

新一代互操作医疗云平台第一次迭代业务推理方案摘要

策划人: 马路

2020年2月1日

建议书编号: version-20200126- design-document-01

下一份产出物@[新一代互操作医疗云平台第一次迭代技术推理方案摘要](#)

不要骄傲到不屑于抄袭——facebook内部备忘

本文档主要提供给司令员@军长@连长@班长@全体战士

目标	3
一.云平台产品路线模拟推理	3
漫论：FHIR RESOURCE	5
二.第一次迭代业务场景推理	7
2.1 背景	7
2.2 场景推理	8
三.FHIR在业务场景中应用推理	10
<i>3.1 资源resource</i>	<i>10</i>
<i>3.2 交换exchange</i>	<i>16</i>
<i>3.3 本项目对Fhir资源进行扩充</i>	<i>18</i>
四.多AGENT在规则知识库推理	23
4.1 Agent概念	23
4.2 决策环规则知识库推理	24
五.中台框架及相关技术推理	26
5.1 数据架构	26
5.2 应用架构	29

目标

本文档主要介绍下面几个场景

- 云平台产品推进路线模拟推理
- 第一次迭代业务场景推理
- Fhir在业务场景中应用推理
- 多Agent在规则知识库推理
- 中台架构推理

上述5个目标是此篇文档重点介绍的部分。本次迭代的目的并不是要构建一个完善的应用，而是要结合此业务场景来验证互操作平台Fhir标准及多Agent代理在临床决策系统CDSS^[1](clinical decision support system)的分析模型。另外,在技术框架上通过此案例也要验证功能和性能上的可行性。

一.云平台产品路线模拟推理

对一个产品设计而言, 战略和战术之间的平衡点最难把握。战略太宏观, 会导致战术太复杂, 开发周期过长, 和市场脱钩。而战略太狭隘, 又会导致产品未来扩展力不足, 很容易夭折。经过反复思考, 制定了以下策略:

第一步: 验证创意

问: 从政府层面, 同行业及内部发展需求是否有此需求?

答:

- 1.) 政府—>互联网+医疗政策出台,持续性互操作是必然趋势
- 2.) 同行—>上海卫宁, 厦门智业
- 3.) 内部—> 有大量电子病历数据优势, 中台模式沉淀业务资产

问: 该产品和其他产品的上下游关系?

答:

业务中台+数据中台+技术中台的模式可以形成<微服务群 = 原子服务 + 服务编排 —>复合服务>,从而形成积木式的应用组合。No his, No 平台, 通过十个主题域(人,就诊,临床,记录,知识,护理与执行,物品,计费与结算,运营,赋能)的抽象和组合, 再结合Fhir的交互和资源标准, 最终可以形成无边界的应用平台.

问: 同行业有没有类似的产品?

答:

卫宁在三年前已经开始布局,对Fhir的资源扩充已经达到431个,目前数据中台已经初见成效。由于历史项目太多,包袱过重,业务中台目前还没有形成应用组合的产品化。

其他公司目前还停留在Fhir的本地标准化过程中,尚没有中台的解决方案。

问: 是否借鉴了参考了同行业的灵感?

答:

源于互联网+医疗,始于卫宁中台思想.借鉴谷歌开源 FHIR 标准协议缓冲工具思想

第二步: 实现创意

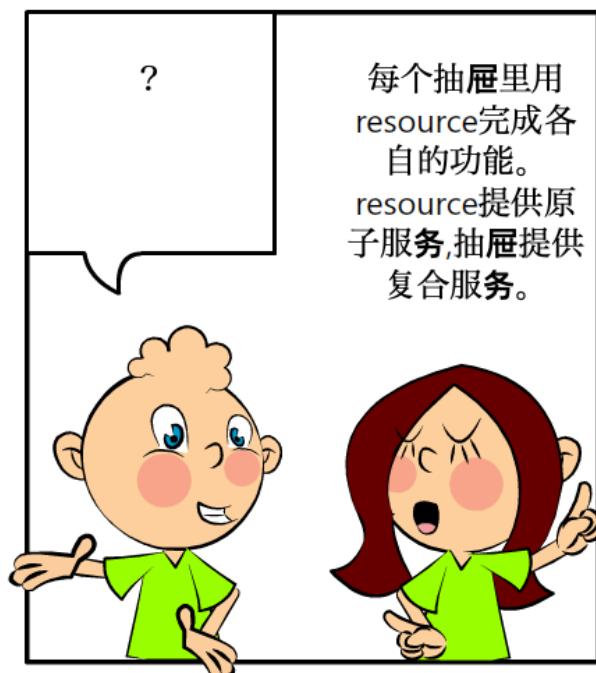
- 夯实顶层架构设计
- 由下而上,再由上而下
- 定期回顾和更新产品计划
- 产品的规划就是功能的发布计划.

第三步: 产品完成后, 如何进行更多增长

- 多次尝试,持续投入
- 市场策略:获取—>激活—>留存—>变现->传播(互联网模式)
- 建立长效的数据体系环,用数据说话

总结: 我们去做产品,不能只有理想,思考和分析,更要有策略,迭代和实战.既要胸怀远大,也要脚踏实地。

漫论：FHIR RESOURCE





二.第一次迭代业务场景推理

2.1 背景

CDSS决策支持系统是一个基于人机交互的医疗信息技术应用系统.通过合适的时机智能性地过滤或者表示信息和知识,为临床工作者,患者和个体提供更好的个体护理和健康管理的技术和手段。目前针对临床决策支持系统主要有两类:

1.基于规则的CDSS

基于规则的CDSS分为三个部分: 人机交互 , 逻辑推理,知识库. 人机交互式系统和用户之间数据输入和输出的接口。该系统通过人工输入或者从其他系统获得的条件来判断,并且从知识库中提取相应的条目或句子。决策机制和医生的工作流程融合在一起,医生可以在工作流程中快速得到决策支撑.它可以在完全不干预的情况下自动提示, 并且与电子病历等临床系统紧密结合; 逻辑推理使用决策树远离来判断重要的关键字 ,并且结果与知识库的关键字进行匹配,相当于一个小型的搜索引擎。知识库来自于权威出版物的临床相关知识的总体集合, 按照药品, 诊疗指南, 专科进行结构化分类整理。医疗过程中临床决策支持的内容可分为辅助诊断, 治疗辅助用药, 辅助诊疗等。辅助诊断的输入数据是患者的主要描述和临床观察数据, 以及一些检查检验的结果。基于这些结果, 知识库给出了推荐的诊断和依据。辅助用药则根据诊断的结果给出用药参考及禁忌。辅助诊疗则根据诊断从诊疗指南知识库中自动提取资料方案, 辅助临床人员参考。

2.基于学习性CDSS

基于学习性的CDSS大多数采用的是人工智能的形式, 主要是利用计算机自我学习或临床数据发现模式。相比基于规则的cdss, 消除了编写规则和专家录入的需要, 避免了知识结构制定, 知识数据整理等繁杂的工作, 但是, 这种学习模式无法解释最终决策结果的原因, 以至于无法成为临床决策支持的证据。因此很难使用这种模式让医生接受。它的最大意义是可以作为医学研究, 帮助医生在研究病症方面进行辅助支撑。

3.结合性CDSS

目前,医疗资源偏向于二三级医院, 社区服务资源能力较弱。而市场上大多数辅助决策系统用于临床诊断的产品较多。而服务于社区医生和居民的辅助决策产品目前还是处于蓝海状态。社区医院的主要工作以慢性病预防和连续性跟踪治疗为主。所以, 针对健康人群,亚健康人群,慢性病人这三类人群个性化健康评估辅助决策系统更适合**规则+学习型**结合的cdss系统。在本次迭代中,先实现多Agent规则知识库推理, 在下次迭代中将实现多Agent决策环知识库+学习型推理。

2.2 场景推理

本次迭代的业务场景采用三重评估的诊断方式去判断和发现早期乳腺癌。三重诊断的过程包括：

1. 外科检查

医生通过基本情况问询，比如：医生询问患者年龄,是否有家族遗传史等等，根据临床指南，患者在35岁以上和有家族遗传史患乳腺癌的可能性比较大。医生通过这些基本情况的了解可以对患者是否患有乳腺癌有一个大致的评估。

2.影像学检查

影像医生通过仪器用放射性方式对患者是否患有乳腺癌进行进一步检查.比如对患者进行乳腺x光检查，超声波检查或者磁力共振检查，医生通过图像反应的情况可以大致评估肿瘤是良性或者恶性。

3.病理学检查

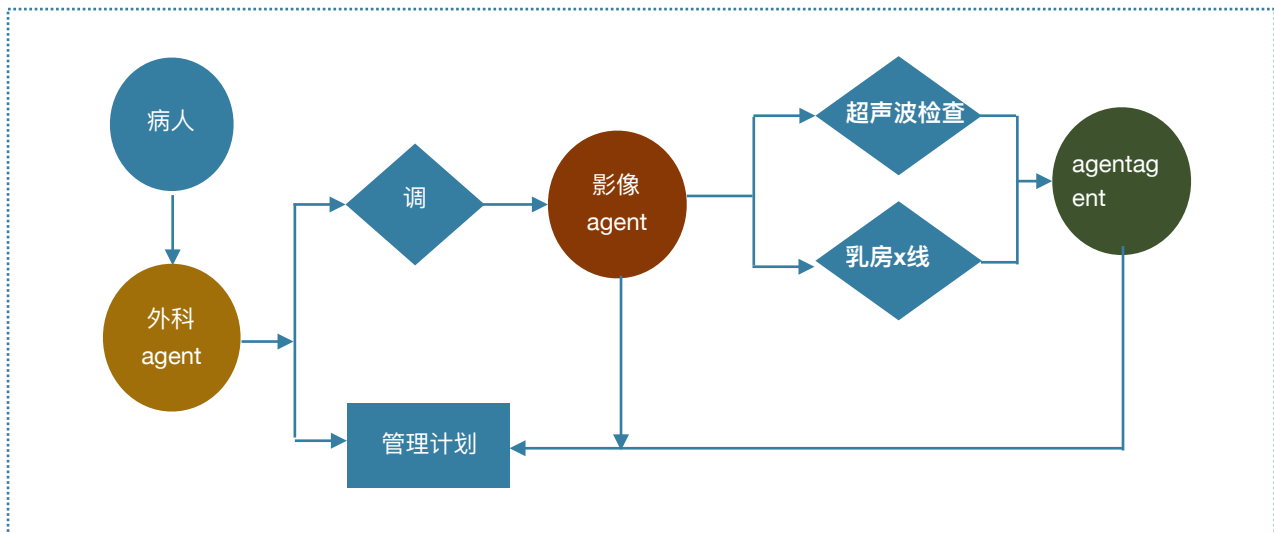
通过上面的检查发现了可疑的肿块，还不能确诊就要进行可穿刺活检。医生从患者体内去细胞或者组织去进行完全评估。

临床经验证明三重评估的准确度超过98%，若医生只进行临床问询，准确度只有85%；只接受x光，超声波或者磁力共振，准确度只有90%。只抽取组织化验，准确度最高也只有91%。因此当患者被疑似患有乳腺癌时，用三重评估的方式进行诊断是医生和患者最明智的选择。

此次通过多Agent决策环实现四个方面的决策支持：

1. 能够作出正确的遗传风险评估.完成这个任务的依据是具有权威的<英国国家临床医学研究所家庭乳腺癌指南>标准.
2. 能够正确选择正确的影像模式(乳腺x光检查或者超声波检查).完成这个任务的依据是具有代表性”美国放射学会.”临床指南的标准。
3. 能够选择正确的活检模式。完成这个任务依据是<美国乳腺癌普查计划>的临床指南的标准.
4. 根据患者的前三步检查的结果：问询，影像，细胞学。三重评估可以选择一套方案对患者进行管理。完成此任务依据的是具有代表性的baso指南.

根据上述的步骤可知，在整个决策流程中参与的资源有外科医生,影像科医生,病理科医生。这些代理因为决策规则被赋予相应的职能,共同协商完成对患者的诊治过程.整个流程如下图：



在上图中,病人也是个代理。在整个场景中作为整个临床决策任务的触发者。上述的三个资源分别用Surgeon Agent(外科代理), Radiology Agent(影像科代理),Pathology Agent(病理科代理).这些代理因为被赋予了(目标~决策规则)被赋予相应的职能(非知识图谱)。这些代理共同协商完成对整个诊断过程的诊治。整个决策树流程如下:

1. **外科代理**作为外科医生的代理,模拟外科医生的职能。外科代理的规则需要存储外科医生的问询条件以及参数作为依据, 这些规则已决策树的方式写入到知识库中.外科医生对患者进行第一重评估。
2. **影像代理**模拟影像科医生的职能。问询条件以同样的形式和结构存储在规则知识库中, 作为影像科 医生的行为。影像科代理的决策手段主要是超声波检查和乳房x线, 根据规则去选择正确的放射方案。是第二重评估。
3. **病理代理**职能是帮助病理科医生选择正确的病理检查方案.病理科代理的规则中存储的是这些方案的选择依据,也是病理科医生的问询条件。病理科医生主要是对患者皮肤组织进行检查, 是第三重检查。

在整个决策过程中,三个代理互相协作, 相互交换患者的数据。并且最终协商出合理的<诊疗方案>,具体场景如下:

1. 可疑患者首先由**外科代理**接待处理.如果外科代理检查完后不能确诊, 将患者资料发送给**影像代理**。如果影像代理检查确诊后, 由它给出<管理计划>。
2. **影像代理**接受到诊断数据问诊患者, 选用超声波或者乳房x线等诊断方法, 根据检查结果选择将患者数据发送给**病理代理**或者与**外科代理**共同给出<管理计划>。
3. **病理代理**收到**影像代理**发送的患者数据,**选择合适的baso手段**,根据检查结果最终与**病理代理**和**影像代理**共同给出管理计划。

三.FHIR在业务场景中应用推理

fhir的实现理念是构建一个资源的最小集合,它不像CDA标准是以文档作为中心。它从软件开发的角
度定义了一系列的基本对象资源,然后通过各种扩展和继承方式实现。它提出了要适应所有的模式,所有的架构,所有的客户的思想。主要包括以下几个组件: **资源Resource ->交换Exchange> 分析Profiling**

3.1 资源RESOURCE

定义了一系列不同类型用于交换或者存储的数据,来解决临床和管理两个方面种类多样化的医疗保健和
相关问题。目前对不同场景(行政管理,临床,存储,交换),不同平台(pc, 移动设备,其他设备)的应用也制定出一套相应的技术指南和规范。资源的抽象和定义定义了可互操作平台的最小原语单位。主要分为以下几种

① 基础结构类

支持实施,为资源在实际应用中提供支撑,包含资源定义的基础结构,一般是在交换,存储整合的过程中使用。

② 行政管理类:针对临床实施过程中的具体实体进行定义。病人,医生,设备,组织等。

③ 临床类:定义了诊疗过程中涉及到的单据,文档,流程的。主要包括诊断报告,药物,账单等。

④ 临床推理类:对临床决策的文档结构给出了相关定义。

⑤ 公共卫生类:对医疗保健康复给出了相关的定义。

资源是在临床信息交换过程中最小的逻辑单元,单个的属性无法成为资源,如姓名,年龄,性别等。资源要具有以下特性:

- 具有一个已知,并且可以用来寻址的标识。
 - 属于fhir定义的资源类型。
 - 包含一套资源定义。
 - 含有一同相应资源类型的定义所描述的结构化数据项。
 - 含有资源内容的人工可读型表达形式。
-

1. fhir官方定义的资源

官方: (<http://build.fhir.org/resourcelist.html>)

基础设施 信息跟踪: <ul style="list-style-type: none">问卷3问卷回答3种源3AuditEvent 3	文件和清单: <ul style="list-style-type: none">组成2DocumentManifest 2参考文献3清单1	结构体: <ul style="list-style-type: none">二进制 N套装 N基本1	交换: <ul style="list-style-type: none">MessageHeader 4行动成果 N参数 N订阅0主题0
符合标准 术语: <ul style="list-style-type: none">值集 N概念图3命名系统1	内容: <ul style="list-style-type: none">结构定义 N	运营控制: <ul style="list-style-type: none">能力声明 N操作定义 NSearchParameter 3	其他: <ul style="list-style-type: none">实施指南1TestScript 2
金融 支持: <ul style="list-style-type: none">覆盖范围2CoverageEligibilityRequest 2CoverageEligibilityResponse 2注册申请0注册响应0	帐单: <ul style="list-style-type: none">索赔2ClaimResponse 2发票0	付款: <ul style="list-style-type: none">付款通知2付款对帐2	其他: <ul style="list-style-type: none">ChargeItem 0ChargeItemDefinition 0福利说明2

分类的	按字母顺序	R2布局	按成熟度	安全类别	按标准状态	按委员会
<div>临床</div> <div>一般:</div> <div><div><div>过敏不耐症3</div><div>条件 (问题) 3</div><div>程序3</div><div>临床印象0</div><div>家庭成员的历史2</div><div>风险评估1</div><div>检测到问题1</div></div><div>护理规定:</div><div><div>CarePlan 2</div><div>目标2</div><div>服务请求2</div><div>营养订单2</div><div>视觉处方2</div></div><div>药物和免疫:</div><div><div>药物3</div><div>药物知识1</div><div>药物请求3</div><div>药物管理2</div><div>药物分配2</div><div>药物用法3</div><div>免疫3</div><div>免疫评估0</div><div>免疫建议1</div></div><div>诊断:</div><div><div>观察值 N</div><div>参考文献3</div><div>诊断报告3</div><div>服务请求2</div><div>标本2</div><div>车身结构1</div><div>影像研究3</div></div></div>						
<div>身份证明</div> <div>个人:</div> <div><div><div>患者 N</div><div>从业者3</div><div>相关人员2</div></div><div>团体:</div><div><div>组织3</div><div>HealthcareService 2</div><div>0 组</div></div><div>实体:</div><div><div>位置3</div><div>物质2</div><div>生物衍生产品0</div><div>人2</div><div>合约1</div></div><div>设备:</div><div><div>设备2</div><div>设备定义0</div><div>DeviceMetric 1</div></div></div>						
<div>工作流程</div> <div>患者管理:</div> <div><div><div>count 2</div><div>EpisodeOfCare 2</div><div>通讯2</div><div>标志1</div></div><div>排程:</div><div><div>预约3</div><div>预约回答3</div><div>附表3</div><div>插槽3</div></div><div>工作流程1:</div><div><div>任务2</div><div>CommunicationRequest 2</div><div>DeviceRequest 0</div><div>DeviceUseStatement 0</div></div><div>工作流程2:</div><div><div>SupplyRequest 1</div><div>供应交货1</div></div></div>						

2. 内部定义的资源域

参考hl7 Rim模型和Fhir资源划分的规则.对医疗领域重新划分,不再有各种应用的边界. 通过抽象, 划分出十个高内聚抽象的域. 它们要么是在不同的场景中重复出现(人), 要么是某些医疗活动场景中活动归类的文件夹(记录是电子病历文书归类的文件夹). 可以看到,域就是把各种资源进行高内聚.好处就是在很多场景都可以重复使用它.

编号	域	大类
1	人	<ul style="list-style-type: none">• 基本信息• 健康摘要• 健康账户• 其他信息
2	就诊	<ul style="list-style-type: none">• 挂号预约• 转入院• 分诊• 医疗资源
3	临床	<ul style="list-style-type: none">• 医嘱• 诊断
4	记录	<ul style="list-style-type: none">• 病例文书• 护理文书• 报表详单
5	知识	<ul style="list-style-type: none">• 知识库• 文献• 教材
6	护理与执行	<ul style="list-style-type: none">• 医嘱闭环• 执行计划• 医技
7	物品	<ul style="list-style-type: none">• 耗材• 物资• 药品
8	计费与结算	<ul style="list-style-type: none">• 计费• 结算• 票据
9	运营	<ul style="list-style-type: none">• 运营效益• 服务效益• 库存管理• 人力排班
10	赋能	<ul style="list-style-type: none">• 画像类• 主题类• 监测类

3. 资源解析

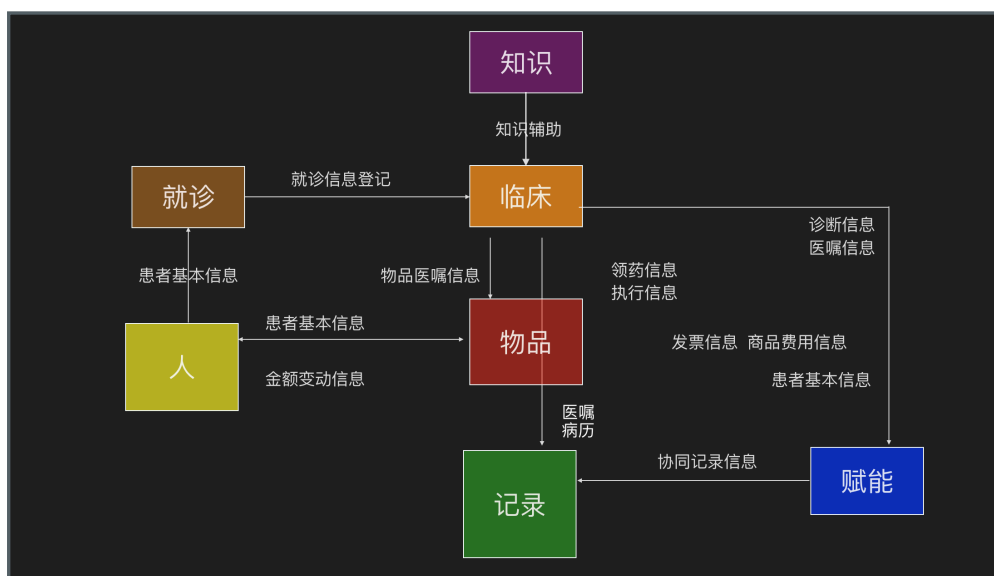
```
{
  "resourceType": "Patient",
  "id": "23434",
  "meta": {
    "versionId": "12",
    "lastUpdated": "2014-08-18T01:43:30Z"
  }
  "text": {
    "status": "generated",
    "div": "<!-- Snipped for Brevity -->"
  },
  "extension": [
    {
      "url": "http://example.org/consent#trials",
      "valueCode": "renal"
    }
  ],
  "identifier": [
    {
      "use": "usual",
      "label": "MRN",
      "system": "http://www.goodhealth.org/identifiers/mrn",
```

```
"name": [
{
"family": [
"Levin"
],
"given": [
"Henry"
],
"suffix": [
"The 7th"
]
}
],
"gender": {
"text": "Male"
},
"birthDate": "1932-09-24",
"active": true
}
```

43

每个资源包括如下内容:

- **resourceType** (line 2) - 必须要有: FHIR 中定义了多种资源类型, 详细列表请查看[the full index](#)
- **id** (line 3) - 资源自身的id(而非资源中数据的ID 相当于资源在数据库中的主键). 一般而言都是要有的, 除了在新建时之外。
- **meta** (lines 4 - 7) - 通常要由: 所有资源都会有的属性(这里和其他地方对元数据的定义略有偏差, 参考 <https://github.com/memect/hao/issues/296>)受基础架构控制. 如果没有元数据可以为空
- **text** (lines 12 - 17) - 推荐使用: XHTML 包含了资源中 [供人可读的部分](#)
- **extension** (lines 12 - 17) - 可选: [Extensions](#)由扩展框架所定义
- **data** (lines 18 - 43) - 可选: 每种资源所定义的数据项。

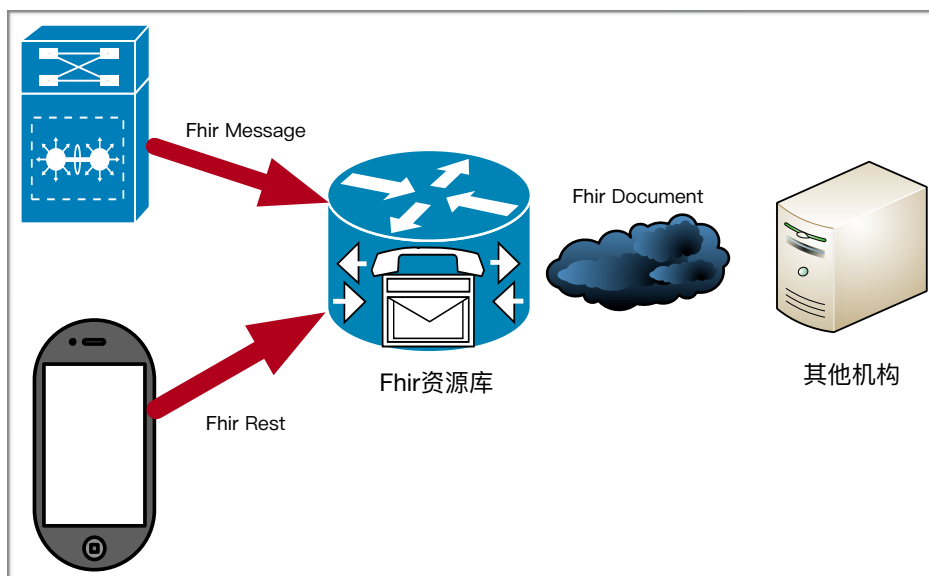


3.2 交换EXCHANGE

1. 四种互操作方式



2. 场景应用



详细说明参见:<http://wanghaisheng.github.io/fhir-cn/doc/overview-dev.html>

3. Rest api

REST是其中一种最简单的模式。可以把 restful 服务器看作是放满文件柜的一所大房子。在这个房子里，每个文件柜用来存放某种类型的资源。文件柜包含了不同的文件夹，每个文件夹有个唯一编号，每个文件夹表示一个唯一的实际存在的事物，比如一个患者、一次就诊、一种药物等。每个文件夹中可以包含多个文件，每个文件表示其中一个版本。每次出现病历内容的更新，就在文件夹最顶层增加一份文件。要想了解整个变更的历史情况，只需要翻一下文件夹即可。

想象工作人员站在门口。你可以递给工作人员一个申请来处理文件夹中的信息。工作人员和处理请求就构成了整个RESTFUL API。有了这样的API，你可以完成如下：

- search: 查询文件夹中满足一系列查询条件的文件
- read: 拿到某个文件柜中某个文件夹中的一份文件
- create: 在某个文件柜中增加一个文件夹
- update: 在某个文件夹中增加一个新的文件
- delete: 从文件柜中拿掉一个文件夹 (或者贴个“请勿打开”的条子)
- history: 在某个文件夹中查看所有的文件 (或者是某个文件夹、某个文件柜乃至整个房间的所有文件)
- transaction: 批量提交给服务器很多文件夹来处理
- EHR 和其他系统可能会使用更加复杂的界面，但其背后都是类似与文件管理人员类似的请求操作。

4. Documents

文档是医疗领域数据共享很常见的方式。无论是否需要告知信息的使用者如何使用，文档都是很有作用的，文档包括了诸如出院摘要和检验报告等。在FHIR 中有个特殊的资源叫Composition，可以将其看做文档的封面。其中确定了文档的标题、作者、日期以及患者、内容。一份 FHIR 文档可以看做是装订在一起的一堆 sheet，包含了一个封面。可以单独存储或传输，一次性表达一组信息。

5 Messaging

大多数医疗信息的交换是通过消息模式来实现的。在消息模式中，是通过一个明确的“做什么事”的请求来从一个系统向另一个系统发送一组信息的。一个消息可能要求执行某个检验医嘱、合并2个患者记录或是告知系统患者已经转床。消息与文档收集资源的方式很类似。然而，在消息中，封面页是MessageHeader 不像文档那样是订书机装订起来的，消息中的资源更像是回形针别起来的。不期望消息的接收系统会按照数据原来的样子进行存储。

6.Services

服务可以看做是轻量级的消息。与其说是完整的封面，而只是在资源的上面贴一个小纸片。有时候，不是发送完整的文件，而是将相应的片段切分开来，发送一个个片段。服务的响应是与订书机订起来的纸本类似的资源实例的bundle。服务可能被用在决策支持中，比如“病人Y的处方药X是否有问题？”，“患有A,B,C疾病的患者最佳的治疗方案是什么？”

3.3 本项目对FHIR资源进行扩充

1.本土化方法

FHIR规范是一个通用的平台标准,它将卫生健康领域可能用到的业务信息模网络需求型抽象成了易于理解的“资源”。尽管这些资源可以涵盖绝大部分应用场景的用例但是,由于医疗场景的特殊性与复杂性,FHIR的资源必须能适用于特定用例才能具有灵活的可落地性。中国的卫生健康行业的发展有着自身的特殊性,仅仅使用FHIR规范中自带的资源模型不足以满足业务需求,根据FHIR提供的资源本地化机制提供了将FHIR资源中国化的方法。

FHIR为了解决不同国家和地区对资源本地化需求,为其“资源”提供了配置(Profiles)与扩展(Extensions)的功能,并利用结构定义资源(StructureDefinition)来实现。

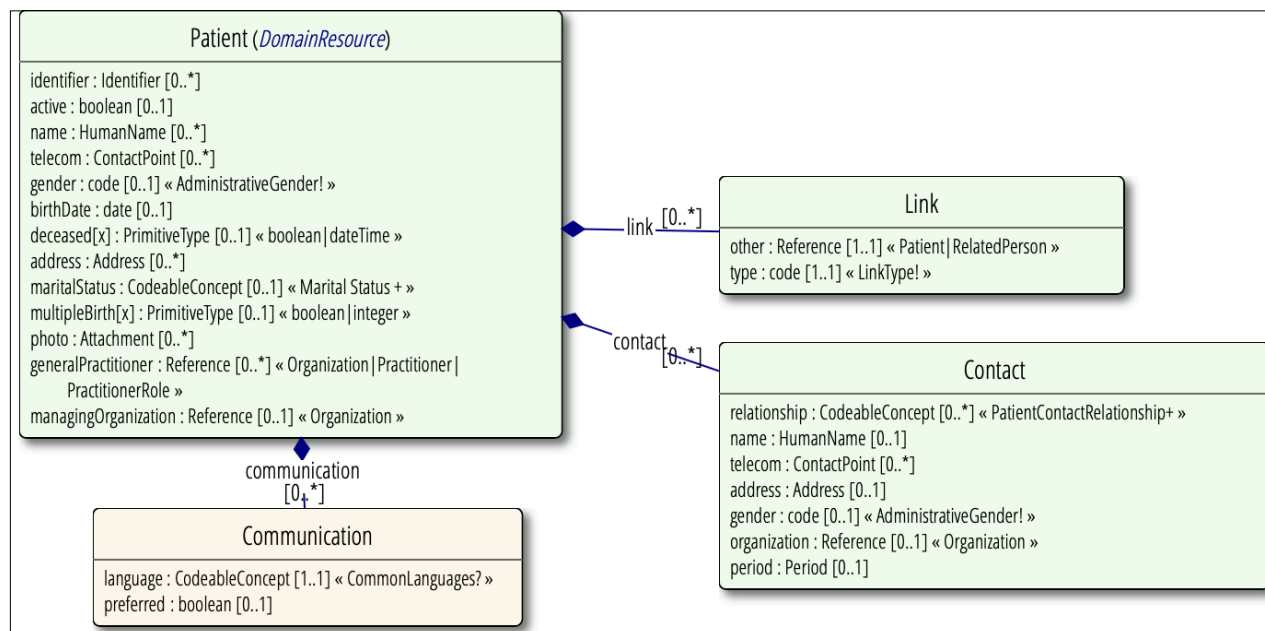
配置主要用于对抽象资源的具体化,通过配置,原资源里被配置后的元素会被进一步约束以适合更具体的场景。配置后在原资源基础上形成的新结构定义(StructureDefinition)的适用范围实际上是缩小了。与配置恰好相反,扩展却是为扩大资源的适用范围而生的。所有与业务相关的资源都继承自一个叫域资源(Domain Resource)的基础框架资源。域资源可以拥有零到多个用来使用扩展的 extension元素。扩展也是通过 Structure Definition资源来定义的,任何业务资源都可以定义任意多的扩展元素来完成实际业务需求。

本土化方式主要由以下四个步骤组成：

1. 通过对业务场景的分析判断是要将资源专业细化还是将其使用范围扩展。如果是专业细化则使用配置(Profiles)功能,如果是扩展其使用范围则利用扩展(Extensions)功能。
 2. 设置 Structure Definition的各项属性,使其符合中国卫生行业标准。如果属性中有对编码的具体要求,需要事先在FHIR术语服务器上注册相应的编码系统与值集。需要注意的是,此步骤要将中国现有编码与值域标准结合起来使用. FHIR规范要求编码值以“ system”和“code”成对组合的形式出现,其中 system是一个URL,它用于标识此编码值是由哪个编码系统定义的。此 system的值是区分大小写的。不同的编码系统对是否区分大小写有着自己的规定。在FHIR中定义的所有编码都区分大小写,并且在使用时必须符合其指定的形式。
 3. 将 Structure Definition注册提交到FHIR符合性服务器,确定本地化定义的URL地址。
 4. 在原资源里注明本地化定义的URL地址来引用通过前三步定义的StructureDefinition。对于细化的资源,将URL放入资源的 metaprofile元素;对于扩展,则将URL放入 extension.url元素。
-

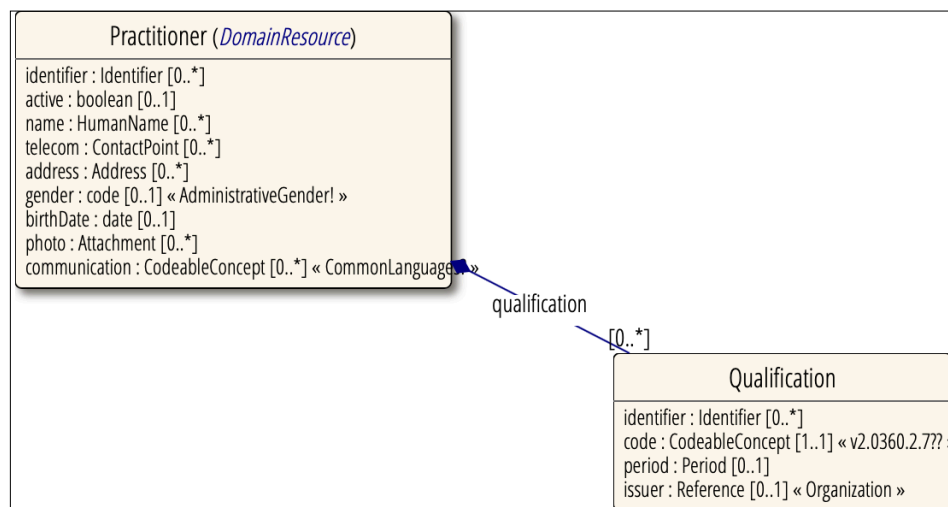
2. 本项目涉及到典型资源示例

2. 患者信息(<http://build.fhir.org/patient.html>)



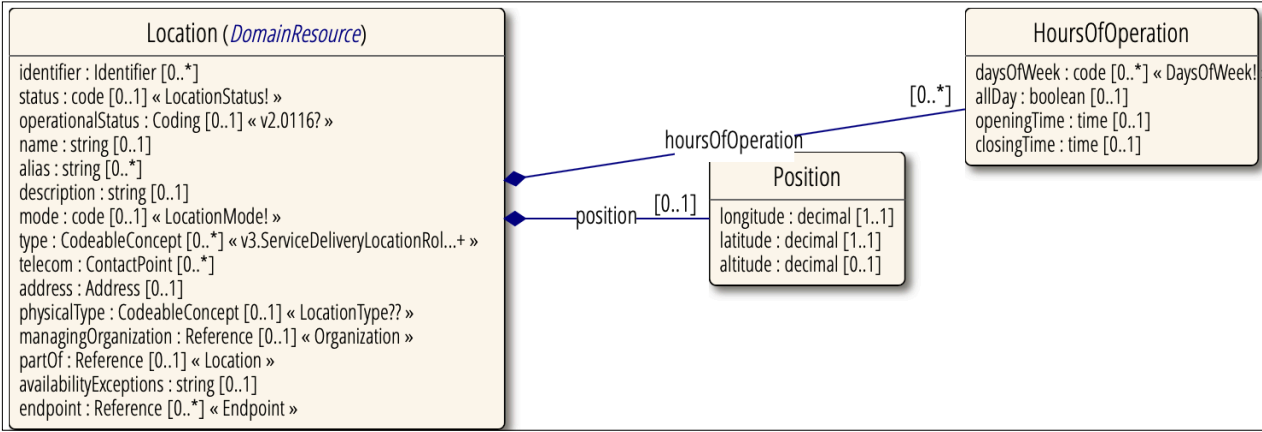
Patient定义了患者的基本信息,用于患者建档,其他资源都引用该资源来标识患者。通过模型的 Identifier建立患者唯一识别码,对全院患者进行统一管理,有利于患者就诊纪录的连贯性,形成以患者全院级最完整的个人健康档案。通过对已经建设完成的各系统中的患者建立交叉索引(Patient Identifier Crossreferencing, PIXX),以确定全院系统患者的唯一性。本项目中暂时不用考虑交叉索引的约束。

3. 医护人员信息(<http://build.fhir.org/practitioner.html>)



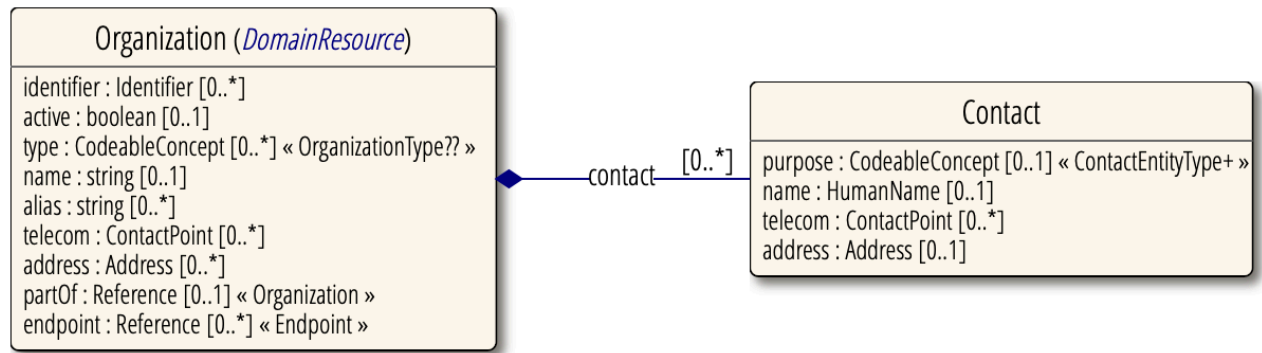
上图定义了医务人员的信息模型，包括医生、护士、技师、药师等。事件性资源都引用该资源,标识参与该事件的医务人员。

4. 地点信息(<http://build.fhir.org/location.html#tabs-uml>)



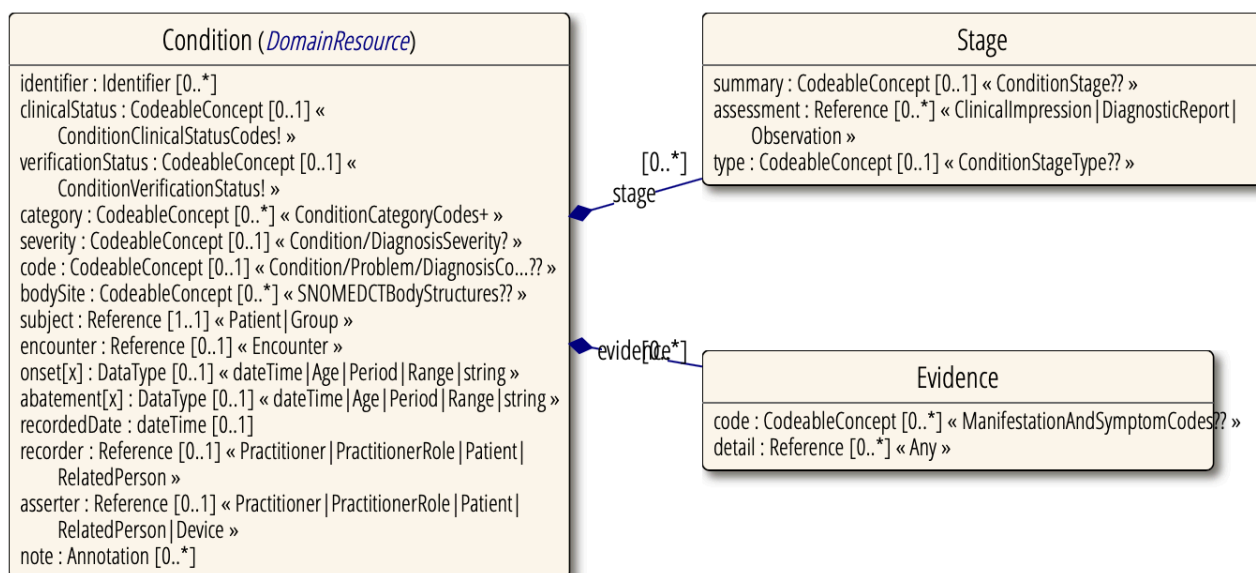
Location地点信息模型,如图4-15主要定义了具体医疗地点信息,包括病房、病床等。该资源与医疗事件资源和组织机构资源配合使用,描述在本次医疗事件中,患者的就医详细地点

5. 组织机构信息(<http://build.fhir.org/location.html#tabs-uml>)



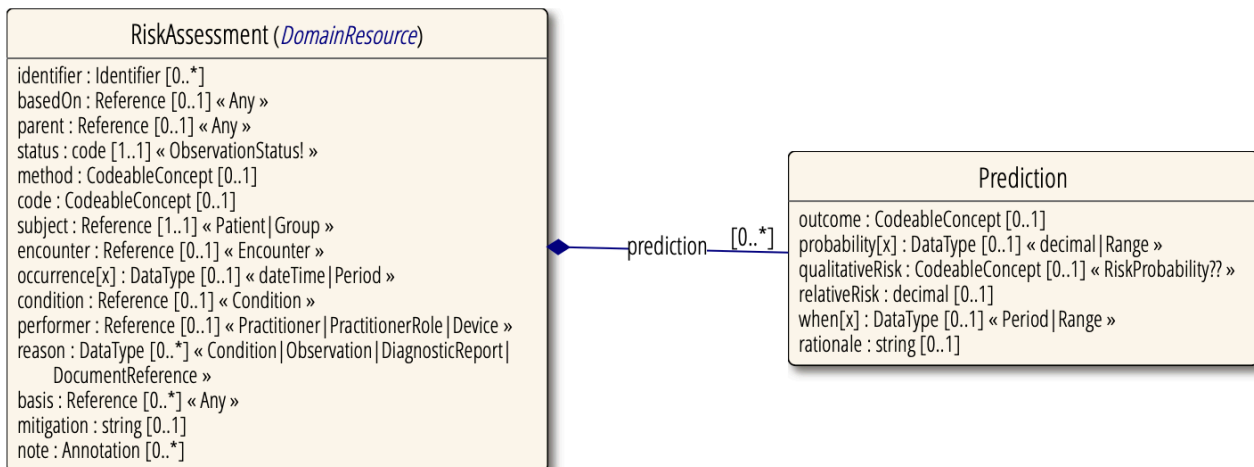
Organization组织机构信息模型,用于对科室、病区、院区、医院的实例化。报告资源、诊断资源、健康问卷资源等都依赖于该资源。资源采用层级的方式关联,可嵌套使用。

6. 疾病诊断(<http://build.fhir.org/condition.html#tabs-uml>)



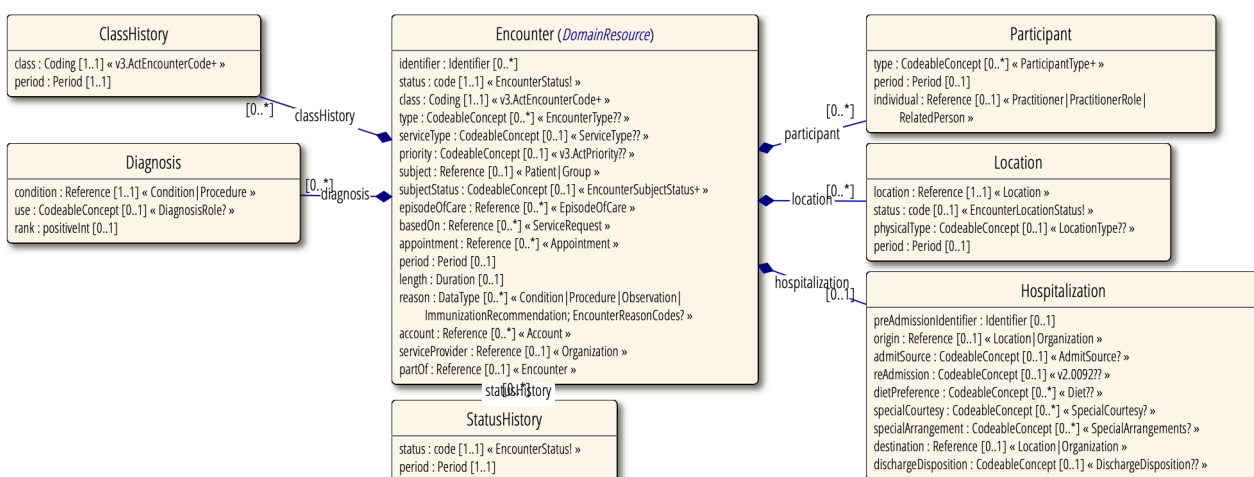
Condition诊断资源信息模型,主要描述医生对患者的疾病诊断,该资源可用于门诊和住院的临床诊断,在系统中可用于判断病种,可通过病种筛查疾病人群。

7. 健康评估(<http://build.fhir.org/riskassessment.html#tabs-uml>)



主要用于对患者的健康问卷和体检报告进行风险评估，作为筛查高危人群的证明。该资源配合患者，问卷答案，体检报告一起使用。

8. 体检(<http://build.fhir.org/encounter.html#tabs-uml>)



Encounter资源和医护人员资源、患者资源、科室资源等详细描述了这次体检的时间、人物、地点、事件。ServiceRequest体检详细项目信息模型,该资源描述患者在体检过程中进行的体检项目,主要关联标本、医护人员、患者、科室等信息。

四.多AGENT在规则知识库推理

4.1 Agent概念

agent在人工智能，操作系统，数据库经常使用,是一种特殊的软件组件.这种组件是自主的，提供与任意系统互操作的接口，类似人类的行为，按照自己的规划为客户端提供一些应用服务。agent在实际生产环境中，经常与其他的agent进行交互。这些agent群可以对复杂的系统进行建模，使得具有共同或者冲突目标的agent共存成为可能。

agent具有自由性，它可以在没有人或者其他的agent的直接干预下运行，并且能够调整自身的行为和内部状态。它具有社会性，可以和其他的agent共同协作完成一个目标；agent具有反应性，它不仅能够感知环境，而且能够对变化作出及时的反应，而且是主动进行目标驱动行为。此外，agent还具有移动性，可以自主地在网络上不同的节点上游动。

它是可信的，可以确保不会故意传达错误信息；它是善意的，总是按照所要求的去执行；它是理性的，总会为实现目标而行动，而且它还可以进行学习，调整自身以适应环境，满足用户的需求。

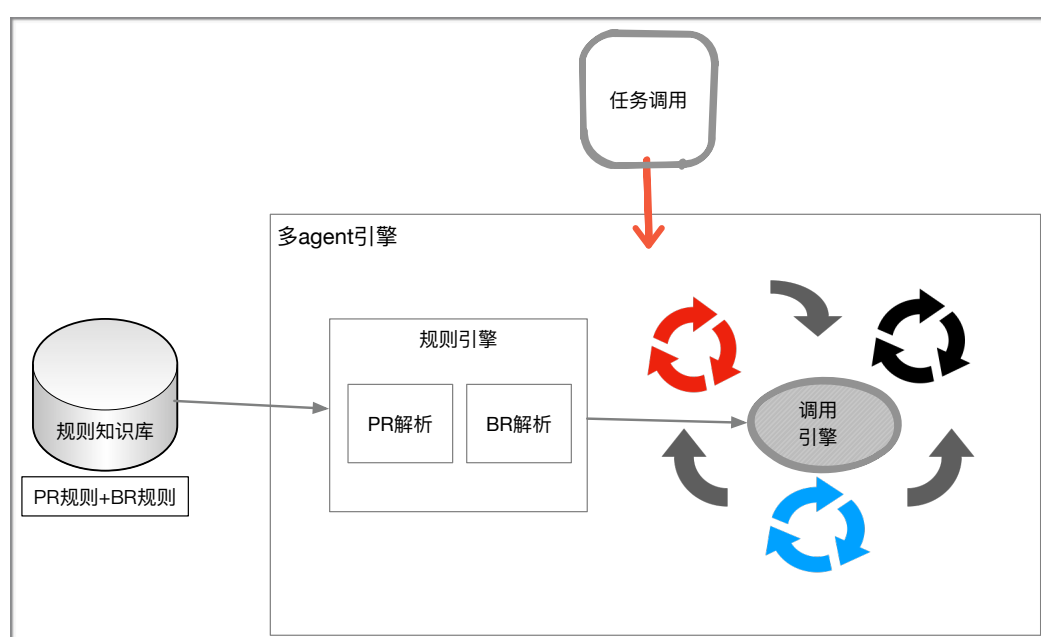
从表面上看agent与对象有很多相似性，都一样具有标识，状态，行为和接口，但是agent和对象又有很大的差异。最主要的差异就是agent具有智能性，都会有自己的知识库和推理引擎，agent之间的交互通常使用知识传递的通信语言，agent能够根据外界环境或者其他的agent的行为自主响应，但是对象只能按照外界要求做。

随着分布式技术的发展，使得多个agent共同协作，知识共享完成一项问题变成可能。agent群基本思想将各种问题封装成多个agent。多个agent之间的交互，可以进行协调，协作，协商的方式共同完成求解的任务。它们就有以下特点：

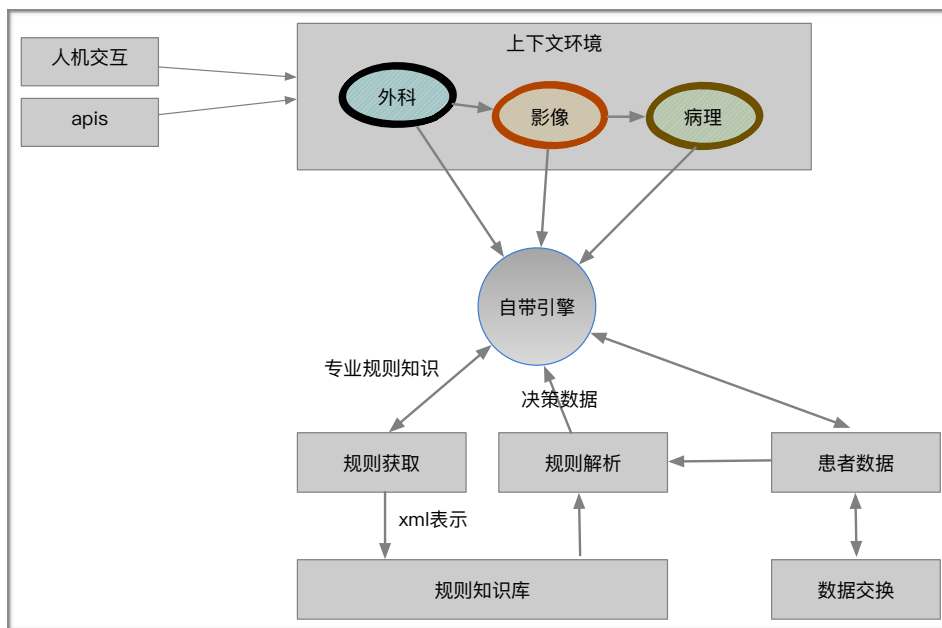
- 每个agent具有有限信息资源和问题求解能力。
 - 不存在全局控制，每个agent具有局限信息资源和问题求解能力。
 - 知识与行为是流动式,分布式的，计算过程是异步，并发的。
 - Agent 的行为包括创建,克隆，派遣，回收，挂起，激活，终结，消息传递。
-

4.2 决策环规则知识库推理

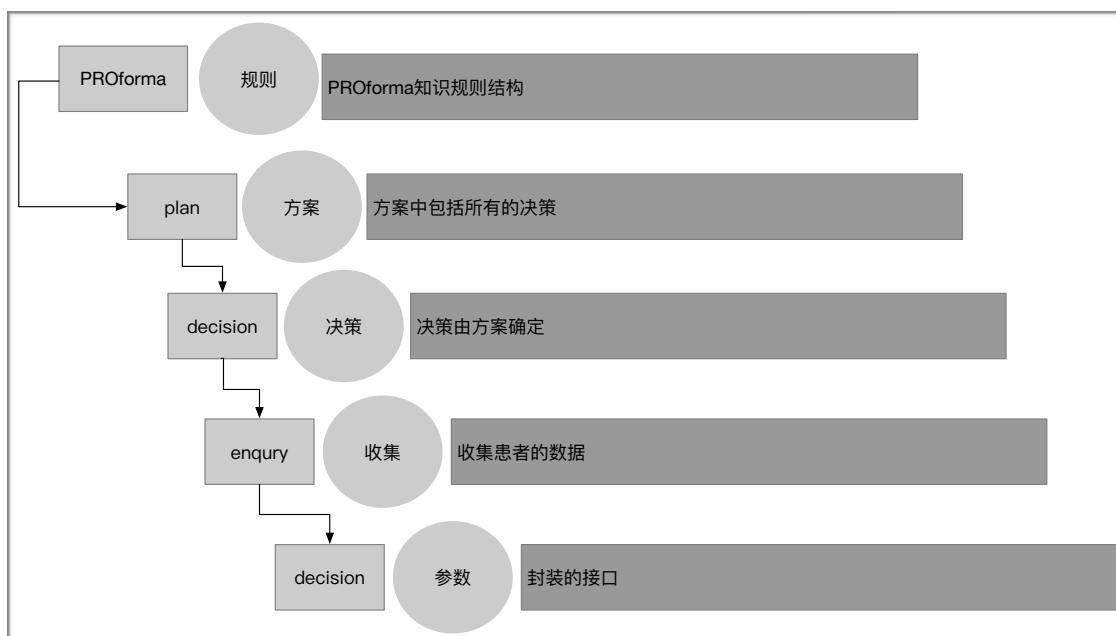
知识库的核心就是知识,是流动式agent推理执行的依据。在规则知识库里,主要是通过规则来定义推理的因果关系。逻辑图如下



在此业务场景中,有四个agent,分别是**患者代理**,**外科代理**,**影像代理**,**病理代理**.它们分别代表四个业务场景中的实际角色。它们依据规则知识库的驱动进行工作。规则库由行为规则(Behavioural Rules)和推导规则(Production Rules)两部分组成。行为规则用于指导agent作出决策,推导规则定义逻辑规则,由事件决策树组成。再看下图



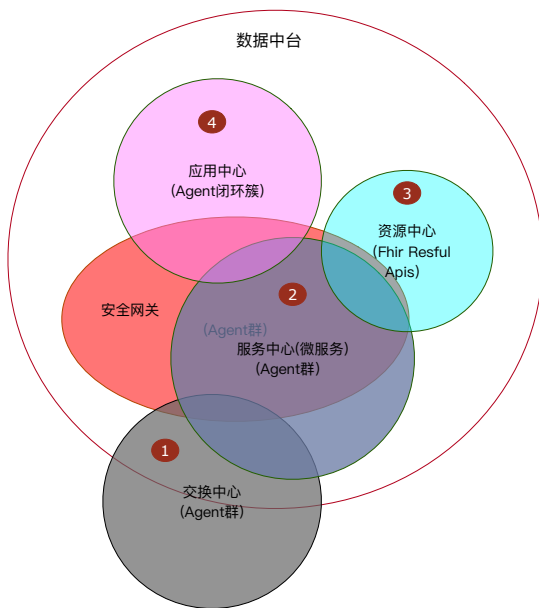
在上图中，实际上是人与代理之间之间的交互，也可以说是代理对人的辅助。在实际生产环境中，代理流动在网络上不同的主机上，代理之间通过网络通信。本方案基于PROformat框架的知识表达，并且通过xml方式来表达，形成下面的决策流程：



五.中台框架及相关技术推理

5.1 数据架构

1.整体架构—>此次迭代1,2,3,4将被使用



如上图。数据中台的主要职能是负责数据的交换,存储,整合及分析, 相当于数据的加工厂。

1.) 交换中心负责通过Agent群负责对外采购数据。并且以原始数据交换格式存储在交换中心。

2.) 服务中心提供两个核心功能:

- 提供适应多种数据格式的Fhir Agent适配器(二维表格式,Cda格式, apis格式)服务接口,负责将数据统一转化为Fhir资源库格式并且按照域主题格式(人,就诊,临床,记录,知识, 护理与执行, 物品,计费与结算,运营,赋能)或者传统的主题库格式(人口库,电子病历库...)存储到资源库中。
- 按照应用中心的闭环簇要求组装资源库的apis服务, 组合成复合服务, 为业务中台或者数据中台自身应用中心提供支撑服务。

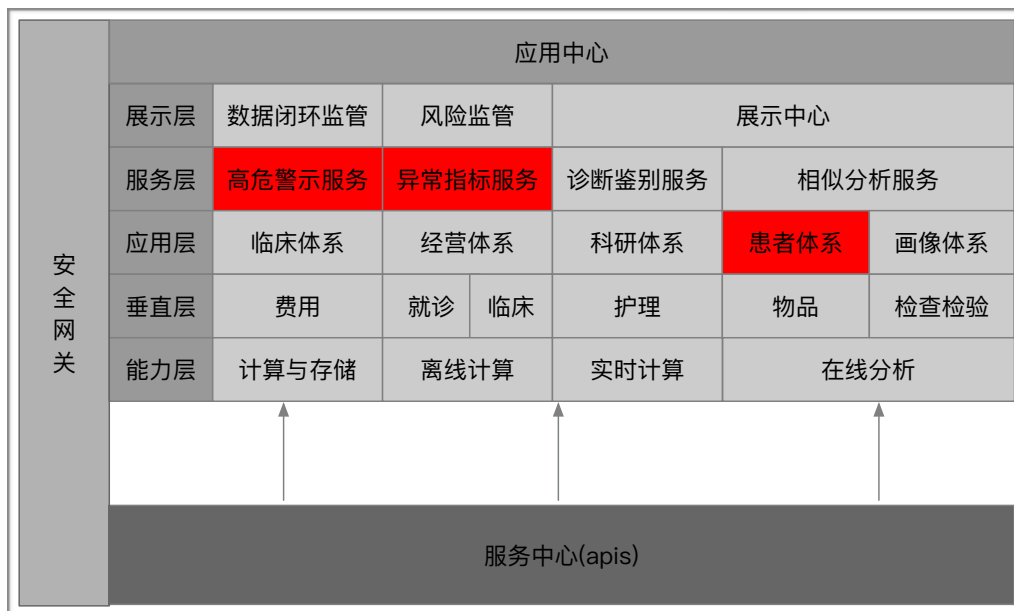
3.) 资源库提供两种功能

- Fhir资源存储, 以Fhir标准格式对外提供服务.
- 以传统主题库格式存储,统一以Fhir格式对外提供服务.

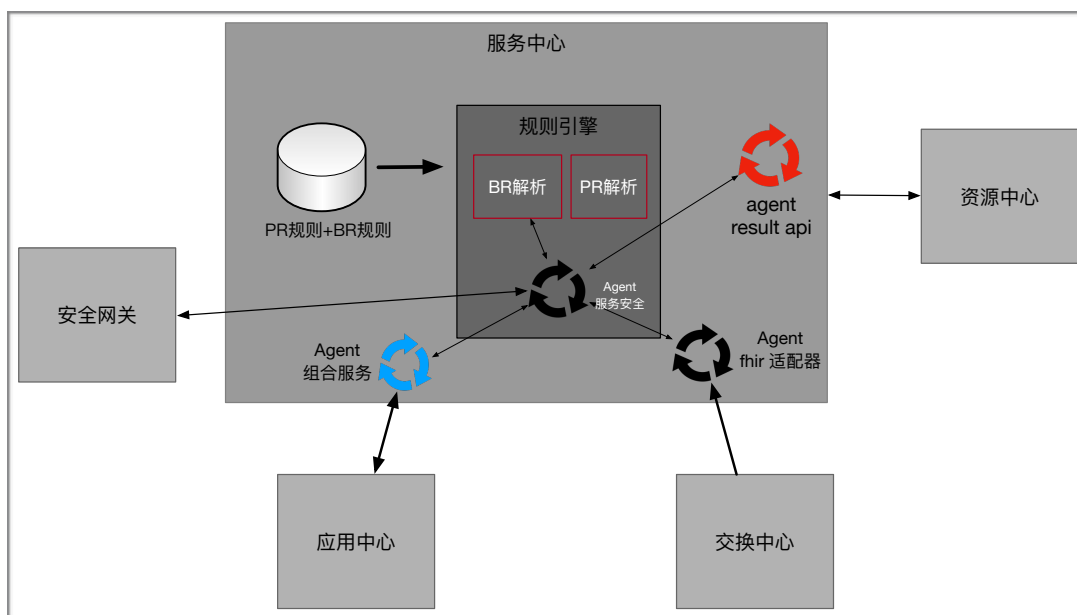
4.) 应用中心负责数据的聚合。从各个维度提供数据应用。

5.) 安全中心负责服务和数据的权限管理。

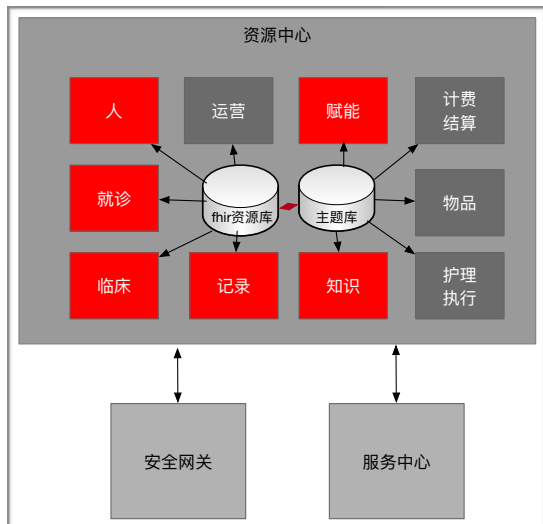
2.应用中心架构->此次迭代中红色部分闭环簇被定义



3.服务中心架构->此次迭代中,与业务场景相关的推导规则将被使用,服务中心核心流程将被验证

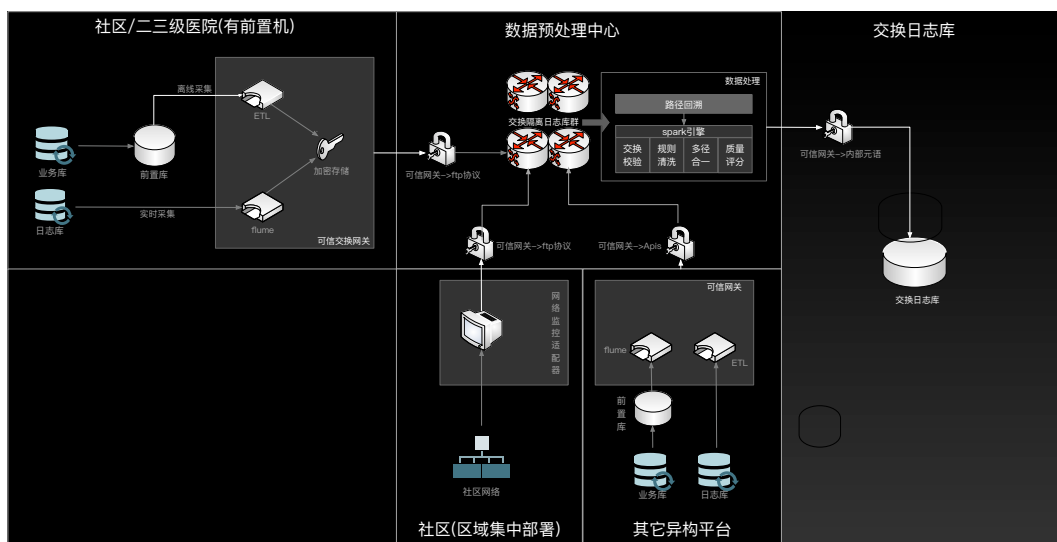


4.资源中心架构->此次迭代提供挂号(就诊域)和诊断(临床域)对应的原子服务



5.交换中心

在此次迭代中,交换中心功能暂不开发



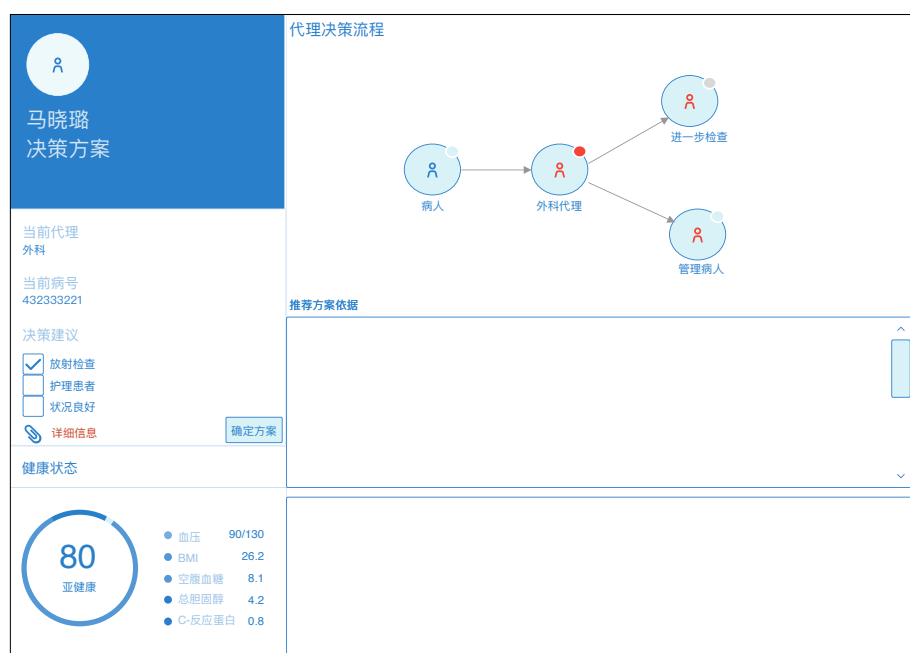
5.2 应用架构

1. 业务中台->此次迭代中，应用架构将对诊断和决策服务进行流程编排

2. 前台组装

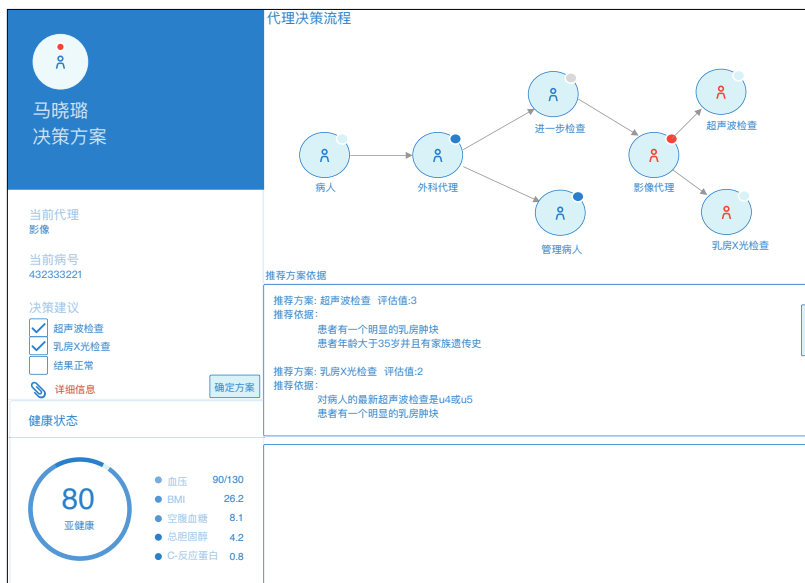
本场景中患者在外科代理,影像代理和病理代理三者之间的流通来实现临床决策的全部过程。每个aget在接受到决策请求的时候,都会通过该匹配该患者与知识库相关节点的值，根据匹配的结果来决定下一步的行为。

该行为可以是结束决策过程也可以将新的决策需求发送给下一个决策代理来做进一步处理。流程如下：



外科医生最初是采用与患者面对面的就诊方式，通过观察，问询等方式对患者的基本信息和生理特征等数据进行收集(临床域诊断服务)，拿到患者的最原始的资料。然后外科代理接受到决策请求。如上图所示意，红色标记在收集到患者信息后，给出的决策建议是需要做进一步检查，然后外科医生按照决策建议选择并将决策任务和数据(临床域诊断服务)进一步发送给影像代理。

影像代理在接受到决策任何和患者信息后，会对患者再次采集(临床域诊断服务)病理相关特征,如下图所示,根据影像代理对规则匹配的结果，影像代理需要做两个检查：超声波和乳房x光检查。



通过这种决策任务层次推进的方式，每个agent的决策手段和目标需求各不相同。如果外科代理和影像代理无法确诊的患者进一步交给病理代理。如下图所示，病理代理在基于病人数据情况下，最终决定对患者做皮肤活体组织检查，当病理医生最终做完检查后病理信息才算真正的完整。

