

AI 驱动 软件研发 全面进入数字化时代

中国·深圳 11.24-25

AI+
software
Development
Digital
summit



智能需求工程的两个方面: AI4RE和RE4AI

李智

教育区块链与智能技术教育部重点实验室
广西师范大学

科技生态圈峰会 + 深度研习



—1000+ 技术团队的选择



K+全球软件研发行业创新峰会

会议时间：2024.05.24-25



K+全球软件研发行业创新峰会

会议时间：2024.09.20-21



AI+ 软件研发数字峰会

会议时间：2023.11.24-25



AI+ 软件研发数字峰会

会议时间：2024.07.19-20



AI+ 软件研发数字峰会

会议时间：2024.11.15-16

▶ 演讲嘉宾



李 智

“智能需求工程”提出者/CNCC需求工程论坛共同主席

中国计算机学会 (CCF) 杰出会员，担任CCF软件工程专业委员会常务委员、服务计算、系统软件、形式化方法专委委员，中国人工智能学会(CAAI)人工智能逻辑专业委员会会员，IEEE/ACM高级会员。复旦大学学士，英国硕士、博士、博士后(留学时间长达9年)。进入学术研究领域之前曾经有10年以上从事专业技术工作。获得国家自然科学基金项目3项、省部级项目4项，发表学术论文50余篇(含CCF-A类期刊论文4篇，并3次获得国际学术会议最佳论文奖)，在中国计算机大会(CNCC)技术论坛、国际软件质量工程峰会(iSQE)等学术会议上做邀请报告16次。TASE19会议大会主席、NASAC14会议程序委员会副主席、《专家系统:知识工程》期刊副主编。

目录

CONTENTS

1. 背景和问题: **智能需求工程根源 & 基础、变更、错误、跨领域**
2. 解决思路/整体方案/实践: **建模、验证、评价、抽象与精化**
因果推理、度量、NLP、LLM
3. 总结与展望: **智能需求工程的未来 - 通用工智能AGI**

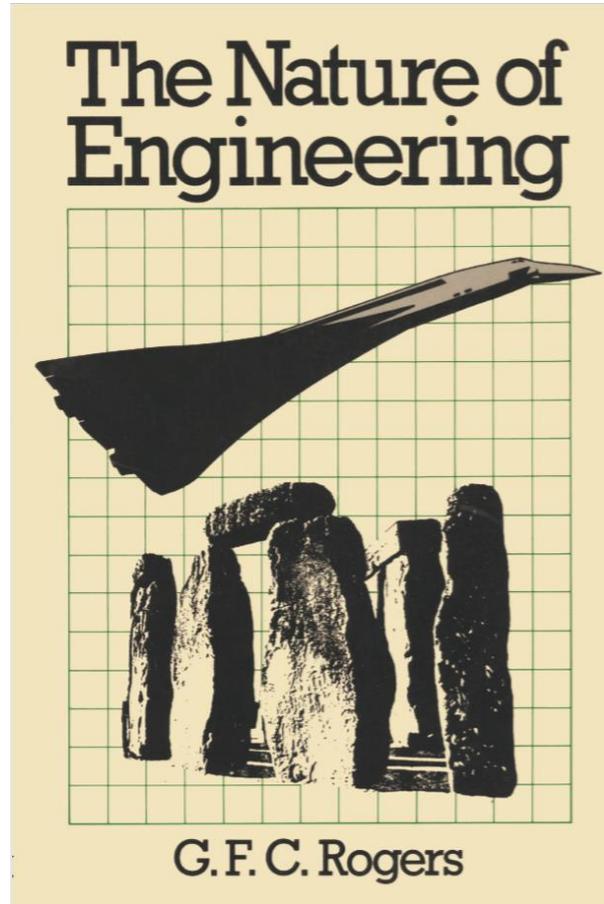
PART 01 背景和问题

智能需求工程根源 & 基础

需求变更、错误、跨领域鸿沟

▶ 智能需求**工程**根源和基础(Intelligent RE is rooted in Engineering)

:



“Engineering refers to the practice of organizing the design and construction of any **artifice** which transforms the **physical world** around us to meet some recognized **need**.”

“工程是指安排设计和构建**人工制品**的实践活动，它改造我们周围的**物理世界**以满足某些确认的**需求**。”

图片及定义来源：G F C Rogers; *The Nature of Engineering: A Philosophy of Technology*; Palgrave Macmillan, 1983

▶ 任何“工程”都具备的三要素

“工程是指安排设计和构建人工制品的实践活动，它改造我们周围的物理世界以满足某些确认的需求。”

土木工程

- 人工制品：建筑，
- 物理世界：空间，
- 需求：保暖，



医药工程

- 药品，
- 人体，
- 治病，



软件工程

- 软件(美团)
- 环境(某城市)
- 需求(点外卖)



图片及定义来源：G F C Rogers; *The Nature of Engineering: A Philosophy of Technology*; Palgrave Macmillan, 1983

软件工程的三要素

软件产品 接口 物理环境 满足 需求(约束)

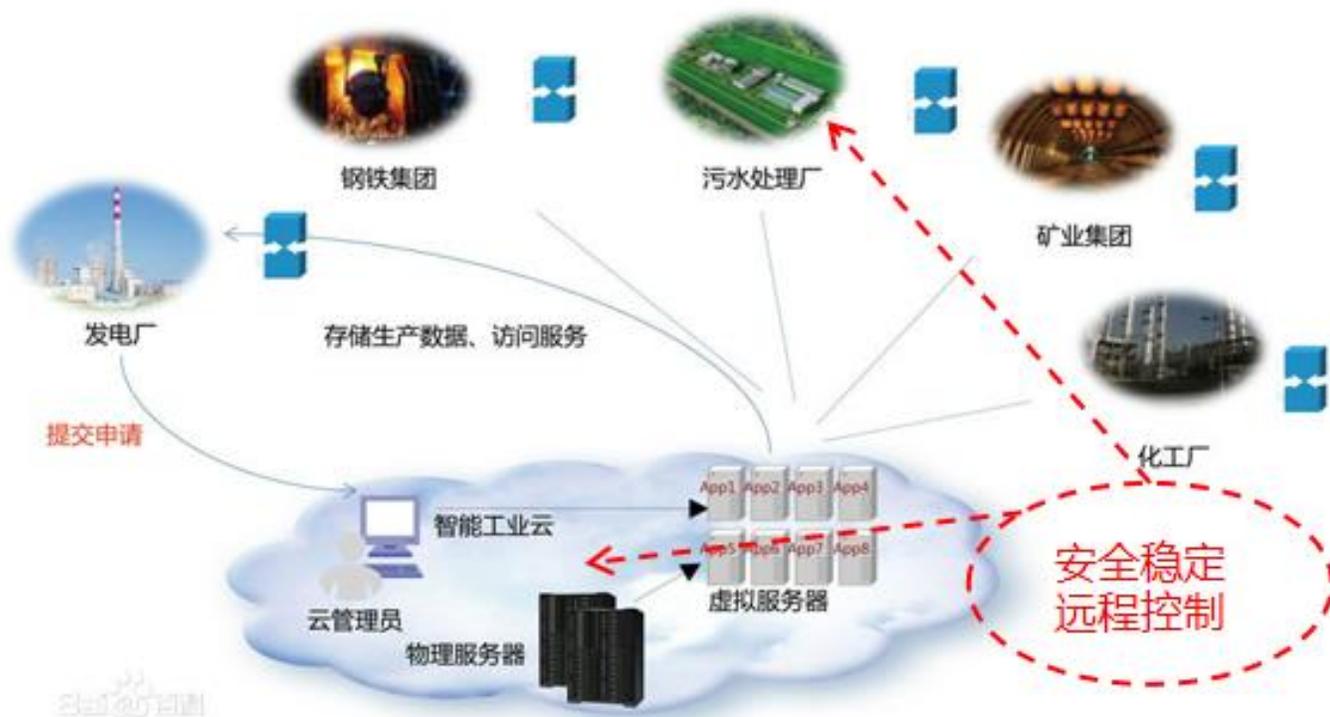


图片来源百度图库

问题：
需求如何表达？ 本质是什么？

软件工程的三要素

软件产品 接口 物理环境 满足 需求(约束)



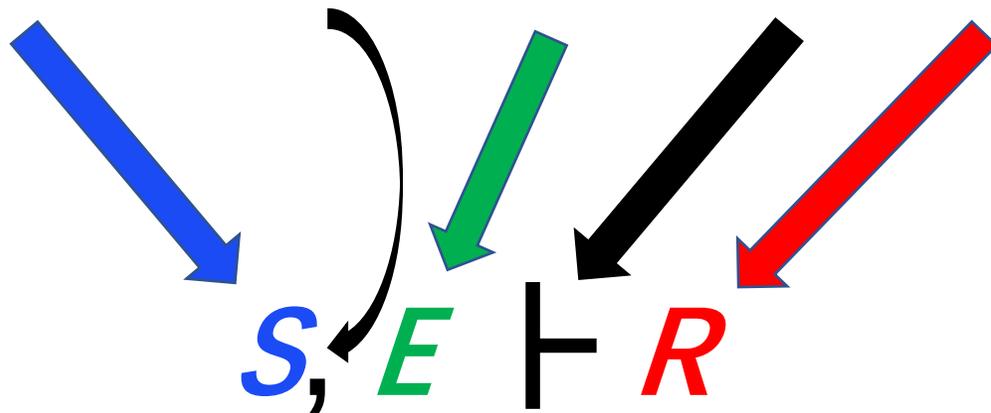
需求包含：软件产品的约束（软件规格）、物理环境的约束（行为/现象）、两者之间交互全局的约束（目标/场景/问题）

问题：

判定需求工程阶段性成功的标准是什么？

► 软件工程中的三要素

软件产品 接口 物理环境 满足 需求(约束)*



这是被称为需求工程中的“ $E=mc^2$ ”理论**

可满足关系“ \vdash ”是否为真，是判定RE阶段性成功与否的标准

*Michael Jackson and Pamela Zave. *Deriving specifications from requirements: an example*. Proceedings of the 17th International Conference on Software Engineering, ICSE '95, Seattle, Washington, USA, pages15–24, , April 1995

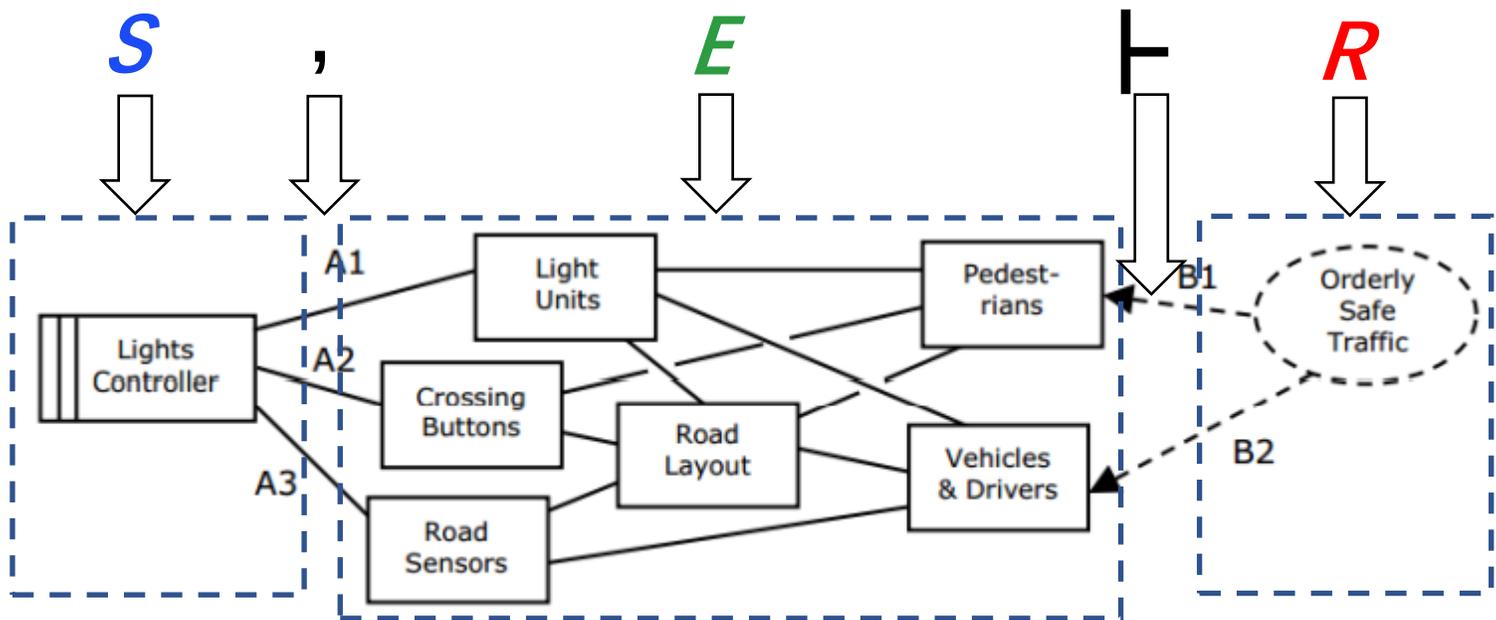
**Anthony Hall, *E=mc² Explained*, in *Software Requirements and Design: The Work of Michael Jackson, ed. Bashar Nuseibeh and Pamela Zave, Chatham, NJ Good Friends Publishing Company, 2010.

需求工程中的元理论及其实例化

“ $S, E \vdash R$ ”是需求工程中的“**Meta-Theory**”(元理论)-顶层逻辑!

问题框架(Problem Frames*)是该元理论的**实例化**(问题图+表格, 如下)!

交通控制**问题图****+领域、需求及规格描述表:



名称	类型	描述
Lights Controller	机器(S)	.....
Light Units	领域(E)	.....
Crossing Buttons	领域(E)	.....
Road Sensors	领域(E)	.....
Road Layout	领域(E)	.....
Pedestrians	领域(E)	.....
Vehicles & Drivers	领域(E)	.....
Orderly Safe Traffic	需求(R)	.....

*Michael A. Jackson. Problem Frames: Analyzing and Structuring Software Development Problems. Boston: Addison-Wesley, 2001.

[英]杰克逊著, 金芝译. 软件开发问题框架: 现实世界问题的结构化分析. 机械工业出版社, 2005年2月出版

**Michael A. Jackson. Jackson, M. A. 2006. What Can We Expect From Verification? IEEE Computer. 39, 10 (Oct. 2006), 53-59

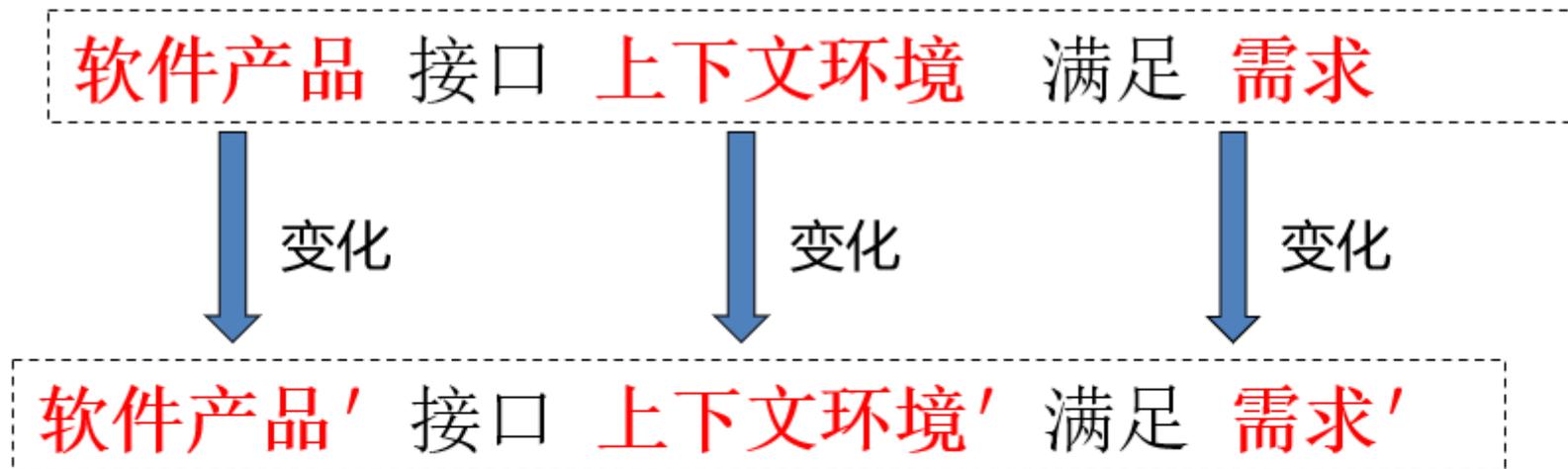
问题：

“ S 代表软件， R 代表需求，环境 E 真的有必要吗？”

非常有必要！

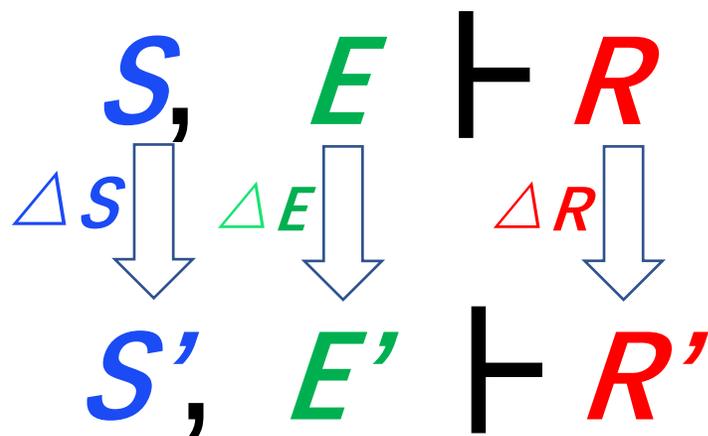
因为 RE 中遇到的痛点问题都与之高度相关！

▶ 变化的需求：变化的三种来源



- 软件产品变化：代码重构、换新的编程语言.....
- 上下文环境变化：设备故障、范围变大.....
- 需求变化：用户改注意、增加或减少.....

▶ 应对变更的方法



变更 ΔS 属于设计和实现，由设计实现人员负责更新(e.g.重构、返工)；
变更 ΔR 属于需求分析，由需求工程师负责更新(e.g.除错、重写)；
变更 ΔE 属于需求分析，由领域专家负责教、需求工程师负责学和更新。

▶ 导致 ΔR 的原因(需求工程师/系统分析员的痛点):

图片来源百度图库



▶ 导致 ΔE 的原因(需求工程师/领域专家的痛点):

图片来源
百度图库



跨领域问题

领域专家

需求工程师

基于AI的问题模型精化

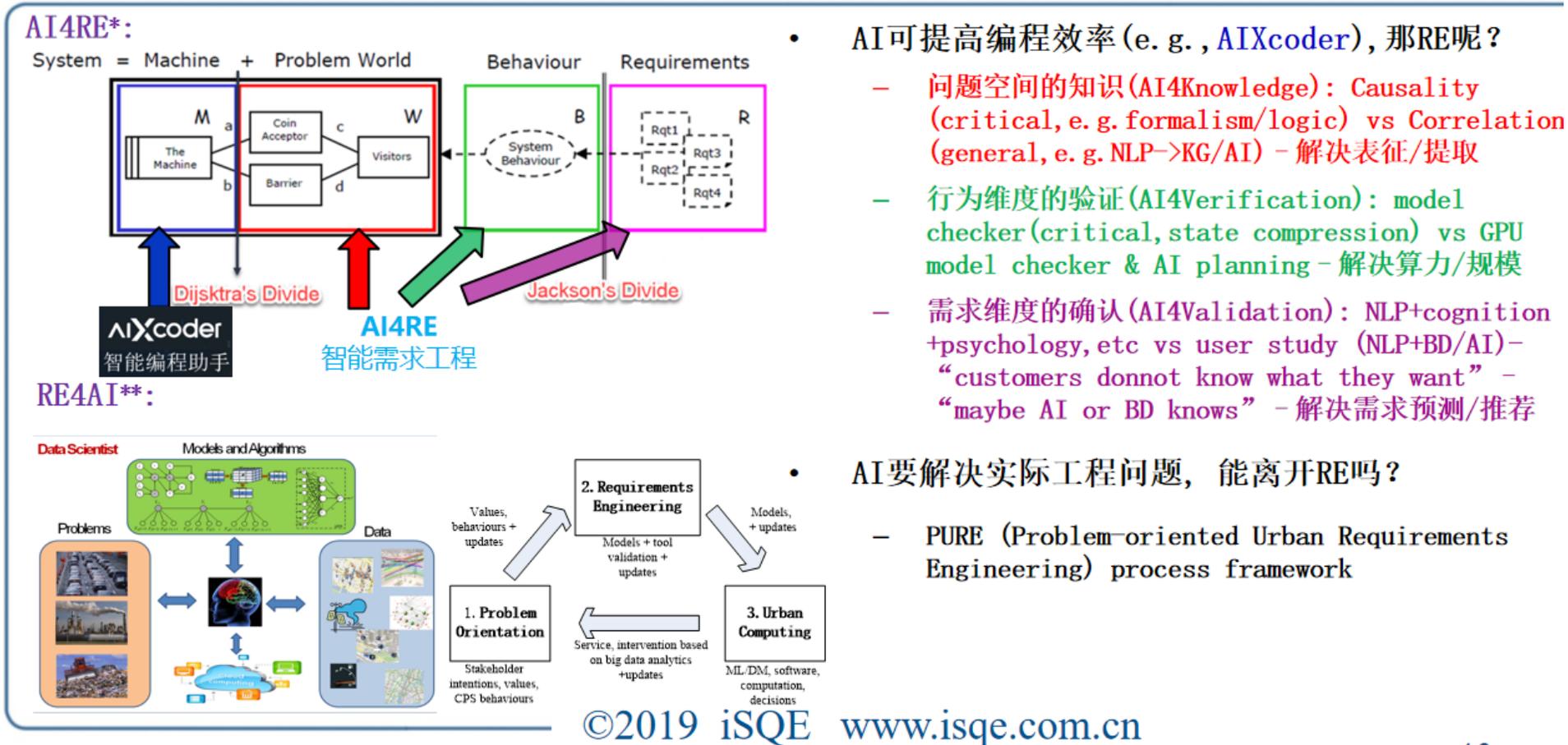
PART 02 解决思路/方法/工具/案例/技术实践

智能需求工程：建模、验证、评价、抽

象与精化、因果推理、度量、NLP、LLM

智能需求工程 - AI4RE和RE4AI

观点陈述：新时代需求工程的挑战/机遇？ iSQE



来源: * modified, taken from: Michael Jackson, Requirements, behaviours, and software engineering (keynote), RE2015, Ottawa, ON, Canada, Aug 24-28, 2015.

** Zheng, Y (2016). "Urban Computing: Tackling Urban Challenges Using Big Data,"(keynote) IEEE 24th International Requirements Engineering Conference (RE), Beijing, 2016, pp. 3-3.

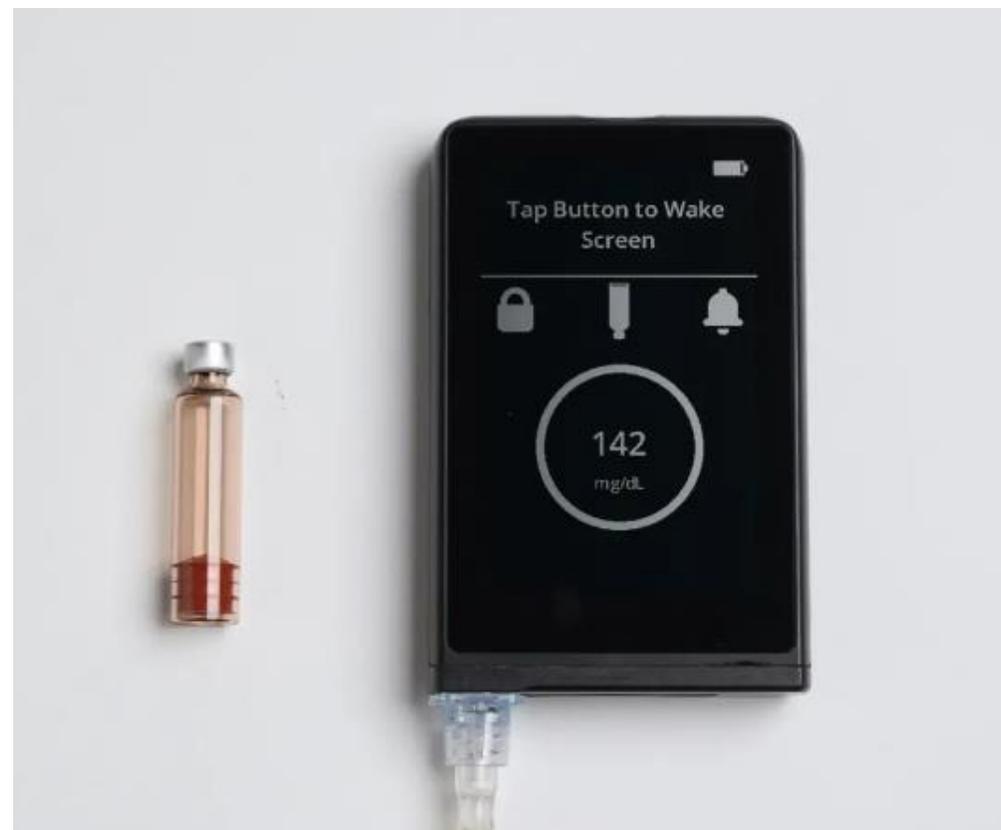
问题： 问题如何建模？ 从文本->可视化模型

▶ AI4RE-问题描述

1型糖尿病患者的连续血糖监测

目前的1型糖尿病管理方法在很大程度上仅限于非闭环系统，这些系统依赖于患者检查血糖水平并通过泵或注射器自行注射胰岛素。

我们需要开发一个有软件控制的仿生胰腺系统（一个便携电子控制设备），旨在帮助管理1型糖尿病患者的血糖水平。这一系统的目标是提供更为精确和智能的胰岛素管理，以改善患者的生活质量和健康状况。



(来源: Beta Bionics官网)

▶ AI4RE-问题描述

待开发系统的关键特点：
是一种自动胰岛素输送系统，
可减少对糖尿病管理做出决策的
需要 - 因为它为您做出决定：

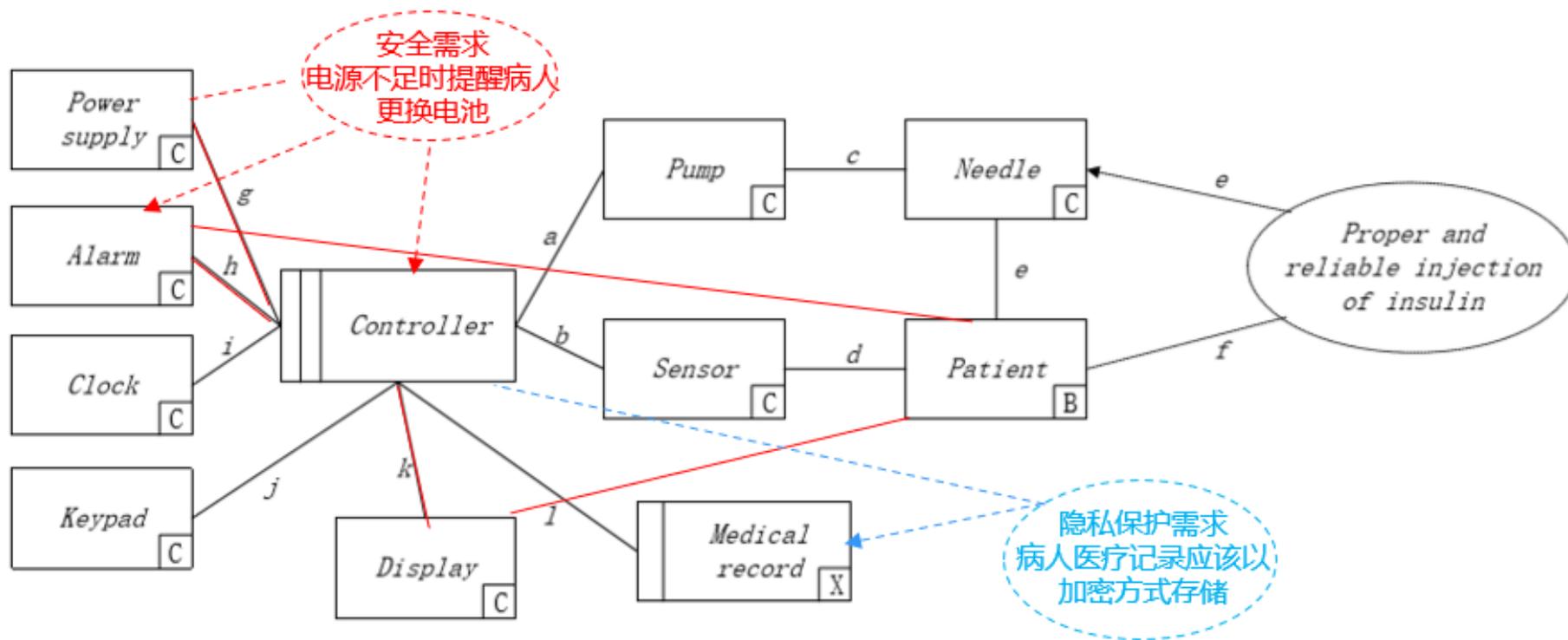
- 自动胰岛素调整
- 胰岛素和葡萄糖监测
- 个性化治疗
- 支持多种胰岛素

iLet仿生胰腺：目前，已有适用于成人1型糖尿病患者的iLet和适用于6岁及以上1型糖尿病患者的iLet。



(来源：Beta Bionics官网)

AI4RE-问题可视化建模



安全需求：当控制器检测到电源不足时，将发出警报声音命令/显示器视觉命令给Alarm以提醒病人及时更换电池。

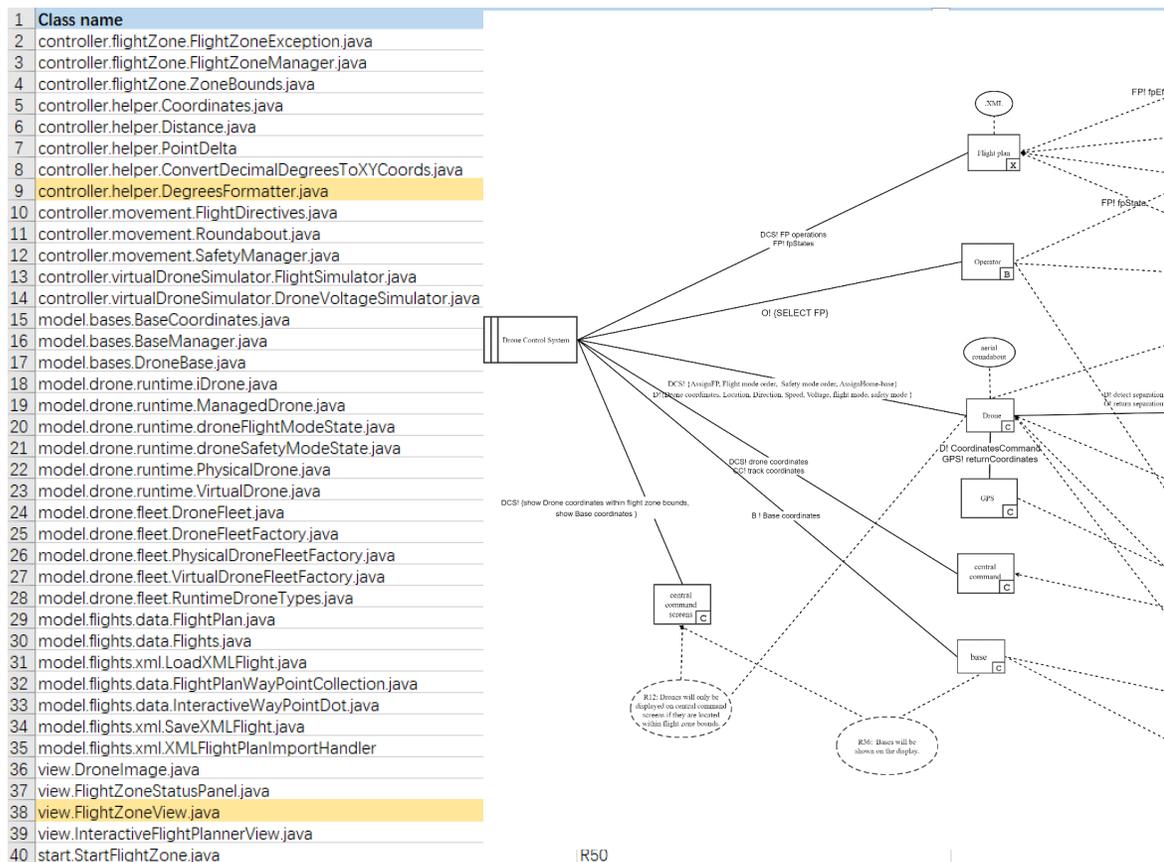
来源(有修改): G-Y Liu, Zhi Li et al. [CARE: A Computer-Aided Requirements Engineering Tool for Problem-Oriented Software Development](#), International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, volume 25, issues 09n10, pages 1747-1752, December 2015

问题:

问题建模: 文本能不能自动/半自动可视化?

AI4RE – 问题自动建模：需求文档自动生成问题图(NL2PD)

以无人机控制问题为例*：



名称	类型	描述
Drone Control System	机器	.....
Central command screens	领域	.....
Flight plan	领域	.....
Operator	领域	.....
Drone	领域	.....
GPS	领域	.....
Central command	领域	.....
Base	领域	.....
Obstacle	领域	.....
R36	需求	Bases will be shown on the display.
R12	需求	.....
R46	需求	.....
.....	需求	.....

*Goodrum M , Cleland-Huang J, et al. What Requirements Knowledge Do Developers Need to Manage Change in Safety-Critical Systems? RE2017 conference.

AI4RE – 问题自动建模：需求文档自动生成问题图(NL2PD)

问题图是问题框架的一种可视化形式。使用NLP技术提取需求文档中的**关键短语和关键关系**，通过问题框架的**元模型**可以将短语**映射**到**问题图**的节点。

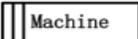
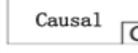
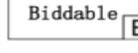
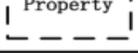
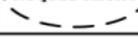
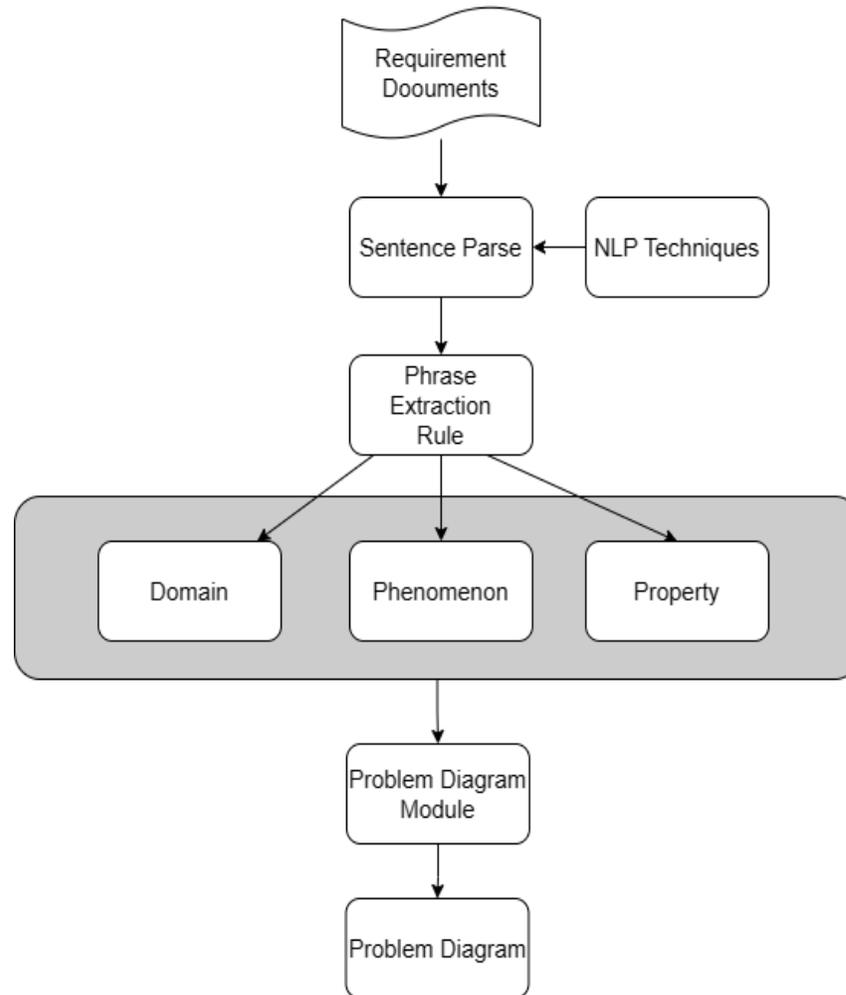
Name Of Nodes	Graphical	Meta-Model Element	Descriptions
Machine		MachineType	The machine is where the software to be run.
Designed Domain		LexicalType	Lexical domains provide physical space where the data is stored, thus with some causality in their storage behaviors.
Causal Domian		CausalType	Causal domains contain predictability in their behaviors
Biddable Domian		BiddableType	biddable domains (usually human beings) do not contain predictability in their behaviors.
Domain Property		Property	They describe internal or external causal relationships or other characteristics of the domain.
Requirement		Requirement	They describe the behavioral references or constraints, prescribed by the problem owners.

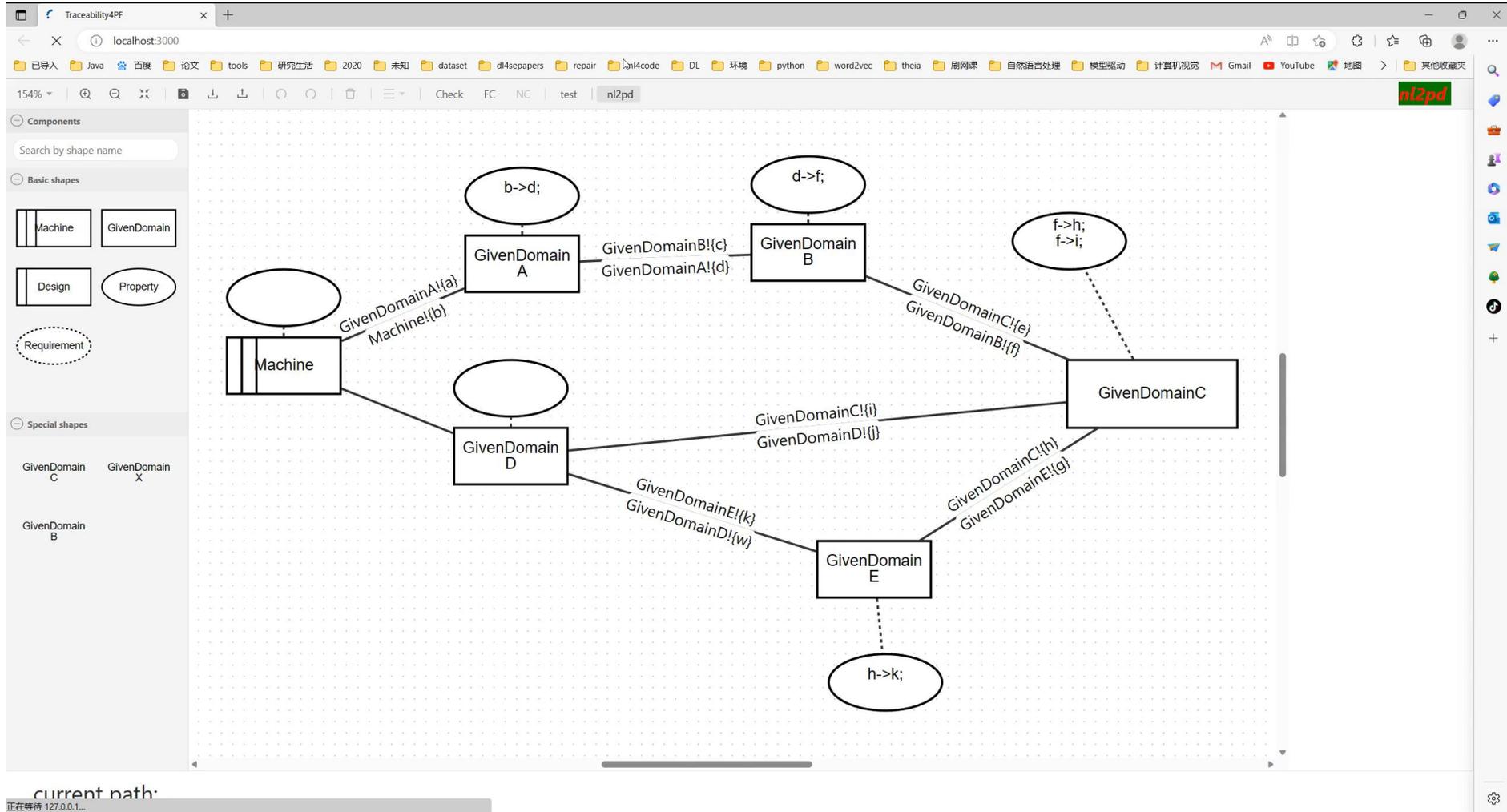
Fig. 2. How meta-model elements are mapped PF Nodes

Xiao H, Li Z, Yang Y, et al. An Extended Meta-Model of Problem Frames for Enriching Environmental Descriptions, 2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW). IEEE, 2021: 428-434.



NL2PD技术路线

AI4RE – 问题自动建模: NL2PD支持工具演示*



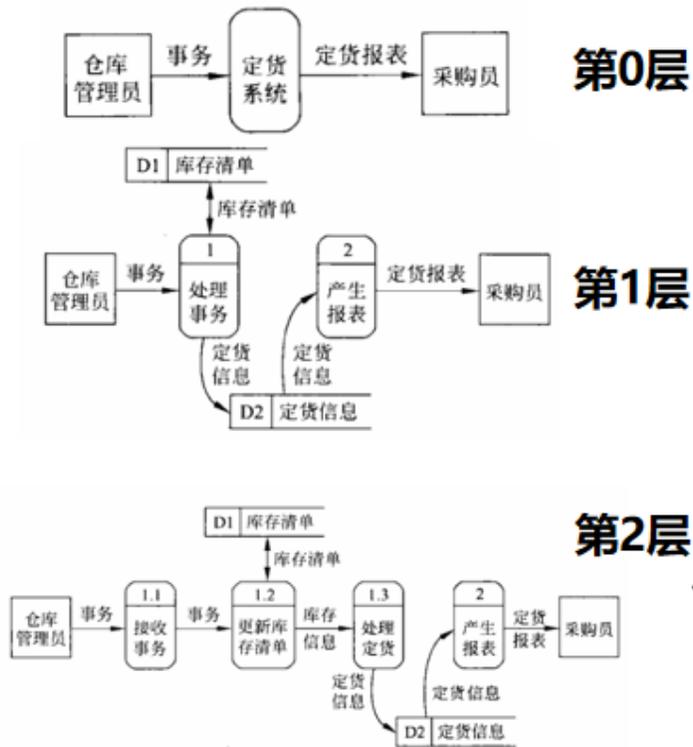
*X. Chen, Y. Deng, H. Xiao, Z. Li. NL2PD: A Tool for Problem Diagram Generation from Requirements in Natural Language, 31st IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'23), Hannover, Germany, September 2023.

问题：

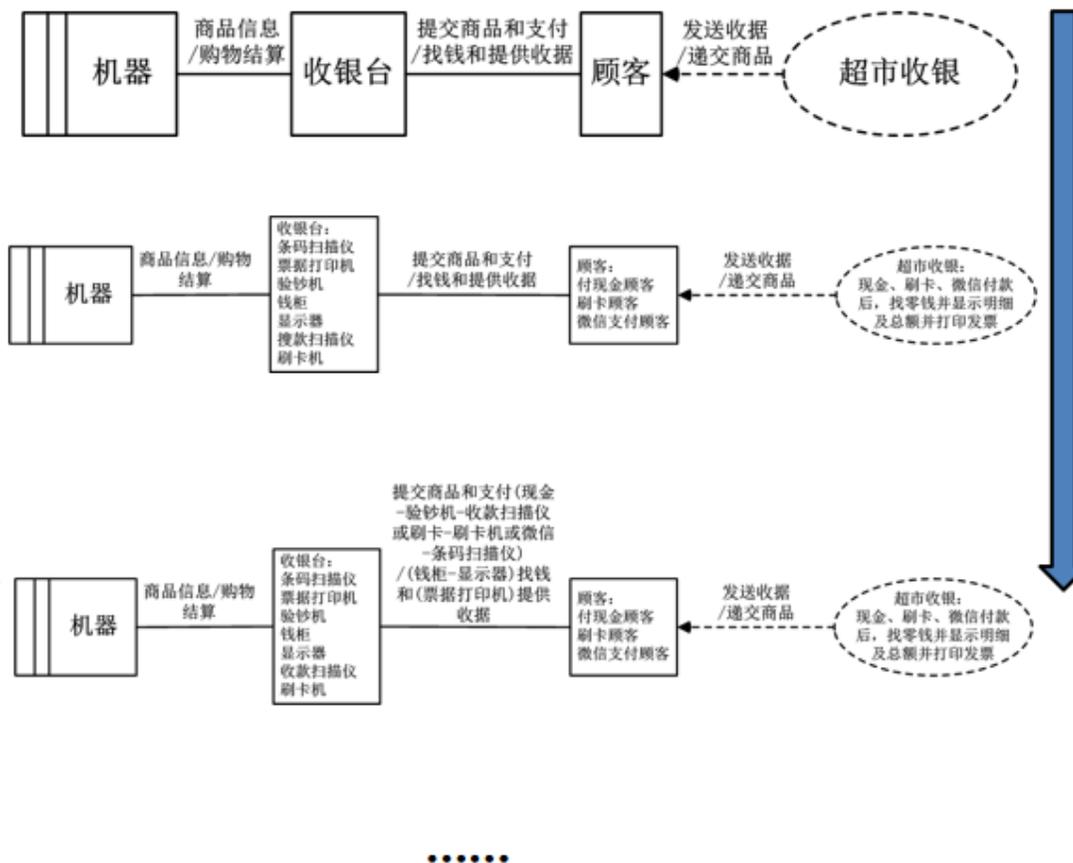
什么是问题模型的精化？

问题模型的精化/细化

数据流图的精化*

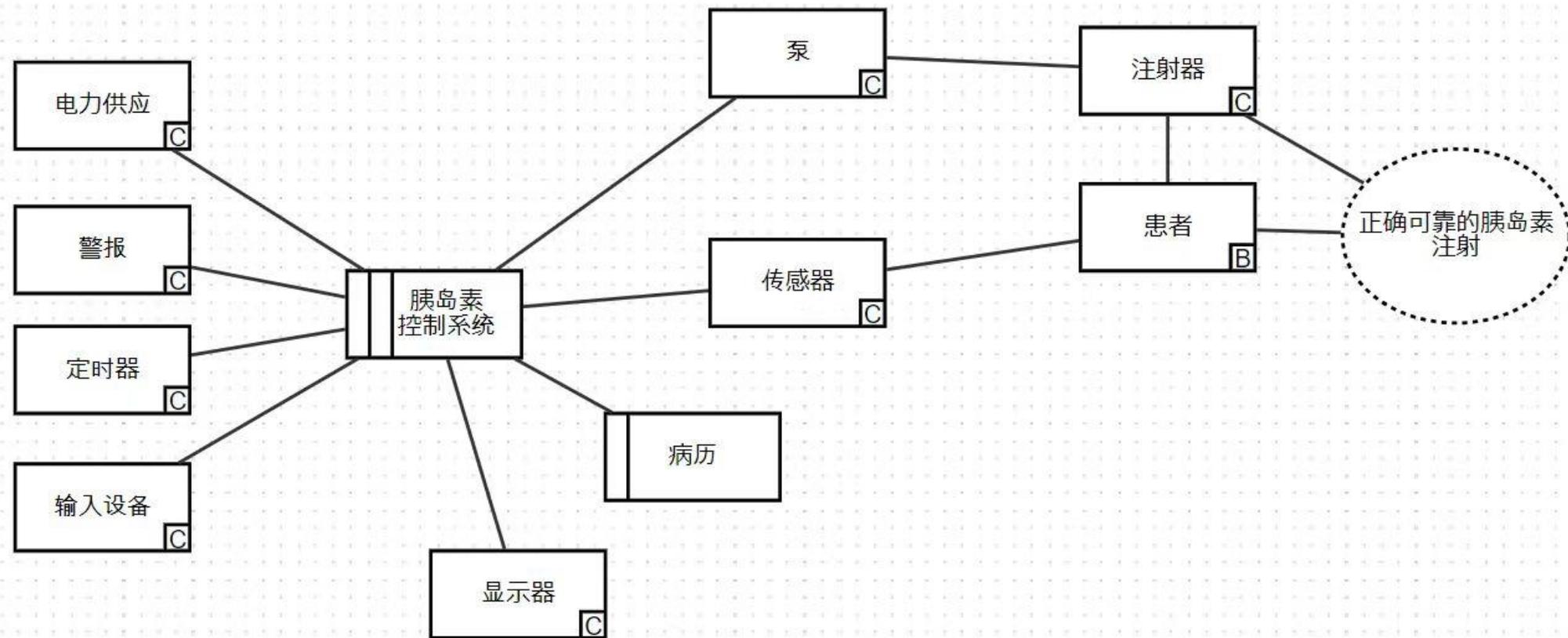


问题图的精化(on-going work)



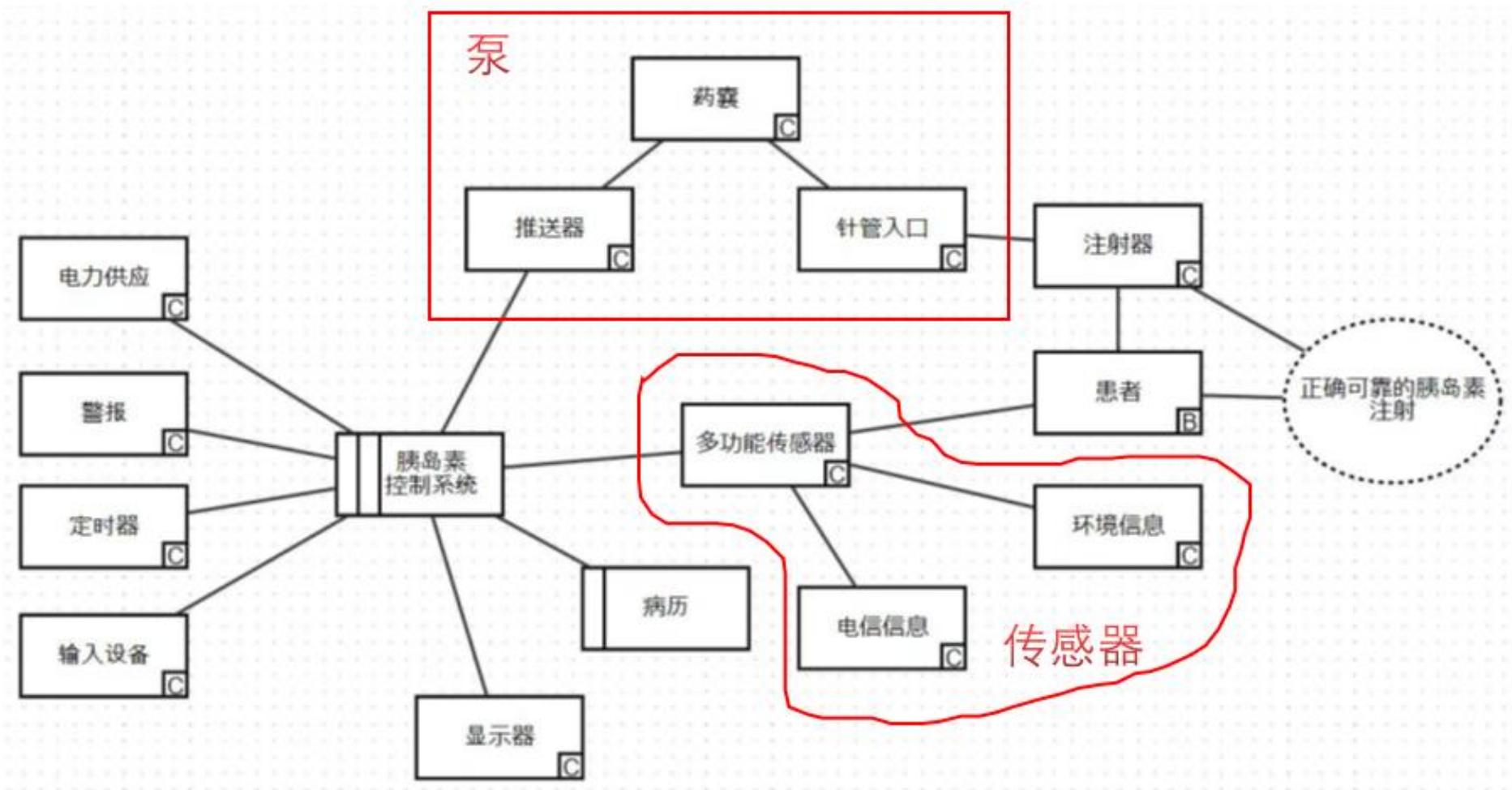
*张海藩编著, 软件工程导论(第5版), 清华大学出版社

▶ AI4RE – 问题模型的环境 E 细化:



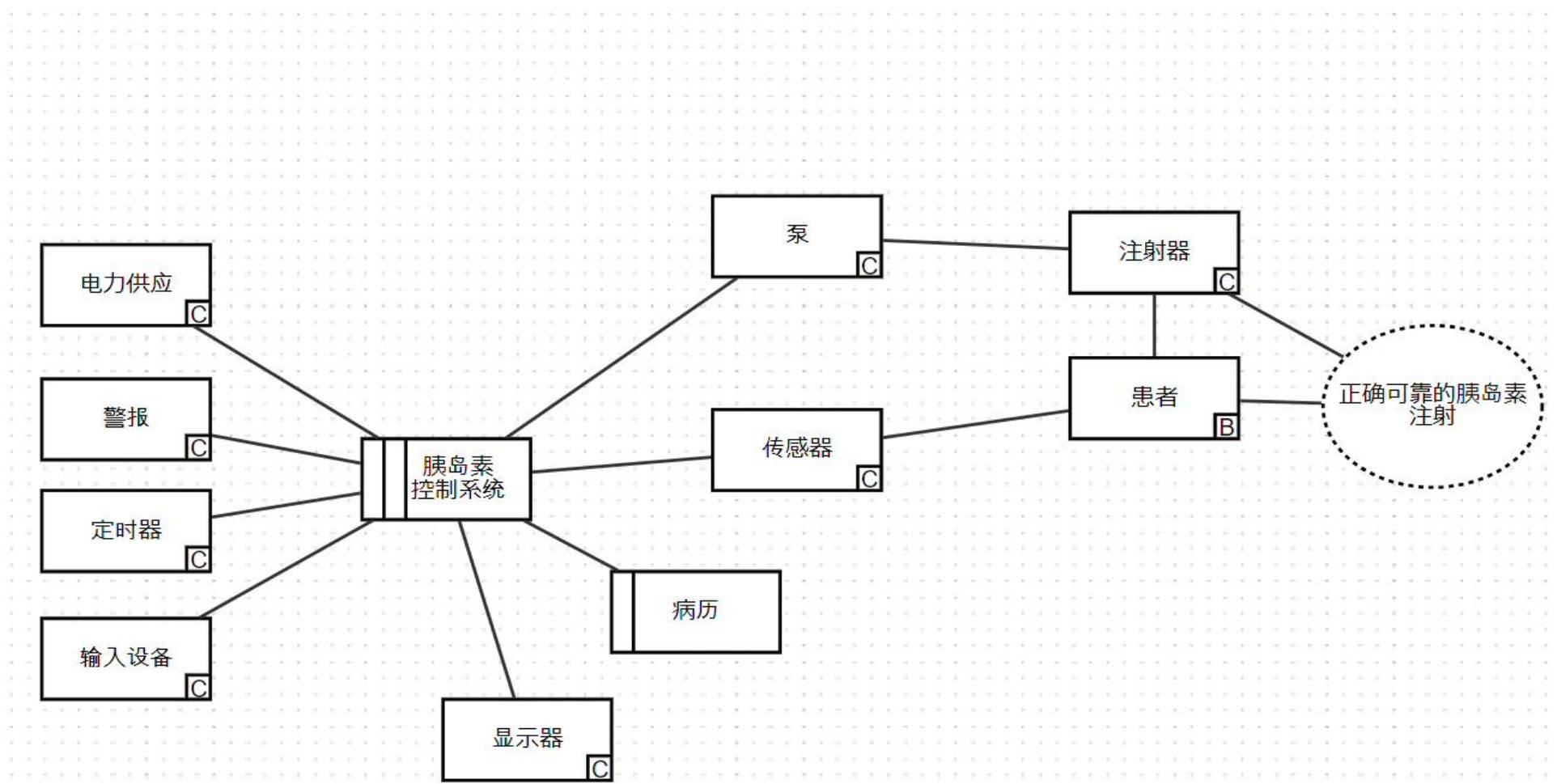
糖尿病人胰岛素控制：问题图（第一次迭代）

▶ AI4RE – 问题模型的环境E细化:



糖尿病人胰岛素控制：问题图（第二次迭代）

▶ AI4RE – 问题模型环境 *E* 细化的工具支持演示:



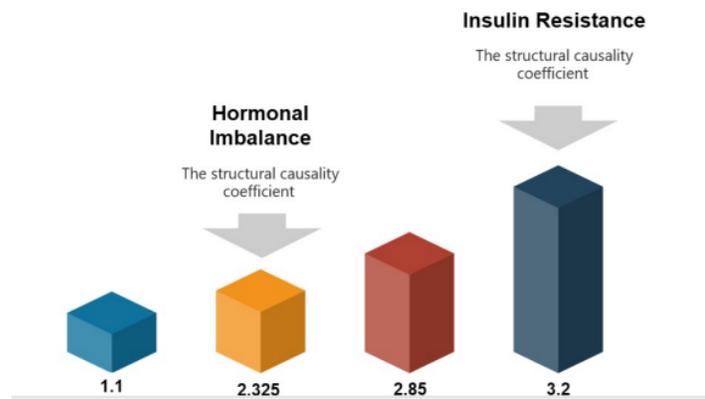
▶ AI4RE – LLM可帮助获取环境E因果知识

跟ChatGPT交互询问血糖异常的原因之后，得到以下表信息：

Cause	Explanation	Causal Inference Type
Diet	Consumption of high-carbohydrate and sugary foods.	Exogenous Variable
Physical activity	Regular exercise and physical activity levels.	Exogenous Variable
Stress	Physical or emotional stress.	Exogenous Variable
Medication	Certain drugs can affect blood sugar levels.	Exogenous Variable
Illness or infection	Presence of illness or infection.	Exogenous Variable
Hormonal Imbalance	Imbalances in insulin, glucagon, cortisol, and other hormones.	Endogenous Variable
Insulin Deficiency	Insufficient production of insulin.	Endogenous Variable
Insulin Resistance	Reduced sensitivity of cells to insulin.	Endogenous Variable
Genetic Factors	Inherited traits influencing blood sugar regulation.	Endogenous Variable

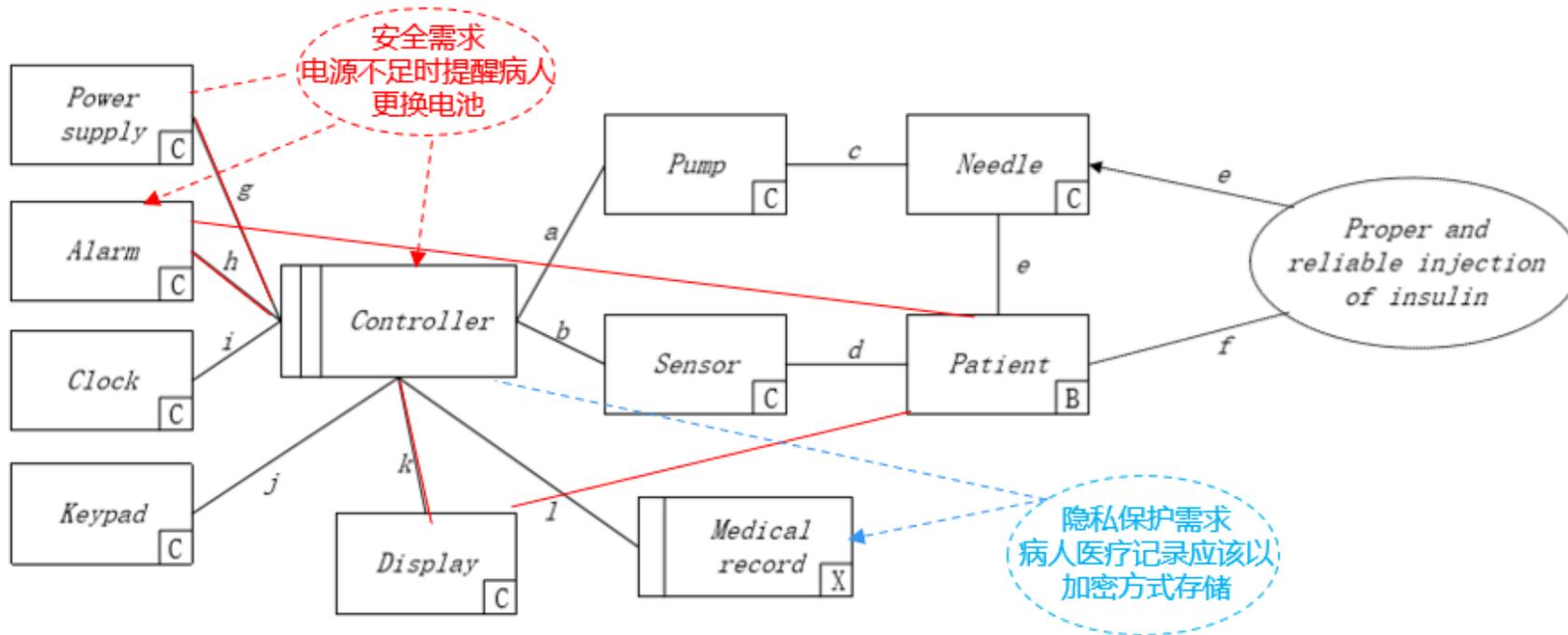
进一步跟ChatGPT交互询问，得到以下表概率统计数据：

Cause	(constituent factors) the value of X	(Blood sugar change) the value of Y	Structure factor
Hormonal Imbalance	{0,1}	{0,4.65}	2.325
Insulin Deficiency	{0,1}	{0,5.70}	2.850
Insulin Resistance	{0,1}	{0,6.40}	3.20
Genetic Factors	{0,1}	{0,2.20}	1.10



Ling Xie et al, Augmenting the Problem Frames Approach with Explicit Data Descriptions Using ChatGPT, IEEE 31st International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)

▶ AI4RE – 问题模型需求 R 的细化:



安全需求: 当控制器检测到电源不足时, 将发出警报声音命令/显示器视觉命令给Alarm以提醒病人及时更换电池。

非功能的安全需求转换为以下功能需求(优先级排序):

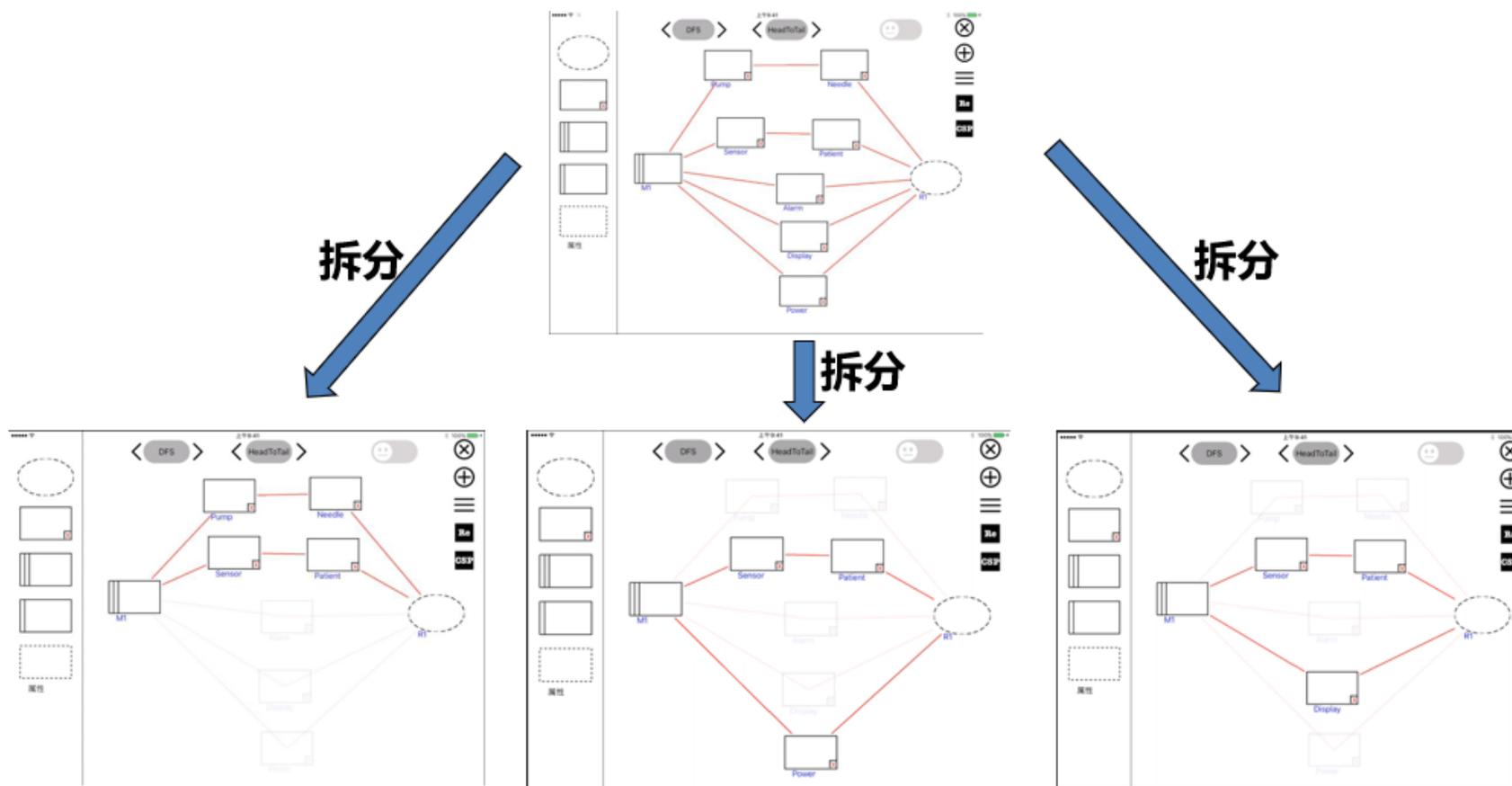
1. 当电池不足20%时, 设备屏幕显示更换电池信息给患者;
2. 当电池不足5%时, 设备发出噪音或震动警告, 提示患者和护士更换电池;
3. 当胰岛素泵发生故障时, 系统停止运行并发出警报给患者和护士;
4.

问题：

精化之后能做什么？ 分而治之 — 模型拆分

▶ AI4RE – 问题模型的拆分:

基于**线性因果关系链**的问题拆分方法和技术:



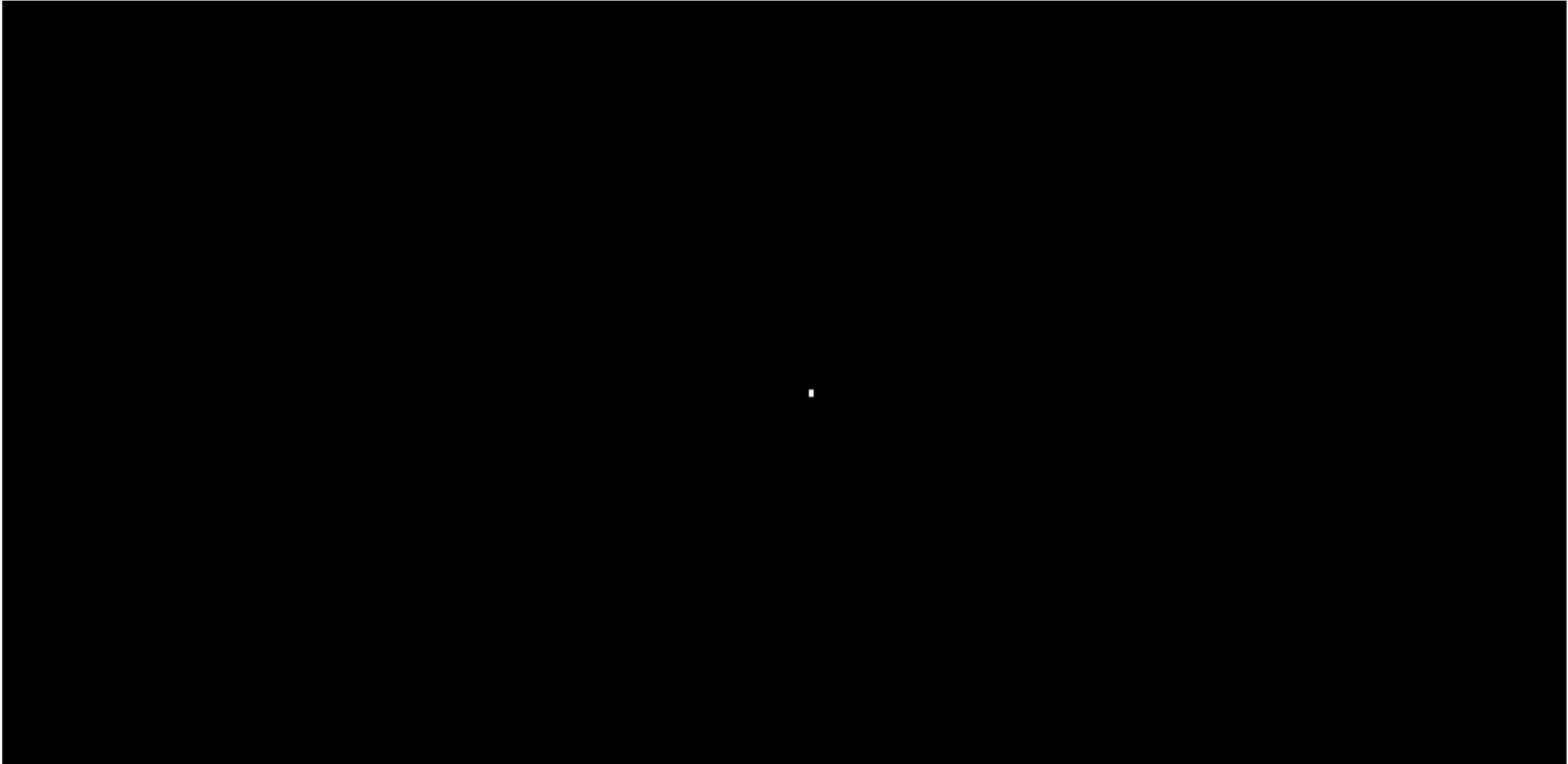
Ziyan Zhao, Zhi Li, Changlan Fu, and Xiao Zhang. A Computer-aided Modeling and Verification Approach for Problem-oriented Software Development. [5th Asia-Pacific Conference on Computer Aided System Engineering\(APCASE2017\)](#), pages 21-28, Guilin, 2017. [Best Paper Award Winner](#)

▶ AI4RE – 问题模型自动拆分的工具支持演示:



Ziyan Zhao, Zhi Li, Changlan Fu, and Xiao Zhang. A Computer-aided Modeling and Verification Approach for Problem-oriented Software Development. [5th Asia-Pacific Conference on Computer Aided System Engineering\(APCASE2017\)](#), pages 21-28, Guilin, 2017. [Best Paper Award Winner](#)

▶ AI4RE – 问题模型自动拆分的工具支持演示：



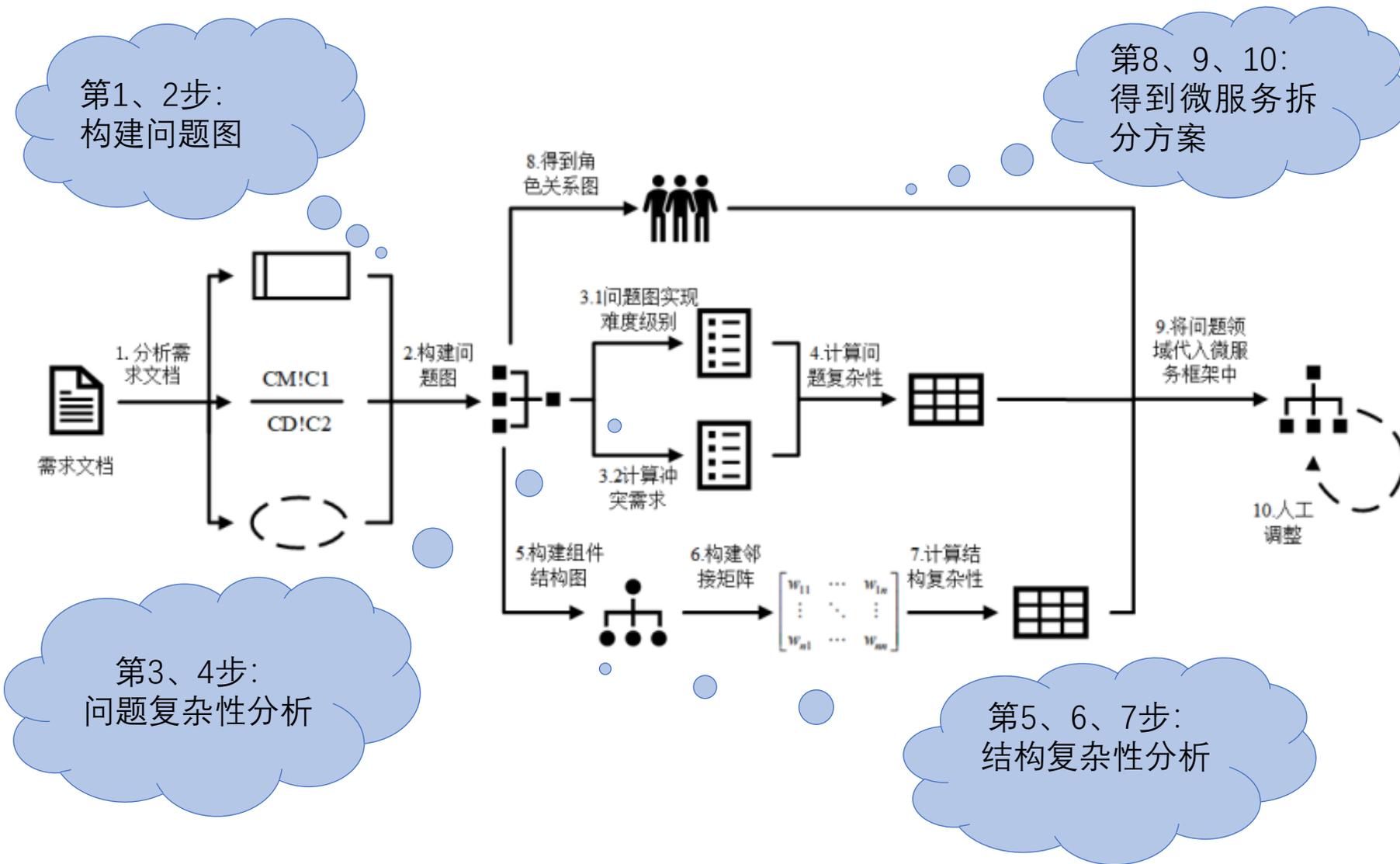
Yajun Deng, Zhi Li, Hongbin Xiao. Trace4PF: A tool for Automated Decomposition of Problem Diagrams with Traceability, 34th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE22), July 1-10, 2022, Pittsburgh, USA.

问题：

拆分之后能做什么？ 复杂度评估

▶ AI4RE – 问题复杂度评估(基于统计计算):

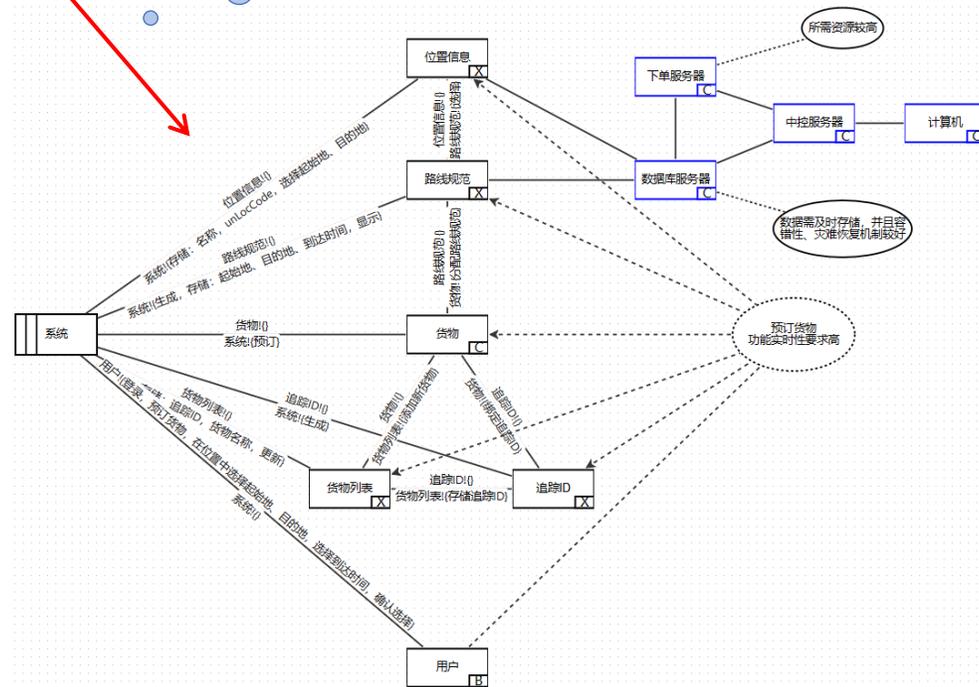
方法流程:



AI4RE – 问题复杂度评估： 从需求文本构建问题图：

业务需求	介绍
1. 预定货物	用户登录系统，预订货物，在位置信息中选择货物的起始地、目的地，选择到达时间，确认选择；系统预定货物，创建并显示路线规范存储起始地、目的地、到达时间，并为货物生成跟踪 ID，货物列表添加新货物的跟踪 ID 和名称，进行更新。
2. 更改货物目的地	用户登录系统，输入跟踪 ID 选择货物，查询货物目的地，输入货物新目的地，确认修改；系统修改货物的目的地，修改成功。
3. 查看货物详细信息	管理员登录系统，查看货物列表中所有货物的详细信息（路线规范，行程信息，跟踪信息，交付信息）；系统显示货物列表中所有货物的详细信息。
4. 查看货物跟踪信息	用户登录系统，输入跟踪 ID，确认输入，查看相应货物的跟踪信息；追踪器绑定货物，追踪器生成货物的跟踪信息；系统依据跟踪 ID 在货物列表中查找货物，显示其跟踪信息。
5. 查看货物交付信息	用户登录系统，输入跟踪 ID，确认输入，查看货物的交付信息；系统依据跟踪 ID 在货物列表中查找货物，显示其交付信息。
6. 新建位置	管理员登录系统，新建新位置，输入新位置，确认输入；系统新建新位置，位置信息添加位置。
7. 新建航行	管理员登录系统，新建航行，输入航行，确认输入；系统新建航行，航行信息进行更新。
8. 新建运载移动	管理员登录系统，新建运载移动，输入运载移动，确认输入；系统新建运载移动，运载移动信息进行更新。
9. 更新货物跟踪信息	追踪器绑定货物，追踪器生成货物的跟踪信息，追踪器每隔 1 小时更新货物的跟踪信息。
10. 更新货物交付信息	送货员使用扫描仪扫描货物，扫描仪生成货物的交付信息。
11. 分配货物行程	系统依据货物的路线规范，从航行信息中选择一系列航行，生成行程信息，一系列航行构成货物的行程信息。
12. 分配货物运载移动	系统依据货物的行程信息，从运载移动信息中选择一系列运载移动，为航行分配运载移动。

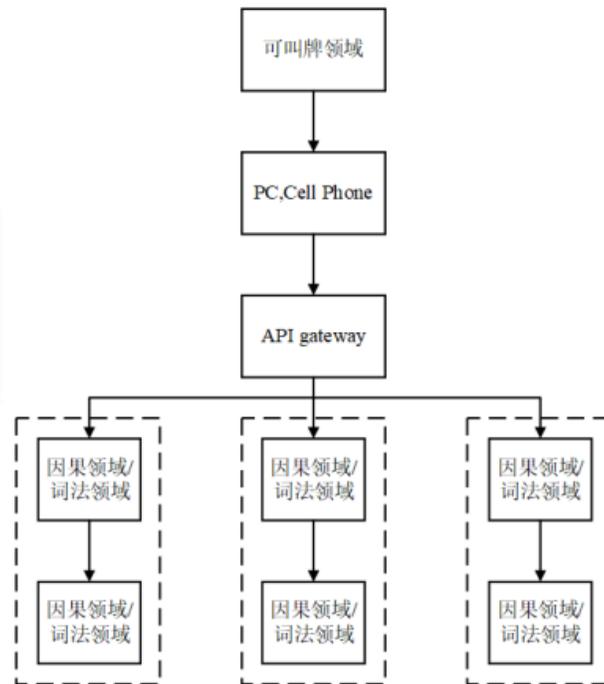
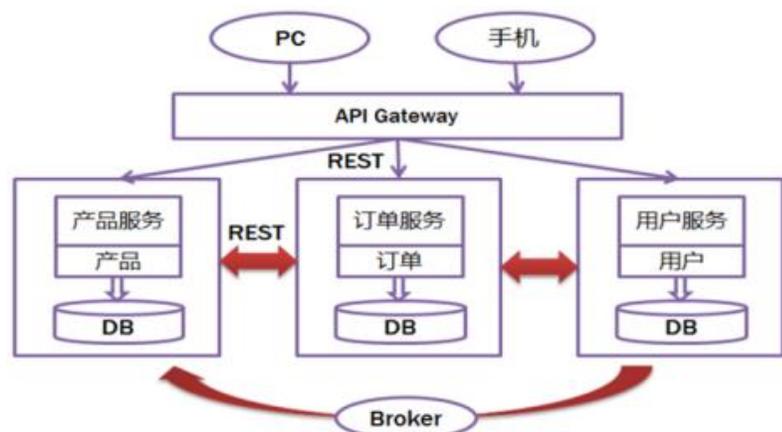
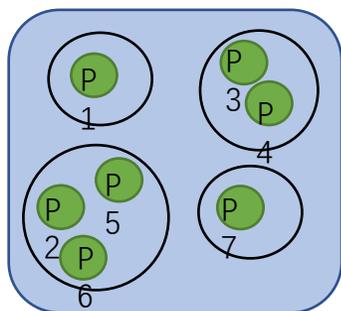
依据需求文档中的业务描述，构建问题图



▶ AI4RE – 问题复杂度评估:

结果呈现:

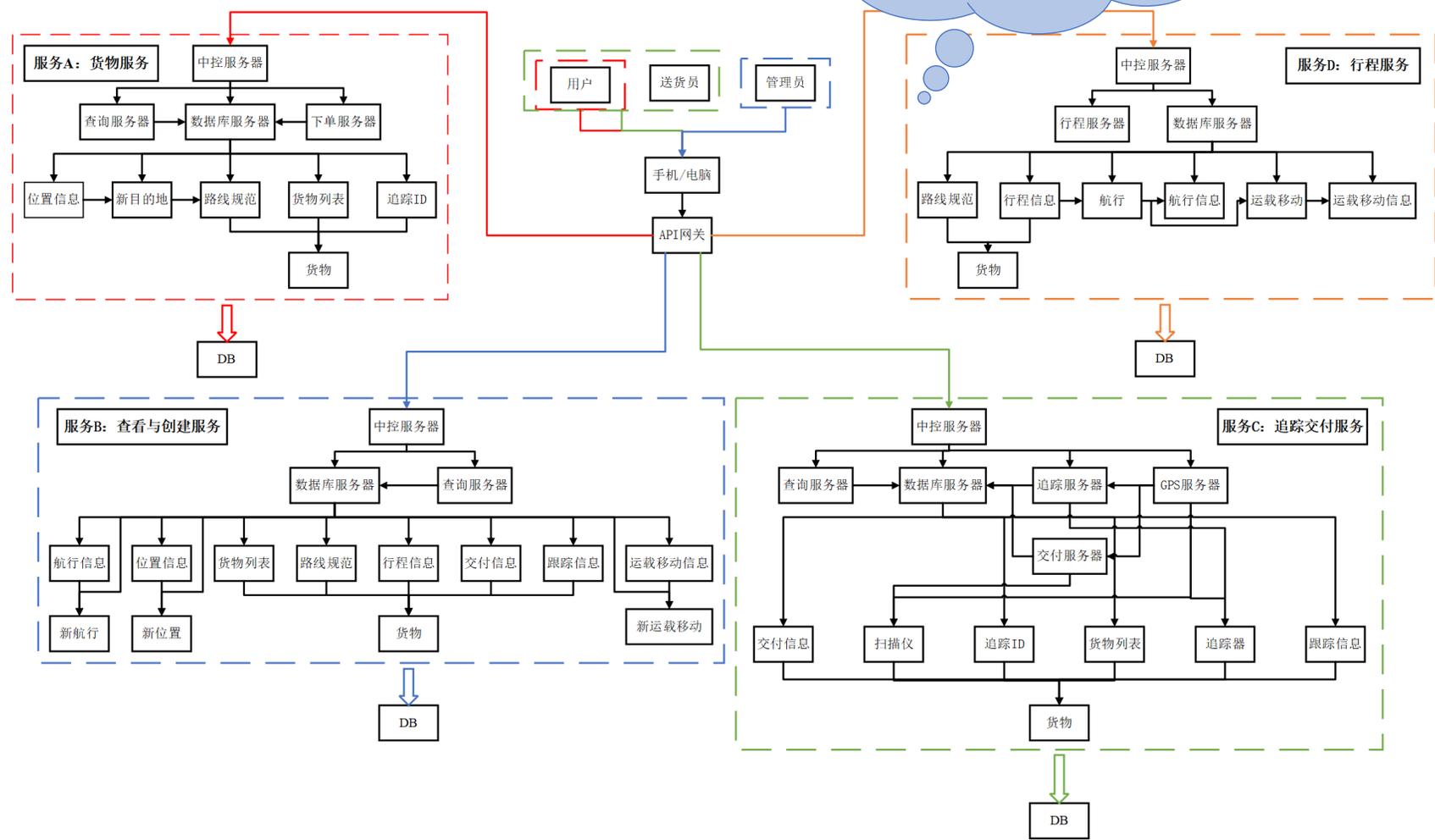
问题图归类结果 + 微服务架构 = 微服务拆分方案



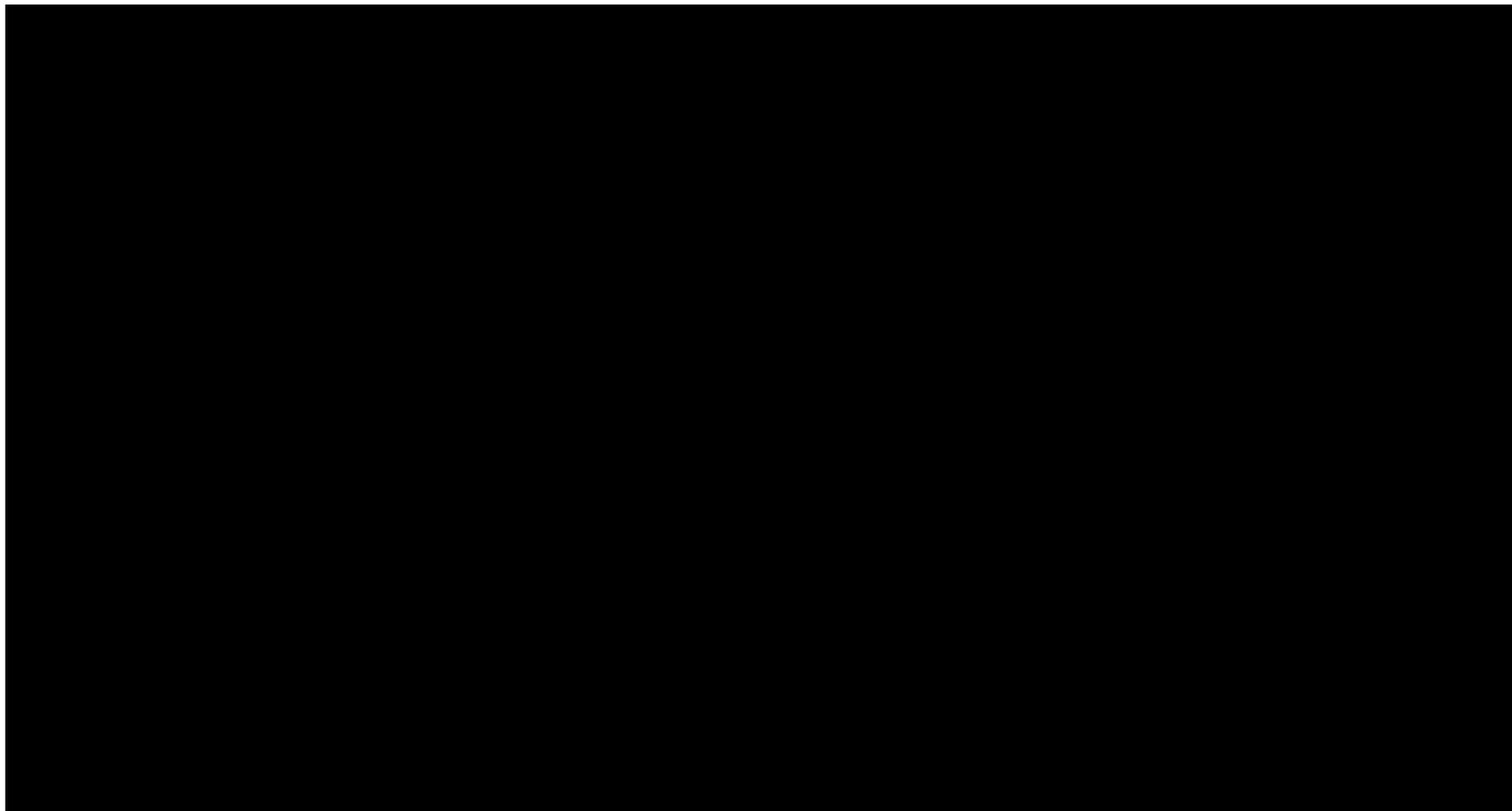
• 将问题图归类结果、问题领域代入微服务架构中，得到微服务拆分方案。

AI4RE - 问题复杂度评估: 微服务拆分方案:

依据问题图归类
结果，得到微服
务拆分方案



▶ AI4RE – 问题复杂度评估工具支持演示*



*Y. Li, Z. Li, Y. Bu, H. Xiao, Y. Deng. PF4MD: A Microservice Decomposition Tool Combining Problem Frames, 31st IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'23), Hannover, Germany, September 2023.

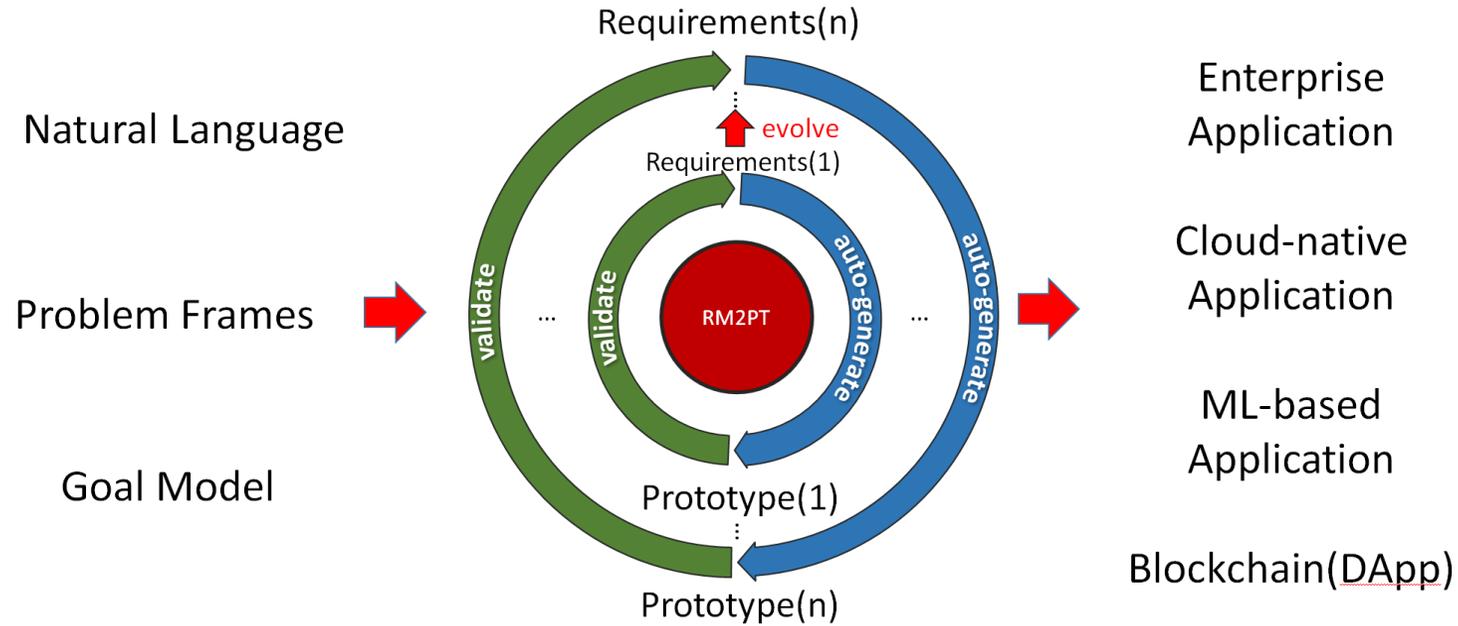
问题：

怎么解决需求变更？

设计规格的自动生成

▶ 应对需求变更的方法：快速原型确认法-RM2PT

RM2PT Overview

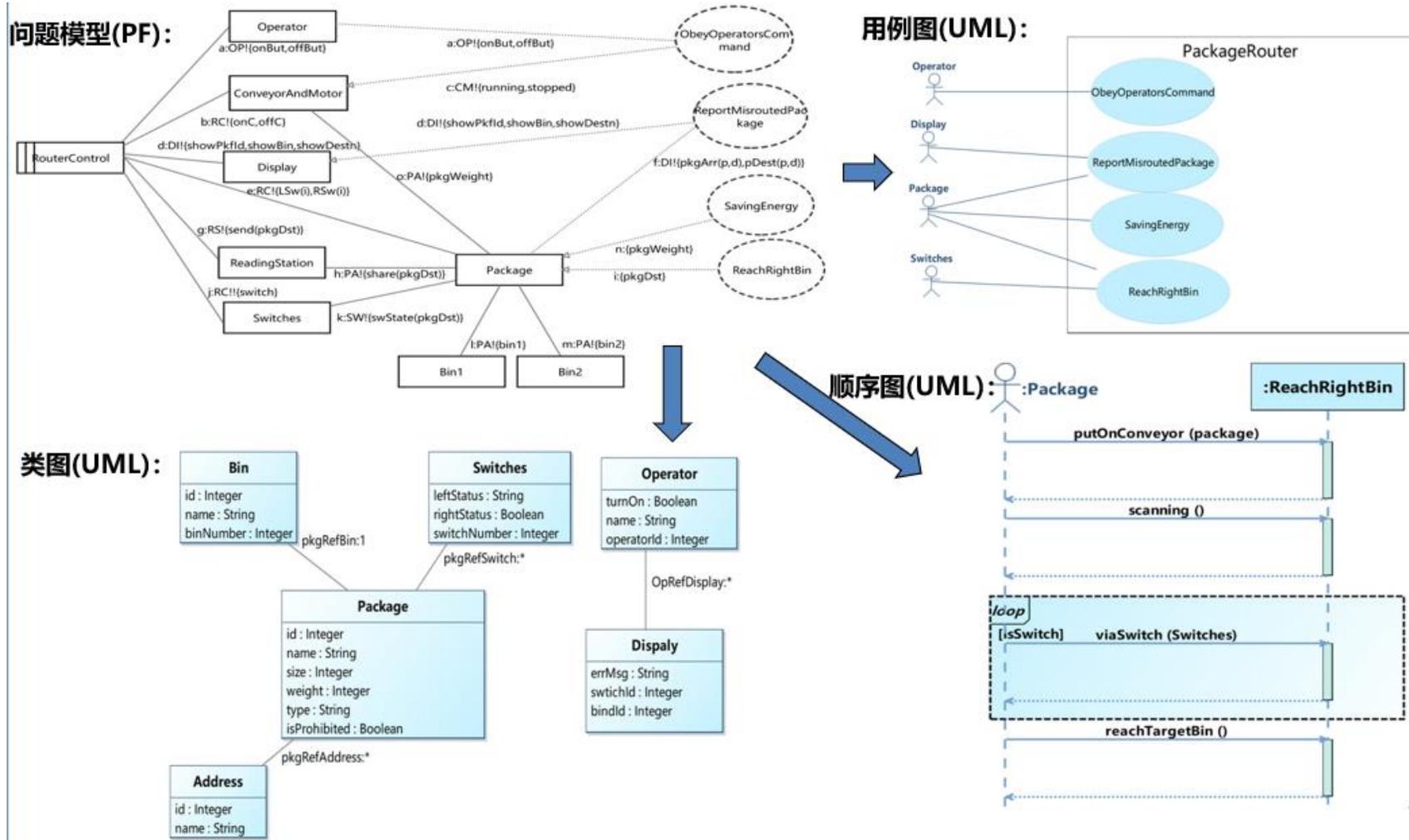


A case tool can automatically generate prototypes from requirements models

Yilong Yang, Xiaoshan Li, Zhi Li. [“Rapid Prototyping for Requirements Validation: A Best-Practice with RM2PT”](#), 28th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE20). Zurich, Switzerland, August 2020

破题思路：把需求模型(上下文+需求)自动/半自动转换为软件原型！

应对需求变更的方法：复杂上下文(PF)-> (UML)



Hongbin Xiao, Zhi Li, Yilong Yang, Shangfeng Wei. An Extended Meta-Model of Problem Frames for Enriching Environmental Descriptions. In Proceedings 2021 IEEE 29th IEEE International Requirements Engineering Conference Workshops (REW'21), pages 428-434, September 20-24, 2021, Notre Dame, IN, United States.

破题思路：把需求模型(上下文+需求)自动/半自动转换为软件原型！

问题:

含AI模块的软件应满足那些需求? RE4AI

**RE强调业务流程，即因果性，可增强当前
AI软件的可解释性、可信性、公平性等**

▶ RE4AI – 把AI模块的可解释性需求细化为若干功能需求

iLet系统如何体现AI的可解释性?

● 智能决策支持

- iLet系统能基于AI监测的患者血糖水平来做出决策，系统能解释为何需要进行某种调整。

● 数据分析和趋势识别

- iLet系统的AI分析患者的血糖数据，并在必要时提供可解释的建议，例如调整胰岛素水平。

● 反馈和透明性

- iLet系统提供有关糖尿病管理的解释性反馈，确保患者和医生了解决策背后的逻辑。

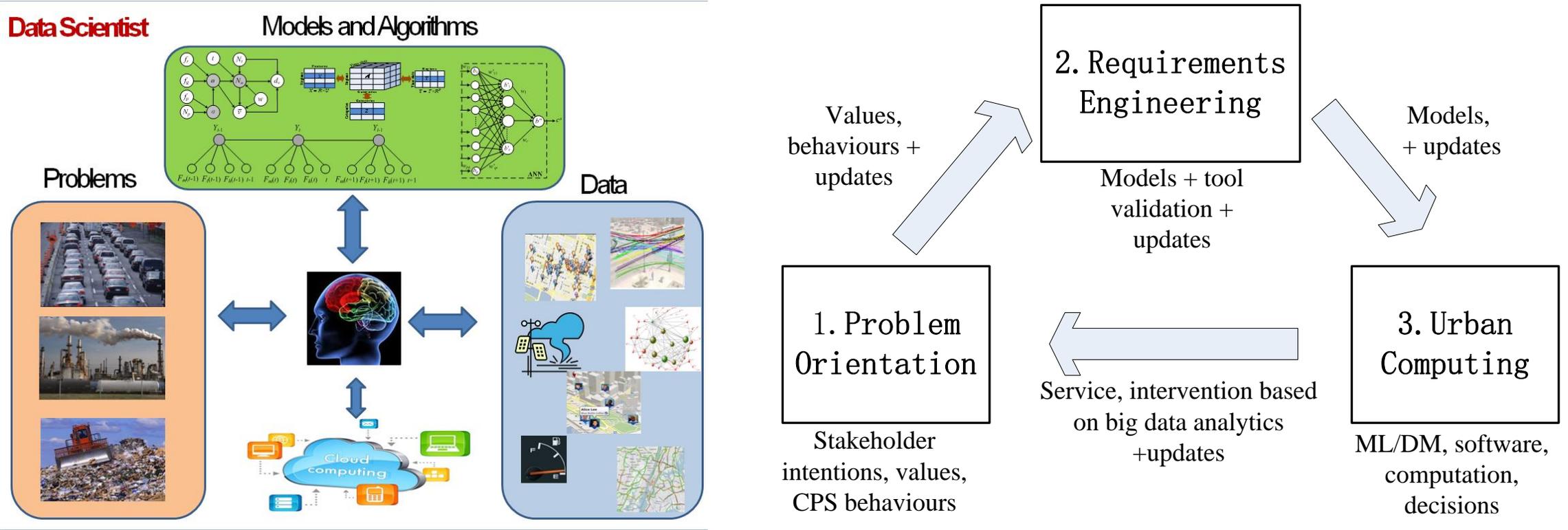
● 个性化治疗

- iLet系统使用AI来为患者提供可解释的治疗建议以满足每位患者的独特需求。

● 警报和异常检测

- iLet系统使用AI来在患者血糖异常时发出可解释的警报，以帮助患者和医生理解异常原因。

▶ RE4AI – 将PF、RE与AI纳入到同一个过程模型



左图来源:

Zheng, Y (2016). "Urban Computing: Tackling Urban Challenges Using Big Data,"(keynote) *IEEE 24th International Requirements Engineering Conference (RE)*, Beijing, 2016, pp. 3-3.

PART 03 总结与展望

智能需求工程未来：基于因果的AGI

问题:

Causal AI vs LLM, 谁将是实现AGI的功臣?

▶ Causal AI

The screenshot shows the website for the Causal AI Conference 2022. The page features a list of sessions, each with a play button icon, a title, a speaker name, and a 'Session Details' link. Several session titles and speaker names are highlighted with red boxes:

- Welcome to the Causal AI Community: Scaling the global adoption of trustworthy AI** by Derko Mitovski, CEO, Co-Founder, causalLens
- Actual Causality: a survey** by Joe Halpern, Professor - Computer Science, Cornell University
- Panel: Why there's a lack of trust in AI - and how can we fix it?** Speakers: Puneet Gupta, Andre Franca, Nicholas Chia, Stephen Pritchard
- Modelling and Decision-Making in an Ever-Changing World** by Annie Hou, SVP - Global Head of AI & Behavioural Sciences
- An Emerging Solution to Harmonize Various Causal Discovery Methods** by Nima Safaei, Senior Data Scientist, Scotiabank

The website also includes a navigation menu on the left with links for Introduction, Speakers, Watch On-Demand, and Resources. A 'Pre-register now' button is visible in the top right corner. The footer indicates the conference is organized by causalLens.

Causal AI是最新的一个热点:

- Judea Pearl(图灵奖获得者)
- Joe Halpern(康奈尔大学教授)
-

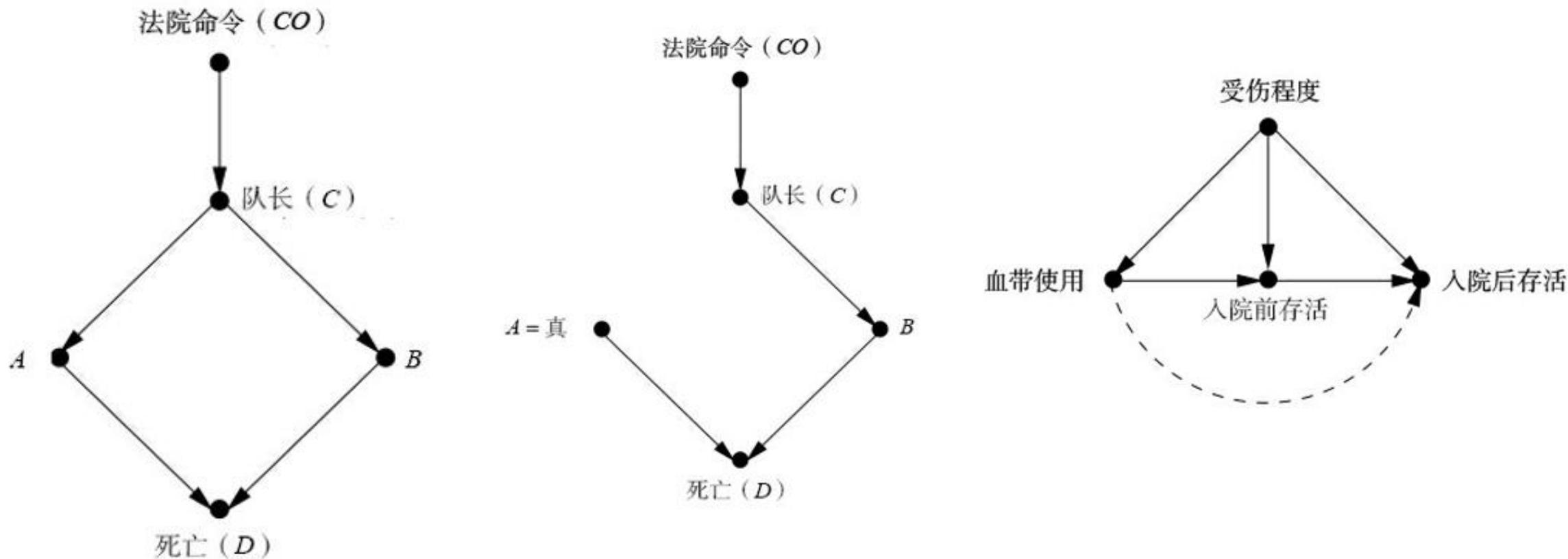
- Causal AI promise

- Explainable AI (可解释性)
- Fairness (公平性)
- Trustworthiness (可信性)
- Evolving SoS (可演化性)

- How about AI for RE

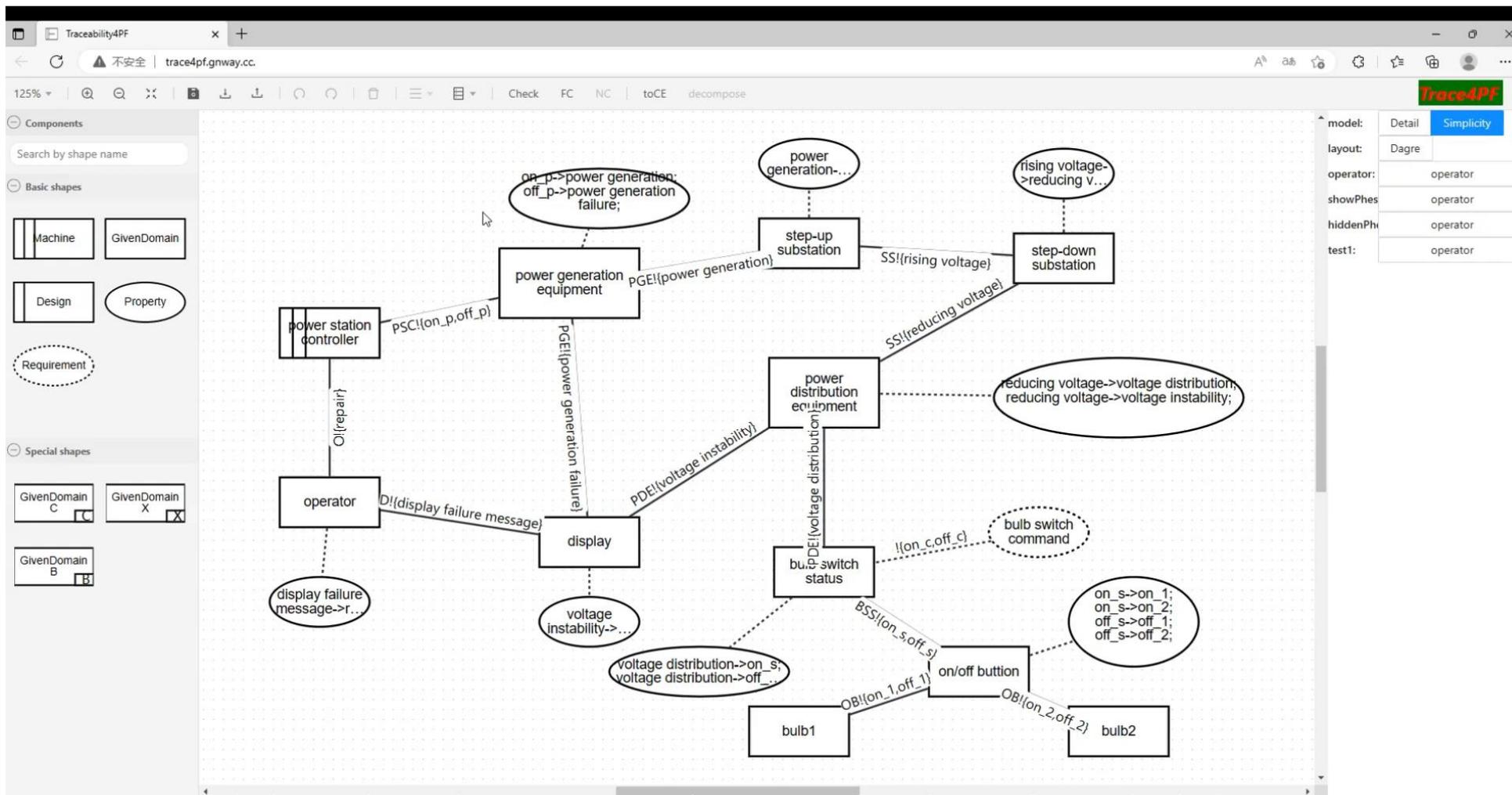
- 对人的认知进行推理
- 需求预测
- 需求优先级排序
- 组织机构分析
-

▶ Causal Model(因果模型)*



来源：朱迪珀尔等著，汪生于华译，《为什么：关于因果关系的新科学》中信出版集团，2018年

用因果图作为问题图添加因果语义

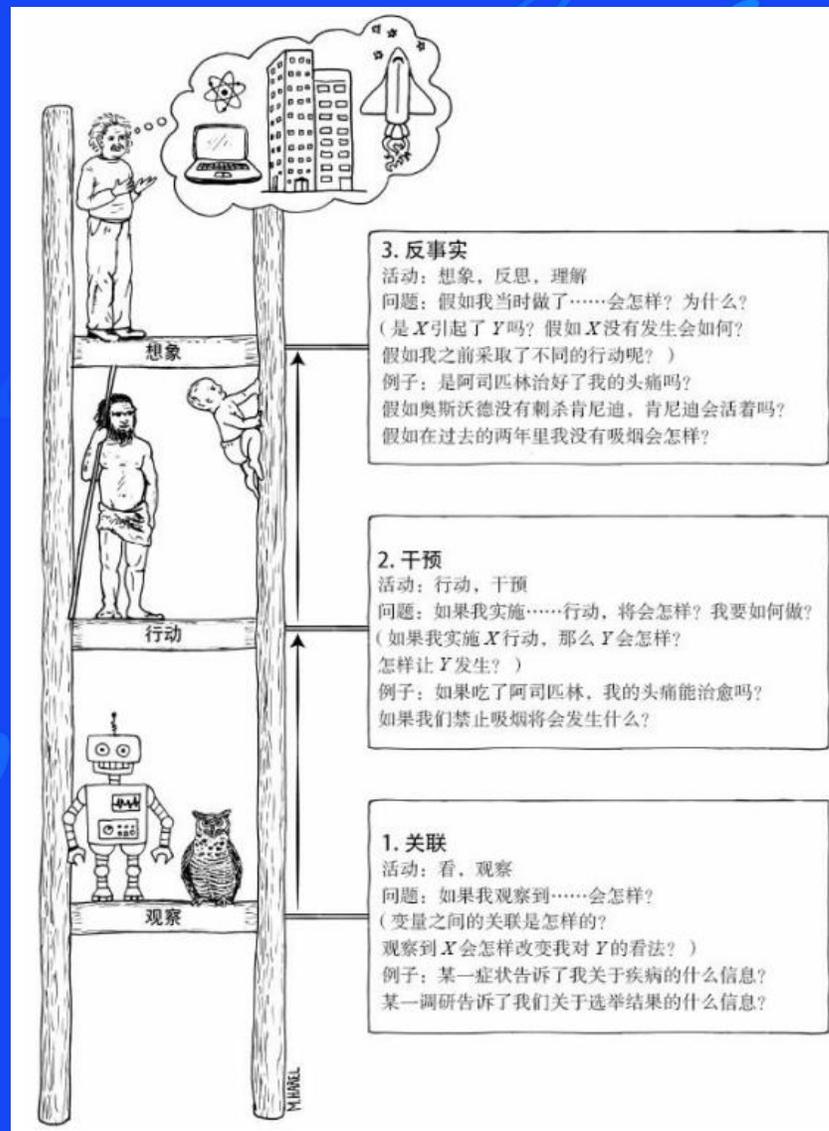


current path:

问题：LLM是否有因果推理能力？

Judea Pearl曾在《为什么：关于因果关系的新科学》阐述过不同层次的可解释性，并**强调生成反事实的解释是最高层次**的。Pearl的可解释性层次大概可以分为如下三层：

- **统计相关的解释**：这一层次旨在利用相关性来解释我们是如何进行判断的，可以被视为是一种**经验上的推断**。
- **因果干预的解释**：这一层次旨在利用**干预手段**得到一些结果，并基于这些结果进行解释。
- **基于反事实的解释**：这一层次旨在利用一些反事实来进行想象，并基于**因果机制的建模**对这些想象进行解释。



问题:

LLM是否有因果推理能力?

Amstat News, AI Special Issue, 555:6-9, September 2023. TECHNICAL I
Septem

MACKENZIE: Can you tell me your first reactions to ChatGPT and GPT-4? Did you find their capabilities surprising?

PEARL: Aside from being **impressed**, I have had to reconsider my proof that one cannot get any answer to any causal or counterfactual query from observational studies. What I didn't take into account is the possibility that the text in the training database would itself contain causal information. **The programs can simply cite information from the text without experiencing any of the underlying data.**

For example, I asked it the questions about the firing squad [from Chapter 1 of *The Book of Why*], such as what would have happened to the (now deceased) prisoner if rifleman 1 had refrained from shooting. At first it goes into side tracks and tells you, for example, "it is dangerous to shoot people." But if you **have time and prompt it correctly, it will get closer to the correct answer:** "If soldier 1 refrained from shooting after receiving the signal, the prisoner could still have been killed by soldier 2, assuming he received and acted upon the same signal." **Finally, it gives an A+ answer:** "Given the additional information, if each soldier always fires upon receiving his shot, causing the prisoner's death. This is an example of 'overdetermination' in causation, where an effect (the prisoner's death) has more than one sufficient cause (either soldier's shot)."

Here, I have to make a cautionary note. In spite of its impressive command of vocabulary, ChatGPT doesn't have a causal model itself. It doesn't have a structure into which it **can imbed new knowledge.** If you ask it about another problem with the same causal structure, say about inoculations, you'll have to prompt it again from scratch. **It won't generalize.**

JUDEA PEARL, AI, and CAUSALITY: WHAT ROLE DO STATISTICIANS PLAY?

In the first half of 2023, the machine learning programs ChatGPT and GPT-4 changed the landscape of artificial intelligence research seemingly overnight. Judea Pearl's research bridges the subjects of statistics and artificial intelligence and highlights the importance of causality in both settings. Dana Mackenzie, Pearl's co-author for *The Book of Why*, interviews him here to get his take on recent developments. When they wrote their book in 2018, Pearl contended machine learning had not yet moved past the first rung of the "ladder of causation." Computers could not correctly answer queries about interventions and still less about counterfactual scenarios. Has his assessment changed?

6 amstat news september 2023

J. Pearl (Interviewed by D. Mackenzie), "Judea Pearl, AI, and Causality: What Role do Statisticians Play?," UCLA Cognitive Systems Laboratory, Technical Report (R-531), September 2023. Amstat News, AI Special Issue, 555:6-9, September 2023.

结论

- **人机物融合系统的开放性和多样性决定了其建模的复杂性-必须用精化技术来描述**
 - 在新一轮AI兴起之后，基于描述细节的精化技术将得到发展，特别是上下文环境精化后的描述为AI提供数据和因果结构模型
- **目前的问题框架建模是一种折中式的抽象和精化**
 - 对问题框架建模进行扩展，特别是根据不同类型涉众采取相应的抽象和精化技术支持，特别是计算机辅助需求工程CARE工具上支持zoom-in精化技术将会提高需求工程建模质量和效率
- **大语言模型为需求工程早期阶段建模者实现跨领域知识学习提供支持，但其可靠性有待观察**
 - 大语言模型在以下几个方面可辅助人机物融合系统的软件开发
 - 精化软件（如软件架构、代码、测试用例的自动推荐等），
 - 精化环境E(如展开组织机构分成架构、分工职责和工作机制及流程、机电设备详细工作机理及示意图、关于人和物的因果律等)、
 - 精化R(如人的意图、认知、情感及行为规律等)

THANKS

