

# 群智系统概要设计文档

编制人（签名）：

审核人（签名）：

编制单位（签章）：北京大学

编制时间：2020 年 11 月

# 目 录

一、前言 .....	3
1.1 编写目的 .....	3
1.2 定义 .....	3
二、总体框架与方法 .....	4
2.1 系统框架设计 .....	4
2.2 主要方法设计 .....	6
2.3 界面设计 .....	12
2.3.1 群智任务管理界面 .....	12
2.3.2 群智工作者管理界面 .....	12
2.3.3 群智小程序界面 .....	13
三、接口设计概要 .....	15
3.1 用户注册、登录 API .....	15
3.2 群智系统 API .....	16

# 一、前言

## 1.1 编写目的

本文档的目的在于介绍群智系统的功能。群智系统的相关使用人员,包括系统管理员、群智工作者以及对群智系统使用感兴趣的人员,皆可以通过阅读本文档了解群智系统以及其所要解决的实际应用需求问题。

## 1.2 定义

- **用户管理注册、登录:** 在群智系统中注册成为用户,就可以使用注册的账户登录系统,进行群智任务发布和管理,以及群智工作者管理。
- **群智任务生成、分配与处理:** 群智系统采用了群智机制进行采集。
  - **群智任务分发与反馈融合:** 管理员发布群智任务,并按照一定规则将任务分发给群智工作者,在工作者完成任务后,收集用户反馈。
  - **面向多平台群智任务自动生成:** 群智任务处理模块提供界面化的操作方式,并提供针对各类群智任务的接口,实现了更好地分发群智任务并收集反馈。
  - **多机制驱动的激励模型:** 为了激励更多用户参与数据的采集和共享,通过支付费用、积分奖励和等级奖励等一系列激励机制,提升群智系统用户的参与活跃度。

- **多目标联合优化的群智任务分配算法:** 通过多目标联合优化的群智任务分配算法, 对群智任务的质量和成本进行量化和优化, 在一定的成本和时间范围内, 尽可能地收集到质量较高的群智任务数据。

## 二、总体框架与方法

### 2.1 系统框架设计

在诸如人机协同的城市智能应用、数据集标注、分布式计算等任务中, 利用群智技术发布任务使领域专家、普通市民等贡献其经验与知识, 参与到人机协同的各个任务中, 并帮助解决机器无法单独解决的问题。在群智任务模型中, 发布任务的平台被称为发布者 (Assigner), 接收任务的普通市民被称为工作者 (Worker)。具体的参与方式如下图, 领域专家通过本体模型协同编辑器编辑得到基础的领域知识模型, 领域知识概念模型在和新的数据源生成的概念模式匹配时会产生不匹配的现象, 同时, 领域知识实例模型也可能存在实例缺失和实例错误的问题, 此时通过生成相应的群智任务, 借助普通市民的可以帮助可以完善领域知识模型的构建。在生成相应的群智任务时, 平台需要考虑如何利用较低的成本使群智任务更好地完成, 所以, 需要利用相应的策略对群智任务进行分发, 找到合适的工作者来完成相应的群智任务。任务分发到工作者手中后, 工作者完成任务并向平台反馈结果, 平台综合群智任务的完成情况对领域知识模型的构建提供

帮助。

具体来说，如下图所示，基于群智能的人机协同任务包含以下四个关键部分：



图 1 基于群体智能的人机协同任务支撑平台框架

面向异构需求的群智任务自动生成：获取到产生群智任务的需求后，需要生成相应的群智任务，该模块根据需求自动生成相应的群智任务。群智任务包含多种任务参数，随着不断生成和积累，该模块可以实现对任务参数的智能推荐。此外，该模块还需要对接国内外包括平台专属的多个平台，实现自动构建适应于多平台分发的群智任务。

多机制驱动的激励模型：在群智任务的分发过程中，希望接收任务的工作者尽可能去完成群智任务，此时需要建立合理的激励模型来激励工作者完成任务。该模块负责根据不同类型的群智任务，综合运用报酬支付、娱乐游戏、社交关系等多种激励机制，建立合理的激励模型。

多目标联合优化的任务分配：在确定了任务细节和激励机制后，

需要将任务合理地分发给工作者。该模块负责群智任务的分发，即选择合适的用户完成合适的任务，从而在总成本等条件制约下，通过任务分配的优化，最大化所建领域知识概念模型的准确性和完整性等指标。

群体智能支撑的人机协同任务：包括任务分发与反馈融合，机器决策和群智决策都可以为人机协同的任务提供支撑，利用该技术将两者结合，相互迭代，在完成任务的同时对工作者回答质量进行评估，可以优化后续的群智任务分配。

## 2.2 主要方法设计

### 1、面向异构需求的群智任务自动生成技术

在人机协同的任务处理时，会出现机器无法独立解决的问题，在这种场景下，系统会产生分发群智任务任务的需求。一个群智任务包含若干个群智问题和一系列群智任务相关的参数，这些参数用来控制群智任务的分配优化，包括任务预算、任务报酬、响应时间等，合理的参数组合会更有利于提高群智任务的完成质量。在系统执行领域知识模型构建任务的过程中，会不定时地产生群智任务的需求，依靠人力将需求转化为可执行的任务对人力资源的消耗极大，且难以最优化任务参数的组合。因此，本技术点提出了面向异构需求的群智任务自动生成技术，如下图所示，依靠该技术，可以对实时产生的群智任务需求进行建模，实现群智任务参数的智能推荐和群智任务的自动生成。

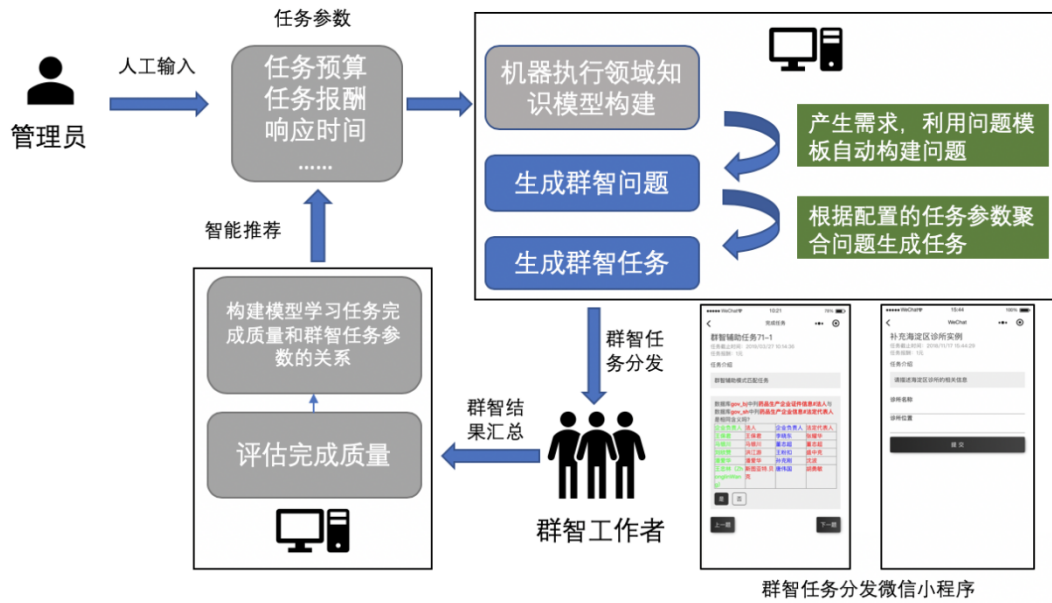


图 2 群智任务自动生成流程

本技术通过构建任务参数和群智任务完成质量关系的模型实现对任务参数的智能推荐。在领域知识模型构建开始时，系统会要求管理员输入一组初始的群智任务参数，用来帮助优化群智任务的工作者选择过程，但是人为定义参数往往不是最优的参数组合，在群智任务完成阶段，系统可以得到一组参数对应的群智任务完成质量，累计一定的样本后，系统可以构建模型对任务参数进行智能推荐，使任务参数有助于提高群智任务的完成质量。本技术通过构建问题模板和任务模板的方法实现群智任务的自动生成。当产生任务需求时，系统会自动分析需求类型，利用内置的问题模板结合需求自动构建群智问题，之后根据配置的任务参数聚合问题生成任务。生成的任务可以直接发送给群智任务工作者。同时为了对接异构的群智平台，本技术会将需求自动转变成不同平台需要的群智任务格式。

利用该技术，系统对于机器本身难以解决的问题，可以通过分发

群智任务的方式获取结果。在该系统中，利用群智的方式可以辅助进行诸如领域知识模型概念的匹配等群智任务。如，在模式匹配任务中，系统判断元素对的匹配度，达到阈值的元素对即被认为匹配成功，同时还存在一些接近阈值但没有达到的元素对，通过该技术亮点提供的方法，可以把这些元素对包装成易于理解的群智任务分发给工作者，下图展示了利用该方法生成的群智匹配任务在微信小程序上的展示形式：

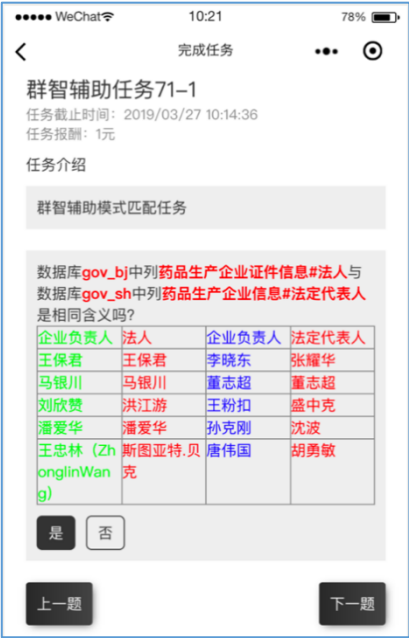


图 3 群智问题展示形式

在这里，一个群智任务包含若干群智问题，同时群智问题以拓扑图的形式进行组织。在一个群智问题中，系统给出了待匹配的字段和相关的参考数据，帮助群智工作者进行判断。

## 2、多目标联合优化的群智任务分配技术

生成群智任务后，需要选择合适的工作者完成群智任务。对工作者的选择本质是一个组合优化问题，本技术将群智任务分配建模为多



目标联合优化问题，同时提出了该组合优化问题的解法。优化问题构造：在群智平台上通常有若干个任务需要被完成，每一个任务都需要在满足一定限制条件的情况下保证一定的任务质量，每个人物的限制条件包括任务预算、任务截止时间、工作者能否完成任务等因素，与此同时，同时被完成的若干任务还会再平台上竞争工作者，如果一味给某个任务多分配工作者，很可能影响其他任务的完成质量。一方面，每一个群智任务的限制条件和任务质量之间需要进行权衡，多个任务的完成质量也需要做权衡。根据这样的性质，本技术将群智任务分配问题构造为一个多目标联合优化的问题，算法需要在多个目标之间形成帕累托最优，形式化定义如下：

$$\min y = f(x) = \phi[f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)]$$

$$\text{s.t. } g_i(x) \leq 0, i = 1, 2, \dots, m$$

$$h_j(x) = 0, j = 1, 2, \dots, k$$

优化问题求解：构造出多目标联合优化问题后，该技术通过一系列方法对问题进行求解。若干需要被完成的任务形成任务集合，工作者形成工作者集合，两个集合的笛卡尔积形成<工作者，任务>集合，优化问题的求解等价于选择一个<工作者，任务>集合的子集，使多个任务的综合质量最优化。在这一阶段中，该技术会采用多种优化算法对子集选择进行优化，包括贪心策略、动态规划、最大流、遗传算法等，通过多种优化算法求解，得到最终的组合策略，从而实现群智任务分配，该阶段流程如下图所示。

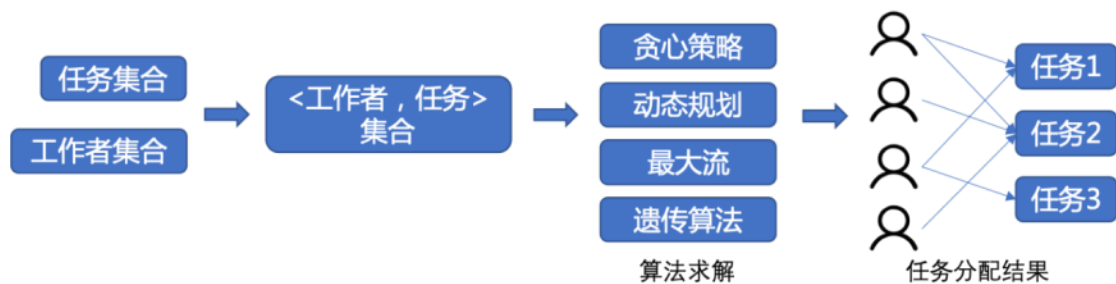


图 4 优化问题求解流程

利用该技术，可以使任务更好地分配给更适合完成任务的工作者。系统目前考虑了工作者在不同领域中历史工作信息，工作者同时可以接受的群智任务数量以及工作者当前是否愿意接受任务为约束条件，优化的目标函数为群智任务预期的可完成数量。在这种任务分配策略下，群智任务的分配结果会呈现出倾向于优先分配给当前空闲的且擅长该任务领域的工作者。

### 3、群智任务实例：Human-in-the-Loop 人机协同模型构建机制

群智系统和领域知识模型的构建紧密结合，形成了 Human-in-the-Loop 的人机协同模型构建机制，在基于迭代的领域知识模型匹配方法执行过程中，机器算法匹配和群智匹配互相迭代，利用群智匹配辅助机器进行决策，提高了匹配的成功率。

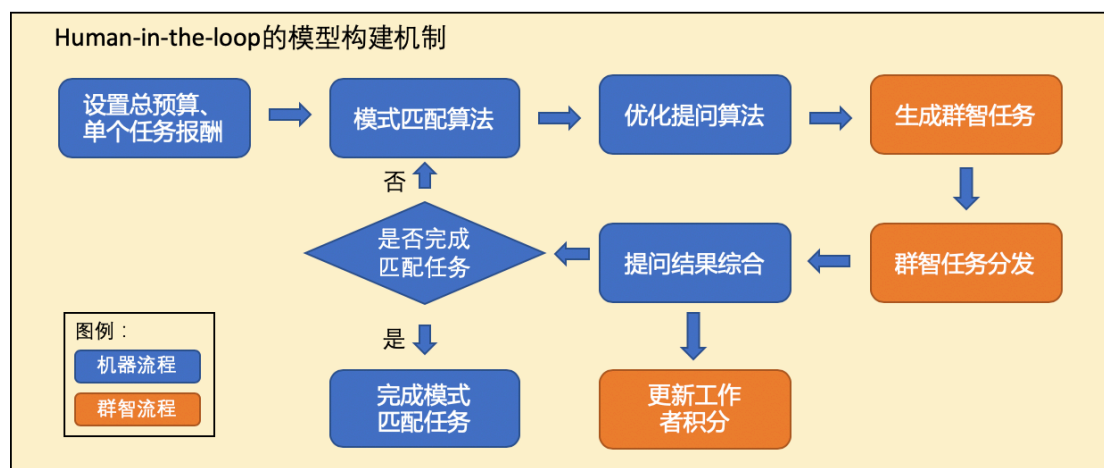


图 5 Human-in-the-Loop 人机协同模型构建流程

上图介绍了这一构建机制。在进行匹配任务的开始，需要提供整个匹配任务用于群智任务的预算，和工作者完成一个群智任务应获得的报酬金额。之后系统就会进行算法匹配和群智匹配的迭代，即每一轮算法匹配后，生成群智任务，并根据当前的预算和报酬金额以及后续可能提出的问题数量确定本轮需要分配的任务数量，如果预计后续任务较多，则本轮分配的任务数量较少，反之本轮会适当多分配一些任务。在完成一轮群智匹配之后，系统会对群智回答的答案遵循“少数服从多数”的思想进行汇总，综合群智任务的结果得到该轮的群智匹配结果，并接受这个匹配结果，即为系统引入了新的知识，帮助算法进行下一轮次的迭代。另一方面，机器汇总出的结果会反馈给群智系统，群智系统可以评估完成了上一轮群智任务的工作者的工作质量，从而调整群智工作者在该领域的积分。按照这个方法不断积累，回答结果被系统采用较多的工作者在相应领域上的积分就会更高，同时，由于这些工作者在这些领域上的回答被接受程度较高，系统也倾向于给这些工作者分配相关领域的问

题。

借助该构建机制，系统可以在总预算有限的情况下，尽量多地完成更多轮次的迭代，从而获取更多的群智匹配结果。

## 2.3 界面设计

### 2.3.1 群智任务管理界面

群智任务通过 Web 界面进行管理。如下图所示是群智任务的管理界面。群智任务管理界面可以通过点击“任务信息”和“分配详情”来查看任务详情。

群智任务管理					退出登录
群智数据平台与分析工具					
群智任务管理					
刷新 创建任务					
ID	标题	描述	领域	操作	
1	群智匹配任务28-2	群智匹配模式匹配任务	企业	任务信息	分配详情
2	威海市医院分类	威海市医院分类	医疗	任务信息	分配详情
64	威海市医院分类	威海市医院分类	医疗	任务信息	分配详情
65	威海市医院	威海市医院	医疗	任务信息	分配详情
66	威海市医院2	威海市医院2	医疗	任务信息	分配详情
67	威海市医院3	威海市医院3	医疗	任务信息	分配详情
68	威海test	威海test	医疗	任务信息	分配详情
69	威海test2	威海test2	医疗	任务信息	分配详情
70	山东	山东	医疗	任务信息	分配详情
71	山东2	山东2	医疗	任务信息	分配详情
72	山东3	山东3	医疗	任务信息	分配详情
73	山东5	山东5	医疗	任务信息	分配详情
74	山东6	山东6	医疗	任务信息	分配详情

CITY EVO 2020

图 群智任务管理界面

### 2.3.2 群智工作者管理界面

群智工作者通过 Web 界面进行管理。如下图所示是群智工作者的

管理界面。群智工作者管理界面可以查看系统中的各工作者，并且可以看到各工作者任务完成的情况。



退出登录				
ID	账号	注册时间	状态	操作
1	Wind	2019-05-08 14:09:21	活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">关闭</a>
2	孙文豪	2019-03-10 10:47:24	非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
3	Zhao Junfeng	2019-02-28 09:15:22	非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
4			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
5			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
6			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
7			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
8			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
9			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
10			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
11	孙文豪	2020-12-07 03:52:23	活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">关闭</a>
12			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
13			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
14			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>
15			非活跃	<a href="#">详情</a> <a href="#">激活</a>

iPCITY EVO 2020

图 群智工作者管理界面

2.3.3 群智小程序界面

群智任务通过微信小程序进行完成，用户利用微信打开群智小程序后，点击“登录”即可注册群智工作者账号。



图 登录界面

用户选择“任务”tab 页面，选择待完成的任务，点击进入任务完成页面，选择自己感兴趣的任務即可开始做任务。



图 群智任务列表页

## 三、接口设计概要

### 3.1 用户注册、登录 API

Path	Meth od	Parameter s	Response	说明
/api/i3city-user/v1/user	POST	String, String, String	UserView	注册 创建 用户账号
/api/i3city-user/v1/user	GET		UserView	查询 当前 登录 的用

				户信息
/api/i3city-user/v1/session/user/login	POST	String, String, UserAuthT ype	UserLogin View	用户登录
/api/i3city-user/v1/session/user/logout	POST		True	用 户 退 出 登 录

### 3.2 群智系统 API

Path	Meth od	Parameter s	Response	说明
/api/i3city-user/v1/user	POST	String, String, String	UserView	注 册 创 建 用户账号
/v1/user/login/check	post	String	String	工 作 者 登 录
/v1/user/user/domain	post	List<String >	True	工 作 者 修 改 自 己 擅 长的领域
/v1/user/current	get		UserDetail	工 作 者 获 取 个 人 信



				息
/v1/task/acceptedTask/list	get	TaskStatus	List<UserTask>	获取属于某一个用户的某个状态的任务
/v1/task/question/condition	get	long	List<Condition>	获取某一个问题的前置条件
/v1/task/question/create	post	List<Condition>, String, String, QuestionType	True	创建一个群智问题
/v1/task/task/accept	post	Long	True	工作者接受任务
/v1/task/task/create	post	String, List<String>, List<long>	True	管理员调用创建任务

		, String, String, TaskType, double, double, long		
/v1/task/task/detail	get	long	Task	通过任务 ID 获取任务详情
/v1/task/task/list	get		List<Task>	获取当前全部可以被完成的任务列表
/v1/task/task/result	get	long	TaskResult	通过任务 ID 获取任务完成情况
/v1/task/userTask/detail	get	long	UserTaskDetail	通过用户任务 ID 获取用户任务详情

/v1/task/userTask/finish	post	long, String	True	工作者调用接口完成群智任务
/v1/manage/worker/detail	get	long	CSUser	通过群智工作者 ID 获取群智工作者详情
/v1/manage/worker/list	get		List<CSUser>	获取群智工作者列表
/v1/manage/worker/userTask/list	get	long	List<UserTask>	通过群智工作者 ID 获取群智工作者工作历史情况