

业务流程建模与业务流程模型验证方法研究



复旦大学计算机科学技术学院

Web与服务计算研究所

学生：康国胜

导师：张 亮

汇报提纲

■ 研究背景，研究问题与研究现状

- 建模 (1, 2) → 验证 (3)

■ 研究内容

(1) (Activity-centric)异构业务流程的整合建模与监控

(2) Artifact-centric业务流程可配置建模

2.1 基于生命周期的Artifact-centric业务流程可配置建模

2.2 Artifact-centric业务流程形式化模型可配置建模框架

(3) Artifact-centric业务流程模型同步的行为正确性验证

■ 总结

- (1), (2), (3)



总体背景

- 在企业中，业务流程驱动着企业的业务运作，成为企业信息系统的重要组成部分
- 以活动为中心的业务流程建模




- 以数据为中心的业务流程建模

[A. Nigam '03], [R. Liu '08], [R. Hull '10], [K. Ngamakeur '12]

- 表达业务流程的上下文
- 业务易于理解
- 支持业务变化
- 系统易于实现

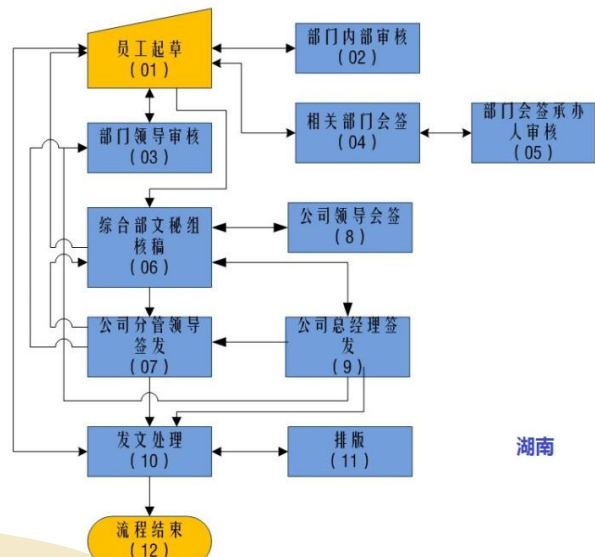
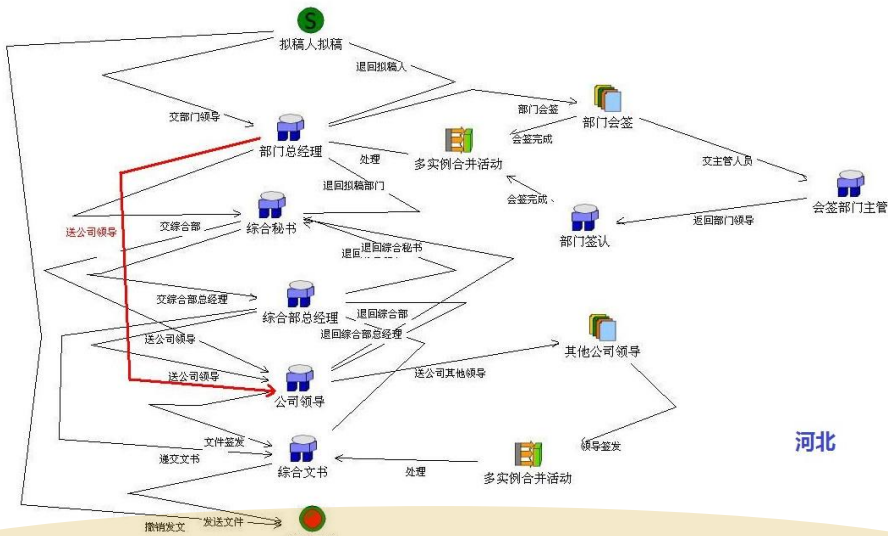
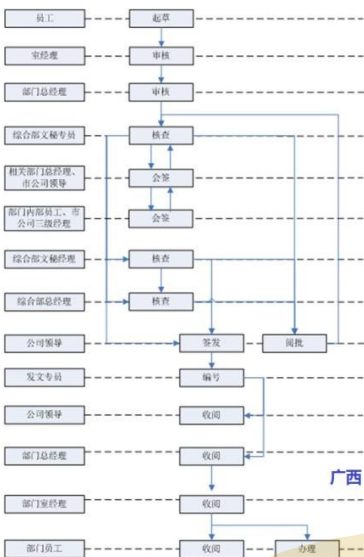
研究背景(1)

- 企业的发展常通过合并、收购等方式进行扩大，同一类别的业务流程在各分公司以自底向上的方式独立地构建和维护
- 业务流程管理实践中出现大量异构业务流程模型
 - 业务相同或相似
 - 业务流程模型不同
 - 建模方式各异
 - 颗粒度不一
 - 分散在不同的应用系统
 - 承载于不同的工作流引擎之上

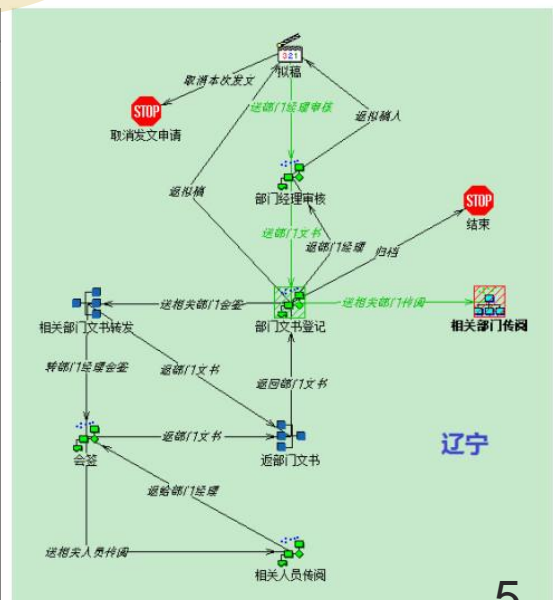
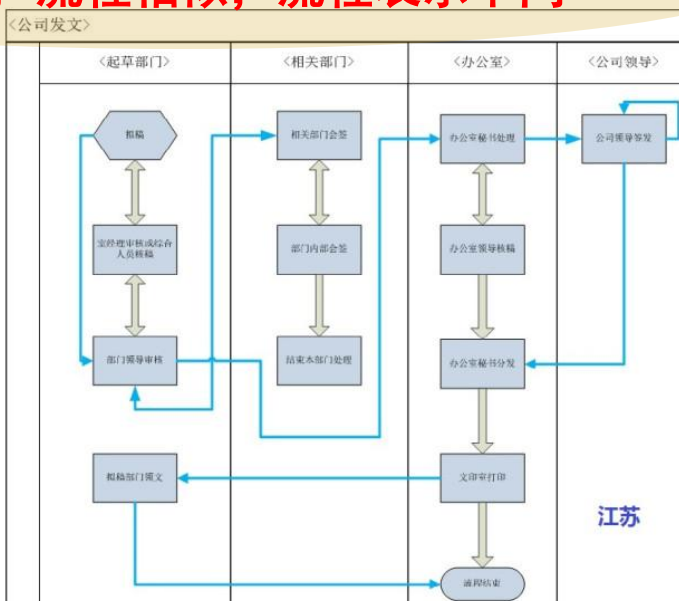
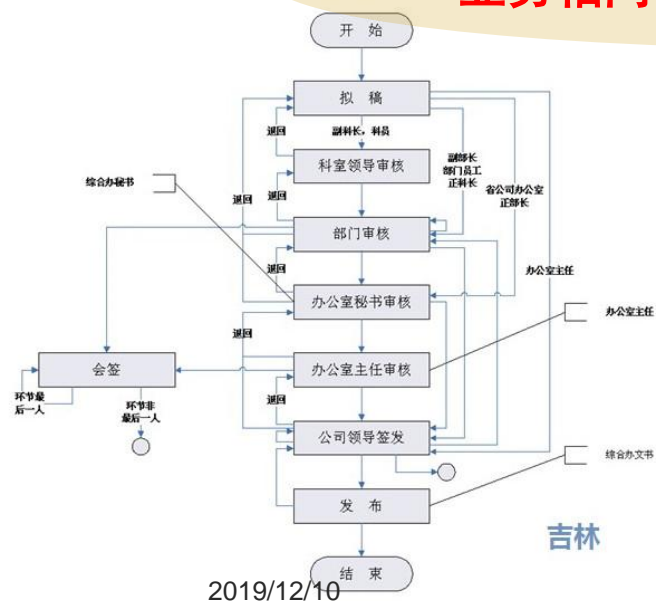


中国移动OA系统内超过
8000+个流程

研究背景(1)——中移动部分省市的发文流程



业务相同，流程相似，流程表示不同



问题与现状 (1)

- 如何对**异构业务流程进行整合与统一监控**成为业务流程管理的重点问题??
- 难点
 - 异构流程规模较大，难以形成标准化流程
 - 业务不能长时间间断，流程难以重新部署
- 现状：业务流程整合方法主要集中在模型的集成
 - 业务流程模型的合并 [S. Sun '06], [L. Rosa '13]
 - 可配置流程模型 [F. Gottschalk '09], [M. Benítez '17]
- 缺点
 - 针对大量的异构流程模型变体，导致**复杂的可配置流程模型**，难以理解和使用
 - 整合的**目标是建模和管理，无法实现统一监控**

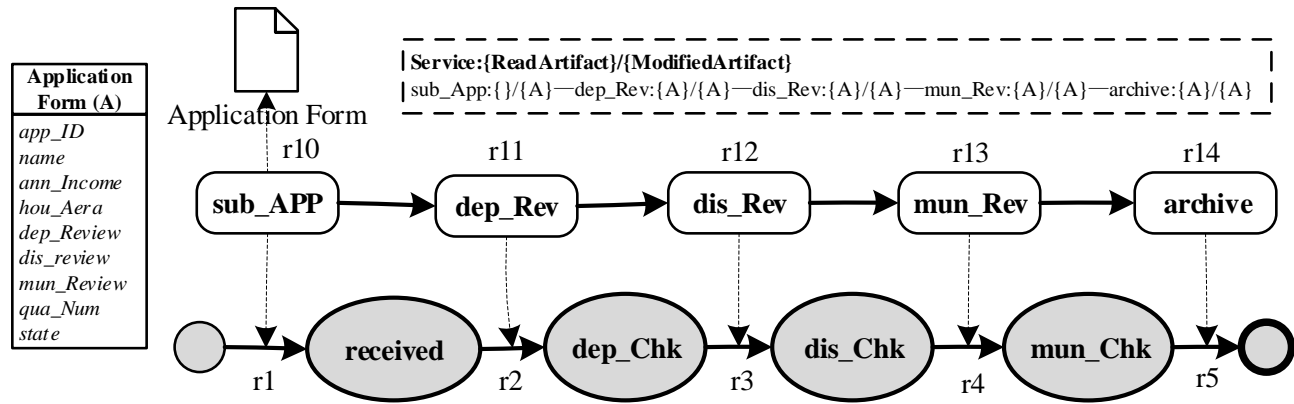


研究背景(2)

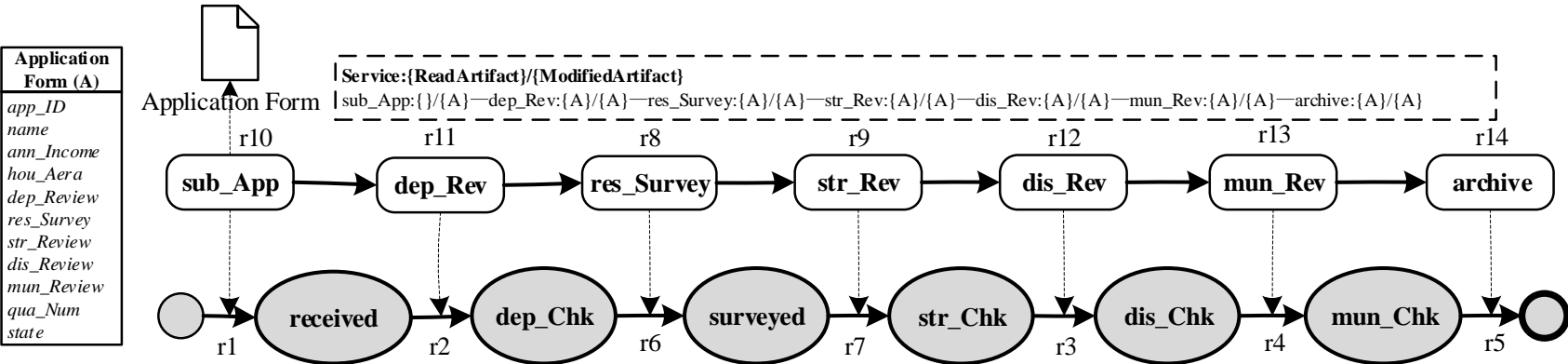
- 企业处于一个动态的世界当中，常面临着新的机遇和挑战。只有能快速响应变化需求的组织才具有强大的竞争优势。 [Economist '09]
 - 空间维度（业务推广）√
 - 时间维度（系统演化）
- 例子：杭州中房保障房申请资格审查流程(空间+时间)
 - 差异化的体现：任务数不一样，任务顺序不一样、资源不一样、保障实施细则等
 - 差异化的原因：组织机构、人员组成、政策调整

研究背景(2) (保障房申请资格审查流程, PHA)

同一业务多处部署、未来业务推广不可预知，且一项业务的流程模型伴随着应用的部署或演进将产生多个变体，需要不断建立新的流程模型。



杭州的PHA业务流程



衢州的PHA业务流程



问题与现状 (2)

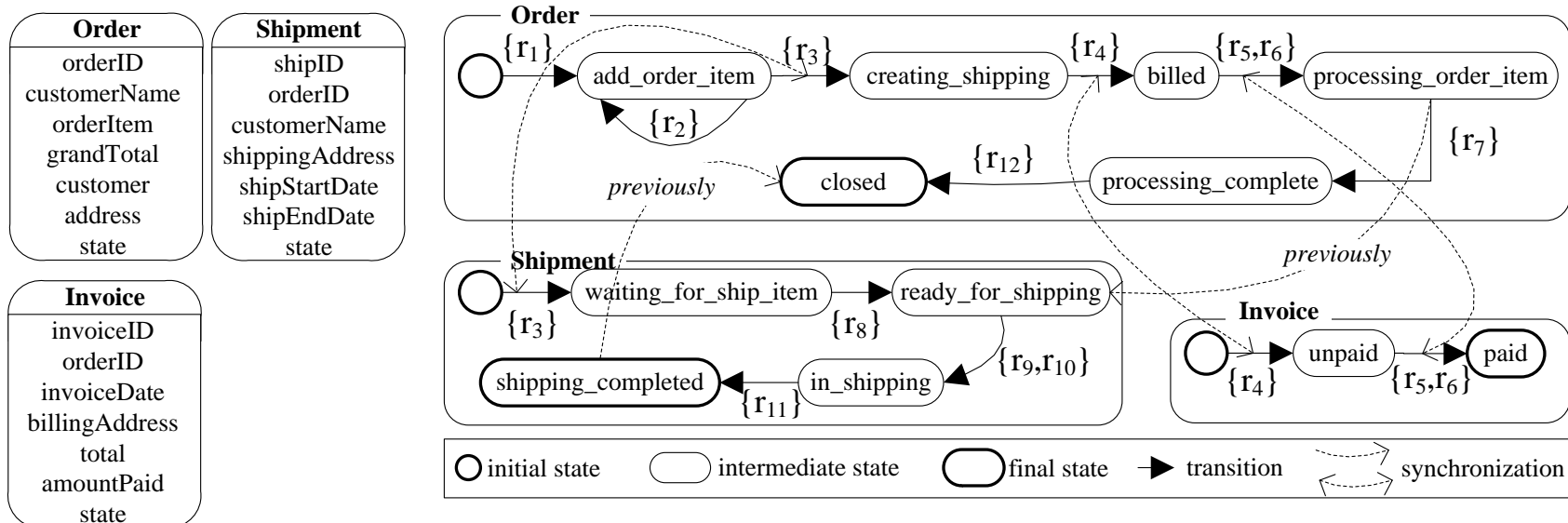
- 如何复用已有的流程模型，通过配制建模新的Artifact-centric业务流程模型成为一个挑战??
- 难点
 - Artifact-centric业务流程组成包含多方面
 - 配置元素与配置选项的识别
- 现状：业务流程模型可配置建模 (以活动为中心)
 - C-EPC (WF, YAWL, etc.) (控制流) [M. Rosemann '07]
 - C-iEPC (控制流+角色&对象) [L. Rosa '08]
 - 辅助配置过程
 - 产生结构正确的EPC [F. Gottschalk '09], [Dennis '12]
 - 问卷 [L. Rosa '07], [L. Rosa '09] & 本体 [Y. Huang '13]
 - 模板与规则 [A. Kumar '12]

研究背景(3) (业务流程模型的行为正确性验证)

■ Artifact-centric业务流程模型

- 多个Artifact类
- Artifact生命周期之间存在同步

■ 在线购物流程中所包含的Artifact及生命周期

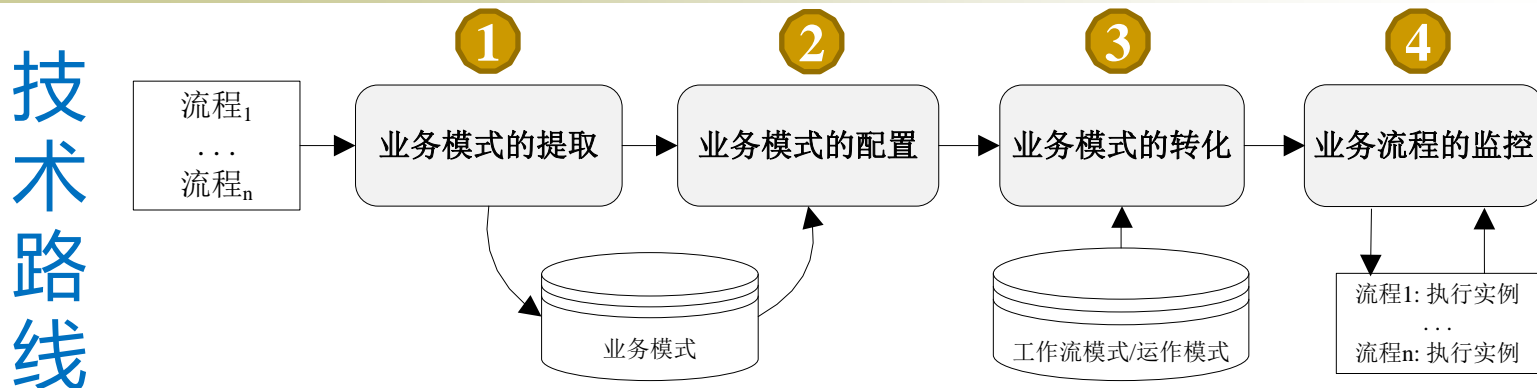


问题与现状 (3)

- Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证？？
- 难点
 - 同步使行为变得复杂，难以识别控制/数据流
 - 如何描述同步的行为以及流程的流转规则
- 现状：Artifact-centric业务流程模型的验证
 - 形式化分析 [K. Bhattacharya '07], [C. Gerede '07]
 - 复杂性 &可判定性[T. Umarov '15], [D. Borrego '15]
 - Petri Nets [R. Liu '07]
- 缺点
 - 强调单个Artifact的行为或将数据视为整体对象
 - 忽略多个Artifact之间的（复杂）同步



研究内容(1) (异构业务流程的整合建模与监控)



■ 主要创新点

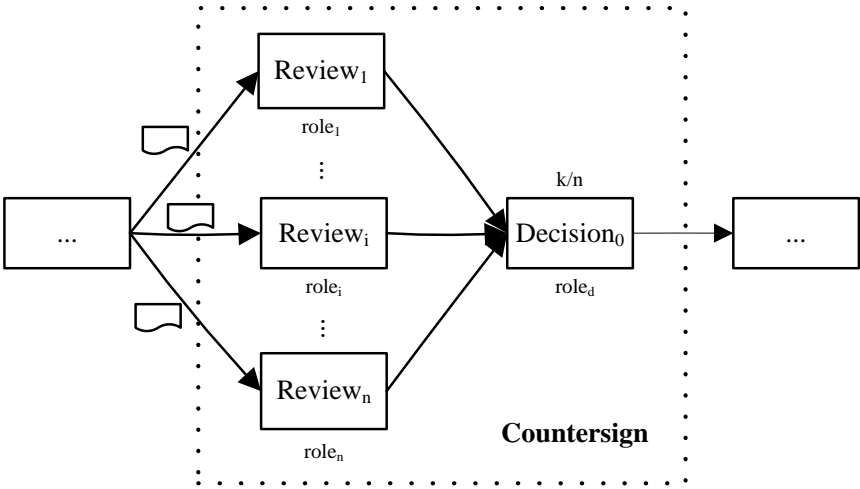
- 业务模式的提取与参数化定义
 - 分析业务流程的结构、抽取频繁的业务行为
 - 模式内数据的提取及参数化、内部结构的语义定义
- 业务模型的配置、执行与监控
 - 模式内参数的实例化，即配置
 - 业务模式的转化
 - 基于CEP的业务流程监控

研究内容(1) (异构业务流程的整合建模与监控)

| 简称 | 业务模式名称 | 描述 |
|----|--------|--|
| CS | 会签模式 | n 个并行的会签任务同时执行 |
| DP | 呈文模式 | 首先拟稿, 然后从低级到高级部门进行多级审核 |
| CO | 执行模式 | 任务的执行从上级往下级部门一步一步进行 |
| CP | 抢先办模式 | 分配 n 各独立的任务, 若有某个任务完成, 则其他 $n-1$ 任务被丢弃 |
| DG | 主控模式 | 任务T首先分配给某个工作人员A, 当A的执行时, 将其任务中断, 并将任务分配给另一位工作人员B |

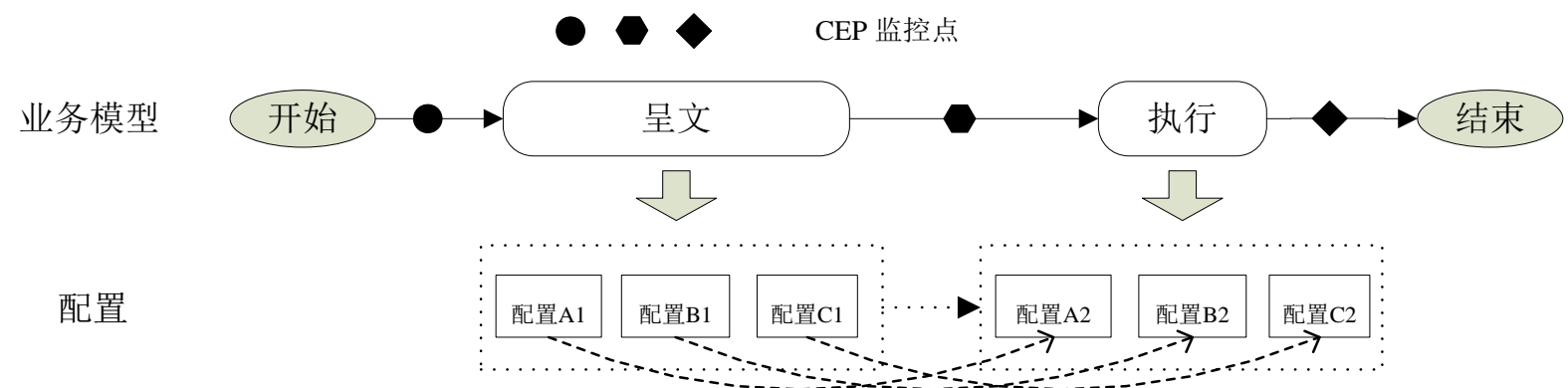
业务模式=(P, D), 其中P为参数集合, D为业务模式的相关描述, $P=(Role, Artifact, Activity, Rule, Map)$

会签模式
 $BP_{CS}=(P_{CS}, D_{CS})$

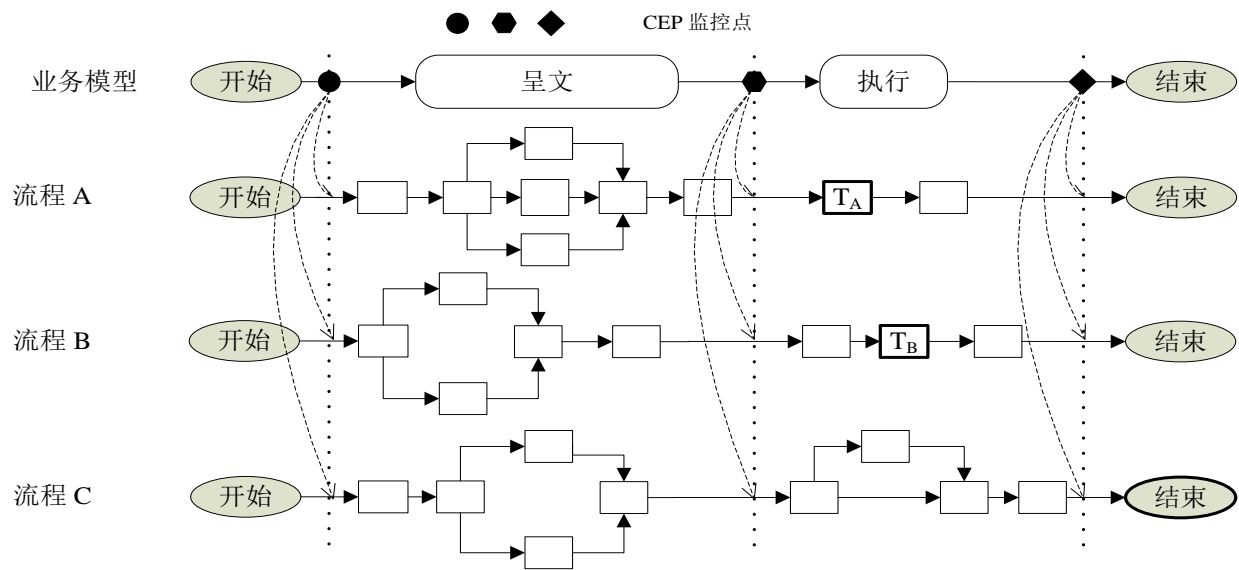
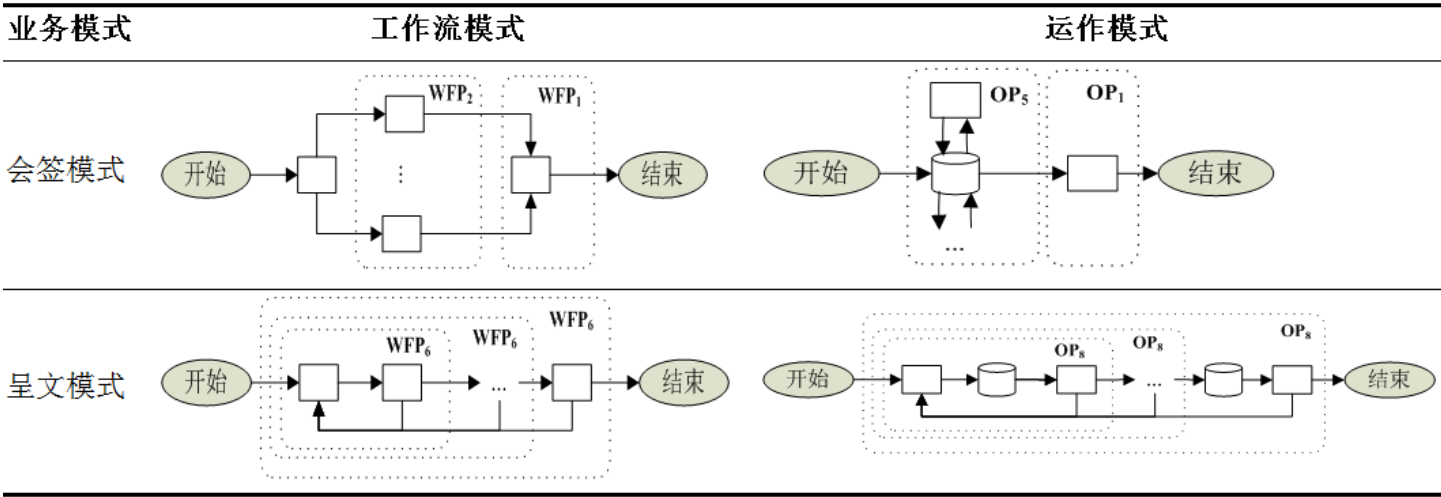


研究内容(1) (异构业务流程的整合建模与监控)

| 会签模式 | Role | Artifact | Activity | Rule.P _{rule} k/n) |
|------------------------------|--|--|---|--------------------------------|
| Configuration _{CS1} | {manager ₁₁ , manager ₁₂ , manager ₁₃ , general manager ₁₀ } | {ID 125; topic “countersign of managers”; description “related departments”; result ₁ null; comment ₁ null; result ₂ null; comment ₂ null; result ₃ null; comment _n null; finalResult null; finalComment null; state “started”} | {review ₁₁ , review ₁₂ , review ₁₃ , desicion ₁₀ } | 2/3 |
| Configuration _{CS2} | {employee ₂₁ , employee ₂₂ , employee ₂₃ , employee ₂₄ , employee ₂₅ , manager ₂₀ } | {ID 121; topic “countersign of employees”; description “inner of department”; result ₁ null; comment ₁ null; result ₂ null; comment ₂ null; result ₃ null; comment ₃ null; result ₄ null; comment ₄ null; result ₅ null; comment ₅ null; finalResult null; finalComment null; state “started”} | {review ₂₁ , review ₂₂ , review ₂₃ , review ₂₄ , review ₂₅ , decision ₂₀ } | 3/5 |



研究内容(1) (异构业务流程的整合建模与监控)



研究内容(1) (异构业务流程的整合建模与监控)

- 实现工具：jBPM5
 - 工作流引擎
 - Drools规则引擎 (Condition-Action)
 - adHocSubProcess→业务模式

- 方法评价
 - Boot-strap方法抽样
 - 19个省市发文流程作为测试集
 - 结果 (16/19=84%)
 - 16个可以直接由共同的业务模型进行配置得到
 - 3个发文流程需要增加额外信息来完成
 - 方法可应用于超过80%的省市，并可再调整



研究内容(1) (异构业务流程的整合建模与监控)

■ 意义

- 提高流程建模的效率，简化流程的管理
- 流程的监控为业务决策提供依据

■ 不足

- 业务模式的抽取为人工的方法，在总的业务模式数量较小的情况下是适用的

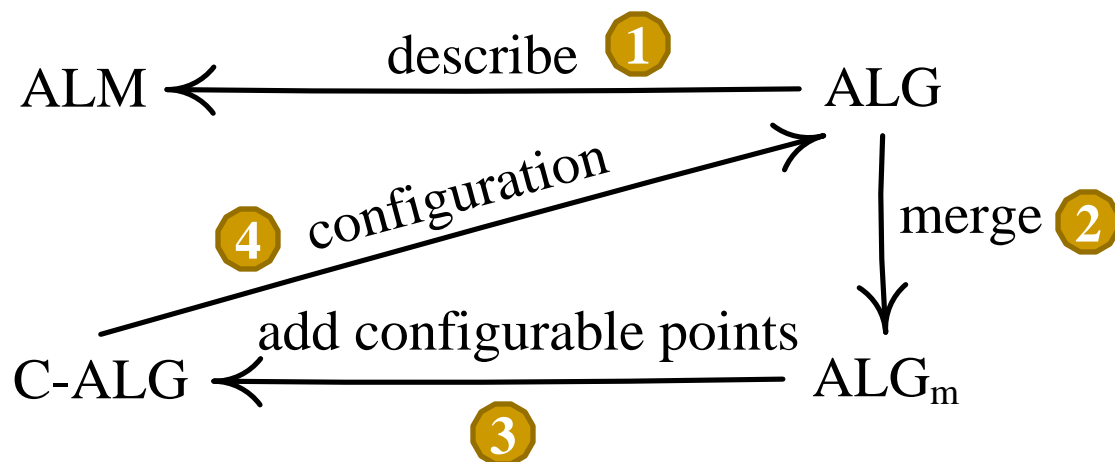
■ 改进

- 当需抽取的业务模式数目较大时，未来可通过挖掘业务流程日志自动化地发现业务模式，作为人工识别业务模式的一个参考



研究内容(2.1) (基于Artifact生命周期的可配置建模)

技术路线



■ 主要创新点

- Artifact生命周期图的描述与合并
- 在合并的Artifact生命周期图中识别配点并添加配置选择使其形成一个可配置的Artifact生命周期
- Artifact生命周期模型的配置算法

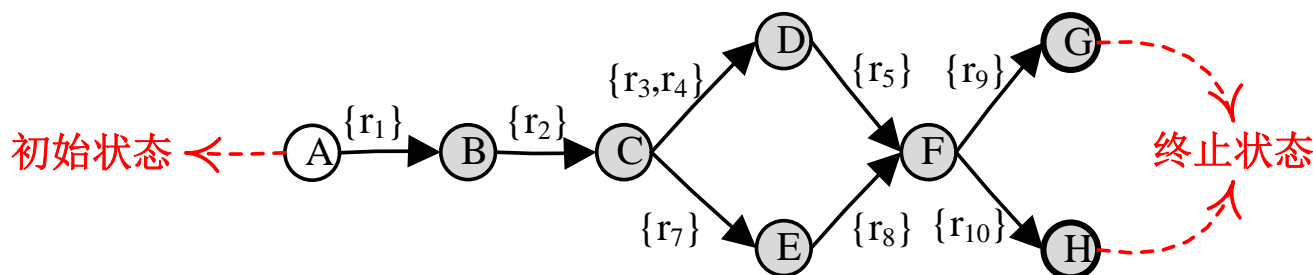
研究内容(2.1) (基于Artifact生命周期的可配置建模)

■ Artifact Lifecycle Graph (ALG)

- $ALG_C = (S_C, A_C, R_C, l_C)$

■ ALG的结构化正确性

- 有且仅有一个初始状态，且至少有一个终止状态
- 每一个状态均至少处在一条从开始状态到某个终止状态的路径上
- 每一个变迁均附带了一个业务规则的非空集合

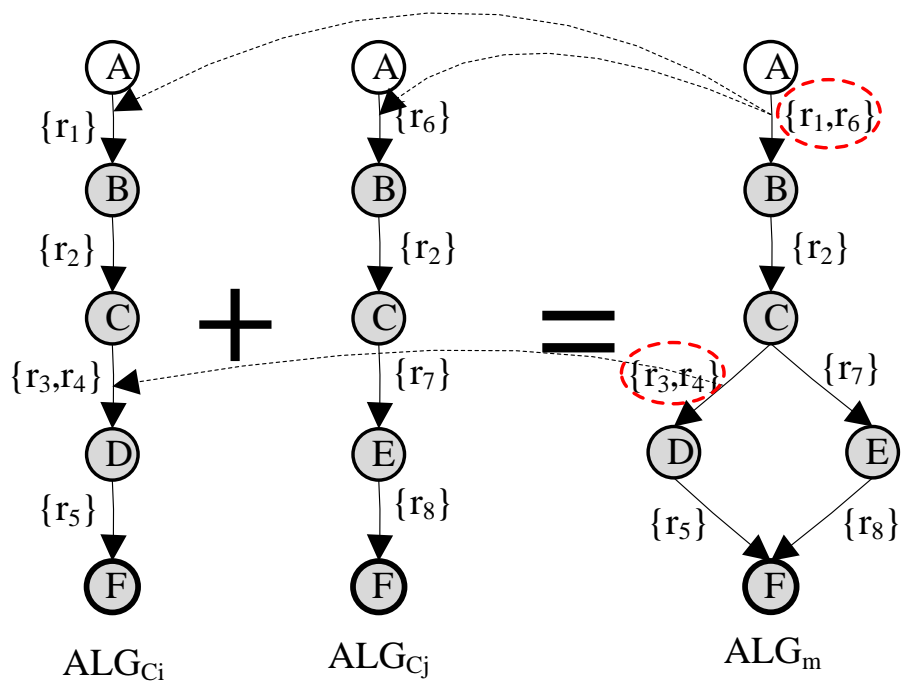


研究内容(2.1) (基于Artifact生命周期的可配置建模)

■ Artifact生命周期模型的合并： $\langle G, \oplus \rangle$ 为代数系统

- 状态合并
- 变迁合并
- 业务规则合并(映射)

$$l_m(e) = \begin{cases} l_{C_i}(e) & e \in A_{C_i} \wedge e \notin A_{C_j} \\ l_{C_j}(e) & e \notin A_{C_i} \wedge e \in A_{C_j} \\ l_{C_i}(e) \cup l_{C_j}(e) & e \in A_{C_i} \wedge e \in A_{C_j} \end{cases}$$



集合的并 \Rightarrow

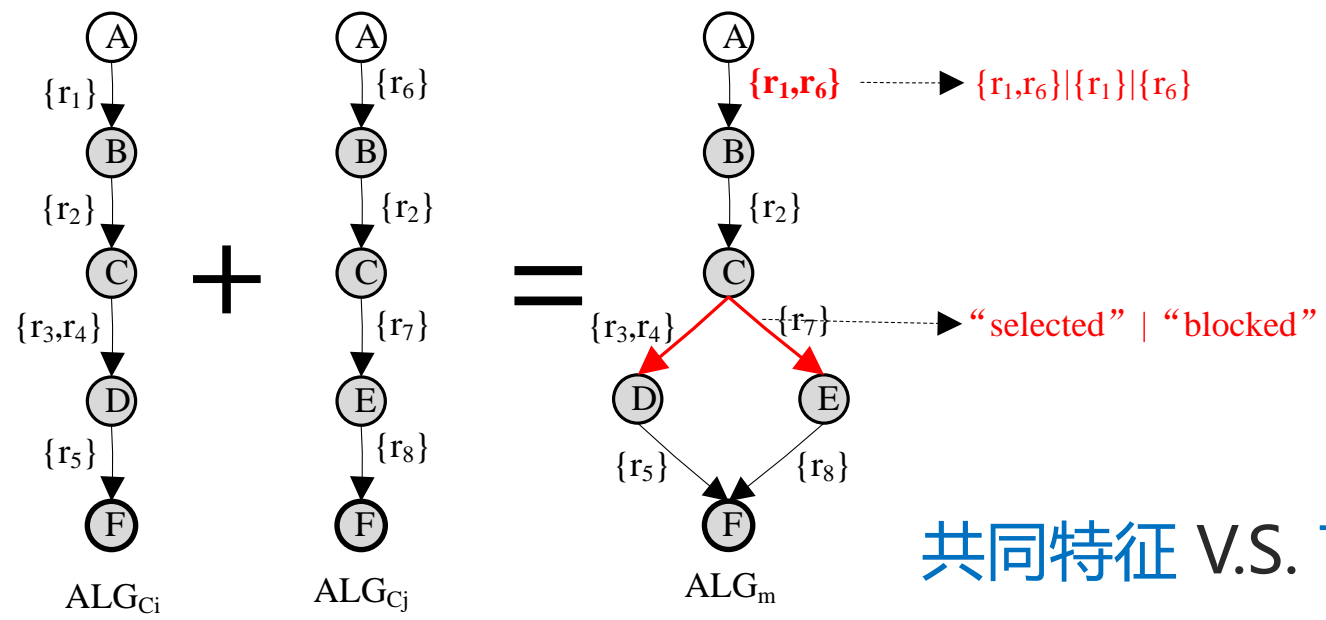
$$\begin{aligned}
 &ALG_1 \oplus ALG_2 = ALG_2 \oplus ALG_1 \\
 &(ALG_1 \oplus ALG_2) \oplus ALG_3 = ALG_1 \oplus (ALG_2 \oplus ALG_3)
 \end{aligned}$$

研究内容(2.1) (基于Artifact生命周期的可配置建模)

■ 可配置的Artifact生命周期模型

$C - ALG_C = (\underline{S_C}, A_C, R_C, l_C, A^C, l^C, RS^C)$

- 变迁可配置
 - 业务规则可配置
- 配置约束集合
可配置的业务规则集合
可配置的变迁集合



共同特征 V.S. 可变特征



研究内容(2.1) (基于Artifact生命周期的可配置建模)

Algorithm 3: Generating Configurable Artifact Lifecycle Model

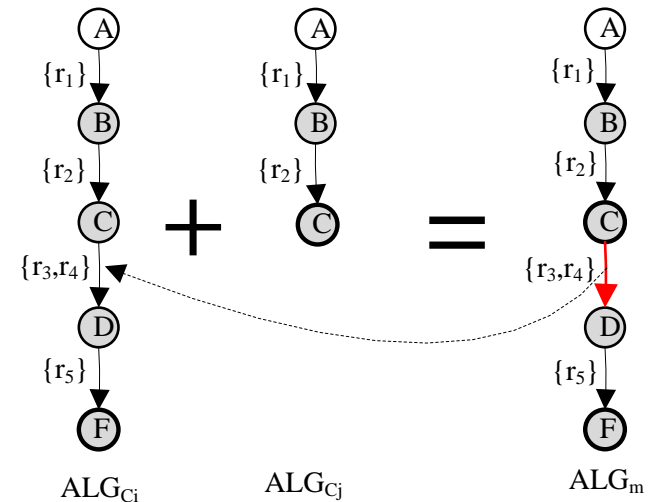
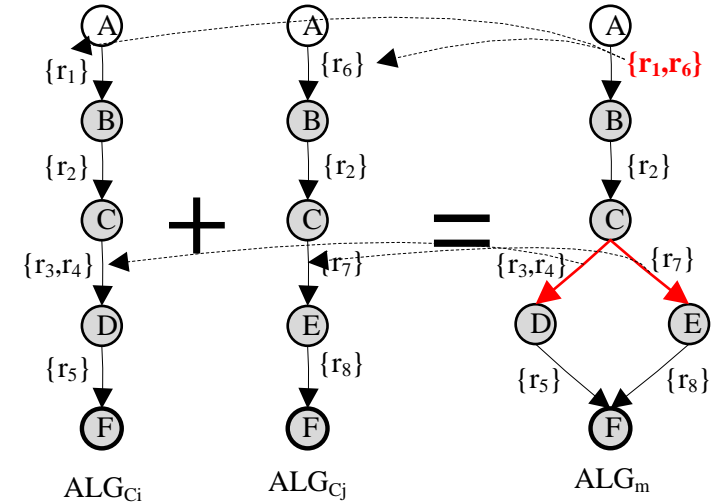
Input: $ALG_{C_i} = (S_{C_i}, A_{C_i}, R_{C_i}, l_{C_i})$, $ALG_{C_j} = (S_{C_j}, A_{C_j}, R_{C_j}, l_{C_j})$,

$ALG_m = (S_m, A_m, R_m, l_m)$

Output: $ALG_m = (S_m, A_m, R_m, l_m)$ with configurable points

```

1:  $N_m = \{n | n \in S_m \wedge |n \bullet| > 1\}$ ;
   // set of nodes whose outdegree is more than 1 in  $ALG_m$ 
2:  $F_{C_i} = \{n | n \in S_{C_i} \wedge |n \bullet| = 0\}$ ; // set of final states in  $ALG_{C_i}$ 
3:  $F_{C_j} = \{n | n \in S_{C_j} \wedge |n \bullet| = 0\}$ ; // set of final states in  $ALG_{C_j}$ 
4: for  $n$  each in  $N_m$  // generate configurable arcs (lines 4-15)
5:   for each  $e \in n \bullet$ 
6:     if  $(e \notin A_{C_i} \wedge e \in A_{C_j}) \vee (e \in A_{C_i} \wedge e \notin A_{C_j})$ 
7:        $e$  is configurable in  $ALG_m$ ;
8:     end if
9:   end for
10: end for
11: for each  $n \in (F_{C_i} \cup F_{C_j} - N_m)$ 
12:   if  $|n \bullet| > 0$  in  $ALG_m$ 
13:     the outgoings of  $n$  are configurable in  $ALG_m$ ;
14:   end if
15: end for
16: for  $e \in A_m$  //generate configurable sets of business rules (lines 16-20)
17:   if  $(e \in A_{C_i} \wedge e \in A_{C_j}) \wedge (l_{C_i}(e) \neq l_{C_j}(e))$ 
18:      $l_m(e)$  is configurable in  $ALG_m$ ;
19:   end if
20: end for
21: return  $ALG_m = (S_m, A_m, R_m, l_m)$  with configurable points;
    
```



研究内容(2.1) (基于Artifact生命周期的可配置建模)

Algorithm 4: Individualization

Input: $C - ALG_C = (S_C, A_C, V_C, l_C, A^C, l^C, RS^C)$

Output: $ALG_m = (S_m, A_m, R_m, l_m)$

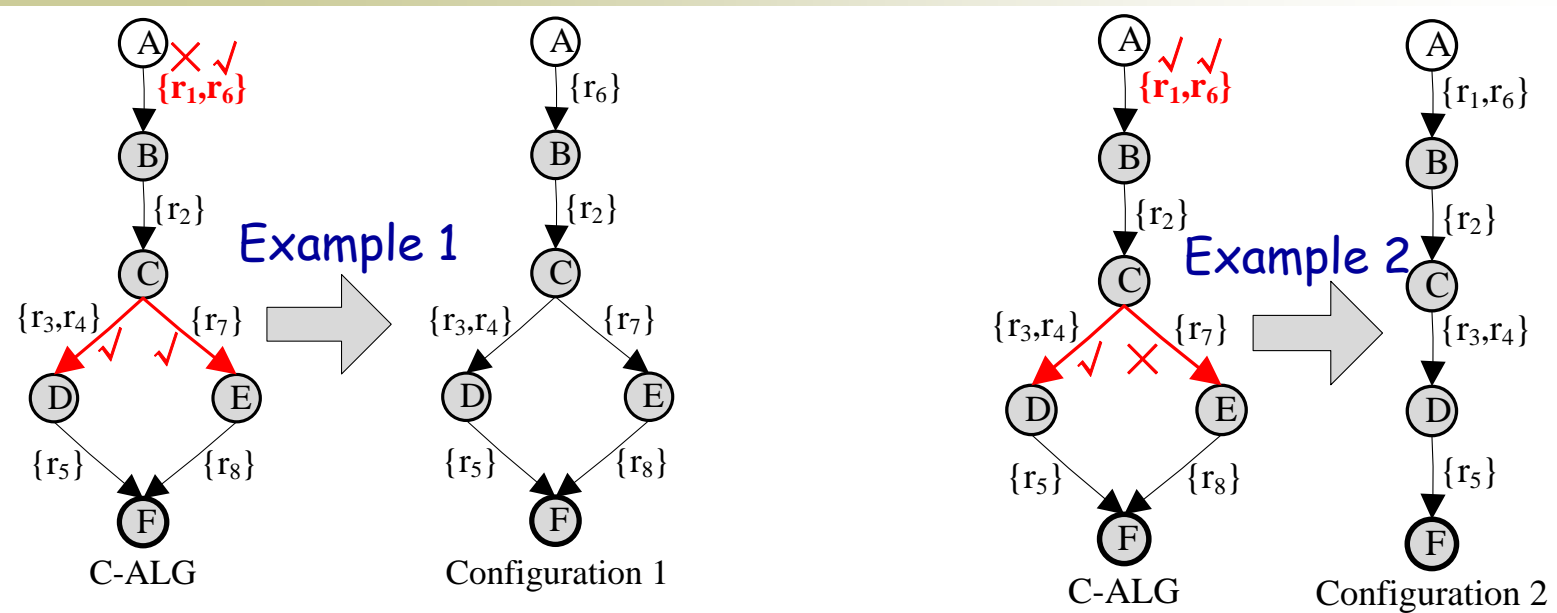
```
1:  $\{i\} = \{n | n \in S_C \wedge |\bullet n| = 0\}$ ; // the initial state in  $C - ALG_C$ 
2: for each arc  $e \in A^C$  //  $e$  is formalized as  $e = (s_x, s_y)$ 
3:   assign a value for  $e$  according to configuration requirements;
4:   if  $e = \text{"blocked"}$ 
5:      $A^C = A^C - \{e\}$ ;  $l^C = l^C - l_C(e)$ ;
6:      $A_C = A_C - \{e\}$ ;  $l_C = l_C - l_C(e)$ ;
       // remove  $e$  and  $l_C(e)$  from  $C - ALG_C$ ;
7:   while  $\exists n \in S_C \wedge \nexists p: i \rightarrow n$ 
8:     for each outgoing  $e$  of  $n$ ;
9:        $A^C = A^C - \{e\}$ ;  $l^C = l^C - l_C(e)$ ;
10:       $A_C = A_C - \{e\}$ ;  $l_C = l_C - l_C(e)$ ;
        // remove  $e$  and  $l_C(e)$  from  $C - ALG_C$ ;
11:    end for
12:  end while
13: end if
14: end for
15: for each element  $l_C(e)$  in  $l^C$ 
16:   assign a value for  $l_C(e)$  according to configuration requirements;
17: end for
18: return the remaining  $C - ALG_C$ ;
```

变迁

业务规则



研究内容(2.1) (基于Artifact生命周期的可配置建模)

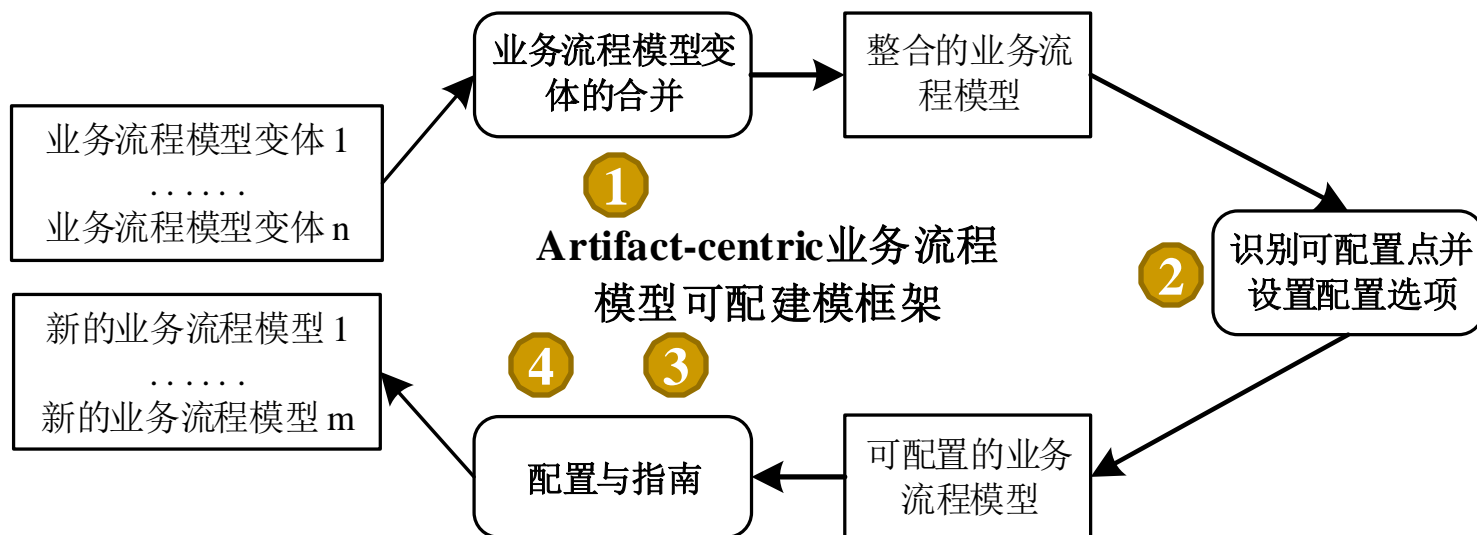


$$A_1 = \{\alpha | v_i \in V_{C_1} \wedge \alpha \in (v_i.r \cup v_i.w)\}, A_2 = \{\alpha | v_i \in V_{C_2} \wedge \alpha \in (v_i.r \cup v_i.w)\}$$

| | Artifact, Services, Business rules |
|-----------------|--|
| C-ALG | $C_m = (A_m, S_m), V_{C_m} = \{x x = r.v \wedge r \in R_{C_m}\}, R_{C_m}$ |
| Configuration 1 | $C_1 = (A_1, S_1), V_{C_1} = \{x x = r.v \wedge r \in R_{C_1}\},$ $R_{C_1} = \{r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7, r_8\}$ |
| Configuration 2 | $C_2 = (A_2, S_2), V_{C_2} = \{x x = r.v \wedge r \in R_{C_2}\},$ $R_{C_2} = \{r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6\}$ |

研究内容(2.2) (基于形式化模型的可配置建模)

技术路线



■ 主要创新点

- Artifact-centric业务流程形式化模型的合并
- 在合并的Artifact-centric业务流程形式化模型制定可配置规则、配置顺序约束、配置指南等

研究内容(2.2) (基于形式化模型的可配置建模)

Artifact-centric业务流程形式化模型

定义：(Artifact Class).一个 Artifact class 根据数据属性和状态抽象一组 Artifact 实例。一个 Artifact class C 表示为一个元组，即 $C = (n, A, \tau, Q, s_0, F)$ 。

定义：(服务).一个 Z 上的服务 S 是一个元组 $S = (n, S_r, S_w, P, E)$ ，其中 $n \in S$ 是一个服务名； S_r 和 S_w 均是 Z 中类的变量的有限集合； P 是 T 上一个无状态的条件； E 为后置效果。

定义：(业务规则).给定一个 Artifact schema Z 和服务集合 V ，一个业务规则可形式化为一个元组 $r = (n, con, action)$ ，其中 $r \in \mathbb{R}$ 为业务规则名， con 是执行该业务规则的条件， $action$ 为调用服务或改变 Artifact 状态这一行为。因此，一个业务规则可表达为如下两种形式之一：(1) **if** φ **invoke** $S(x_1, \dots, x_\ell, y_1, \dots, y_k)$ ；(2) **if** φ **change state to** ψ 。

研究内容(2.2) (基于形式化模型的可配置建模)

Artifact-centric业务流程形式化模型的合并

$$M_1 = (\{C_1\}, \{S_1, S_2\}, \{R_1, R_2\})$$

$$M_2 = (\{C_1, C_2\}, \{S_1, S_3\}, \{R_1, R_2, R_3\})$$

$$M = M_1 \oplus M_2 = (\{C_1, C_2\}, \{S_1, S_2, S_3\}, \{R_1, R_2, R_3\})$$

$$C = (n, A, \tau, Q, s_0, F) \quad \text{集合: } \cup$$

$$S = (n, S_r, S_w, P, E) \quad \text{合取表达式: } \wedge$$

$$r = (n, con, action) \quad \text{映射: } \oplus$$

$$f(x) = f_1(x) \oplus f_2(x) = \begin{cases} f_1(x), & x \in A_1 \wedge x \notin A_2 \\ f_1(x) = f_2(x), & x \in A_1 \wedge x \in A_2 \\ f_2(x), & x \notin A_1 \wedge x \in A_2 \end{cases}$$

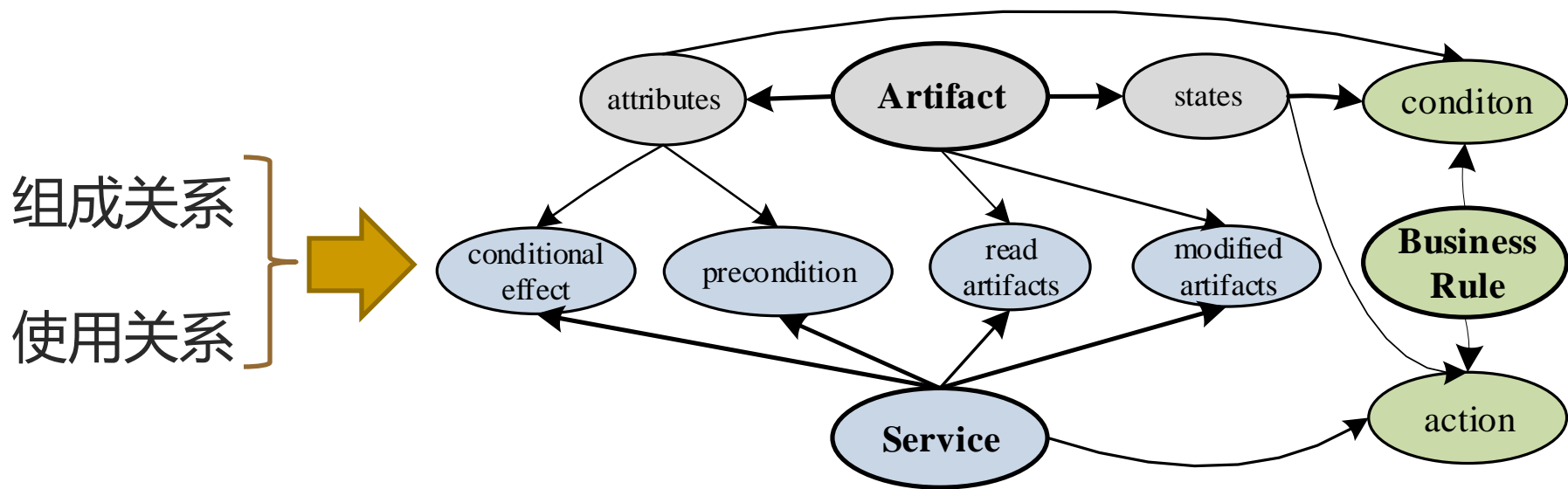


研究内容(2.2) (基于形式化模型的可配置建模)

可配置的Artifact-centric 业务流程模型

$$M^C = (Z \cup Z^C, V \cup V^C, R \cup R^C, \mathbb{O}^C, \mathbb{R}^C, \mathbb{G}^C)$$

配置: $l^C \in (X^C \rightarrow \{enabled, disabled\})$



Artifact-centric业务流程模型元素关系图

研究内容(2.2) (基于形式化模型的可配置建模)

配置指南：(来自模型元素关系图)

- ◆ 如果一个可配置元素被配置为 *disenabled*，则它的组成元素直接被移除，而不管它们是否是可配置的；
- ◆ 如果有 $A \rightarrow B$ ，则建议A的配置先于B的配置；
- ◆ 对于 $A \rightarrow B$ ，若A被配置成 *disenabled*，则B也必须被配置成 *disenabled*；
- ◆ 对于 $A \rightarrow B$ ，若B被配置成 *enabled*，则A也必须被配置成 *enabled*。

自动化的去除操作：

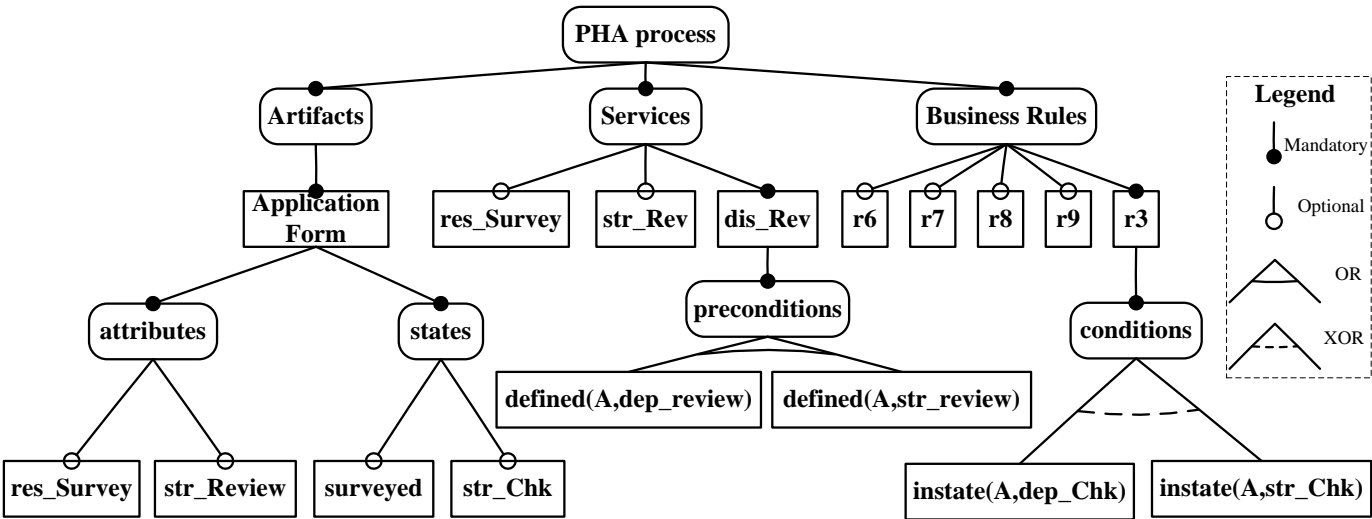
- ✓ 如果一个Artifact的可配置属性被配置为 *disenabled*，则与之相关的映射也从Artifact的描述中自动去除；
- ✓ 如果一个Artifact的可配置的终状态被配置为 *disenabled*，则将其从Artifact描述中的终状态集合中自动去除。



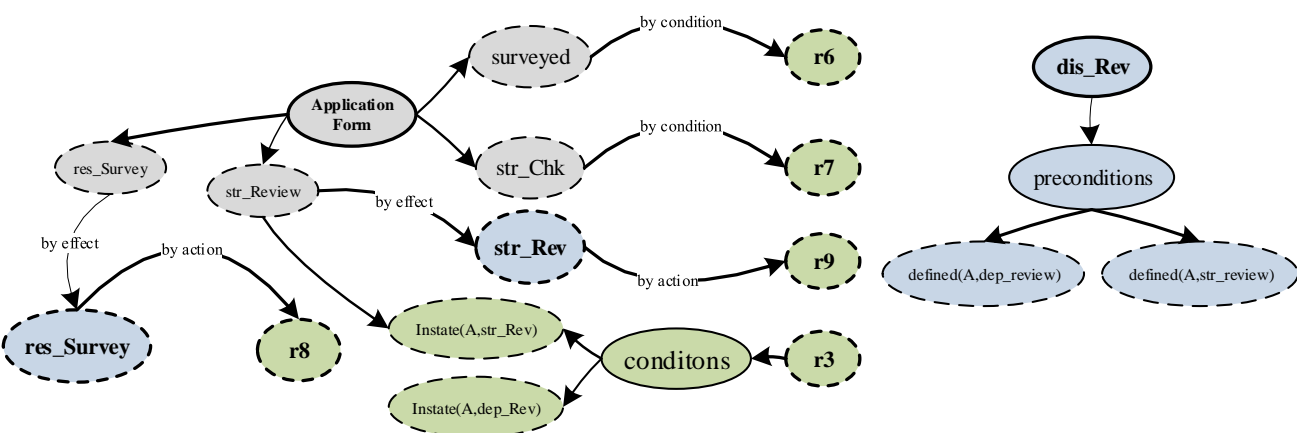
研究内容(2.2) (基于形式化模型的可配置建模)

采用特征模型来图形化描述Artifact-centric业务流程可配置模型中的可配置模型元素，而忽略其不可配置的元素。

特征模型方法描述的可配置流程元素

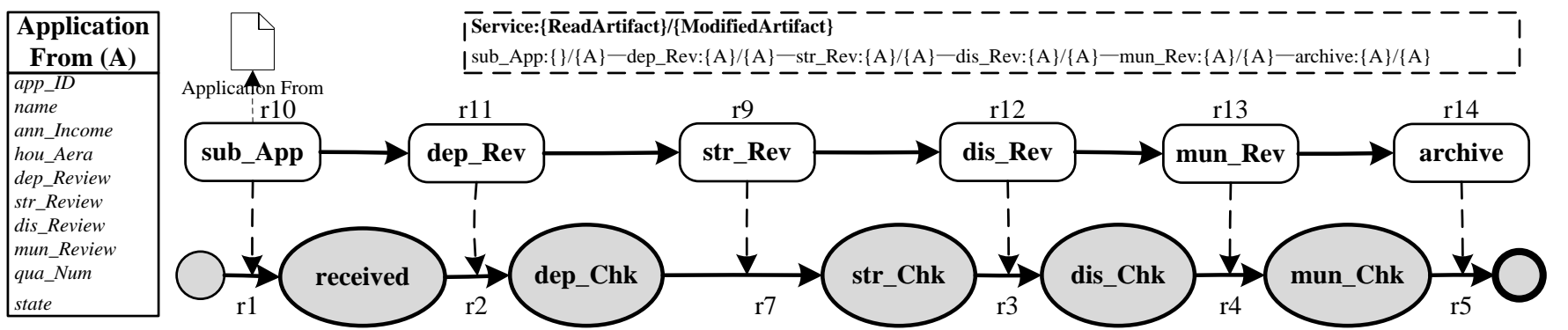
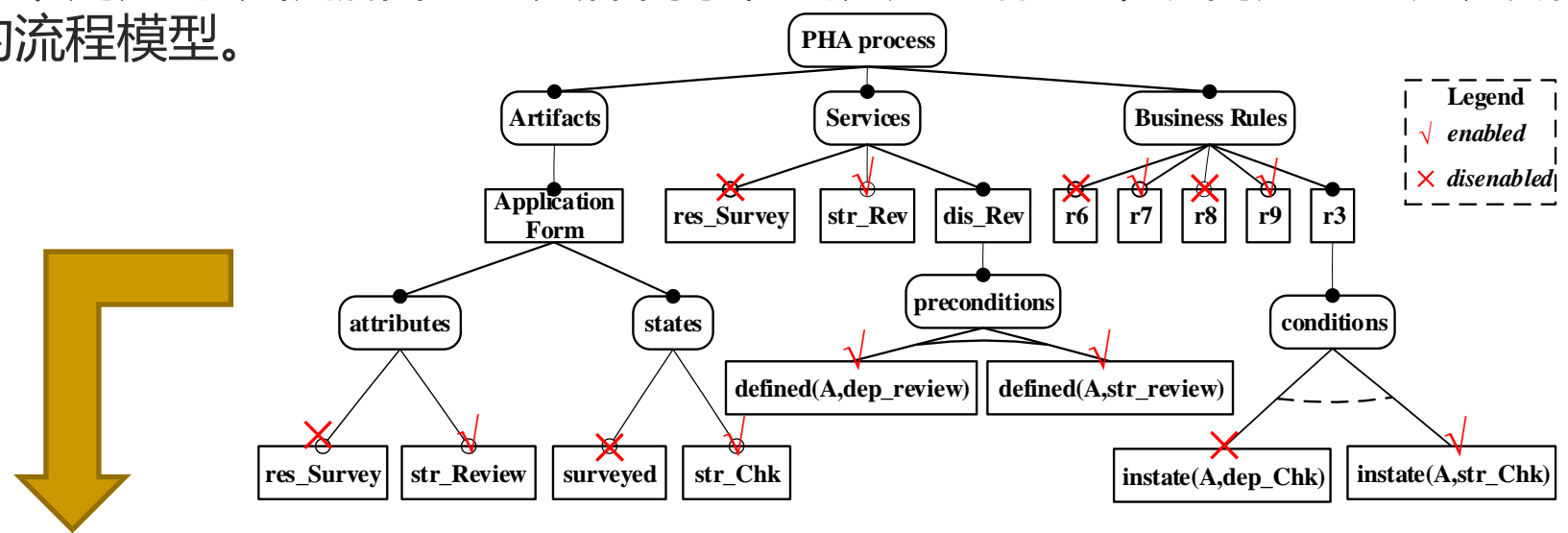


可配置Artifact-centric业务流程模型对应的可配置流程元素关系图



研究内容(2.2) (基于形式化模型的可配置建模)

类似地，用户可以根据自己的具体需求得到其它的配置，从而建立适应其新环境的流程模型。



可配置Artifact-centric业务流程模型对应的一个可能的配置结果流程

研究内容(2) (Artifact-centric业务流程可配置建模)

■ 意义

- 提高业务流程模型的复用
- 降低业务流程建模的难度，提高建模效率

■ 不足

- 基于Artifact生命周期的配置对于不同变体存在不同同步约束时需要手动修改同步关系；另外，数据只针对属性级别的配置，没有值的配置
- 形式化模型的图形化表示及配置的软件系统实现

■ 改进

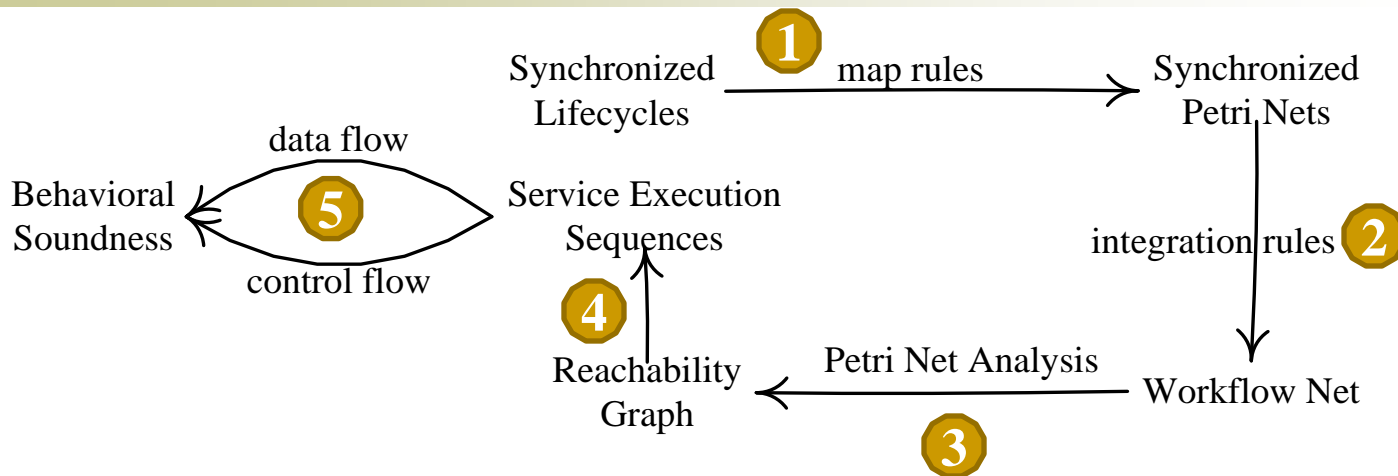
- 需要增加同步方面的配置和数据属性值的配置



研究内容 (3)

(Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

技术路线

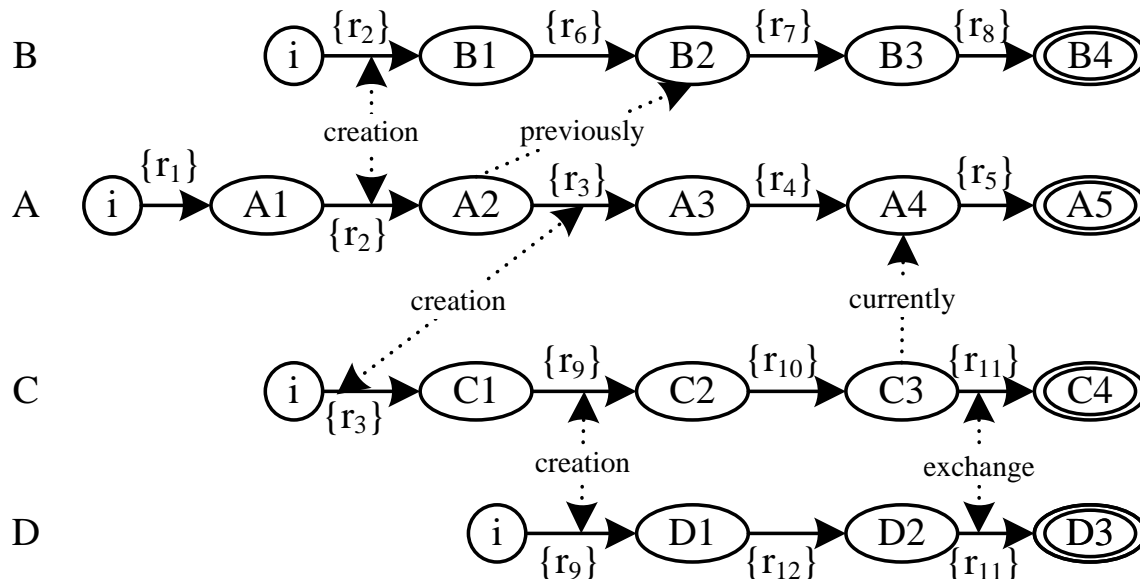


■ 主要创新点

- 同步Artifact生命周期与行为正确性的概念
- 验证方法
 - Artifact生命周期图映射为Petri Net等价描述
 - 基于同步约束将Petri Net合成为集中的Workflow Net
 - 验证每个服务执行序列的控制流和数据流行为是否均正常完成

研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

- 同步Artifact生命周期 $SAL = \{L, SE\}$
 - 同步边 $se = (src, tgt, dep)$
 - 变迁同步 $dep = \{creation, exchange\}$
 - 状态同步 $dep = \{currently, previously\}$



研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

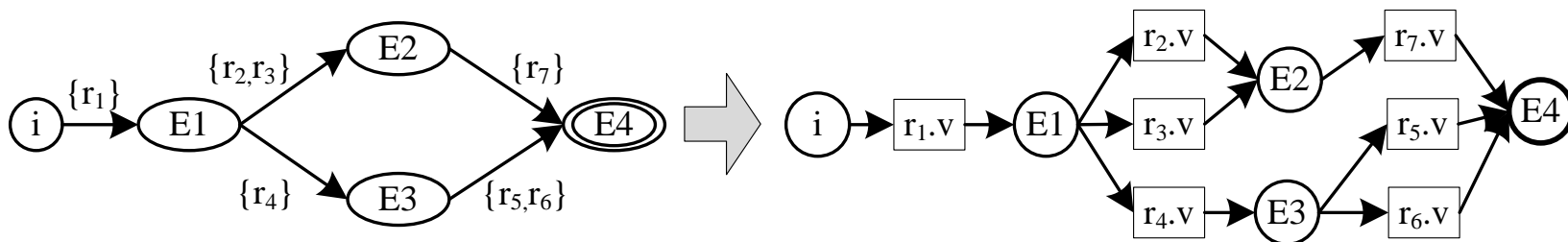
■ Artifact生命周期向Petri Net的映射

○ 映射依据

- 当每个变迁都只有一个前序和一个后序库所时，Petri Net本身就是一个状态机

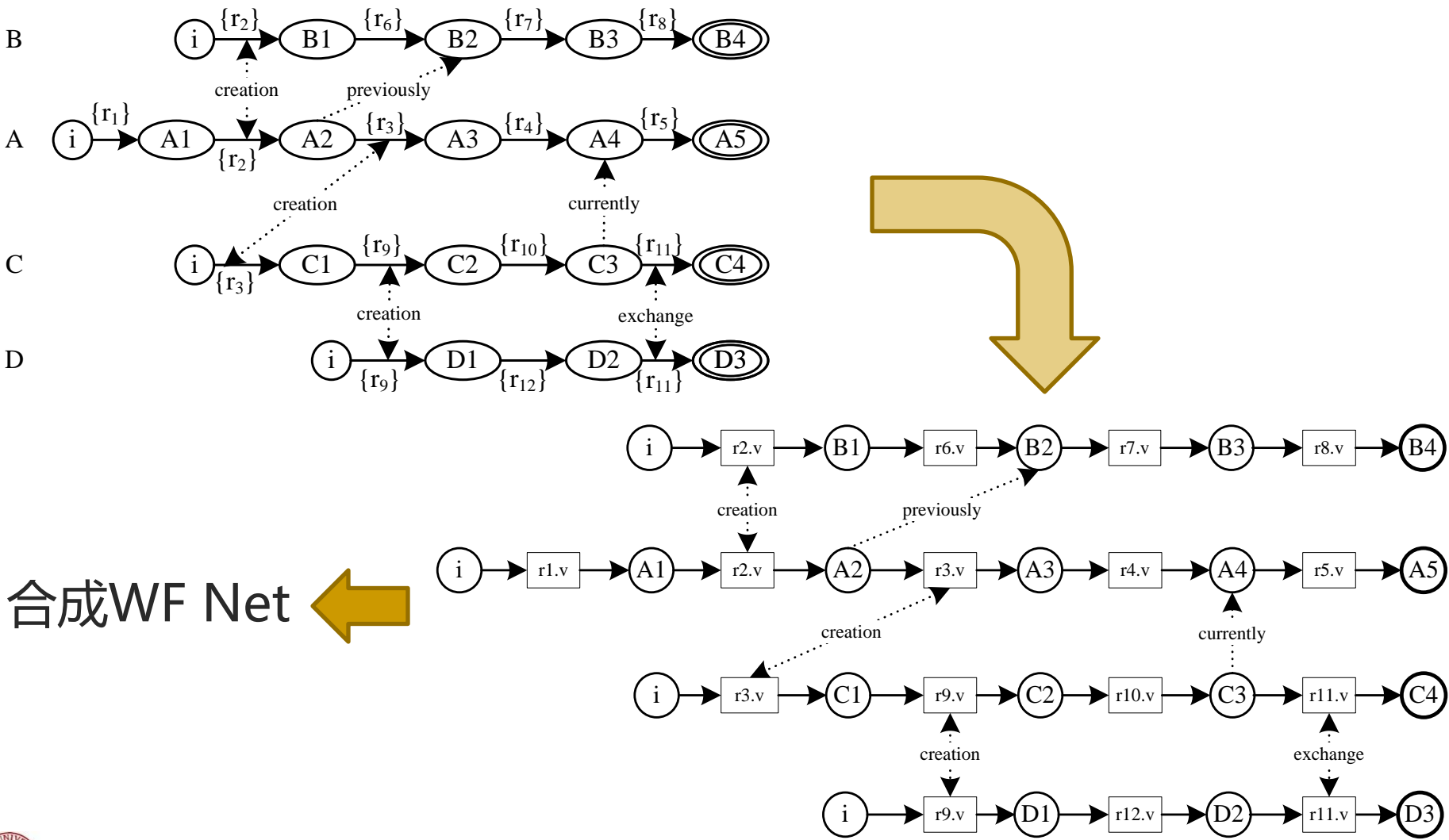
○ 映射规则(等价)

- 每个状态映射为Petri Net中的库所
- 每个状态变迁由调用相应的服务来实现，每个变迁的实现对应Petri Net中的一个变迁连接前后的两个库所



研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

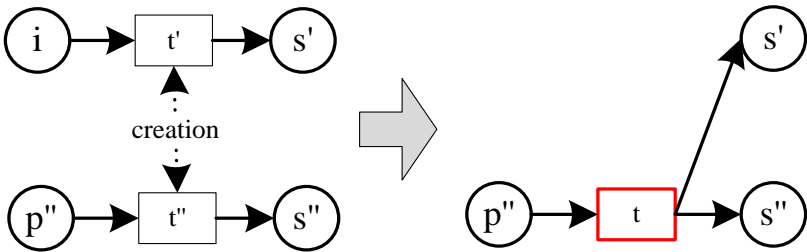
■ 映射时保留同步边



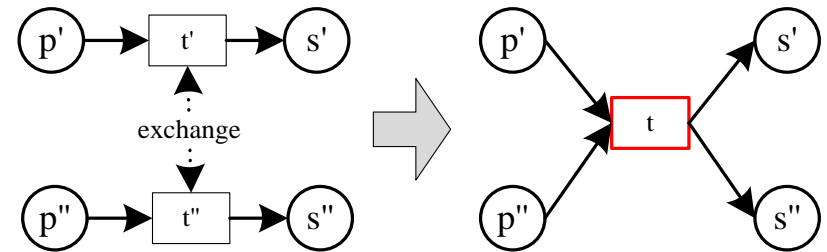
合成WF Net



研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

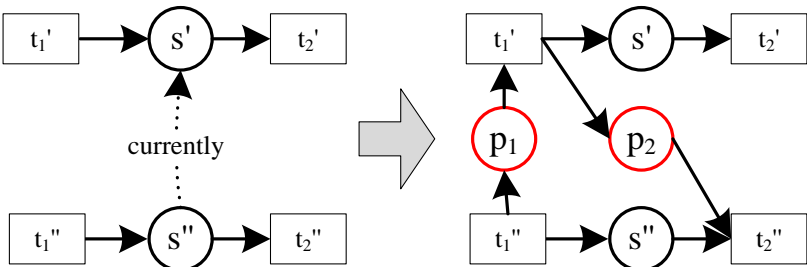


Rule 1

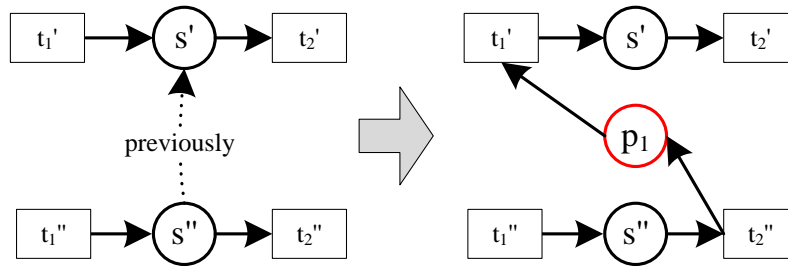


Rule 2

5条合成规则

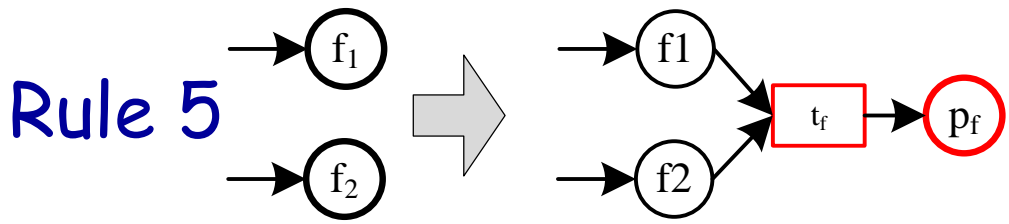


Rule 3



Rule 4

源 : t''/s''
目标 : t'/s'

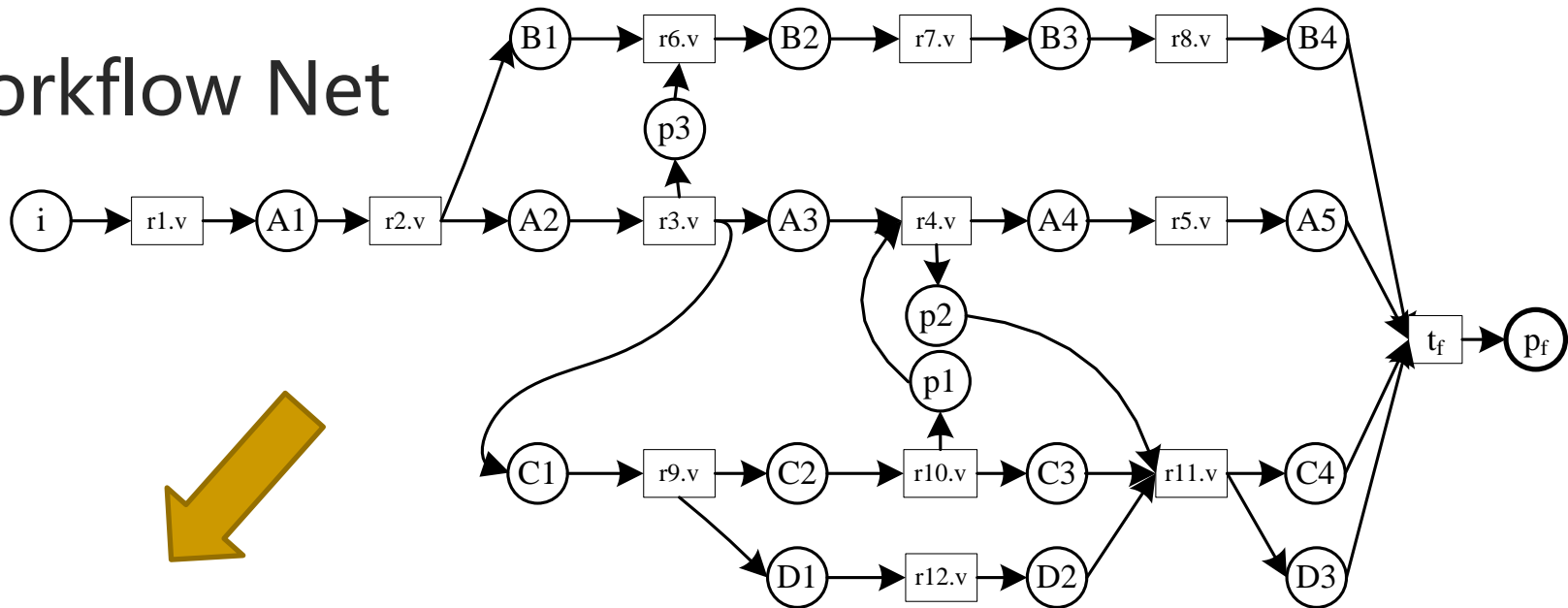


Rule 5



研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

Workflow Net



可达图 \rightarrow 服务执行序列

定理： 在一个Artifact-centric业务流程模型中，对于映射后得到的可达图中的任一服务执行序列，如果它都是以终变迁 t_f 结束，则该APM在控制流方面是行为正确的

研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

■ 数据流的行为正确性

- Artifact的赋值：带值的数据属性集合
- APM的状态：当前所有Artifact的状态集合
- APM的变迁规则
 - 业务规则的条件满足
 - 服务输入数据存在
- 算法：验证数据流方面服务执行序列的正常完成

定理：在一个控制流方面行为正确的Artifact-centric业务流程模型中，对于其映射产生可达图中的任意一条服务执行序列，应用验证算法检查其数据流方面的正常完成特性，如果返回的结果均为真，则该APM在数据流方面是行为正确的



研究内容 (3) (Artifact-centric 流程模型同步的行为正确性验证)

算法 验证数据流方面服务执行序列的正常完成特性

输入: a service execution sequence $\langle v_1, v_2, \dots, v_k \rangle$ from the reachability graph, the initial process state PS of APM, and the assignment of artifacts AS

输出: *True* or *False* // whether $\langle v_1, v_2, \dots, v_k \rangle$ completes properly or not

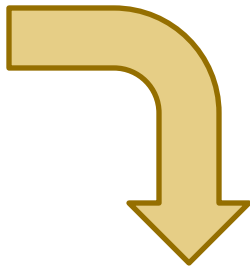
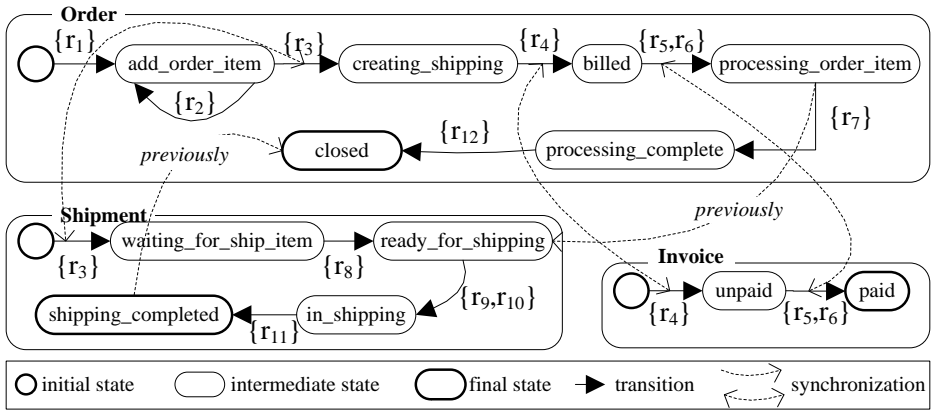
```
1:  $state = PS$ ; // the initial process state of APM
2:  $assignment = AS$ ; // the assignment of artifacts
3:  $decision = True$ ;
4: for  $v_1$  to  $v_k$  do //  $v_i$  is associated with  $r_i$  in line 5
5:     if  $r_i.\alpha == True$  and  $v_i.r \subseteq assignment$  then
6:         update the states of artifacts associated with  $v_i$ ;
7:          $state = update(state)$ ; // update the process state of APM
8:          $assignment = assignment \cup v_i.w$ ; // update the assignment of artifacts
9:     else
10:         $decision = False$ ;
11:        break;
12:    end if
13: end for
14: return  $decision$ ;
```


研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

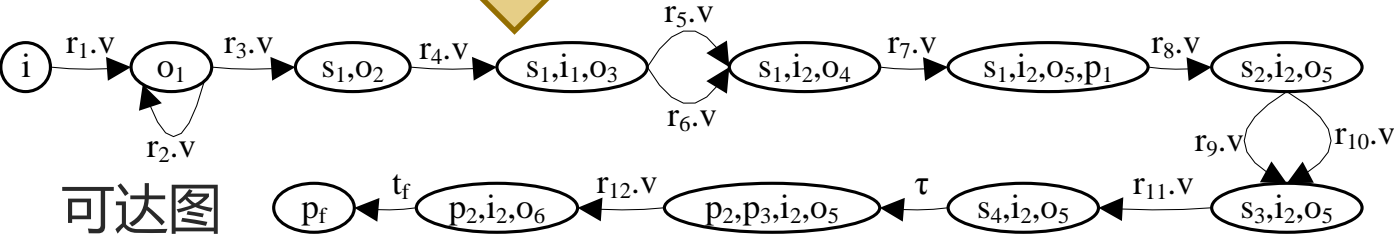
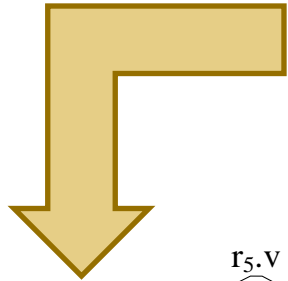
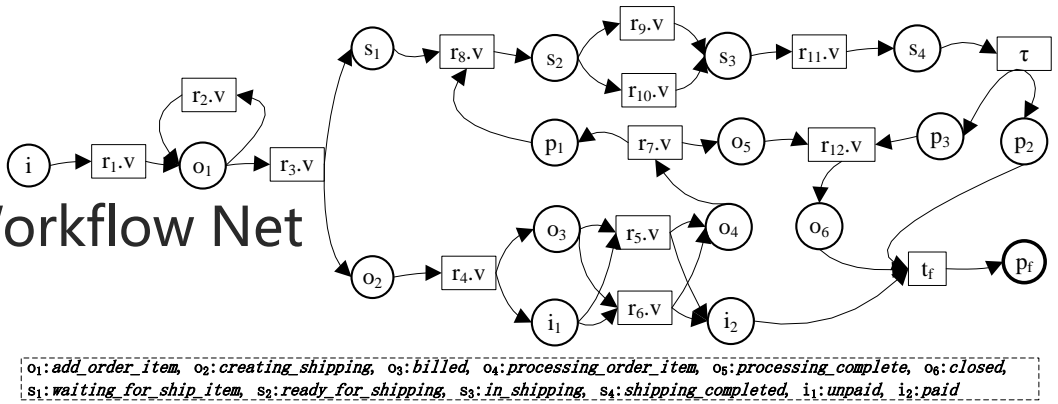
| Order |
|--------------|
| orderID |
| customerName |
| orderItem |
| grandTotal |
| customer |
| address |
| state |

| Shipment |
|-----------------|
| shipID |
| orderID |
| customerName |
| shippingAddress |
| shipStartDate |
| shipEndDate |
| state |

| Invoice |
|----------------|
| invoiceID |
| orderID |
| invoiceDate |
| billingAddress |
| total |
| amountPaid |
| state |



Workflow Net



合规性检查



研究内容 (3) (Artifact-centric流程模型同步的行为正确性验证)

■ 意义

- 为业务流程模型的修正提供思路
- 降低后续系统修改带来的维护成本
- 有助于企业业务目标的正常实现

■ 不足与改进

- Artifact-centric业务流程模型同步的行为正确性验证方法集中在验证流程是否存在控制流和数据流方面的问题。问题检测出来之后，流程模型该如何修正属于下一步工作，可考虑添加领域知识来指导模型的修正



总结

- (Activity-centric)异构业务流程的整合建模与监控
→ 基于业务模式的解决方法
- Artifact-centric业务流程模型可配置建模
→ Artifact生命周期的配置
→ APM形式化模型的配置
- 同步约束下Artifact-centric业务流程模型的行为正确性验证
Petri Nets → Workflow Net → 服务执行序列 → 控制流与数据的行为正确性

发表论文

1. **Guosheng Kang**, Liqin Yang, and Liang Zhang. "Towards Configurable Modeling for Artifact-centric Business Processes". *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 2019, DOI: 10.1002/cpe.5367
2. **Guosheng Kang**, Liqin Yang, and Liang Zhang. "Verification of Behavioral Soundness for Artifact-centric Business Process Model with Synchronizations". *Future Generation Computer Systems*, Vol. 98, No. 2019, pp. 503-511, 2019.
3. **Guosheng Kang**, Jianxun Liu, Mingdong Tang, Buqing Cao, Yu Xu. "Improved Active Web Service Recommendation Based on Usage History". *Applied Mathematics & Information Sciences*, Vol. 10, No. 3, pp. 1-11, 2016.
4. **Guosheng Kang**, Liqin Yang, Wei Xu, Zhaoyang Tian, and Liang Zhang. "Artifact-centric Business Process Configuration". *International Journal of High Performance Computing and Networking*, Vol. 9, No. 2, pp. 93-103, 2016.
5. **Guosheng Kang**, Jianxun Liu, Mingdong Tang, Buqing Cao, and Yu Xu. "An Effective Web Service Ranking Method via Exploring User Behavior". *IEEE Transactions on Network and Service Management*, Vol. 12, No. 4, pp. 554-564, 2015.
6. **Guosheng Kang**, Mingdong Tang, Jianxun Liu, Xiaoqing(Frank) Liu, and Buqing Cao. "Diversifying Web Service Recommendation Results via Exploring Service Usage History". *IEEE Transactions on Services Computing*, Vol. 14, No. 99, pp. 35-48, 2015.
7. **Guosheng Kang**, Zhaoyang Tian, Xiao Zhang, Liang Zhang, Lixin Ma, Xiang Gao, Xiaonan Zhang, and Zizhe Ding. "Heterogeneous Business Process Consolidation: A Pattern-Driven Approach". *International Conference on Service Sciences*. IEEE Computer Society, pp. 136-141, 2014.



参与项目

1. “以案件为中心的检察业务协同支撑技术研究”之课题 “案件驱动的跨时空域通用检查业务系统及数据供应链建模方法”
（国家重点研发计划项目）
项目编号：2018YFC0831402
2. “跨界服务融合理论与关键技术”之课题 “跨界服务质量管理与价值工程”（国家重点研发计划项目）
项目编号：2017YFB1400604
3. IT支撑网中智能业务流程管理工具研究与实现（教育部-中国移动科研基金项目）
项目编号：MCM20123011
4. SOA的等级化服务替换理论与机制研究（国家自然科学基金）
项目编号：60873115



谢谢



附录

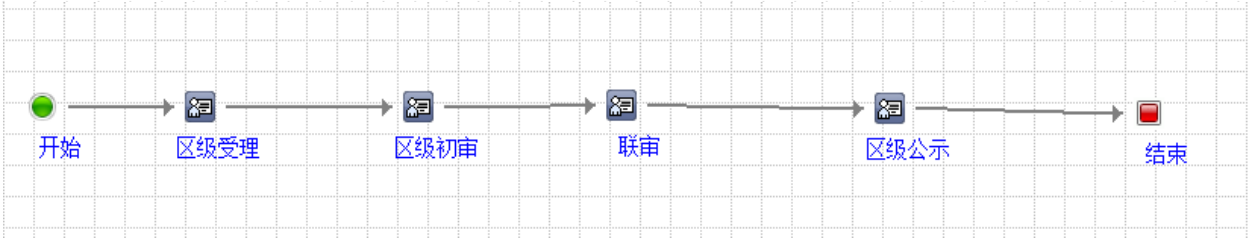


研究背景(2) (保障房申请资格审查流程)

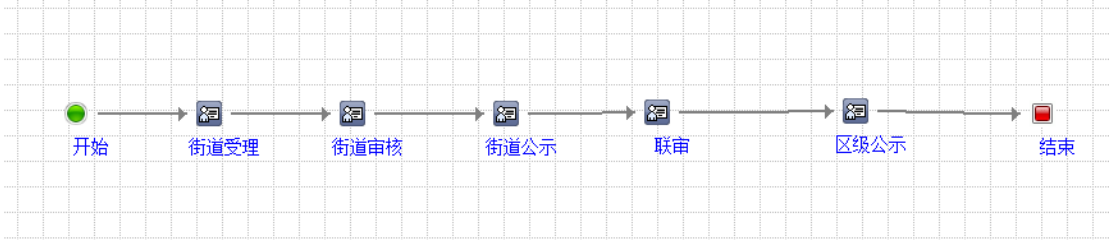
杭州市



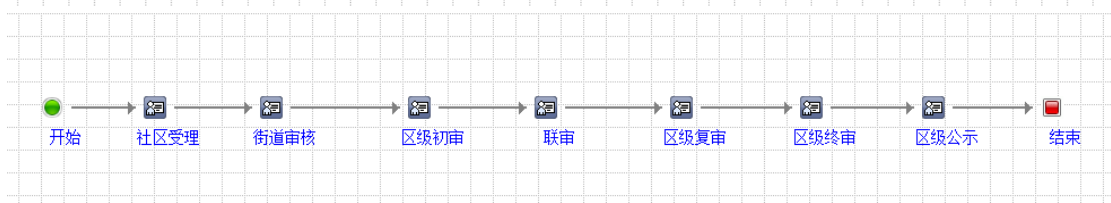
台州开发区



台州黄岩



温州市



■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

