



中华人民共和国国家标准

GB/T 16720.3—1996
eqv ISO/IEC 9506-3:1991

工业自动化系统 制造报文规范 第3部分：机器人伴同标准

Industrial automation systems—
Manufacturing Message Specification(MMS)—
Part 3: Companion standard for robotics



C9801040

1996-12-26 发布

1997-07-01 实施

国家技术监督局 发布

目次

前言 Ⅲ

ISO/IEC 前言 Ⅳ

引言 Ⅴ

1 范围 1

2 引用标准 1

3 定义 2

4 缩略语 2

5 机器人应用描述 3

6 机器人应用专用上下文映射 11

7 机器人专用服务和协议 22

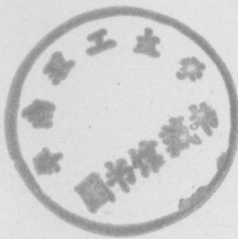
8 机器人专用标准化对象 42

9 机器人一致性类别 54

附录 A(提示的附录) 示例 58

附录 B(提示的附录) 进一步问题——高级一致性类别 65

附录 C(提示的附录) 中英对照 67



中华人民共和国国家标准

工业自动化系统 制造报文规范 第3部分:机器人伴同标准

GB/T 16720.3—1996
eqv ISO 9506-3:1991

Industrial automation systems—
Manufacturing Message Specification (MMS)—
Part 3: Companion standard for robotics

1 范围

本标准规定了需要由 MMS 伴同标准规定的协议元素的抽象语法记法表示的各种机器人专用服务和协议及机器人专用的标准化对象。

本标准描述了机器人的模型以及机器人的属性如何被映射到虚拟制造装置的属性上。

本标准给出了包含一个基本类别和几个增强型类别(enhanced classes)的一致性类别的说明。

本标准给出了在本标准规定的抽象语法中作为服务器操作的机器人的协议和各种服务定义。

本标准适用于使用机器人和机器人系统的开放式通信系统,而该机器人或机器人系统是依据 OSI 模型与通信网络相连的。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨、使用下列标准最新版本的可能性。

GB 9387—1988 信息处理系统 开放系统互连 基本参考模型(idt ISO 7498:1984)

GB/T 12643—1990 工业机器人 术语和图形符号

GB/T 15129—1994 信息处理系统 开放系统互连 服务约定(idt ISO/TR 8509:1987)

GB/T 16262—1996 信息处理系统 开放系统互连 抽象语法记法 1(ASN.1)规范(idt ISO/IEC 8824:1990)

GB/T 16720.1—1996 工业自动化系统 制造报文规范 第1部分:服务定义(eqv ISO/IEC 9506-1:1990)

GB/T 16720.2—1996 工业自动化系统 制造报文规范 第2部分:协议规范(eqv ISO/IEC 9506-2:1990)

ISO 8571:1988 信息处理系统 开放系统互连 文件传送、存取和管理

ISO 8649:1988 信息处理系统 开放系统互连 关联控制服务元素的服务定义

ISO 8650:1988 信息处理系统 开放系统互连 关联控制服务元素的协议规范

ISO 9787:1990 工业机器人 坐标系和运动

ISO 10218:1992 操作型工业机器人 安全

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 通用定义

本标准采用 GB/T 16720.1、GB/T 16720.2 第 3 章及 GB/T 12643 和 ISO 9787 中已定义的术语。

3.2 专用定义

3.2.1 本地控制 local control

是一个布尔值,它指出对于远程操作能或不能引起 MMS 服务器状态的变化。若本地控制是 TRUE(真),则远程操作不能改变服务器的状态。

注:此定义适用于 MMS 伴同标准,但与 ISO 10218 所定义的含义不同。

3.2.2 使能运动 motion enabled

是一个布尔值,若此值为 TRUE(真),则表示对一个机器人臂控制程序的有效指令的存在将导致机器人臂的运动。

3.2.3 远程操作 remote operation

通过 OSI 通信网络使用 MMS 服务进行操作的数据采集或控制。

3.2.4 机器人臂 robot arm

当在本标准中使用,指的是一个操作机和末端执行器及其动力源以及控制操作机的控制程序。

3.2.5 机器人系统控制器 robot system controller

机器人的整个控制系统,由(单个)任务程序及用于控制(单或多个)机器人臂和(单或多个)辅助装置的(单或多套)控制程序组成。

注:本标准的术语“机器人”即“工业机器人”。

3.2.6 步 step

一个任务程序执行的基本元素。它可包含也可不包含机器人的运动。

注:步的概念取决于机器人的编程语言。

4 缩略语

在本标准的正文中使用了下述缩略语。

ACSE:	关联控制服务元素
ASE:	应用服务元素
ASN.1	抽象语法表示法(1)
C:	条件参数
CBB:	一致性构造块
Cnf:	确认
CS:	伴同标准
DIS:	国际标准草案
FTAM:	文件传送、存取和管理
ind:	指示
I/O:	输入/输出
IS:	国际标准
M:	代理
MICS:	机械接口坐标系
MMS:	制造报文规范
OSI:	开放系统互连

PDU:	协议数据单元
PICS:	协议执行程序一致性语句
Req:	请求
Rsp:	应答
S:	选择
TR:	技术报告
U:	用户任选参数
VMD:	虚拟制造装置

5 机器人应用描述

5.1 制造配置

5.1.1 一般考虑

在本标准第9章中所定义的一致性类别与其被使用时的配置无关。在此条款中所描述的配置仅起指导作用,是为了对作为本标准基础的基本原理的深入了解。实际的配置能够同时展现几种配置的特性。

在远程通信环境中,一个节点被认为是客户,另一个节点被认为是服务器。一个与机器人连接的主机(host)被认为是机器人的客户。主机通常给机器人以命令并监控机器人的功能。机器人相对于主机被认为是服务器。在机器人通过 OSI 通信通道与智能周边设备(诸如夹持器、视觉系统等装置)或其他机器人相连接的情况下,此机器人相对于这些装置被视为客户。本标准所描述的各个装置之间的连接为逻辑连接。

虽然操作盘和示教盒能够被用于直接操作机器人,但在上述的意义中,由于它们没有通过 OSI 通信通道与机器人连接,因此不认为它们是客户。然而,可以认为它们是机器人服务器的一部分。

当客户与机器人进行通信时,本标准没有对客户的配置规定任何硬性要求。只要客户有能力把适当的请求发送到机器人和接收来自机器人的应答。

5.1.2 配置(一):机器人服务器,单客户

本配置是由一个客户(即主计算机)和一个机器人所组成(见图2),客户控制机器人或与其进行通信联络。客户或主机把请求发送到机器人或服务器,对此,机器人必须应答。机器人可包含其本身的诸如视觉和夹持器控制等子系统,这些子系统不通过 MMS 来直接控制,也不属于配置(一)的范围。

在配置(一)的简单执行程序中,仅需要一个 MMS 关联。在较复杂的执行程序中,可以有多个共存的 MMS 关联。

例如,为了增加通流量,在主机和机器人之间使用了两个 MMS 关联。

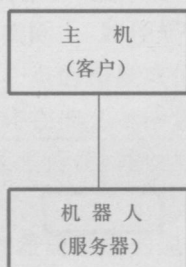


图2 机器人服务器/单客户

5.1.3 配置(二):一个机器人服务器,多个客户

在配置(二)中,机器人是服务器,但有多个客户(见图3)。由于任何客户(主机)都能初始化一个关

联,因此,要求机器人(服务器)部分能对多个共存的关联进行支持。

一个多客户配置要求有一个取得和放弃机器人控制权的机制。没有这种能力,就没有方法去防止两个以上的客户同时企图控制机器人。

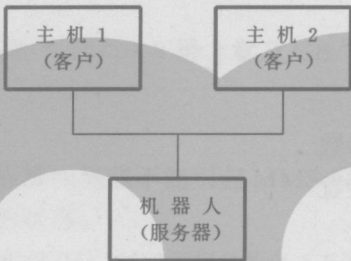


图 3 机器人服务器/多个客户

此种配置的一个例子是一个实施机器人控制的主机及一个作为更大系统一部分用以监控机器人的第二主机。

5.1.4 配置(三):机器人客户

在配置(三)中,机器人是一个或多个装置的客户(见图 4)。该机器人同时也可能如配置(一)和配置(二)所示,对一个或多个主机而言,又是一个服务器。机器人在客户身份中,要求能起请求启动器的作用,而不仅是一个应答器。

本标准仅定义作为客户的系统和各个作为各服务器的机器人之间的交互作用,并不定义与其他装置如视觉系统、夹持器等的作用。此类交互作用只能由基于这些装置的要求来定义。此类配置的一例是一个作为客户的机器人对作为文件服务器的另一个系统。

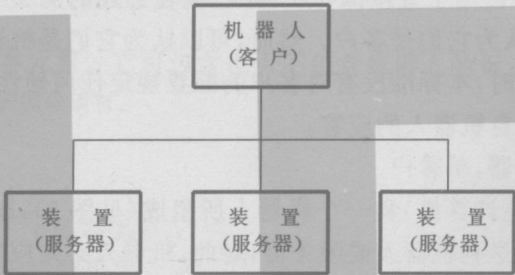


图 4 机器人客户

5.1.5 配置(四):同层对同层

在配置(四)中,几台机器人被认为是同层的,并且都能起客户和服务器两种作用(见图 5)。在此配置中,每个机器人含有客户和服务器两重身份。

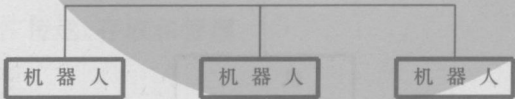


图 5 同层对同层

5.2 机器人专用模型

5.2.1 机器人物理模型

5.2.1.1 总则

本标准描述了一个机器人系统的抽象模型。为了从通信通道的角度描述机器人的活动能力,需要有该模型的各种属性。实际的机器人系统可能有比在此描述的更多的特性。但也不要求机器人系统具有在本标准中所描述的全部属性。

一个机器人系统是由一个或多个机器人臂以及一个机器人系统控制器组成。还有若干与机器人臂协调作用的辅助装置,它们是从机器人臂中物理地和逻辑地分离出来的。特别是各种安全连锁就是此类辅助装置之一,其中急停按钮可视为一个组件。

5.2.1.2 机器人臂

5.2.1.2.1 机器人臂子系统

机器人系统的中心要素是由操作机及其动力源、机器人臂控制程序和末端执行器组成的机器人臂。本标准的集中点是机器人臂的远程操作及与其一起的辅助装置的协调控制。

操作机是由一组机械连杆和关节组成,每个连杆与其相关连的关节一起组成机器人的一个轴。关节是由一个被机器人臂控制程序所控制的驱动器所驱动。机器人臂的控制程序被认为是由两个主要部分组成:一个是伺服机构,一个是路径规划器。

在本标准中,已建模的机器人臂所具有的特性,同样地影响着伺服机构和路径规划器子系统。为了实施机器人的任务,了解操作机的关节数目和每个关节的特性是必要的。为了正确地操作机器人系统,必须了解实际的校准状态(已校准、未校准或正在校准)和电源状态(臂电源开/关)。

在一个机器人臂中,信息流程可描述如下(见图6):

任务程序生成操作机的编程的位姿。

然后,编程的位姿被传送到路径规划器的子系统中,该系统生成以关节值表示的指令状态。

然后,将该指令状态输入到驱动操作机的伺服机构子系统中。

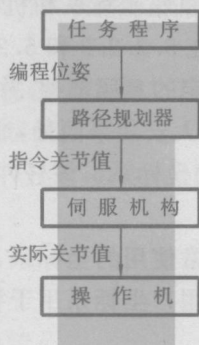


图6 信息流程

5.2.1.2.2 路径规划器

路径规划器子系统接收来自任务程序的指令(或来自其他的局部资源),并且把这些请求转成一个计时的成组的伺服机构指令使操作机运动。实际上,路径规划器是负责把所要求的操作机的路径转换成适当的伺服机构指令,而其路径是由工具中心点的速度或位置来表示的。为了以惯用的方式来表示这些运动,引入一组坐标系来描述机器人臂。这将在5.2.2中加以详细说明。

路径规划器是负责监控操作机运动的某些特性,并使用期望值来修改。其中值得注意的是工具中心点速度和加速度的控制。

编程速度通常是将指令输入到路径规划器而形成的速度。路径规划是来自机器人系统控制器的任务程序。编程速度通常是由任务程序所建立的工具中心点的速度。

速度系数是一种适用于改变操作机速度的超限增值系数。速度系数将改变操作机的编程速度,因此整个操作机的运动(由任务程序所支配的)能够以某个速度来实施,该速度可由被编程速度均匀地进行上下调节。

编程加速度通常是把指令输入到路径规划器而形成的加速度。路径规划是来自机器人系统控制器

的任务程序。编程加速度通常是由任务程序所建立的工具中心点的加速度。

加速度系数是适用于改变操作机的加速度的一个超限增值系数。加速度系数将改变操作机的编程加速度,因此整个操作机的运动(由任务程序控制的)能够以某个加速度来实施,此加速度可由编程加速度均匀地进行上下调节。

路径规划器的附加属性包括一组输入和输出值。路径规划器的输入值描述了包含位置、速度和加速度的以欧基里德空间来表示的操作机的编程状态。路径规划器的输出值描述了以关节空间表示的操作机的指令状态。

5.2.1.2.3 机器人臂伺服机构

机器人臂伺服机构子系统是由一组连接的伺服机构组成。操作机每个关节都有一个。操作机的关节可以是转动类型或是滑动类型。每个关节可以单独地校准,有一个行程的上下限。每个关节有一套制动机构及一组与构成机器人臂运动链中其他关节有关的连杆参数。每个关节由一个伺服机构所控制,伺服机构把控制信号送到关节驱动器,并且从关节传感器取得反馈信息。伺服机构发出指令以驱动关节到一个预定值,并且监控由它运行的实际值。

5.2.1.3 辅助装置

机器人辅助装置是与机器人任务相关的子系统,它是直接由机器人系统控制器控制的。辅助装置的控制并入到机器人任务控制器中。在辅助装置控制中使用的信息,例如辅助装置的专用参数,是机器人任务总参数不可缺少的一部分。辅助装置的控制能够被一个或多个机器人程序来实现。

注:辅助装置的实例有安全联锁、焊接控制器、喷涂系统、水喷射系统、视觉系统、传感器和夹持器等。

5.2.2 机器人坐标系

5.2.2.1 约定

本标准所使用的坐标系有绝对坐标系、机座坐标系和机械接口坐标系,在 ISO 9787 中描述了这些已标准化的坐标系。为了帮助了解本标准,在 5.2.2.2 和 5.2.2.3 中描述了另外两种机器人坐标系。对于整个制造操作,绝对坐标系建立了一个固定的参照框架,并且通常用于工位布局。此坐标系的定义一般是由用户来制定。机座坐标系建立在机器人安装平面处,通常由机器人制造厂给出。机械接口坐标系是一个依附于操作机最后杆件上的运动着的坐标系。该杆件确立了末端执行器相对于机座坐标系的位置。

除已标准化的坐标系外,引入了两个经常使用的坐标系,即工具坐标系和用户坐标系。工具坐标系用于定义机器人工具(末端执行器)的位置。用户坐标系用于替代机座坐标系供机器人臂作为参照框架。图 7 表示各种机器人坐标系的约定。

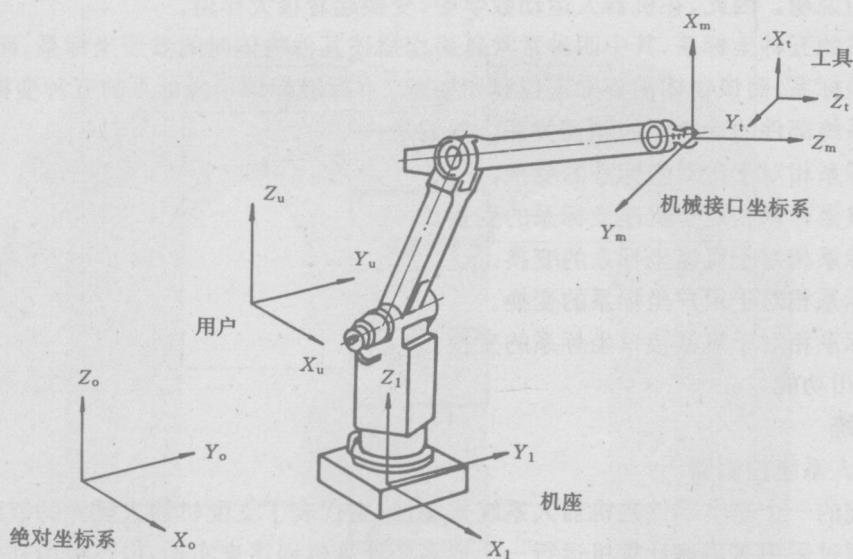


图 7 机器人坐标系

5.2.2.2 工具坐标系(X_t, Y_t, Z_t)

工具坐标系的原点是由实施者所定义的位于机器人工具上的点, $+Z_t$ 和 $+X_t$ 轴线是由实施者所定义且相互垂直。 $+Y_t$ 轴线是由右手定则确定的。

在工具坐标系内的一个物体由坐标($x_t, y_t, z_t, a_t, b_t, c_t$)变换来表示。其中:

x_t 表示沿着 X_t 坐标轴线的位移;

y_t 表示沿着 Y_t 坐标轴线的位移;

z_t 表示沿着 Z_t 坐标轴线的位移;

a_t 表示绕着 $+X_t$ 坐标轴反时针方向旋转;

b_t 表示绕着 $+Y_t$ 坐标轴反时针方向旋转;

c_t 表示绕着 $+Z_t$ 坐标轴反时针方向旋转;

坐标变换遵循右手定则正负号方向的约定。

5.2.2.3 用户坐标系(X_u, Y_u, Z_u)

用户坐标系的原点是实施者所确定的点。 $+Z_u$ 和 $+X_u$ 轴是实施者确定的, 并且互相垂直。 $+Y_u$ 轴是由右手定则确定的。

在用户坐标系内的一个物体由其坐标($x_u, y_u, z_u, a_u, b_u, c_u$)的变换来表示, 其中:

x_u 表示沿 X_u 坐标轴的位移;

y_u 表示沿 Y_u 坐标轴的位移;

z_u 表示沿 Z_u 坐标轴的位移;

a_u 表示绕 $+X_u$ 坐标轴反时针方向旋转;

b_u 表示绕 $+Y_u$ 坐标轴反时针方向旋转;

c_u 表示绕 $+Z_u$ 坐标轴反时针方向旋转。

坐标变换遵循右手定则正负号方向约定。

5.2.2.4 坐标系变换

在描述机器人运动的过程中,必须描述空间物体的任意位置和姿态。上面所述的任一坐标系,都能够作出这种描述。就某些坐标系而论,一个物体位置和姿态的说明相当于从参考坐标系转换成嵌入在物体中的坐标系的说明。因此,在机器人运动数学中,变换起着很大作用。

上面所描述的五种坐标系,其中四种常常是用作描述其他物体时的参照坐标系。而工具坐标系是嵌入在物体中的坐标系,而该物体需要知道位置和姿态。本标准标识了坐标系的五种变换。这些变换是用于描述机器人系统部件的动力学的相互关系。他们是:

- 机座坐标系相对于绝对坐标系的变换。
- 机械接口坐标系相对于机座坐标系的变换。
- 用户坐标系相对于机座坐标系的变换。
- 工具坐标系相对于用户坐标系的变换。
- 工具坐标系相对于机械接口坐标系的变换。

5.3 机器人专用功能

5.3.1 控制系统

5.3.1.1 机器人系统控制器

机器人系统的一个基本部件是机器人系统控制器,它代表了支配机器人操作的智能。机器人系统的控制器通常是通过采用多用途计算机运行一个或多个计算机程序来实现,但也可用其他的方法来实现。在以计算机为基础的方式中,下位计算机在使用的控制功能可能比机器人控制功能更多,但本标准只涉及计算机的与机器人操作有关的功能。在此处机器人操作的涵义包括为完成机器人功能所需的全部辅助装置的操作。

集成单元控制器是功能超出本标准范围的此类计算机系统的一例,作为其操作的一部分。它直接指挥机器人活动。

5.3.1.2 机器人控制的协调

在许多情况下,能由多点控制机器人的操作。引入通信设备则增加了另一种潜在的控制点。为了排除在控制中的冲突(conflicts),设定机器人具有唯一地对一个控制点的控制赋值方法,此控制赋值起互斥信志作用。

5.3.1.3 机器人操作状态

5.3.1.3.1 机器人操作状态图

如图8中的描述,机器人系统由一个有限状态自动化装置来建模。

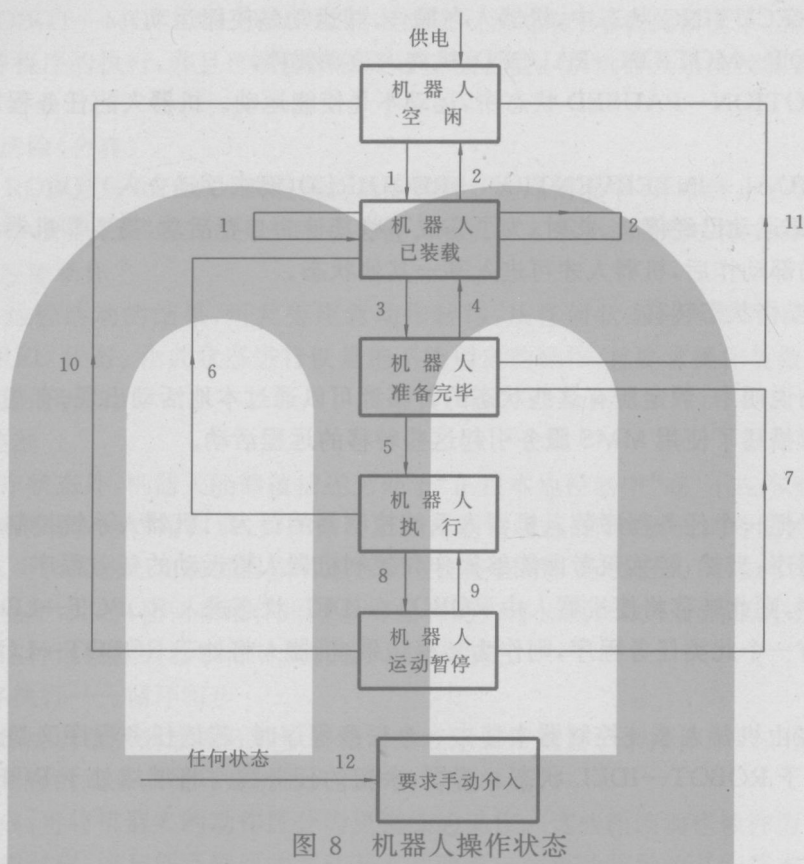


图 8 机器人操作状态

图 8 中转移编号的说明：

- 1—装载 某些任务程序被装入机器人系统控制器中。
- 2—清除 由机器人系统控制器中移去任务程序。
- 3—赋值 已准备好一个已装载的任务程序以供执行。
- 4—去值 赋值的反面。
- 5—程序开始 机器人进入 ROBOT—EXECUTING 状态。
- 6—执行结束 机器人运动被停止且机器人被返回到 ROBOT—LOADED 状态。
- 7—程序复位 一个已暂停的机器人被返回到 ROBOT—READY 状态。
- 8—暂停 机器人已临时停止运动。
- 9—继续 暂停的机器人返回到 ROBOT—EXECUTING 状态。
- 10—清除(异常终止) 除任务程序未执行完成外,其他与清除同。
- 11—清除(舍弃) 除任务程序未开始外,其他与清除同。
- 12—应急动作 将机器人置入要求手动介入的状态。

5.3.1.3.2 机器人操作状态说明

5.3.1.3.2.1 ROBOT—IDEL(机器人空闲)

ROBOT—IDEL 状态对应应在系统内机器人没有任务程序可用时的机器人状态。当机器人刚开始供电时,或当其完成一个任务程序执行和任务程序由系统内移去时,将发生此状态。

5.3.1.3.2.2 ROBOT—LOADED(机器人已装载)

ROBOT—LOADED 状态对应应在系统内有一个或多个可用的任务程序时的机器人状态。

5.3.1.3.2.3 ROBOT—READY(机器人准备完毕)

ROBOT—READY 状态表示一个可供机器人执行的任务程序已被赋值。

5.3.1.3.2.4 ROBOT—EXECUTING(机器人执行)

在 ROBOT—EXECUTING 状态中,机器人在操作,其运动是使能运动。

5.3.1.3.2.5 ROBOT—MOTION—PAUSED(机器人运动暂停)

在 ROBOT—MOTION—PAUSED 状态中,运动不是使能运动。机器人的任务程序可能在运行也可能已停止。

5.3.1.3.2.6 MANUAL—INTERVENTION—REQUIRED(要求手动介入)

在此状态中,全部运动已经停止。此时,为了完成某些其他的必要活动,需要靠机器的操作者执行某些局部动作。在此局部动作后,机器人才可进入某一其他状态。

5.3.1.3.3 机器人操作状态转移

5.3.1.3.3.1 总则

在下述对转移的说明中,假定所有这些状态的转移都可以通过本地活动出现。有些转移也能通过远程活动实现。第6章描述了使用 MMS 服务引起这些转移的远程活动。

5.3.1.3.3.2 装载

装载转移描述了把一个任务程序装入机器人系统控制器的行为。机器人系统控制器在其存储器中可以容纳几个任务程序;当然,转移只考虑能够操作和控制机器人臂运动的任务程序。若在机器人系统控制器内无此类程序,则此转移将使机器人由 ROBOT—IDEL 状态进入 ROBOT—LOADED 状态。如果存储器中至少已有一个此类任务程序,则作为转移结果,机器人将处于 ROBOT—LOADED 状态。

5.3.1.3.3.3 清除

这种转移出现在由机器人系统控制器中移去一个任务程序时,若该任务程序又是最后一个或只有该程序,则机器人处于 ROBOT—IDEL 状态。否则,余留的任务程序将继续处于 ROBOT—LOADED 状态。

5.3.1.3.3.4 赋值

在实际执行中,一个潜在任务程序赋值的过程,将使机器人置于 ROBOT—READY 状态。对于只能包含一个任务程序的机器人,装载和赋值转移可以结合成一个单个的操作。

5.3.1.3.3.5 去值

为了将机器人由 ROBOT—READY 状态运行到 ROBOT—LOADED 状态,需请求一个去值转移。这是赋值转移的反转。某些机器人可能出现允许由 ROBOT—READY 状态进行一个赋值转移。这可用一个去值转移跟随一个赋值转移来模拟。

5.3.1.3.3.6 程序开始

程序开始是机器人在运动时的基本操作。由于此转移的结果,机器人进入 ROBOT—EXECUTING 状态。

5.3.1.3.3.7 执行结束

作为机器人系统控制器内部局部活动的结果,机器人从 ROBOT—EXECUTING 状态移出进入 ROBOT—LOADED 状态。机器人再次进入 ROBOT—EXECUTING 状态之前,需要进行一次赋值转移。

5.3.1.3.3.8 程序复位

在 ROBOT—MOTION—PAUSED 状态的机器人能被程序复位转移运行到 ROBOT—READY 状态。

5.3.1.3.3.9 暂停

暂停转移引起机器人停止其运动。任务程序可以继续执行或可以停止。

5.3.1.3.3.10 继续

继续转移将机器人由 ROBOT—MOTION—PAUSED 状态运行返回到 ROBOT—EXECUTING 状态。

5.3.1.3.3.11 清除(异常终止)

有可能从 ROBOT—MOTION—PAUSED 状态进行清除转移。在此情况下,异常终止了(即不正常地结束)现行任务程序的执行,并且已赋值的任务程序被去值。从机器人系统控制器中除去所有潜在的任务程序。

5.3.1.3.3.12 清除(舍弃)

也有可能从 ROBOT—READY 状态进行清除转移。在此情况中,异常终止了(即不正常地结束)现行任务程序的执行,并且已赋值的任务程序被去值。从机器人系统控制器中除去所有潜在的任务程序。

5.3.1.3.3.13 应急动作

由于本地或远程活动的结果,可发生应急动作转移,从任何状态进入 MANUAL—INTERVENTION—REQUIRED 状态。由此状态进行恢复绝不能用自动操作,且要求操作员做明显的动作,才能将机器人转入某一其他状态。

5.3.1.4 本地控制

除机器人操作状态外,机器人能够被描述为处于“正在本地控制中”或“不在本地控制中”。“正在本地控制中”意味着某些本地作用因素,如操作员正在控制仪表板、示教盒或其等同物上正在进行控制操作,以确定机器人可作哪些运动或机器人可运行哪些任务程序。若机器人“不在本地控制中”,则机器人可照常运行任务程序,此时,任何本地作用因素都没有能力停止或修改在运行的任务程序。带远程控制器的机器人可由这种远程控制器取得对该机器人的控制权。

5.3.2 任务程序执行——循环和步

机器人的操作可以被分解成循环和步。循环是表示经常重复一个操作序列。机器人操作的每次循环完成机器人所编程的任务。循环是机器人操作的自然单元。

在一次循环内,可将机器人的动作区分为更微细的动作。这些微细动作被称为“步”,并且与机器人的某些基本运动相对应,或与任务程序的某些基本活动或一个辅助装置的某些基本动作相对应。顺序操作的思想是“步”的概念的基础;机器人是由系统的各元素组成的,每个元素按照时序顺序完成基本操作。并非所有的机器人系统都允许分步控制,但对那些能分成步的机器人系统,本标准提供了分步控制的控制步骤。

当机器人开始操作时,可以设置为按一个固定循环数操作,或(若以步进方式)按在一个循环内的固定步进数操作。通常后一种方式仅用于程序排错。换言之,机器人可以在操作时不计数地重复实施同一循环,直到某个外部事件终结该过程。

5.3.3 校准

除正常的操作外,大多数机器人都具有校准机器人轴的辅助功能。此功能按类似于正常任务程序的方式操作,除由于校准功能的存在使机器人不处于 LOADED 状态外,服从图 8 的状态图。

6 机器人应用专用上下文映射

6.1 映射机器人模型到 VMD 对象

6.1.1 映射步骤的说明

本章将机器人通用模型(见第 5 章)与 GB/T 16720.1 描述的虚拟制造装置(VMD)的抽象模型建立关系。若已达到交互操作的最终目标,可将这些抽象概念应用于各种实系统中。

由于本标准无法预测正在制造的或将要制造的机器人系统的各种变化,因而只对大多数机器人都适用的抽象模型和实系统的元素间建立关联提供一般性指导。

映射过程是包括下列各步的多步步骤:

a) 首先构造一套真实物理系统的抽象模型,即第 5 章制定的模型。

b) 由抽象模型构造一组抽象对象和属性。

c) 将成组的属性与 MMS 抽象对象的一组属性相关联。如有必要,这种关联允许定义 MMS 抽象对象的扩展。

d) 最后,将装置专用的抽象对象与 MMS 抽象对象相关联。

图 9 举例说明了映射过程。

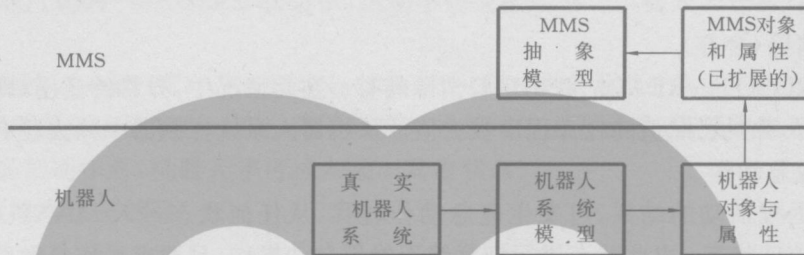


图 9 MMS 映射过程

为了适应机器人模型所有的特点,6.3 制定了程序调用模型的扩展。这些扩展允许对称作“施控”和“受控”的两类程序调用间的交互配合进行说明。受控程序调用用于模拟包括机器人臂控制程序在内的物理装置控制器的操作。施控程序调用用于模拟指挥机器人系统操作的专用程序调用。当一个 VMD 有几个施控程序调用存在时,在任何特定时间,只有一个程序调用被标识为被选操作的调用。除了与受控程序调用相关联的物理装置外,每个物理装置亦被映射到一个预定的定义域中。在 6.2 中描述了这种映射。

6.1.2 机器人系统特性

6.1.2.1 单臂机器人

从建模的观点看,最简单的机器人系统是仅有一个臂的系统。VMD 是与整个机器人系统、机器人臂、机器人系统控制器以及某些辅助装置相关联。机器人臂控制程序是被作为一个与运动硬件相关的受控程序调用来模拟的。

6.1.2.2 多个联动臂的机器人

有的机器人系统使用了一个以上的臂。若一个系统具有单个的施控智能,使几个臂的运动总是以联动方式连接,则这样一个系统可以作为单个 VMD 来模拟。在此情况中,将存在有一个控制双臂运动的单个施控程序调用。

这种模拟是与机器人系统可见的外观无关。硬件的两个分离部件能分别安装在两个场所。如果两部件的活动总是紧密地联动着,用单个 VMD 来模拟才正确。

6.1.2.3 多自主臂机器人

有的机器人系统在系统内同一场所采用了多臂,并且其臂的运动是自主的,也就是对于每个臂都有一个分离的施控智能。在这种情况下,系统应被作为具有多个 VMD 来模拟;第二种情况是对每个受控智能,都具有一个 VMD,每个 VMD 中将有一个控制着运动的单个施控程序调用。应注意上述两种情况之间的区别,它们在很大程度上是取决于机器人系统控制器的配置。被配置的同一硬件部分既可作为多个自主臂的机器人,也可作为一个多个联动臂的机器人。在此情况中,对于每种配置,其对应模型将是不同的。

6.1.2.4 辅助装置

操作辅助装置的任务是同机器人臂控制程序以协调的方式来进行,并且可被认为是一单施控任务的一部分。它们被模拟为附加的受控程序调用。

6.1.3 机器人 VMD

6.1.3.1 机器人 VMD 属性模型

给定 VMD 与机器人系统的关联,即定义了描述机器人的 VMD 附加属性(除 GB/T 16720.1 给定以外)。因为 VMD 的基本特征是机器人臂和辅助装置的协调控制,因此,在 VMD 中标识了提供该控制的施控程序调用。在其执行进程中,施控程序调用将产生输出,该输出将用于对受控程序调用进行输入。

机器人操作状态取决于硬件的状况(无论运动是否是使能运动),由一组受控程序调用来表示,并取

决于被选施控程序调用的状态(见 6.3)。

对象: VMD

所有被定义的 MMS 属性

属性: 违反安全联锁(TRUE,FALSE)

属性: 机器人操作状态(ROBOT—IDEL,ROBOT—LOADED,ROBOT—READY,ROBOT—EXECUTING,ROBOT—PAUSED,MANUAL—INTERVENTION—REQUIRED)

属性: 任何物理资源通电(TRUE,FALSE)

属性: 全部物理资源已校准(TRUE,FALSE)

属性: 本地控制(TRUE,FALSE)

属性: 被选施控程序调用的引用

6.1.3.2 机器人 VMD 属性说明

6.1.3.2.1 违反安全联锁

此属性是布尔型,它指出安全联锁的状态。若该属性值是 TRUE,从机器人系统持续复位后,则说明违反了安全联锁。安全联锁复位的方法是一个本地事务。

6.1.3.2.2 机器人操作状态

此属性是在 5.1.3.1 中所描述的机器人系统的状态。在 6.3.4 中定义了该属性对物理装置以及对施控程序调用状态的相互关系。

6.1.3.2.3 任何物理资源通电

此属性是布尔型,它指出是(TRUE)否(FALSE)已经对任何物理资源供电。此属性对系统中每个物理资源是一个类似原始属性的逻辑“或”。

6.1.3.2.4 全部物理资源已校准

此属性是布尔型,它指出是(TRUE)否(FALSE)系统中具有校准属性的物理资源有等于 CALIBRATED 的值(见 6.2.2.4 和 6.2.3.4)

6.1.3.2.5 本地控制

此属性是布尔型,它指出是(TRUE)否(FALSE)某些局部作用因素正在对系统中任何物理资源“保持控制”。保持控制表示具有引起改变物理资源动作的能力及表示该资源的属性。“本地控制”能反映出是操作员还是某些自动化步骤,哪一个远程地掌握了控制要求。

如果本地控制是 FALSE,控制可以归于某些远程作用因素。这种状况并能反映出机器人的运行除任务程序外,没有其他的直接控制条件。

本地控制属性值、机器人 VMD 状态、VMD 逻辑状态三者是相互联系的。表 1 举例说明了这些属性之间的相互关系。

表 1 本地控制

本地控制	机器人操作状态	VMD 逻辑状态
是	任意状态	NO—STATE—CHANGES—ALLOWED 或 LIMITED—SERVICES—PERMITTED 或 SUPPORT—SERVICES—ALLOWED
否	要求手动介入	NO—STATE—CHANGES—ALLOWED 或 LIMITED—SERVICES—PERMITTED 或 SUPPORT—SERVICES—ALLOWED
	任何其它状态	任 意

注:当在本地控制时,VMD 状态能继续变化,然而,如何发生状态变化是一个本地事务。

6.1.3.2.6 被选施控程序调用

该属性标识控制机器人操作的被选程序调用。该程序调用表示已赋值的任务程序(见 5.3.1.3.3.4)。该程序调用的控制属性等于 CONTROLLING(见 6.3.2.3)并已通过使用“选择操作”(见 7.4.4)被选择。若没有这种被标识的程序调用,则此属性应具有值 NONE。

6.2 映射到域的机器人特定对象

6.2.1 总则

按本标准的模型,机器人是由一组表示机器人臂(或多个臂)和辅助装置的物理资源组成。每个物理资源或资源组应被映射到表示该资源的域中。每个域应该有与资源的控制、资源的电源状态相关的属性,并且可以有一个指示资源校准状态的属性。

机器人臂的标准化域应与机器人臂的资源相关联,或在多臂的情况下,一个域与每个臂均相关。域,在其定义内应包括全部周边元件。这些元件通常是机器人臂的一部分。

由单独程序控制的辅助装置应该由单独的预定义域来模拟。特别是安全联锁需由一个此类域来模拟。对于所有数据报告服务(即读服务),这些域应仅限于基本资源。对于影响控制或装置状态变化的服务,其关系应由 VMD 的本地控制属性来调节。

对于 MMS 域,不定义扩展;机器人特定对象的属性应该由在域内定义的特定域的有名变量对象来实现。在第 8 章中描述了这种有名变量对象的命名标准。

6.2.2 机器人臂资源

6.2.2.1 机器人臂属性模型

一个机器人臂包含臂的全部元素,臂通常由机器人控制程序所控制。机器人臂对象的属性可从运动学和控制的观点描述机器人臂。

该属性模型仅包含对机器人进行远程操作所要求的属性。任何实际的机器人具有很多未包含在本标准中的属性。

对象: 机器人臂

属性: 本地控制(TRUE,FALSE)

属性: 装置供电(TRUE,FALSE)

属性: 装置校准(CALIBRATED,NOT—CALIBRATED,CALIBRATING)

属性: 使能运动(TRUE,FALSE)

属性: 关节数——整数

属性: 机座坐标系——绝对坐标系——位姿

属性: 伺服机构

属性: 机械接口坐标系——机座坐标系——位姿

属性: 有序关节描述表

属性: 关节类型(REVOLUTE,PRISMATIC)

属性: 校准(CALIBRATED,NOTCALIBRATED,CALIBRATING)

属性: 关节制动器(TRUE,FALSE)

约束: 关节制动器=TRUE

属性: 制动器合(TRUE,FALSE)

属性: 上限——浮点

属性: 下限——浮点

属性: 关节伺服

属性: 实际关节值——浮点

属性: 路径规划器

属性: 用户坐标系——机座坐标系——位姿

属性: 期望的工具坐标系——用户坐标系——位姿

属性：速度系数——浮点

属性：编程速度——浮点

属性：加速度系数——浮点

属性：编程加速度——浮点

属性：末端执行器

属性：标识符编号

属性：工具描述符

属性：工具坐标系——机械接口坐标系——位姿

注：通常机器人术语认为一个轴表示一个关节和一相关联的连杆。连杆信息是本地事务。对本抽象模型而言，关节和轴是同义的。

6.2.2.2 本地控制

此属性是布尔型，它指出机器人臂是(TRUE)否(FALSE)处于本地控制中。

6.2.2.3 装置供电

此属性是布尔型，它指出是(TRUE)否(FALSE)已对机器人臂供电。

6.2.2.4 装置校准

此属性表示机器人臂作为整体是否已校准。若全部关节已被校准，则该属性有值 CALIBRATED，若任何关节正在校准，则有值 CALIBRATING，否则就是 NOT—CALIBRATED。

6.2.2.5 使能运动

此属性是布尔型，它指出若一个有效的指令信号出现在路径规划器时，机器人臂(或其任何部分)是否将产生运动。仅当使能运动属性是 TRUE 时，机器人臂才可以自主地运动。

6.2.2.6 关节数

此属性是整数型，它指出机器人臂关节数。

6.2.2.7 机座坐标系——绝对坐标系

此属性是位姿型，它指出机座坐标系相对于绝对坐标系的变换值。

6.2.2.8 伺服机构

6.2.2.8.1 机械接口坐标系——机座坐标系

此属性是位姿型，它指出机械接口坐标系相对于机座坐标系的变换的实际值。它取自于实际的关节值属性和执行程序专用参数。

6.2.2.8.2 有序关节描述表

6.2.2.8.2.1 关节类型

此属性指出关节机构是转动还是滑动。

6.2.2.8.2.2 校准

此属性指出关节是 CALIBRATED, NOT—CALIBRATED 还是 CALIBRATING。

6.2.2.8.2.3 关节制动器

此属性是布尔型，它表示制动器对该关节是(TRUE)否(FALSE)存在。如果制动器存在(关节制动是 TRUE)，则属性“制动器合”存在。“制动器合”属性为布尔型，它表示制动器是(TRUE)否(FALSE)使用于制止运动。

6.2.2.8.2.4 上限

此属性是浮点型，它指出关节行程的上限。

6.2.2.8.2.5 下限

此属性是浮点型，它指出关节行程的下限。

6.2.2.8.2.6 关节伺服——实际关节值

此属性是浮点型，它指出关节参数的实际值。该值是直线位置或是角度位置则取决于关节类型。