到显著。说明这两组模型是有显著差异的，也就是说基于内容和基于协同过滤组在这四条路径之间是存在差异的，进一步对每一个路径进行差异分析：

表 4.11: 基于内容和基于协同过滤组的路径系数差异性分析

	基于内容的算法 (N=193)		基于协同过滤的算法 (N=148)		Pairwise Parameter Comparisons	
	标准化估计	P 值	标准化估计	P 值	T 值	P 值
使用意愿 <---时间成本降低	0.578	***	0.989	***	2.582	0.005
使用意愿 <---心理成本增加	-0.16	0.134	-0.006	0.955	1.161	0.123
使用意愿 <---金钱成本降低	0.431	***	-0.255	0.05	-4.040	0.000
使用意愿 <---风险成本增加	-0.256	0.014	0.059	0.611	2.013	0.022

注: *** 表示 $p < 0.001$ 。

4.2.3 不同性别组和不同平台类别组

由于不同平台组如果两两相互比较需要比较 15 次, 表格中只给出购物平台类和知识问答类组的对比情况。

表 4.12: 不同性别组限制性与非限制性的拟合指标

统计检验量	不同性别组		不同平台组 (购物平台类和知识问答类)	
	非限制性	限制性	非限制性	限制性
χ^2	401.505	411.537	1247.383	1256.511
df	188	203	619	639
χ^2 变化量		10.032		9.128
df 变化量		15		20
显著性		0.817		0.981

由表4.12可以看出: 不同性别组限制性模型和非限制性模型的卡方差值为 10.032, 自由度差为 15, 对应的 P 值为 $0.817 > 0.05$, 并不显著。购物平台类和知识问答类两种平台组中知识问答类限制性模型和非限制性模型的卡方差值为 9.128, 自由度差为 20, 对应的 P 值为 $0.981 > 0.05$, 也并不显著。对于其余 14 组不同平台组的对比, P 值也皆大于 0.05, 表面不显著。说明这两个变量的两组模型并没有显著差异的, 即不同性别和不同平台并不显著干扰该模型。但出于研究考虑我们将路径系数的估计结果整理如下表4.13:

表 4.13: 多群组分析结果 (标准化路径系数值)

路径		H1	H2	H3	H4
性别	男	0.696***	-0.249**	0.132	-0.027
	女	0.633***	-0.075	0.229*	-0.223*
平台类别	购物平台类 (淘宝、京东、拼多多等)	0.742***	-0.053	0.111	-0.104
	知识问答类 (知乎、quora 等)	0.593***	-0.173*	0.122	-0.146
	社交分享类 (小红书、抖音、微博等)	0.58***	-0.231**	0.191	-0.163
	生活美食类 (美团、饿了么等)	0.753***	-0.19**	0.052	-0.073
	旅游出行类 (携程旅行, 大众点评等)	0.637**	-0.102	0.067	-0.014
	视频娱乐类 (b 站、爱奇艺等)	0.636***	-0.153**	0.159	-0.234*

注: * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, *** 表示 $p < 0.001$ 。

5 总结和展望

5.1 研究结论

本文通过对假设的模型进行验证，主要得出的结论有：

- (1) 时间成本降低
- (2) 相比于全部样本
- (3) 时间成本降低
- (4) 对于较常使用

5.2 研究的不足

由于客观条件限制，本次研究在以下三个方面仍存在不足：

- (1) 在实证调查中
- (2) 本次问卷调查的对象主要为大学生群体，且本科生、985 重点大学生居多，调查样本有一定局限性。
- (3) 最终统

5.3 对现状的反思

参考文献

- [1] C. Fornell and D. F. Larcker. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18(1):39–50, 1981.
- [2] 孙鲁平, 张丽君, and 汪平. 网上个性化推荐研究述评与展望. *外国经济与管理*, 38(6):82–99, 2016.
- [3] 张亚慧. 网络消费者的信息搜索成本分析. *商場現代化*, 10(558):37–38, 2008.
- [4] 杨雷 and 席西民. 信号检测理论与二分群体决策. *系统工程理论与实践*, 17(12):115–120, 1997.