

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104268008 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201410478582. 4

(22) 申请日 2014. 09. 18

(71) 申请人 中国科学院自动化研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村东路 95 号

(72) 发明人 谭杰 毛娜

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.

G06F 9/46 (2006. 01)

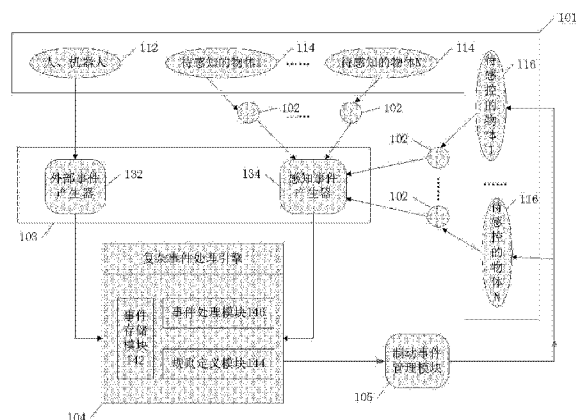
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法,所述系统包括外部实体环境、传感器、事件产生器、复杂事件处理引擎和制动事件管理模块,其中外部实体环境为整个系统提供物理环境下的各种信息,并接受信息系统的控制;传感器是连接外部实体环境和事件产生器的纽带;事件产生器将从外部实体环境中获得的信息抽象成具有统一格式的基本事件流;复杂事件处理引擎根据系统中已定义的规则对基本事件进行处理,并生成制动事件;制动事件管理模块根据事件中的指示,将制动事件分发给合适的待感控的物体进行处理。本发明实现面向 CPS 应用的事件-响应操作,达到控制物理系统的目的,能够提高事件处理的有效性和高效性。



1. 一种面向 CPS 应用的复杂事件处理系统,其特征在于:包括外部实体系统(101)、传感器(102)、事件产生器(103)、复杂事件处理引擎(104)和制动事件管理模块(105),其中:

所述外部实体系统(101)提供物理环境下的各种物理信息;

所述传感器(102)用于连接外部实体系统(101)和事件产生器(103),其用于获取外部实体系统中组成部分的物理信息,并发送给事件产生器;

所述事件产生器(103)用于对通过传感器从外部实体系统(101)中获得的物理信息进行预处理,并产生复杂事件处理引擎(104)所需要的具有统一格式的基本事件流;

所述复杂事件处理引擎(104)是复杂事件处理系统的核心,其根据系统中已定义的业务规则对从事件产生器(103)获得的基本事件流进行处理,并产生制动事件,以对外部实体系统中的组成部分进行控制;所述的制动事件是指由所述复杂事件处理引擎(104)对所述事件产生器(103)产生的基本事件进行响应后产生的对所述外部实体系统中的组成部分进行控制的事件;

所述制动事件管理模块(105)根据制动事件中的指示,将制动事件分发给合适的所述外部实体系统中的组成部分进行处理。

2. 根据权利要求1所述的复杂事件处理系统,其特征在于:所述外部实体系统(101)组成部分包括人或机器人(112)、待感知的物体(114)和待感控的物体(116),其中:

所述人或机器人(112)是指外部的行为实体,其根据系统需求,主动向事件产生器(103)发送信息;

所述待感知的物体(114)是指不受系统控制且不主动向系统发送信息的物体,其通过传感器(102)主动感知其相关物理信息,并将物理信息交由事件产生器(103)进行处理;

所述待感控的物体(116)是指系统直接控制的物体,是信息系统的嵌入场所,其通过传感器(102)感知其需控制的物理量,并交由事件产生器(103)处理;同时,接受制动事件管理模块(105)分发的相应的制动事件,执行相应的控制命令。

3. 根据权利要求2所述的复杂事件处理系统,其特征在于:所述人或机器人(112)发送的信息是控制命令符号或者基本信息内容;所述传感器(102)为温度传感器、压力传感器或RFID读写器。

4. 根据权利要求2所述的复杂事件处理系统,其特征在于:所述事件发生器(103)包括外部事件产生器(132)和感知事件产生器(134),其中:

所述外部事件产生器(132)用来接收并处理人或机器人(112)主动发送的信息,并产生外部事件;

所述感知事件产生器(134)用来接收待感知的物体(114)和待感控的物体(116)通过传感器(102)发送的物理信息,并产生感知事件。

5. 根据权利要求1所述的复杂事件处理系统,其特征在于:所述复杂事件处理引擎(104)包括事件存储模块(142)、规则定义模块(144)和事件处理模块(146),其中:

所述事件存储模块(142)用来存储从事件产生器(103)获得的基本事件流;

所述规则定义模块(144)用来定制系统所需的业务规则,形成规则集;

所述事件处理模块(146)根据规则定义模块(144)中的规则集,发现当前基本事件流中的复杂事件,并根据规则生成制动事件。

6. 根据权利要求 5 所述的复杂事件处理系统,其特征在于:所述事件存储模块(142)使用事件云进行存储。

7. 根据权利要求 5 所述的复杂事件处理系统,其特征在于:所述规则定义模块(144)由系统操作人员事先输入规则集或者对事件存储模块(142)中的基本事件流进行挖掘,通过学习自动获取隐含的规则。

8. 一种面向 CPS 应用的复杂事件处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤 S1:外部实体系统提供物理环境下的各种物理信息;

步骤 S2:传感器用于获取外部实体系统中组成部分的物理信息,并发送给事件产生器;

步骤 S3:事件产生器用于对通过传感器从外部实体系统中获得的物理信息进行预处理,并产生复杂事件处理引擎所需要的具有统一格式的基本事件流;;

步骤 S4:复杂事件处理引擎根据系统中已定义的业务规则对从事件产生器获得的基本事件流进行处理,并产生制动事件,以对外部实体系统中的组成部分进行控制;所述的制动事件是指由所述复杂事件处理引擎对所述事件产生器产生的基本事件进行响应后产生的对外部实体系统中的组成部分进行控制的事件;;

步骤 S5:制动事件管理模块根据制动事件中的指示,将制动事件分发给外部实体系统中合适的组成部分进行处理;;

步骤 S6:接收到制动事件的外部实体系统中的组成部分处理相应的制动事件。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于:所述步骤 S4 中所述复杂事件处理引擎对基本事件流的处理包括:

规则定义模块定制系统所需的规则,生成系统规则集合;

事件处理模块根据规则集合提出可以描述规则的事件模式集合及相应的时间约束;

事件处理模块用数据划分的方法将事件流分为 N 个部分,其中 N 表示进行事件处理的处理器个数,同时将事件流存储到事件存储模块中;

每个事件处理的处理器单独通过规则匹配发现当前事件流中的复杂事件;

对每个处理器的处理结果进行合并,并生成制动事件。

10. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于:所述步骤 S5 中外部实体系统中合适的组成部分为待感控的物体,在步骤 S6 中其根据事件中的规则要求,对制动事件做出响应。

面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及复杂事件处理 (CEP) 技术领域,尤其涉及一种面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法。

背景技术

[0002] 信息物理融合系统 (Cyber-Physical Systems,CPS) 是指基于计算、通信和控制相互渗透与深度协作,实现计算处理过程和物理控制过程紧密融合的一种新型混成系统。通常来说,计算机和网络被用于实时监控物理过程,根据物理系统的反馈进行控制,而物理环境又影响着监控系统的运行,形成闭环控制系统。

[0003] CPS 应用建立大量的传感器网络的同时,产生了大量的数据。这些数据进行处理后可以产生大量的基本事件,复杂事件处理 (Complex Event Processing,CEP) 用来处理来自不同传感器的基本事件,利用事先定义好的业务规则从大量的基本事件中提取相应的复杂事件,从中获得有用的信息,实现对物理系统的实时控制。

[0004] 目前,大多的复杂事件处理系统更多的关注于通过对大量数据的处理来完成异常事件的检测,达到对数据或系统监控的目的。而 CPS 更关注控制系统根据物理系统的反馈信息来协调系统各个部分进行正确的操作,控制系统需要在正常环境下进行工作。因此现有的复杂事件处理系统并不支持在 CPS 环境下使用,目前急需一种能够面向 CPS 应用的高效的复杂事件处理系统及方法。

发明内容

[0005] 为了解决上述问题,本发明所述一种面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法,其目的是将信息系统中的复杂事件处理引擎与物理系统紧密融合在一起,信息系统基于复杂事件处理技术完成 CPS 要求的各种计算任务,实现面向 CPS 应用的事件-响应操作,确定对物理系统的控制策略,实行对物理系统的协同控制;同时,使用自定义或自动学习的规则定义模式,提高了事件规则集的精准性,从而提高事件处理的有效性;使用分布式复杂事件处理方法,提高事件处理的效率。

[0006] 本发明所述一种面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法,其原理是通过使用传感器和事件生成器将外部环境的信息转换成基本事件,事件处理引擎根据定义好的规则集,使用分布式复杂事件处理方法,发现当前事件流中的复杂事件,并生成制动事件,从而达到对物理系统的控制。

[0007] 本发明提供的一种面向 CPS 应用的复杂事件处理系统,包括外部实体系统 (101)、传感器 (102)、事件产生器 (103)、复杂事件处理引擎 (104) 和制动事件管理模块 (105),其中:

[0008] 所述外部实体系统 (101) 提供物理环境下的各种物理信息;

[0009] 所述传感器 (102) 用于连接外部实体系统 (101) 和事件产生器 (103),其用于获取外部实体系统中组成部分的物理信息,并发送给事件产生器;

[0010] 所述事件产生器 (103) 用于对通过传感器从外部实体系统 (101) 中获得的物理信息进行预处理, 并产生复杂事件处理引擎 (104) 所需要的具有统一格式的基本事件流;

[0011] 所述复杂事件处理引擎 (104) 是复杂事件处理系统的核心, 其根据系统中已定义的业务规则对从事件产生器 (103) 获得的基本事件流进行处理, 并产生制动事件, 以对外部实体系统中的组成部分进行控制; 所述的制动事件是指由所述复杂事件处理引擎 (104) 对所述事件产生器 (103) 产生的基本事件进行响应后产生的对所述外部实体系统中的组成部分进行控制的事件;

[0012] 所述制动事件管理模块 (105) 根据制动事件中的指示, 将制动事件分发给合适的所述外部实体系统中的组成部分进行处理。

[0013] 本发明提供了一种面向 CPS 应用的复杂事件处理方法, 包括以下步骤:

[0014] 步骤 S1: 外部实体系统提供物理环境下的各种物理信息;

[0015] 步骤 S2: 传感器用于获取外部实体系统中组成部分的物理信息, 并发送给事件产生器;

[0016] 步骤 S3: 事件产生器用于对通过传感器从外部实体系统中获得的物理信息进行预处理, 并产生复杂事件处理引擎所需要的具有统一格式的基本事件流;;

[0017] 步骤 S4: 复杂事件处理引擎根据系统中已定义的业务规则对从事件产生器获得的基本事件流进行处理, 并产生制动事件, 以对外部实体系统中的组成部分进行控制; 所述的制动事件是指由所述复杂事件处理引擎对所述事件产生器产生的基本事件进行响应后产生的对外部实体系统中的组成部分进行控制的事件;;

[0018] 步骤 S5: 制动事件管理模块根据制动事件中的指示, 将制动事件分发给外部实体系统中合适的组成部分进行处理;;

[0019] 步骤 S6: 接收到制动事件的外部实体系统中的组成部分处理相应的制动事件。

[0020] 本发明所公开的面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法, 具有以下的一些优势和特点:

[0021] 1) 复杂事件处理技术需要对其应用环境准确的建模, 得出精准的事件模式, 而建模需要对 CEP 规则进行分析处理, 因此, CEP 规则定义就显得极为重要。本发明使用自定义和 / 或自动学习的规则定义模式, 提高了事件规则集的精准性, 从而提高事件处理的有效性;

[0022] 2) 传感器网络的飞速发展使 CPS 应用产生了大量的数据, 为复杂事件处理提供了大量的事件流, 本发明采用分布式复杂事件处理方法, 提高事件处理的效率, 保证了 CPS 系统的实时性要求;

[0023] 3) 通过使用传感器和事件生成器将外部环境的信息转换成基本事件, 复杂事件处理引擎在事件处理过程中发现所需的复杂事件后, 生成制动事件并分发给对应的感控物体进行相应, 将信息系统中的复杂事件处理引擎与物理系统紧密融合在一起, 实现了面向 CPS 的复杂事件处理技术的应用。

附图说明

[0024] 图 1 为本发明提供的面向 CPS 应用的复杂事件处理系统示意图。

[0025] 图 2 为本发明提供的面向 CPS 应用的复杂事件处理方法流程图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0027] 本发明所公开的面向 CPS 应用的复杂事件处理系统及方法,通过使用传感器和事件生成器将外部环境的信息转换成基本事件,事件处理引擎根据定义好的规则集,使用分布式复杂事件处理方法,发现当前事件流中的复杂事件,并生成制动事件,从而达到对物理系统的控制;同时,使用自定义或自动学习的规则定义模式,提高了事件规则集的精准性,从而提高事件处理的有效性;使用分布式复杂事件处理方法,提高事件处理的效率。

[0028] 如图 1 所示,图 1 为本发明提供的面向 CPS 应用的复杂事件处理系统示意图,所述系统包括外部实体环境 101、传感器 102、事件产生器 103、复杂事件处理引擎 104 和制动事件管理模块 105,其中:

[0029] 所述外部实体环境 101 为整个系统提供物理环境下的各种物理信息,并接受信息系统的控制;其进一步包括人或机器人 112、待感知的物体 114 和待感控的物体 116 等,即人或机器人 112、待感知的物体 114 和待感控的物体 116 为所述外部实体环境 101 的组成部分。其中:

[0030] 所述人或机器人 112 是指外部的行为实体,可以根据系统需求,主动向事件产生器 103 发送信息。信息可以是控制命令符号,例如控制系统进行初始化或启动命令;也可以是基本信息内容,例如文本或图片信息等;

[0031] 所述待感知的物体 114 是指不受信息系统控制且不主动向系统发送信息的物体,具体表现为温度、光、压力、被监护的病人等;其通过传感器 102 主动感知其相关物理量,并将信息发送给事件产生器 103 进行处理;

[0032] 所述待感控的物体 116 是指信息系统直接控制的物体,是信息系统的嵌入场所,具体表现为智能医疗设备、飞机、汽车、机床等;其通过传感器 102 感知其需控制的物理量,并交由事件产生器 103 处理;同时,接受制动事件管理模块 105 分发的相应的制动事件,执行信息系统给出的控制命令。

[0033] 所述传感器 102 是连接外部实体环境 101 和事件产生器 103 的纽带,具体表现为温度传感器、压力传感器或 RFID 读写器等。所述传感器 102 用于获取外部实体系统中各个组成部分的物理信息,并发送给事件产生器。

[0034] 所述事件产生器 103 主要用于对通过传感器 102 从外部实体环境 101 中获得的信息进行预处理,并产生复杂事件处理引擎 104 所需要的基本事件流;其进一步包括外部事件产生器 132 和感知事件产生器 134,其中:

[0035] 所述外部事件产生器 132 用来接收并处理人或机器人 112 主动发送的信息,并产生外部事件;所述感知事件产生器 134 用来接收待感知的物体 114 和待感控的物体 116 通过传感器 102 发送的信息,并产生感知事件。

[0036] 所述复杂事件处理引擎 104 是复杂事件处理系统的核心,其根据系统中已定义的规则对事件产生器 103 获得的基本事件进行处理,并产生制动事件对物理系统进行控制;其进一步包括事件存储模块 142、规则定义模块 144 和事件处理模块 146,其中:

[0037] 所述事件存储模块 142 用来存储系统产生的事件流,便于对已发生的事件进行分

析处理。由于产生的事件流数据特别大,可选择使用事件云技术进行数据存储;

[0038] 所述规则定义模块 144 用来定制系统所需的规则。在本发明的一个实施例中,由系统操作人员事先输入规则集合或者对事件存储模块 142 中的事件流进行挖掘,通过学习自动获取隐含的规则。

[0039] 所述事件处理模块 146 根据规则定义模块 144 中的规则集,提出可以描述规则的事件模式集合及相应的时间约束,通过事件模式匹配发现当前事件流中的复杂事件,并根据规则生成控制系统的制动事件。

[0040] 在本发明的一个实施例中,为了提高规则匹配的效率,考虑分布式的事件处理方法,先使用数据划分的方法将事件流分为N个部分(N为进行事件处理的处理器个数),分布处理完成后再对结果进行合并。

[0041] 所述制动事件管理模块 105 根据制动事件中的指示,将制动事件分发给合适的待感控的物体 116 进行处理。所述的制动事件是指由事件处理引擎 104 对外部事件和感知事件进行响应后产生的对待感控的物体 116 进行控制的事件。

[0042] 在本发明的一个实施例中,系统中的外部事件、感知事件和制动事件通过系统总线或因特网进行传输。

[0043] 如图 2 所示,图 2 为本发明提供的面向 CPS 的复杂事件处理方法流程图,所述面向 CPS 的复杂事件处理方法包括以下步骤:

[0044] 步骤 201 :外部实体环境提供系统现场源数据;

[0045] 该步骤中,人或机器人 112 主动向外部事件产生器 132 发送信息,待感知的物体 114 和待感控的物体 116 通过传感器 102 主动感知其物理量,并将信息交由事件产生器 103 进行处理。

[0046] 步骤 202 :事件产生器 103 将源数据抽象成基本事件;

[0047] 该步骤中,所述的源数据是从不同的数据源经过不同的传感器或直接采集到事件产生器 103 中的,因此,需要对采集到的数据进行预处理,将其抽象成相应的具有统一格式的基本事件。也就是说,外部事件产生器 132 将人或机器人 112 主动发送的信息抽象成外部事件,感知事件产生器 134 将经由传感器 102 采集到的信息抽象成感知事件。

[0048] 在本发明的一个实施例中,外部事件产生器 132 抽象而成的外部事件 ExternalEvent 表现为以下形式:

[0049] ExternalEvent = <ExtEventID, ExtEventName, ExtAttributes, ExtTime>

[0050] ExtAttributes = <ExtAttributeName, ExtValue>

[0051] 其中, ExtEventID 是唯一标识一个外部事件 ExternalEvent 的字符串, ExtEventName 是标识外部事件名称的字符串, ExtAttributes 是所有与外部事件 ExternalEvent 相关联的变量组成的集合,每一个 ExtAttribute 由其属性名 ExtAttributeName 和属性值 ExtValue 来标识。ExtTime 是与事件 ExternalEvent 绑定的唯一的时间戳,表明该事件的生成时刻。例如,对于外部按钮事件, ExtAttributes = {choice, account}, 其中 choice 表示该按钮是否被选择(用 0 和 1 表示), account 表示通过按钮输入的变量。

[0052] 同样,感知事件产生器 134 抽象而成的感知事件 SensorEvent 表现为以下形式:

[0053] SensorEvent = <SEventID, SensorID, SEventName, SAttributes, STime>

[0054] $SAttributes = \langle SAttributeName, SValue \rangle$

[0055] 其中, SEventID 是唯一标识一个感知 SensorEvent 的字符串, SensorID 是标识感知事件来源的字符串, SEventName 是标识感知事件名称的字符串, SAttributes 是所有与感知事件 SensorEvent 相关联的变量组成的集合, 每一个 SAttribute 由其属性名 SAttributeName 和属性值 SValue 来标识。STime 是与事件 SensorEvent 绑定的唯一的时间戳, 表明该事件的生成时刻。例如, 瓦斯浓度的监控系统中的感知变量为瓦斯浓度 density。

[0056] 步骤 203 : 事件处理引擎 104 对基本事件进行处理 ;

[0057] 该步骤中, 首先需要根据系统需求建立事件模式匹配模型, 然后使用分布式复杂事件处理方法, 通过事件模式匹配发现当前事件流中的复杂事件, 并生成控制系统的制动事件。复杂事件是指由基本事件组合而成的有意义的事件。具体来说, 包括以下子步骤 :

[0058] 规则定义模块 144 定制系统所需的规则, 生成系统规则集合 ; 其中, 系统所需的规则根据系统的业务需求来确定, 用来指导系统的复杂事件处理过程。

[0059] 事件处理模块 146 根据规则集合提出可以描述规则的事件模式集合及相应的时间约束 ; 其中, 将面向 CPS 应用的系统中的抽象出的基本事件, 根据定制的规则集合, 生成事件模式集合及其相应的时间约束。

[0060] 事件处理模块 146 用数据划分的方法将事件流分为 N 个部分, 其中 N 表示进行事件处理的处理器个数, 同时将事件流存储到事件存储模块 142 中 ; 其中, 在进行数据划分的时候, 可以采用 k-means 算法或根据数据特点进行划分已达到并行处理的目的。

[0061] 每个事件处理的处理器单独通过规则匹配发现当前事件流中的复杂事件 ;

[0062] 对每个处理器的结果进行合并, 并生成控制系统的制动事件。

[0063] 事件模式是指由运算符把操作数 (表示基本事件或复杂事件) 连接起来形成的更为复杂的事件表达式, 例如 $(E1OP1E2)OP2E1$, 其中, E1、E2 表示两个不同的基本事件 ; OP1 和 OP2 为两个描述事件间关系的独立运算符, 例如与 (And)、或 (Or)、顺序 (Seq) 等。例如, 在使用 RFID 技术进行资产管理的时候, 当未经授权的人员将资产 (如笔记本电脑) 带出, 则会引发警报。此时, 基本事件有笔记本电脑离开大楼 (E1) 和授权的人员离开大楼 (E2)。根据如上所述的规则, 生成事件模式及其相应的时间约束为 $WITHIN (E1 \square \neg E2, 5sec)$ 。

[0064] 在本发明的一个实施例中, 制动事件 ActuatorEvent 表现为以下形式 :

[0065] $ActuatorEvent = \langle ActEventID, ActSensorID, ActAttributes, Rule \rangle$

[0066] $ActAttributes = \langle ActAttributeName, ActValue \rangle$

[0067] 其中, ActEventID 是唯一标识一个制动事件 ActuatorEvent 的字符串, ActSensorID 是标识制动事件操作对象的字符串, ActAttributes 是所有与制动事件 ActuatorEvent 相关联的变量组成的集合, 每一个 ActAttribute 由其属性名 ActAttributeName 和属性值 ActValue 来标识。Rule 是制动事件 ActuatorEvent 的事件处理规则。例如, 控制汽车行走的事件 : 车身右转 90 度后行进 10s 后停车, 其相关联的变量为 {arc, stop}, 其中, arc 表示车身转向的角度, stop 表示是否停车。

[0068] 其中, 事件处理规则 Rule 是根据系统所需的控制需求生成的, 如上述提到的控制汽车行走的事件, 需要汽车在指定区域停车, 则生成的规则为 : 车身右转 90 度后行进 10s 后停车。

[0069] 步骤 204 : 分发制动事件给对应的感控物体 ;

[0070] 该步骤中,制动事件管理模块 105 接收事件处理引擎生成的制动事件,根据事件中的 ActSensorID 的值,将制动事件分发给对应的待感控的物体 116 进行处理。

[0071] 步骤 205 :感控物体 116 处理相应的制动事件。

[0072] 该步骤中,感控物体 116 接收制动事件管理模块 105 分发的制动事件,根据事件中的 Rule 的要求,对制动事件做出响应,执行信息系统给出的控制命令。

[0073] 本发明通过以上的面向 CPS 的复杂事件处理系统及方法,将信息系统中的复杂事件处理引擎与物理系统紧密融合在一起,实现面向 CPS 应用的事件-响应操作,确定对物理系统的控制策略,实行对物理系统的协同控制;同时,使用自定义或自动学习的规则定义模式和分布式复杂事件处理方法,提高了事件处理的有效性和效率。

[0074] 上面描述是用于实现本发明及其实施例,本发明的范围不应由该描述来限定,本领域的技术人员应该理解,在不脱离本发明的范围的任何修改或局部替换,均属于本发明权利要求来限定的范围。

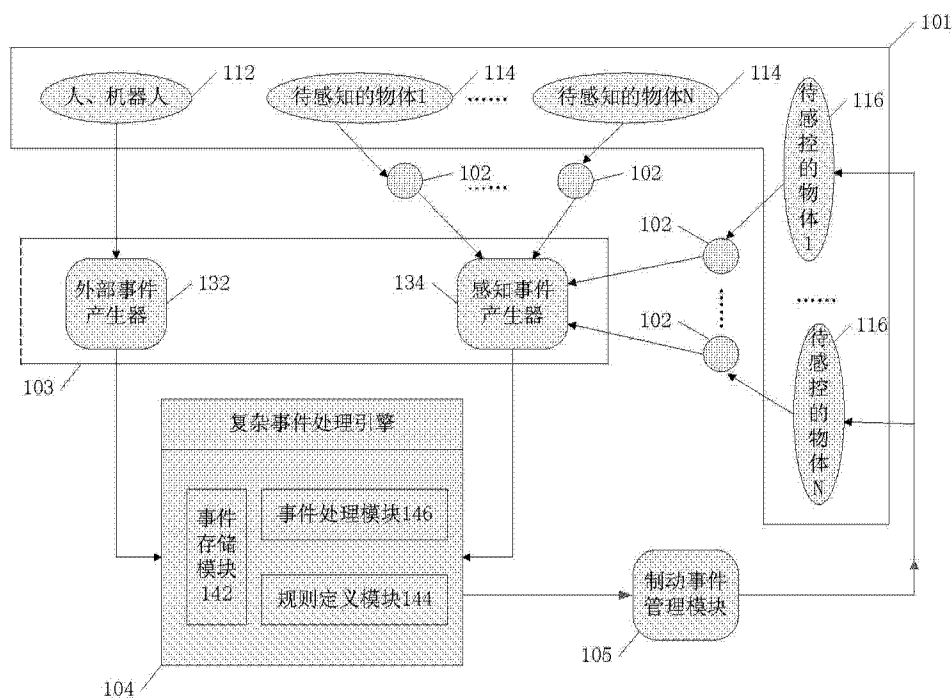


图 1

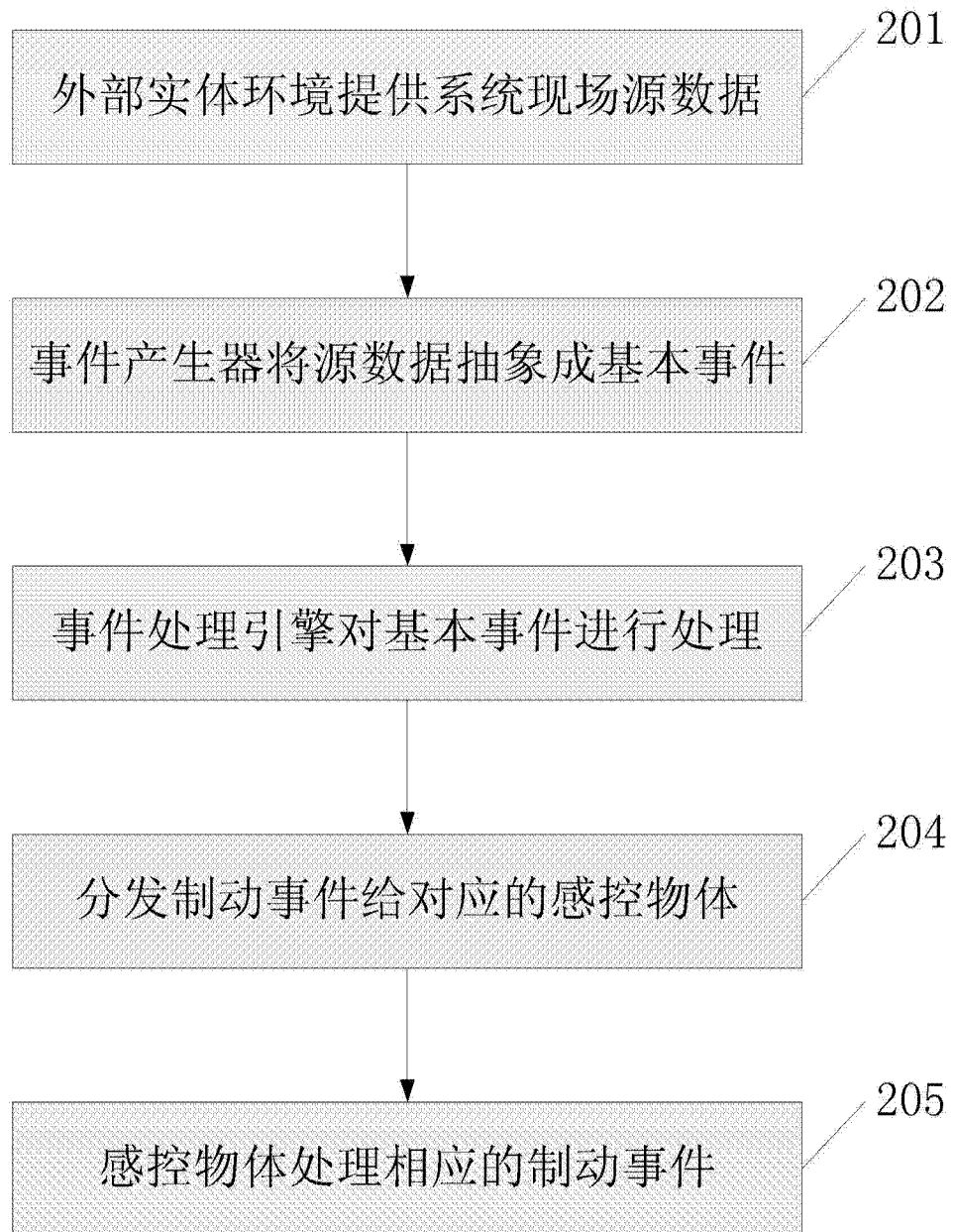


图 2