

基于人机协同的潜在意图检测模型*

刘胜航^{1,2}, 朱嘉奇¹, 邓昌智¹, 罗雄飞¹, 王宏安¹

¹(人机交互北京市重点实验室(中国科学院 软件研究所),北京 100190)

²(中国科学院大学,北京 100190)

通讯作者: 朱嘉奇, E-mail: zhujq@ios.ac.cn



摘要: 潜在意图检测旨在通过意图主体行为推理意图主体的隐式意图,从而在更高的层面理解意图主体潜在的真实意图.提出了一种多领域数据环境下人机协同的潜在意图检测模型和技术框架.该意图检测模型扩展了动态意图表示形式 DIS,能够适应多领域数据和交互式推理的意图表示需要.通过定义交互原语,确定了人机协同交互的语法规范.通过功能框架的设计,提供了潜在意图检测的技术实现途径.

关键词: 意图检测;人机交互;潜在意图;隐式意图;意图表示

中文引用格式: 刘胜航,朱嘉奇,邓昌智,罗雄飞,王宏安.基于人机协同的潜在意图检测模型.软件学报,2016,27(Suppl.(2)): 82-90. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/16023.htm>

英文引用格式: Liu SH, Zhu JQ, Deng CZ, Luo XF, Wang HA. Potential intention detecting model based on human-computer collaboration. Ruan Jian Xue Bao/ Journal of Software, 2016, 27(Suppl.(2)):82-90 (in Chinese). <http://www.jos.org.cn/1000-9825/16023.htm>

Potential Intention Detecting Model Based on Human-Computer Collaboration

LIU Sheng-Hang^{1,2}, ZHU Jia-Qi¹, DENG Chang-Zhi¹, LUO Xiong-Fei¹, WANG Hong-An¹

¹(Beijing Key Laboratory of Human-Computer Interaction (Institute of Software, The Chinese Academy of Sciences), Beijing 100190, China)

²(University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: Potential Intention Detection aims to detect implicit intention by user behavior, so as to understand the real intention of the users at a higher level. A human-computer interaction model as well as the corresponding technical framework for intention understanding and reasoning is presented under multi-domain data environment. An extension of Dynamic Intention Structure (DIS) is proposed to adapt to the requirement of multi-domain data and interactive reasoning. A set of interactive primitives is provided to regulate human-computer interface. The technical framework makes it technically possible to implement a system to deduce potential intention.

Key words: intention reasoning; human-computer interaction; potential intention; implicit intention; intention representation

意图主体是具备独立意图行为的 1 个个体或多个个体的组合.潜在意图检测旨在通过意图主体行为来推理意图主体的隐式意图,从而在更高的层面理解意图主体潜在的真实意图.随着大数据时代的到来,互联网、物联网、通信、金融、交通等不同领域的的数据不断交叉融合,催生了超越以往任何时代的巨量复杂数据,这给潜在意图检测的研究带来了新的机遇与挑战.一方面,大数据环境融合了多个领域的的数据,由于各领域数据规范的不同,很难做到数据的统一和集成;另一方面,由于数据体量庞大,使用传统人工智能技术很难在可控时间范围内获得及时有效的推理结果.

* 基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)(2013CB329305); 国家自然科学基金(61232013, 61402452, 61202217)

Foundation item: National Program on Key Basic Research Project of China (973) (2013CB329305); National Natural Science Foundation of China(61232013, 61402452, 61202217)

收稿时间: 2015-06-01; 采用时间: 2016-01-05

在金融审计、经济侦查、社会行为分析等具体潜在意图检测应用场景中,意图检测初期只存在少量疑点个体或显式意图数据,分析过程需要根据少量的疑点数据反复在不同领域数据中检索相关的疑点意图数据,建立起疑点个体之间的联系.关联的疑点个体共同组成意图主体,当疑点个体的关联关系满足特定规则时,则可以判定由疑点个体组成的意图主体的潜在意图.

通常情况下,为得到满意的潜在意图检测结果,分析与推理过程一般离不开机器和人的相互协作与优势互补.由于多领域数据的意图检测比单领域数据意图检测的难度要大得多,所以更需要人机协同来完成整个检测过程.一方面,从计算机的角度出发,强调计算机的计算能力和人工智能能力,充分利用高性能处理能力、智能搜索技术和数据挖掘技术减轻人的工作量;另一方面,从人作为分析主体和需求主体的角度出发,将人所具备的、计算机并不擅长的认知能力,融入到意图检测和分析推理的过程中.

本文提出了一种基于人机协同的潜在意图检测模型和技术框架.在基于人机协同的潜在意图检测模型中,通过定义和扩展动态意图表示形式(dynamic intention structure,简称DIS),适应多领域数据和交互检测的意图表示需要;通过分析潜在意图检测流程,确定潜在意图检测过程中人和计算机的任务分工,并定义了人机协同交互原语.在技术框架中,设计出了功能框架,明确了各模块的功能及关系,并对其中的关键技术进行了分析和设计.

本文第1节介绍与潜在意图检测研究相关的国内外研究现状.第2节在DIS意图表示形式的基础上,设计了适合大数据环境和交互式潜在意图检测的意图表示形式DIS+.第3节阐述了基于人机协同的潜在意图检测模型设计.第4节介绍了基于人机协同的潜在意图检测技术框架.第5节以金融行业担保贷款风险为例,介绍了多领域数据的交互式潜在意图检测过程.第6节对本文进行了总结.

1 国内外研究现状

潜在意图的理解过程遵循了溯因推理的思想.溯因推理是一种由果溯因,推理事实最佳解释的逆向推理方法.溯因推理思想最初由逻辑学家Peirce提出^[1].在皮尔斯研究的基础上,Hanson、Gilbert等人从不同的角度对溯因推理进行了深度分析^[2,3].2012年,Janicek将溯因推理应用在持续对话理解研究上^[4].本文将各领域数据构建的显式意图视为事实,将可能造成该显式意图的隐式意图视为其原因.所以,基于溯因推理的思想,潜在意图检测过程就是基于显式意图推理最合理隐式意图的过程.

在大数据环境下,为解决多领域数据潜在意图检测问题,首先需要确定合理的意图表示形式,其关键在于能够表达意图主体的主意图及该主意图下各个体意图之间的关系.意图表示与意图协作技术的研究已历经30余年的时间^[5,6].2008年,Hunsberger与Ortiz提出了DIS意图表示形式^[7],该模型的提出解决了多Agent环境下不完整意图的表示,以及各Agent意图之间的依赖关系表示的问题.但在大数据环境下,显式意图和隐式意图都会与多领域数据有直接或者间接的联系,在潜在意图检测过程中,意图表示形式需要能够在意图和数据之间建立联系.所以,本文对DIS进行了扩展,定义了DIS+意图表示形式,用于在意图中体现多领域数据环境及子意图必要程度等信息,以其作为人机协同潜在意图检测的基础.

在潜在意图检测的研究中,当前一部分研究工作集中在多Agent环境下如何基于上下文理解用户的隐式意图^[6,8];另一部分研究工作集中在如何基于个体意图获取群体意图^[9,10].但没有针对大数据环境下的多领域数据进行的潜在意图检测研究.

2 意图表示

意图是一种代表正在开展行动或未来开展行动意向性的心理状态^[11].为更清晰地描述意图表示形式和人机协同的潜在意图检测模型,首先给出本文所使用的意图相关名词的定义.

定义1(意图主体). 意图主体是参与意图的具备独立意图行为的1个个体或多个个体的组合.

定义2(基本意图). 基本意图是在单领域数据范围内,依据基本意图构建规则构建的以单一个体为意图主体,以单一意图为意图类型的意图,基本意图不能包含子意图.基本意图均为显式意图.

定义3(复杂意图). 复杂意图是由基本意图组成,表达确定意图的具有层次关系或关联关系的意图组合.

定义 4(组合意图). 组合意图是由确定性的相关基本意图或组合意图组成的意图组合.组合意图是具有确定性特征的复杂意图.组合意图均为显式意图.

定义 5(隐式意图). 隐式意图是基于显式意图推理出的,隐含在显式意图中的意图.隐式意图是具有非确定性特征的复杂意图.

定义 6(主意图). 主意图是一类特殊的复杂意图,是不作为其他意图子意图的复杂意图.本文中的潜在意图即为主意图.

Hunsberger 和 Ortiz 提出 DIS 动态意图表示形式的目的在于在多 Agent 环境下表示协作的 Agent 之间的逐步增加和演化的联合计划和意图.其不但可以表示未完成的意图及其演化过程,更重要的是可以表示父意图和子意图之间的从属关系和子意图之间的依赖关系,同时可以通过转换规则转化为一阶逻辑,所以适合作为潜在意图检测过程中的意图表示形式.但在多领域数据交互式意图检测中,DIS 一方面缺少意图与各领域数据联系的表示方式,另一方面在交互式意图推理中缺少量化的交互指标.所以,本文对 DIS 结构进行了扩展,设计了 DIS+结构.一方面,通过添加 Domain 域,建立意图与各领域数据集之间的联系;另一方面,通过在 SubBoxes 中添加必要项/可选项等指标来指导交互式推理过程,加快潜在意图检测过程.DIS+意图表示形式未改变 DIS 结构中参数定义、意图类别的表示方式、意图间的关联关系,所以 DIS+意图表示形式仍可按 DIS 结构一阶逻辑转换规则转化为一阶逻辑表达式.

DIS+意图表示形式如下:

ID/Agt/Group:	#意图标识号/个体编号/群组编号
ExVars:	#自定义意图参数信息
DefVars:	#引用意图参数信息
Domain:	#基本意图对应数据域及关联数据包编号
IntentionType:	#意图类别
SubBoxes:	#意图所包含的子意图及必要性参数
Conds:	#参数解释信息或限制性信息

例 1:企业 C1 在银行 B1 为企业 C2 贷款提供担保,企业 C2 在银行 B2 为企业 C1 提供担保,C1、C2 形成互保.下面的意图表示中,D1a 表示企业 C1 在银行 B1 为企业 C2 提供担保,是基本意图,|| D1a || 为 D1a 的一阶逻辑表达式;D1b 表示企业 C2 在银行 B1 为企业 C1 提供担保,是基本意图,|| D1b || 为 D1b 的一阶逻辑表达式;D1 表示企业 C1 与企业 C2 形成互保,是主意图,|| D1 || 为 D1 的一阶逻辑表达式.

D1a =	ID/Agt: id1a/C1
	ExVars: C2,B1
	Domain: Internet(ds1)
	IntentionType: guarantee@for(C2)@in(B1)
	Conds: Company(C1), Company(C2), Bank(B1)

|| D1a || = $IntTh(C1, id1a, (\exists C1)(Company(C1)) \wedge (\exists C2)(guarantee@_for(C2)@in(B1)) \wedge Company(C2) \wedge Bank(B1))$

D1b =	ID/Agt: id1b/C2
	ExVars: C1,B1
	Domain: Finance
	IntentionType: guarantee@for(C1)@in(B2)
	Conds: Company(C2), Company(C1), Bank(B2)

|| D1b || = $IntTh(C2, id1b, (\exists C2)(Company(C2)) \wedge (\exists C1)(guarantee@_for(C1)@in(B2)) \wedge Company(C1) \wedge Bank(B2))$

$$\begin{aligned}
 & \text{ID/Agt/Group: } id1/G1/GR \\
 & \text{DefVars: } (C2, \{\text{Sel}(C1, _, "C2", id1a)\}), (C1, \{\text{Sel}(C1, _, "C1", id1b)\}) \\
 & \text{IntentionType: } \text{guaranteecircle@obj}(C1)\text{@obj}(C2) \\
 & \text{SubBoxes: } (id1a, \text{necessary}), (id1b, \text{necessary}) \\
 & \text{Conds: } \text{Company}(C1), \text{Company}(C2) \\
 \\
 & \| D1 \| = \text{IntTh}^*(G1, id1, GR, \langle \lambda a1. \lambda a2. \Psi1 \wedge \Psi2 \wedge \Psi3 \rangle) \\
 & \text{其中,} \\
 & \Psi1 \equiv \text{Done}(\text{guaranteecircle@Agt}(GR)\text{@obj}(C1)\text{@obj}(C2)) \\
 & \Psi2 \equiv \text{Achieved}(C1, (\exists C2)(\text{guarantee@or}(C2)\text{@in}(B1)) \wedge \text{Company}(C2) \wedge \text{Bank}(B1)) \\
 & \Psi3 \equiv \text{Achieved}(C2, (\exists C1)(\text{guarantee@or}(C1)\text{@in}(B2)) \wedge \text{Company}(C1) \wedge \text{Bank}(B2))
 \end{aligned}$$

3 人机协同的潜在意图检测模型

在大数据环境下,潜在意图检测的目的是获得意图主体的主意图,以及主意图下各个体意图之间的关系.在多领域数据环境下,各领域数据有不同的表示形式和自身规律,各领域数据的显式意图构建和隐式意图推理的规则也不尽相同.但在意图推理过程中,各领域数据均可以通过意图主体联系起来,所以意图主体是各领域数据联系的纽带.

潜在意图检测的关键在于设计一种合理的意图检测方法,以使主体行为到主体意图的推理过程合理有效.基于以上分析,本文提出了一种基于人机协同的潜在意图检测模型,以完成大数据环境下意图主体的潜在意图检测.该模型基于溯因推理的思想,采用人机协同交互模式,由计算机完成基本意图生成、隐式意图检测、意图主体推荐等确定性计算处理任务,由人完成初始意图主体输入、隐式意图检测方向确认、意图主体范围确认等不确定认知任务.

3.1 潜在意图检测模型

人机协同潜在意图检测模型遵循人机交互模型的基本思想,首先通过意图表示形式屏蔽各数据域数据规范不一致对意图推理的影响,然后通过隐式意图可能性检测和人机协同分析简化意图检测复杂度,最终完成意图主体潜在意图的判定.潜在意图检测模型如图 1 所示.

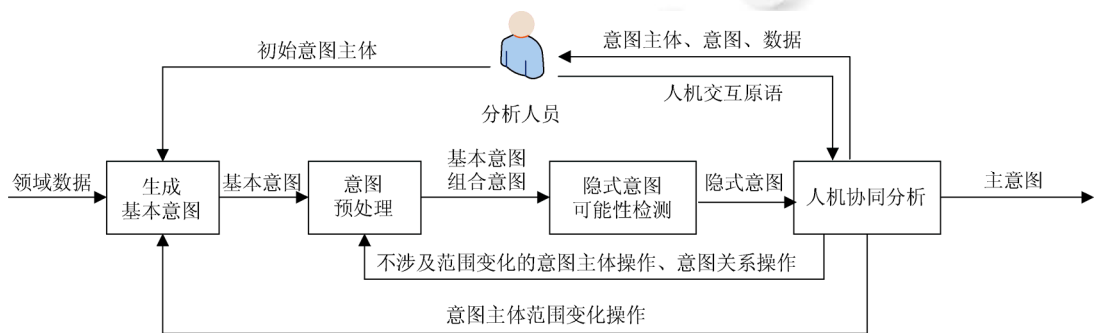


Fig.1 Potential intention detecting model based on human-computer collaboration

图 1 人机协同的潜在意图检测模型

主意图的产生是分析人员与计算机通过多轮人机协同分析,渐进式确定意图主体范围及潜在意图模式的过程.潜在意图检测初期,分析人员先向计算机提供初始意图主体;计算机通过对各领域数据的检索,生成基本意图,通过隐式意图可能性检测,根据基本意图的关联关系,得出可能存在的隐式意图;然后通过分析人员与计算机的交互分析,确定隐式意图检测方向、意图主体范围等信息;计算机再根据分析人员反馈的信息生成新的意图主

体、基本意图及隐式意图;最终,由分析人员完成主意图的确认,计算机完成相关意图主体和关联关系的管理。

3.2 交互原语

人机协同潜在意图检测模型的最大特点在于通过人机交互方式完成潜在意图的推理.本文基于意图检测模型设计了人机交互原语.我们将交互原语分为4个类别,分别为检测控制操作交互原语、意图主体操作交互原语、意图关系操作交互原语和意图选择操作交互原语,见表1.交互原语用以下四元组方式组织:

(交互类别,用户动作,参数,时间标签)

Table 1 HCI primitive

表1 人机交互原语

交互原语	交互类别	参数	解释
StartReasoning	检测控制操作	null	启动检测
StopReasoning	检测控制操作	null	结束检测
UndoReasoning	检测控制操作	null	检测撤销
RecoveryReasoning	检测控制操作	null	检测恢复
AddVertex	意图主体操作	Vertex, Property	添加意图主体
DeleteVertex	意图主体操作	Vertex	删除意图主体
MergeVertex	意图主体操作	List<Vertex>, Property	合并意图主体(合并的意图主体需要属于相同类别或从属类别)
SplitVertex	意图主体操作	Vertex	拆分意图主体(拆分的意图主体只限于合并过的意图主体)
AddVertexRemark	意图主体操作	Vertex, Remark	添加意图主体备注
DeleteVertexRemark	意图主体操作	Vertex	删除意图主体备注
ModifyVertexRemark	意图主体操作	Vertex, Remark	修改意图主体备注
QueryDataByVertex	意图主体操作	Vertex	查询意图主体相关数据
AddEdge	意图关系操作	SVertex, DVertex, Property	添加关系
DeleteEdge	意图关系操作	Edge	删除关系
MergeEdge	意图关系操作	List<Edge>, Property	合并关系(合并关系只限于关系具有相同的意图主体起点和终点)
SplitEdge	意图关系操作	Edge	拆分关系(拆分的意图只限于合并过的关系)
AddEdgeRemark	意图关系操作	Edge, Remark	添加关系备注
DeleteEdgeRemark	意图关系操作	Edge	删除关系备注
ModifyEdgeRemark	意图关系操作	Edge, Remark	修改关系备注
QueryDataByEdge	意图关系操作	Edge	查询意图关系相关数据
ImplicitIntentionSelect	意图选择操作	Intention	选择一个隐式意图,触发展示交互
CombinedIntentionSelect	意图选择操作	Intention	选择一个组合意图,触发展示交互
BasicIntentionSelect	意图选择操作	Intention	选择一个基本意图,触发展示交互
ComfirmPotentialIntention	意图选择操作	Intention	确认主意图

4 人机协同的潜在意图检测框架

为保证人机协同的潜在意图检测模型的实际应用,本文给出了人机协同的潜在意图检测技术框架,如图2所示。

交互式意图推理技术框架主要由9个主要功能模块组成:

- (1) 交互界面是人机交互的媒介,负责完成人机交互原语接收和可视化展示;
- (2) 可视化展示与交互控制器承担人与计算机之间交互原语转换的任务;
- (3) 交互式意图检测总控制器通过对可视化展示与交互控制器、基本意图构建器、组合意图构建器、隐式意图推理机的控制来完成交互式意图推理任务;
- (4) 基本意图构建器负责完成基本意图的获取与管理;
- (5) 组合意图构建器接收从总控制器发送来的意图组合操作指令,完成当前上下文中组合意图的构建和修改,组合意图的构建基于图计算引擎进行;
- (6) 隐式意图推理机在基本意图构建和组合意图构建的基础上,根据隐式意图推理规则库规则,推理出最合理的隐式意图列表,隐式意图的推理也基于图计算引擎进行;

(7) 算法规则库主要包括交互原语知识库、图计算算法库和隐式意图推理规则库。其中,交互原语知识库维护了人的操作与推理控制之间的关系;图计算算法库维护了组合意图检测及隐式意图推理可能用到的图匹配算法;隐式意图推理规则库维护了由子图组成的隐式意图推理规则;

(8) 图计算引擎按图计算算法库完成简单图处理、规则图查找和子图匹配等任务,为组合意图构建和隐式意图推理提供服务;

(9) 意图检测上下文环境管理器维护了意图主体、基本意图、组合意图和隐式意图信息,并记录了这 4 类信息在交互推理过程中的变化,通过推理环境上下文堆栈完成这 4 类信息的同步维护。

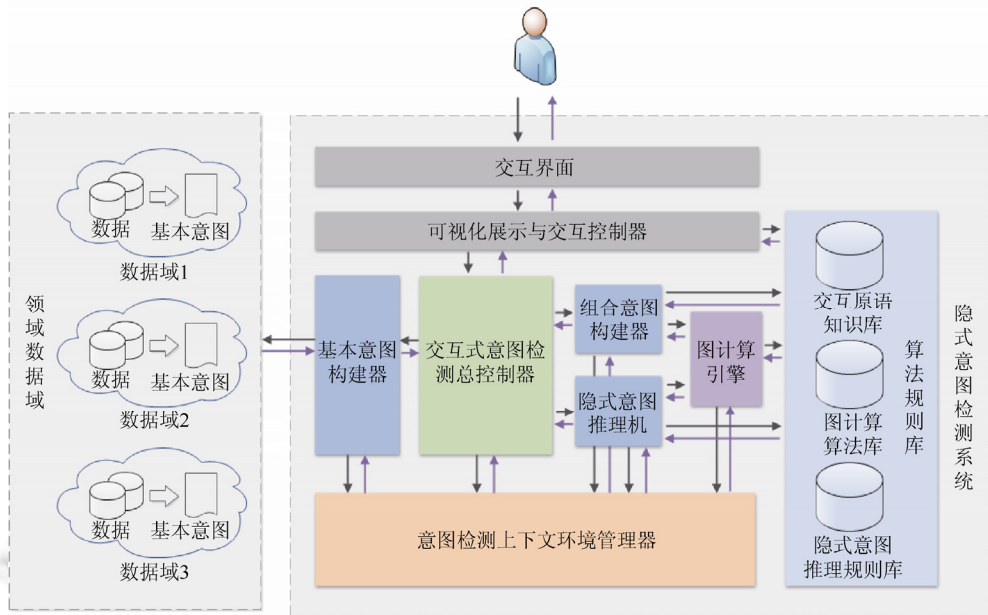


Fig.2 Potential intention detecting technical framework based on human-computer collaboration

图 2 人机协同的潜在意图检测技术框架

4.1 意图检测数据结构

意图检测数据结构需要根据交互式意图检测控制、意图检测信息展示、意图检测过程回溯等多个方面的需求维护意图主体、基本意图、组合意图和隐式意图 4 类信息。同时,考虑到意图检测过程可回溯性,数据结构需要维护推理检测过程数据。根据上述要求,意图检测数据结构划分为 3 个层次管理,分别为全表信息层、检测状态信息层和回溯信息层。全表信息层维护推理检测过程开始到结束所涉及的全量信息,由意图主体全表、基本意图全表、组合意图全表和隐式意图全表组成;检测状态信息层维护了当前检测状态的信息,其并不直接维护意图主体和意图的具体信息,而是通过索引关键字从全表信息层的相应全表中获取具体信息,由关键主体列表、相关主体列表、基本意图列表、组合意图列表和隐式意图列表组成;回溯信息层维护了回溯信息堆栈,该堆栈以增量方式记录检测状态信息层维护的 5 个列表的变化情况。意图检测数据结构如图 3 所示。

4.2 意图检测控制

意图检测过程的控制和意图检测结果的确认均由人来主导完成。所以意图检测控制的关键在于分析人员发出人机交互指令后,计算机以何种方式完成意图检测过程。

当分析人员向计算机发出人机交互原语后,可视化展示与交互控制器根据原语类别和用户动作生成相应的检测任务,并将任务发送给交互式意图检测总控制器。交互式意图检测总控制器通过控制基本意图构建器、组合意图构建器和隐式意图构建器完成检测任务的执行。如图 3 所示,标号为①的箭头表示基本意图构建器根据

关键主体列表和相关主体列表,从各数据域获得基本意图列表;标号为②的箭头表示组合意图构建器基于基本意图列表,根据意图检测规则,检测确定的组合意图信息;标号为③的箭头表示隐式意图推理器基于基本意图列表、组合意图列表,根据隐式意图检测规则,检测出潜在意图信息。

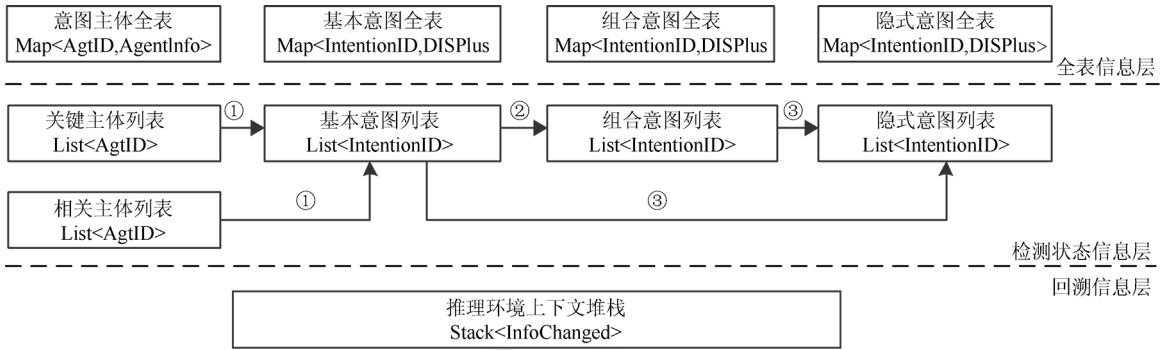


Fig.3 Intention detection data structure

图 3 意图检测数据结构

5 案例分析

潜在意图检测的应用涉及到社会的各个行业,本文以金融行业企业贷款风险控制为实验场景,说明人机协同意图检测的优势.金融行业企业贷款风险控制一般从企业关联关系、企业评级、资金链等信息入手,检查企业贷款的风险情况和违规行为。

面对以上风险控制问题,银行业当前主要做法是对不同风险问题进行审计建模,获得可能存在问题的企业列表及信息列表,再通过人工方式进行逐条核查.这种模式主要存在 3 个问题:一个是审计建模后,计算机计算的时间复杂度较大,如在多家互保中,互保企业层次达到 3 级后,计算担保圈的审计模型时间复杂度呈指数级别增长,造成效率极低;二是审计模型固定,面对可能的新问题只能以建立新审计模型的方式来解决;三是异构数据不易处理,缺少统一的意图表达形式,造成无法同时利用多领域数据进行审计分析。

在实验中,我们通过模拟银行审计场景,使用潜在意图检测器推理重点企业可能存在的贷款风险。

5.1 场景描述

数据环境:银行金融数据域(finance)和互联网数据域(internet).具体数据基于当前银行审计数据环境模拟生成。

推理要求:企业 C1、企业 C2 是银行的重点企业,推理其可能存在的贷款风险。

5.2 交互式意图推理过程

交互式意图推理经历了 5 个过程。

过程 1:分析人员以贷款担保风险为推理范围启动推理过程.将重点企业 C1、C2 添加到关键主体列表中;

过程 2:计算机以企业 C1、企业 C2 作为关键主体,通过基本意图推理获得以 C1、C2 为关键主体的基本意图信息.在银行金融数据域和互联网数据域的模拟数据中,我们得到与企业 C1、C2 相关的 3 个基本意图及 2 个限制条件,如图 4(a)所示.3 个基本意图来源于银行金融数据域,分别为:C1 给 C4 提供担保,C1 给 C5 提供担保,C2 给 C3 提供担保;2 个限制条件来源于互联网数据域,分别为:C2 为 C4 的母公司,C1 为 C3 的母公司;

过程 3:由于该主体关系不符合任何担保风险模型,所以计算机无法确定企业 C1 和企业 C2 是否存在担保风险.但通过人为分析,该主体关系存在多家互保风险.分析人员通过添加关键主体和合并关键主体两步操作,完成 C1 与 C3 的合并及 C2 与 C4 的合并。

过程 4:计算机接收到添加关键主体和合并关键主体的命令后,通过组合意图构建器完成意图的重新构建,

通过隐式意图推理机的推理,可确认 G1 和 G2 形成多家互保,计算机将重新构建的意图信息和多家互保推理结果在界面展示,如图 4(b)所示;

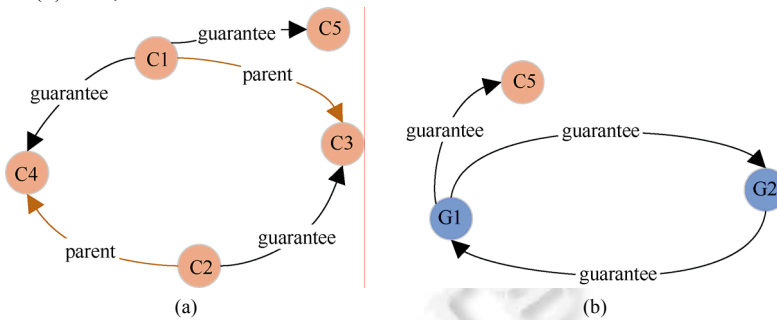


Fig.4 Intention graph

图 4 意图关系图

过程 5:意图推理的结果通过交互界面展示,分析人员最终确认主体潜在意图并结束推理,由计算机生成最终的意图结构。

结论:意图主体企业 C1、企业 C2、企业 C3 和企业 C4 形成多家互保。

由此可见,在大数据的多领域数据环境下,由于担保样式的多样性,使用银行现有的多家互保推理方式,计算机无法从贷款担保信息中准确定位出有特殊性质的担保风险。我们采用人机协同技术,充分利用人的认知能力和计算机的逻辑运算能力,可以获得更准确的推理结果,推理的过程也更加高效。

6 结 论

本文基于现有潜在意图检测技术的研究,充分考虑多领域数据环境特点,提出了多领域数据环境下的人机协同潜在意图检测模型,并在此模型的基础上,设计了人机协同潜在意图检测框架。本文提出的潜在意图人机协同交互模型和技术框架在框架层面解决潜在意图检测准确性和推理的效率,其中的处理细节和实现技术将在以后的研究中细化。其中最主要的两个研究内容为:意图主体关系图与潜在意图关系图规则匹配度的计算;交互式潜在意图检测可视化技术的研究。这两个研究内容都是借助计算机为人提供更准确的导向性信息,使人可以做出更准确的判断,从而进一步缩短潜在意图检测过程。

References:

- [1] Fann KT. Peirce's Theory of Abduction. The Hague: Martinus Nijhoff, 1970.
- [2] Hanson NR, Paul F. Schmidt. Patterns of Discovery. American Journal of Physics, 1959,27(4):285.
- [3] Gilbert H. Harman: The Inference to the Best Explanation. The Philosophical Review, 1965,74(1):88-95.
- [4] Janicek M. Abductive reasoning for continual dialogue understanding. LNCS 7415, Berlin: Springer-Verlag, 2012. 16-31.
- [5] Cohen PR, Levesque HJ. Intention is choice with commitment. Artificial Intelligence, 1990,42:213-261.
- [6] Dignum F, Meyer JJC, Wieringa RJ, Kuiper R. A modal approach to intentions, commitments and obligations: Intention plus commitment yields obligation. In: Brown MA, Carmo J, eds., Deontic logic, agency and normative systems, 1996. 80-97.
- [7] Hunsberger L, Ortiz CL. Dynamic intention structures I: A theory of intention representation. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 2008,16(3):298-326.
- [8] Liu R, Zhang XL, Li SP. Use context to understand user's implicit intentions in Activities of Daily Living. In: Proc. of 2014 IEEE Int'l Conf. on Mechatronics and Automation (ICMA), 2014. 1214-1219.
- [9] Castelfranchi C. Commitments: From individual intentions to groups and organizations. ICMAS, 1995,95:41-48.
- [10] Grosz BJ, Hunsberger L. The dynamics of intention in collaborative activity. Cognitive Systems Research, 2006,7(2):259-272.
- [11] Fitting M, Mendelsohn RL. First-Order modal logic. Dordrecht: Kluwer, 1998.

- [12] Tian F, Cheng C, Chen YD, Dai GZ. Virtual assembly toolkit: A 3D interaction platform for virtual assembly. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2002,14(3):193-198 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献:

- [12] 田丰,程成,陈由迪,戴国忠.面向虚拟装配的三维交互平台.计算机辅助设计与图形学学报,2002,14(3):193-198.



刘胜航(1980-),男,河北永清人,工程师,主要研究领域为交互式意图理解,可视交互分析.



罗雄飞(1977-),男,博士,工程师,主要研究领域为人机交互技术.



朱嘉奇(1982-),男,博士,助理研究员,CCF会员,主要研究领域为复杂事件处理,互联网挖掘,实时推理.



王宏安(1963-),男,博士,博士生导师,CCF高级会员,主要研究领域为人机交互技术.



邓昌智(1978-),男,博士,高级工程师,主要研究领域为人机交互,信息可视化.

www.jos.org.cn