

# RFID 信息获取机制的分析与比较\*

郑方伟, 周明天, 余

(电子科技大学 计算机科学与工程学院, 成都 610054)

**摘要:** 对 RFID 信息获取的常用方法进行了分析, 提出了基于 LDAP 的信息获取机制, 并将其与 EPCglobal 提出的机制和 ID@URL 机制进行了分析与比较, 指出了每种机制的优缺点和适用范围。

**关键词:** 射频识别; 电子产品代码; 信息获取; 对象名字服务; 轻量目录访问协议

**中图分类号:** TP311.11      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-3695(2010)01-0006-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2010.01.002

## Analyzing and comparing of mechanisms for RFID information acquisition

ZHENG Fang-wei, ZHOU Ming-tian, SHE Kun

(School of Computer Science & Engineering, University of Electronic Science & Technology of China, Chengdu 610054, China)

**Abstract:** This paper analyzed the general mechanisms for RFID information acquisition and introduced the mechanism based on LDAP. Through the analysis and comparison with EPCglobal mechanism and ID@URL mechanism, described the advantages and disadvantages of different mechanisms and their application area.

**Key words:** RFID; EPC; information acquisition; ONS; LDAP

## 0 引言

RFID 技术已经广泛地应用于商业、物流领域。沃尔玛、吉利等许多大公司使用 RFID 技术来对物品进行识别、定位和跟踪; 美国国防部也采用 RFID 进行武器装备的识别和管理, 以提高效率, 减少失误。在引起越来越多关注的同时, RFID 的应用范围也越来越广, 比如通过读取电影海报上的 RFID 标签, 可以查询放映时间, 下载电影片段, 甚至网络订票<sup>[1]</sup>; 读取站台上的 RFID 标签, 可以了解公共汽车的详细时刻表、路线图; 扫描商品包装上的 RFID 标签, 可以获得更丰富的商品信息。以上应用都有一个共同点, 即将 RFID 标签与人们身边的物品、地点联系在一起, 通过读取标签即可获取关于这些对象的更多信息。获取 RFID 所对应对象的信息通常有两种方式:

a) 将信息包含在标签中, RFID 标签的容量可以从几位到上千字节, 满足多数用户的需要, 如标签中可以存储物品的序列号、颜色、大小、产品信息和价格等<sup>[2]</sup>。采用这种方式的最大优点是信息提取方便, 不需要额外的系统支持, 并且避免用户访问网络的需要; 缺点是标签有一定的容量限制, 并且信息的更新需要直接对标签进行操作, 大容量标签的成本也相对较高。因此这种方式适合于内容相对稳定, 比如在其生命期内标签内容都无须更改; 信息量不是太大, 足以存放在标签中, 且用户不方便访问网络的场合。

b) 将信息存放在网络中的服务器上, 使用 RFID 标签作为索引来访问这些信息。这种方式的优点是, 由于信息存放不受 RFID 标签自身存储能力的限制, 信息容量、内容都不受限制, 更新方便, 同时也不受 RFID 标签运算能力的限制, 可以在访

问信息时根据不同的应用需要在服务器进行身份验证、访问控制等; 缺点是需要网络支持, 同时根据不同的 RFID 信息获取机制可能还需要中间系统支持。采用这种方式的一个关键点在于信息访问者如何获知服务器在网络中的位置, 主要有如下方法: (a) 标签中直接包含服务器地址; (b) 通过中间机制如名字服务器来提供服务器地址; (c) 服务器的地址作为网络配置或程序配置的一部分是事先知道的。其主要应用范围包括内部应用, 比如在公司、企业、学校的局域网内或不在局域网内, 但是通过 VPN 等方式来访问的内部应用; 还有一种应用是如果需要访问的对象比较固定, 如有合作的企业之间、供应链的上下游等, 则可以通过带外方式从对方获知服务器地址。

具体来说, 常见的 RFID 信息获取机制包括以下几种: a) 在 RFID 标签中直接存储对应信息的 URL 链接; b) EPCglobal 提出的基于 EPC 编码和 ONS 的信息访问机制; c) 芬兰赫尔辛基大学提出的基于 DIALOG 系统的 ID@URI 机制<sup>[3,4]</sup>。

使用第一种机制通过 RFID 标签中的 URL 链接可直接获取 RFID 标签对应的信息, 但是存储 URL 要占用较大的空间, 需要在服务器长期维持 URL 链接的有效性, URL 如果发生变动, 也需要对 RFID 标签进行直接操作以更新 URL 信息, 这就对服务器管理 RFID 信息带来了许多不便和负担。但是这种机制的优点是较为简单, 使用方便, 适用于标签量少。应用较为简单的场合。本文将在后面分别对 EPCglobal 机制和 ID@URI 机制进行介绍, 分析其优缺点。

## 1 EPCglobal 机制

EPCglobal 机制是上述机制中影响最大的。EPCglobal 是

收稿日期: 2009-05-08; 修回日期: 2009-06-24      基金项目: 中国国家留学基金资助项目(20073020); 国家自然科学基金资助项目(60473090)

作者简介: 郑方伟(1977-), 男, 四川雅安人, 讲师, 博士研究生, 主要研究方向为普适计算、网络安全(zfwuestc@163.com); 周明天(1939-), 男, 广西荣县人, 教授, 博导, 主要研究方向为分布式计算、信息安全; 余 (1967-), 男, 四川成都人, 教授, 博导, 主要研究方向为信息安全、分布式计算。

一个国际性组织,由麻省理工学院的 AUTO-ID 中心发展而来,由超过 120 家大型跨国公司和科研机构组成,其成员包括沃尔玛、宝洁、惠普、思科等。EPCglobal 提出了名为 EPCglobal network 的体系架构<sup>[5]</sup>。在这个体系中每个 RFID 标签都有一个惟一的称为 EPC(electronic product code)码的标志符,其对应的信息存放在 EPCIS(EPC information service)服务器中。借鉴 DNS 的原理,EPCglobal 提出了一种 ONS(object name service)服务,当读取 RFID 标签时,由 ONS 服务器提供 EPC 对应的 EPCIS 服务器地址,从而获取相应的信息。这种机制有两个关键点,即 EPC 码和 ONS 服务。

### 1.1 EPC 码

EPCglobal 主要针对商业领域的应用,因此 EPC 码有几个目的:a)取代条形码;b)兼容现存各种不同的工业编码方式;c)用相对较少的信息满足惟一标志的需求。基于以上目的,EPC 码被设计得尽可能简单以适用于商业领域的需要。目前最常用的是 96 位编码。EPC 码通用结构由管理者标志、对象标志、序列号构成<sup>[6]</sup>,如图 1 所示。管理者标志用来区别不同组织,如企业等,由该组织负责管理其所属 EPC 码的分配;对象标志用来代表一类具有相同特征的目标;序列号用来识别同一对象范围内不同的实体。这个通用结构并不是一成不变的。由于支持不同的编码方式,EPC 码还包括一个消息头,消息头决定了当前使用的是何种编码方式,并随之确定了其余各部分的结构和长度。



图1 EPC码通用结构

作为条形码的替代,EPC 码能很好地满足其设计目的,并能适合传统商业、流通领域的需要,但其命名机制不适合用来表示现实生活中的不同事物、地点甚至人物等。此外,EPC 码本身也不能直接提供与其所属目标相关的任何信息,比如 EPC 码“21.203D2A9.16E8B8.719BAE03C”无法告诉人们关于其宿主的任何信息,对该信息的获取必须依赖于 ONS 服务。最后,EPC 代码的申请和使用需要支付一定的费用,这对内部应用来说没有必要。

### 1.2 ONS 服务

DNS 通过将域名转换为 IP 让人们可以找到 Web 服务器,类似于 DNS,ONS 也将 EPC 码转换为对应信息服务器的地址。但是 ONS 并不是全新构建的,它运行在现有的 DNS 之上,EPCglobal 的 ONS 根节点是 DNS 中的一个二级节点,即 onsepc.com,该节点现由 VeriSign 公司进行管理。

ONS 的设计思路有其优势:一方面 EPCglobal 可以充分利用 DNS 的优点,避免重新设计一种新的机制,而且以较低的成本就可提供全球性的名字服务;另一方面因为 DNS 已经是一个成功的分布式查询系统,人们已经拥有很多使用 DNS 的经验,所以 ONS 的推出很容易获得信任,这就方便了 ONS 的推广。但是,ONS 服务也有一些不足之处,分析如下:

a) ONS 并不提供直接的数据信息,而只包含提供数据的服务器地址,服务器通过 PML(physical markup language)文件来提供客户端所需要的信息。由于 ONS 的作用相当于一个中介,而不是直接的数据源,这就使 RFID 所能支持的服务受限

于 ONS 所包含的 PML 文件的地址中,对数据的各种需求都需要通过对 PML 文件的解析来实现,应用的复杂性的增加必然导致 PML 文件复杂性的增加。此外,这种方式更多是一种单向信息流动,即从 EPCIS 服务器流向客户端,而对从客户端到 EPCIS 服务器的数据流向支持不够,但这种双向交互能力对 RFID 应用来说是比较重要的,比如在物流过程中中间节点可能需要对数据进行记录,包括物品到达、离开的时间和状态等;设备维护人员也可能希望在现场就能利用 RFID 标签实时对后台数据库中的设备信息直接进行更新。基于上述分析可以看出,ONS 服务在一定程度上可以满足查询数据的需要,但对复杂应用支持的灵活性不够。

b) 在目前已经颁布的 ONS 1.0 标准<sup>[7]</sup>中指出目前 ONS 并不对整个 EPC 码进行解析,而只是解析到对象标志为止,其过程如下:在解析之前,EPC 码的序列号会被舍弃,然后 EPC 码的剩余部分反序后加上 ONS 的根域名 onsepc.com 形成一个完整的域名,最后再向 ONS 服务器发送对该域名的解析请求。这样造成的结果是对只有序列号不同的 EPC 码,ONS 将返回相同的信息。对商业领域来说,这种查询可以获得同一类物品的信息,有其实用价值,但对于许多其他领域的应用,如果不同的 EPC 代码对应完全不同的信息,比如本文开头所举的一些应用的例子来说,ONS 就不能提供直接对应的信息地址。如果需要查询每个单独的 EPC 标志符对应的信息,需要将 EPC 码的序列号使用其他方式传递给 EPCIS 服务器进行解析,但目前 EPCglobal 并没有对如何进行序列号传递加以说明,所以不同的服务器可能有不同的处理方式,对客户端如何传递序列号也有不同的要求。由于服务器本来对客户端来说就是未知的,面对不同的 EPC 码,客户端必然很难知道怎样将序列号传递给这些不同的服务器。

c) 如前所述,虽然 ONS 可以提供同一类物品的信息地址,但即使在商业流通领域内部,个体商品信息也引起越来越多的关注,对昂贵物品如电器、衣物、药物有其应用价值。如果 EPCglobal 需要在今后提供对整个 EPC 代码的解析,仍然有一些问题需要解决。因为 ONS 和 DNS 的对象和目的有很大不同,比如在当前的 DNS 应用模式下,DNS 管理的数据是相对静态的,一旦完成了域名申请,IP 地址和域名的映射就建立起来了,而且在后续的应用中变化比较小;但是 EPC 标签是与现实世界的物体相联系的,如不同的商品,随着这些物品的增加、变化、消耗,就需要对 ONS 数据进行经常的增删和修改,这种变动的规模将远远大于 DNS 中的数据变化,会给 DNS 的数据管理问题带来许多新的挑战,比如更庞大的 Zone 文件、更频繁的 Zone 文件更新等都增加了管理的复杂性。此外,由于 ONS 根节点是 DNS 系统的一个二级节点,潜在的影响还包括大量的 EPC 码的 ONS 解析请求给现有 DNS 系统带来的性能压力,甚至会影响现有 DNS 域名解析系统的正常工作。

d) DNS 从其诞生开始就作为一种完全开放的服务,没有提供对客户端、服务端身份及之间传递的信息进行验证的功能,由于 ONS 基于 DNS,这种脆弱性也就直接传递给了 ONS<sup>[8]</sup>。从安全的角度来说,ONS 无法提供机密性、完整性和身份认证,即客户端无法识别消息是否来自于正确的 ONS,ONS 也无法识别客户是否有权进行查询。同时,ONS 的请求或回应信息在网络传输中可能被篡改,没有加密的信息也可能

暴露隐私,这些安全弱点都将限制 ONS 的应用。

## 2 ID@URI

ID@URI 机制是芬兰赫尔辛基大学在 DIALOG 系统中提出的。顾名思义,RFID 标签标志符被分为两个部分,即 ID 和 URI,由“@”区分开。URI 部分是标签生产者的 URI<sup>[3]</sup>或信息代理服务器的 URI<sup>[4]</sup>。由于 URI 部分的惟一性由 Internet 上的域名服务即 DNS 提供,只要 ID 部分在给定的 URI 范围内是惟一的就可以保证 ID@URI 组合的全球惟一性。这种机制与 EPCglobal 所采用的方式既有相似之处,也有不同。相同的地方是两种方式都利用了 DNS 来提供名字服务,如果把 ID 看做是 EPC 码的序列号,URI 看做是 EPCIS 服务器的地址,则这种机制就与 EPCglobal 机制非常相似。不同在于:a)ID@URI 完全使用现有的 DNS 结构,不像 EPCglobal 需要依附于 DNS 建立了一个新的 ONS 系统;b)ID 部分没有严格的格式规定,由所有者自己决定如何编码,EPC 码则有严格的编码规则;c)URI 可通过 DNS 直接解析,EPCglobal 则需要先把 EPC 码转换为 URI 格式,再通过 ONS 进行解析。

ID@URI 机制的优点包括:a)具有全球惟一性。利用 URI 的惟一性和 ID 在 URI 域范围内的惟一性生成了全球惟一的代码,同时可以结合 DNS 进行全球访问。b)不需要开发新的编码标准和引入新的系统,直接利用现有的网络域名服务。c)简单,免费,使用方便。

这种机制的一个主要缺点在于,以 ID@URI 作为 RFID 标签的标志符,其长度较长,需要占用较多的存储空间;另外其命名不规范,也不适合在商业领域的应用。此外,由于 ID@URI 机制与 EPCglobal 机制很大的相似度,也有相似的缺点:a)DNS 只对 URI 进行解析,而不解析 ID 部分,所以与 EPCglobal 一样,ID 部分需要传递给具体的服务器才能获得相应的信息。赫尔辛基大学提出的方案是构建 DIALOG 系统。在此系统中,信息在专门的客户端与信息代理服务器之间进行交互。DIALOG 系统的应用范围较窄,主要是赫尔辛基大学的学者在进行研究。b)由于依赖现有的 DNS 系统,一旦获得广泛应用,大量的 URI 请求也会对 DNS 的性能产生影响。c)存在与 EPCglobal 相似的 DNS 安全问题。

## 3 LDAP

LDAP(lightweight directory access protocol)是用于访问目录服务的一个标准。LDAP 基于 X.500 标准的 DAP 协议发展而来,但更简单、更精练,用极少的代价实现了 X.500 标准绝大部分功能。密歇根大学开发了最初的 LDAP,到 1995 年 LDAPv2 问世,LDAP 已获得广泛应用,1997 年发布的 LDAPv3 增加了许多新的特性,功能更加完善。2006 年 6 月,IETF 又发布了一套新的 LDAP RFC(RFCs 4510-4519),对 LDAPv3 进行了重新组织和修订,废弃了原有的 LDAP RFC。经过多年不断的发展,LDAP 已成为目录访问的事实标准,得到了许多主流厂商的支持,包括 IBM、Oracle、Microsoft、Sun、Novell 等<sup>[9]</sup>。作为目录服务,与 DNS 一样,LDAP 提供分布式服务并采用树型结构,但其应用范围更广,包括数字证书管理、授权管理、邮件服务、网络用户管理、分布式计算等。在本文中,笔者提出基于

LDAP 来存取 RFID 信息,并将对该机制的优势和如何应用这种机制进行分析。

### 3.1 使用 LDAP 条目存储 RFID 信息

LDAP 的特点是以条目(entry)为基础来存储信息,条目代表了现实世界的实体,如物品、个人、地点等。每个条目都具有惟一 DN(distinguished name)来标志不同的条目。使用条目来存储 RFID 信息有两个优点:

a)LDAP 的命名方式非常灵活,包括:(a)通过机构的地理位置和组织上的构成来命名。例如代表国家的目录对象出现的树的根部,下面是表示是省和组织,再下面则可能是组织中的任何事物。比如条目名“cn=7,o=public transportation,l=Chengdu,st=Sichuan,c=cn”代表成都市的 7 路公交车。(b)根据 Internet 域名生成。这种方式的优点是直接利用现有的 DNS 名直接生成基 DN,而且该基 DN 已经是全球惟一,比如条目名“cn=200903030001,category=250ml milk,dc=product,dc=example,dc=com”代表域名为 www.sample.com 的公司所生产的一盒 250ml 装的牛奶。(c)根据应用需要灵活定义,比如将 EPC 码“21.203D2A9.16E8B8.719BAE03C”用 LDAP 条目来表示,其 DN 就可为 serial=719bae03c,object=16e8b8,manager=203d2a9,head=21,O=EPC。

b)条目扩展性强。条目中可以存储 RFID 相关的任何数据。条目是属性的集合,每个属性属于某种类型并可有一个或多个值,信息即存储在条目的属性中。通过不同类型的属性,LDAP 条目中可以存储任何文本或二进制数据,而且一个属性可以保存多个值。属性还可通过 schema 进行扩展,类似于 XML,除了有标准 schema 之外,不同领域可以定义自己的行业 schema,用户也可以根据需求定义自己的 schema,从而通过 schema 增加新的内容以满足不同的应用需要。

LDAP 条目名和内容存储的灵活性使得 RFID 所标志的任何事物实际上都可以用 LDAP 条目名进行标志,其相关信息也都可以在条目属性中进行记录,所以 LDAP 条目能满足存储 RFID 所对应的不同应用信息的需要。下面进一步分析利用 LDAP 存取 RFID 信息的优点。

### 3.2 LDAP 的操作功能

LDAP 支持三类操作,即查询操作、更新操作和认证操作。查询操作可以直接提取需要的属性信息。查询是 LDAP 中最复杂的操作,它允许客户端指定查询的起点、查询的深度、属性需要满足的条件以及最终返回的目录条目所包含的属性。这就使客户端可以灵活定制所需要的数据,并对这些数据进行更进一步的处理,比如用带 RFID 功能的手机读取标签,就可以自动从 LDAP 中获取手机号码拨号;或者自动从 LDAP 中获取电子邮件地址和数字证书,然后发送 S/MIME 邮件等。

更新操作包括条目信息的添加、删除、修改和条目名的修改等操作。更新操作可以方便地对不断变化的 RFID 信息进行管理,如一些商品已经彻底消耗掉了,并且不再需要任何相关操作,就可以及时将对应的条目清除掉,新产品的生成和产品信息修改也很方便。对批量数据更新,LDAP 还提供了 LDIF(LDAP data interchange format)文件。LDIF 是一种方便的操纵大量数据的管理机制,使用 LDIF 能很容易地向目录中导入批量数据或从目录中导出数据。LDIF 的建立也很方便,用户可

以选择用任何工具从数据库中或其他数据来源读取信息并写入 LDIF 文件。

认证操作结合查询和更新操作,可大大提高操作安全性,方便对数据的远程管理。认证操作能提供较为全面的安全性,不仅可以对客户是否有权访问信息进行控制,还可以对客户远程更新信息内容进行授权;员工出差或在公司外完成工作后可以更新信息,不用将资料带回公司后再进行修改,以提高效率;供应链中不同环节的企业也可以被授权实时更新数据库,以方便进行物流追踪等。

### 3.3 移动平台和浏览器支持

LDAP 是跨平台的和标准的协议,在访问 LDAP 时不用考虑与之对应的另一端的细节,如硬件平台、操作系统等。可以在手机或 PDA 等手持设备中实现对 LDAP 的访问。此外,LDAP 还支持通过浏览器进行访问<sup>[10]</sup>,即 LDAP URL。LDAP URL 支持强大的搜索功能,虽然不是所有的查询参数都能在 LDAP URL 中加以体现,但本文前面提到的所有 LDAP 查询功能 LDAP URL 几乎都能支持。目前在主流的浏览器中都集成了 LDAP 功能,如 Netscape 的 Communicator 和微软的 Internet Explorer,这就意味着这些浏览器可以直接查询 LDAP 目录<sup>[11]</sup>,而浏览器已成为智能手机和 PDA 的主流配置,通过具有 RFID 阅读功能的移动设备来读取标签,并用移动设备上的浏览器来获取标签对应的 LDAP 信息,大大方便了 LDAP 在移动 RFID 中的应用。

### 3.4 LDAP 的安全

在 2006 年更新的 LDAP 标准中,LDAP 提供了四种认证机制,即匿名、仅用户名认证、用户名/口令认证和 SASL (simple authentication and secure layer)。这四种机制提供了不同程度的安全性。匿名和仅用户名认证都不需要用户提供身份证明,仅用户名认证可以帮助后台进行不严格的访问审计。用户名/口令认证是新 LDAP 标准的提法,原来称为简单认证。SASL 能提供全面的安全性,包括机密性、完整性和身份认证等,它支持多种安全机制,最通用的就是 SSL/TLS。SSL/TLS 是基于 PKI 的信息安全技术,是目前在 Internet 上广泛采用的安全服务。SSL/TLS 支持客户端认证、服务端认证和相互认证。LDAP 通过强制客户端证书认证的 TLS 服务,同时可以实现对客户端身份和服务端身份的双向验证。这几种不同认证机制的结合,使得 LDAP 能适应不同应用的认证需求,可以满足绝大多数 RFID 应用的安全需求。在此基础上,LDAP 还可以对客户访问实施访问控制。LDAP 访问控制异常的灵活和丰富,可以把整个目录、目录和子树,特定条目、特定条目属性等作为控制对象进行授权;把特定用户、属于特定组或所有目录用户作为授权主体进行授权。但目前 LDAP 的访问控制机制未纳入 Internet 标准,因此访问控制是与具体实现相关的。

### 3.5 使用 LDAP 的花费

除了上述优点外,由于 LDAP 已经在许多公司、企业、学校内部得到了广泛的应用,相对于申请 EPC 码,使用 LDAP 条目无须支付额外的费用。如果原来没有建立 LDAP 系统,虽然使用商用 LDAP 软件系统需要花费一定的费用,但用户可以有免费且开源的 OpenLDAP 可以选择。作为开源软件,Open LDAP 在主要的功能和性能上可以与商用 LDAP 相比<sup>[9]</sup>。此外,相对

于 ID@URL 机制基于 DIALOG 系统来说,LDAP 完全是基于 Internet 标准的,应用成本和适用范围更有优势。

### 3.6 LDAP 的不足

前面分析了许多 LDAP 在 RFID 信息获取中的优势,但是它也不是一种完美的解决方案,存在一些不足:a) LDAP 条目名不如 EPC 码规范,对存储空间要求高,也不定长,因此不适合商业、物流领域的应用。b) LDAP 没有全球统一的命名方式和管理机构,在全球领域内可能重名。

### 3.7 LDAP 在 RFID 信息获取中的应用方式

以上弱点并不能妨碍 LDAP 在 RFID 中的应用。本文提出了以下将 LDAP 应用于 RFID 信息获取的方式:

a) 在内部应用中,可采用存储空间较大的 RFID 标签,以条目名作为 RFID 标志符,直接读取并访问 LDAP 数据库;或者采用一种映射机制,将普通 RFID 标志符映射为 LDAP 条目,如映射表。由于是内部应用,实现方式较为灵活,可充分利用 LDAP 的优点。

b) 如果需要进行全球性访问,可采用域名式的 LDAP 条目名,比如条目“cn = 200903030001, category = 250ml milk, dc = product, dc = example, dc = com”中与 dc 所代表的相对条目名组合起来即可形成域名“product.example.com”,该域名对应的地址即为服务器地址。

c) 可将这种机制与 EPCglobal 机制结合,即将 LDAP 条目名作为数据内容存于标签中,平时一般使用 EPC 码进行识别,但是当需要获取或者更新 RFID 标签对应的信息时,就可读取标签中存放的 LDAP 条目名。LDAP 服务器地址可通过利用 ONS 解析 EPC 码获得,也可以完全不用 ONS,而采用前面提到的域名式的条目名。这种方法可以结合 EPCglobal 和 LDAP 两种机制的优点,但是要求标签容量足以存放 LDAP 条目名。

d) 从长远来看,如果能建立全球性的 LDAP 服务器,并在保持一定的灵活性的前提下,对 LDAP 条目的命名进行一定的规范,使其能成为全球唯一,就可促进 LDAP 在 RFID 信息获取中的应用。

## 4 结束语

本文对几种 RFID 信息的获取机制进行了分析和比较,实际上,每种方式各有侧重,本文的目的不是将不同机制割裂开,而是希望通过笔者的研究,可以使应用开发者更好地选择适合应用需要的 RFID 信息获取机制。

总的来说,虽然 EPCglobal 机制存在应用支持的灵活性、安全性等方面的不足,但是 EPC 码作为条形码的替代,兼容多种编码方式,也得到了众多大公司的支持,在商业、物流领域具有极大的优势;ID@URL 机制以一种较为简单的方式提供了唯一编码和全球信息获取问题,但其依赖于构建 DIALOG 系统,通用性不强;LDAP 机制具有最好的灵活性和较为全面的功能,能满足各种不同的应用需求,但由于其编码不规范,限制了其在商业流通领域的应用;另外,不具有全球访问能力和唯一编码也是一个很大的不足,但对内部应用来说,则可充分发挥 LDAP 在安全、管理方面的优势。此外,本文也提出了几种使用 LDAP 进行 RFID 信息获取的方式,这将有利于充分发挥 LDAP 的优势。

- [M]. Berlin: Springer, 2006:151-160.
- [12] 杨跃东,王莉莉,郝爱民,等. 基于几何特征的人体运动捕捉数据分割方法[J]. 系统仿真学报,2007,19(20):2229-2234.
- [13] RODER T. Similarity, retrieval, and classification of motion capture data[D]. Bonn:University of Bonn, 2006:93-110.
- [14] 刘丰,庄越挺,吴飞,等. 基于例子的三维运动检索[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2003,15(10):1275-1280.
- [15] CRAWFORD T, VELTKAMP R C. 06171 executive summary\_content-based retrieval[EB/OL]. (2006). <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2006/757>.
- [16] AHANGER G, LITTLE T D C. A survey of technologies for parsing and indexing digital video[J]. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 1996,7(1):28-43.
- [17] SERHAN D, WASFI A K, ARIF G, et al. Models for motion-based video indexing and retrieval[J]. *IEEE Trans on Image Processing*, 2000,9(1):88-101.
- [18] CHU C Y, CHAO S P, WU Ming-yang, et al. Content-based retrieval for human motion data[J]. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2004,15(3):446-466.
- [19] BRUDERLIN A, WILLIAMS L. Motion signal processing[C]//Proc of SIGGRAPH. 1995:97-104.
- [20] YAMASAKI T, AIZAWA K. Content-based cross search for human motion data using time-varying mesh and motion capture data[C]//Proc of IEEE International Conference on Multimedia and Expo. 2007;2007-2009.
- [21] MULLER M, RODER T, CLAUSEN M. Efficient content-based retrieval of motion capture data[J]. *ACM Trans on Graphics*, 2005, 24(3):677-685.
- [22] 高岩. 基于内容的运动检索与运动合成[D]. 上海:上海交通大学, 2006.
- [23] KOVAR L, GLEICHER M. Flexible automatic motion blending with registration curves[C]//Proc of ACM SIGGRAPH/ Eurographics Symposium on Computer Animation. Aire-la-Ville, Switzerland: Eurographics Association, 2003:214-224.
- [24] CHU S, KEOGH E, HART D, et al. Iterative deepening dynamic time warping for time series[C]//Proc of SDM. 2002.
- [25] KEOGH E J, PAZZANI M J. Scaling up dynamic time warping to massive dataset[C]//Proc of the 3rd European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery. London: Springer-Verlag, 1999:1-11.
- [26] CARDLE M, VLACHOS M, BROOKS S, et al. Fast motion capture matching with replicated motion editing[C]//Proc of SIGGRAPH Sketches and Applications. [S.l.]: ACM Press, 2003.
- [27] KEOGH E, PALPANAS T, ZORDAN V, et al. Indexing large human motion databases[C]//Proc of VLDB. 2004.
- [28] VLACHOS M, KOLLIOS G, GUNOPULOS D. Discovering similar multidimensional trajectories[C]//Proc of the 18th ICDE. 2000.
- [29] FORBES K, FIUME E. An efficient search algorithm for motion data using weighted PCA[C]//Proc of Eurographics/ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation. 2005:67-76.
- [30] UEHARA K, SHIMADA M. Extraction of primitive motion and discovery of association rules from human motion data[C]//Proc of LNAI. 2002: 338-348.
- [31] SAKAMOTO Y, KURIYAMA S, KANEKO T. Motion map: image-based retrieval and segmentation of motion data symposium on computer animation[C]//Proc of Eurographics/ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation. 2004:259-266.
- [32] XIANG Jian, ZHU Hong-li. Ensemble HMM learning for motion retrieval with non-linear PCA dimensionality reduction[C]//Proc of the 3rd International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. 2007:604-607.
- [33] LIU Feng, ZHUANG Yue-ting, WU Fei, et al. 3D motion retrieval with motion index tree[J]. *Computer Vision and Image Understanding*, 2003,92(2-3):265-284.
- [34] 向坚,徐<sup>♠</sup>,郭同强,等. 基于改进的数据驱动决策树分析的三维人体运动检索[J]. 中国图象图形学报,2007,12(10):1761-1765.
- [35] 向坚,俞坚. 基于集成多示例学习决策树分析的三维运动检索[J]. 计算机研究与发展,2008,45(增刊):305-309.
- [36] 冯林,沈晓,孙燕,等. 基于运动能量模型的人体运动捕捉数据库的检索[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2007,19(8):1015-1021.
- [37] 沈靖. 基于人体运动捕捉数据的高维时间序列检索和分割算法研究[D]. 大连:大连理工大学, 2007.
- [38] 于孝航. 基于人体运动捕捉数据的高维时间序列模式挖掘算法的研究[D]. 大连:大连理工大学, 2007.
- [39] 黄天羽,李凤霞,战守义,等. 一种基于几何特征编码的运动搜索[J]. 系统仿真学报,2006,18(10):2767-2773.

(上接第9页)

#### 参考文献:

- [1] BROLL G, SIORPAES S, RUKZIO E, et al. Supporting mobile service usage through physical mobile interaction[C]//Proc of the 4th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications. Washington DC: IEEE Computer Society, 2007:262-271.
- [2] MICHAEL K, MCCATHIE L. The pros and cons of RFID in supply chain management[C]//Proc of International Conference on Mobile Business. Washington DC: IEEE Computer Society, 2005: 623-629.
- [3] FRAMLING K, HOLMSTROM J, ALA-RISKU T, et al. Product agents for handling information about physical objects, TKO-B 153/03[R]. Helsinki: Helsinki University of Technology, 2003.
- [4] KARKKAINEN M, ALA-RISKU T, FRAMLING K. The product centric approach: a solution to supply network information management problems[J]. *Computers in Industry*, 2003,52(2):147-159.
- [5] ARMENIO F, BARTHEL H, BURSTEIN L, et al. The EPCglobal architecture framework (EPCglobal final version 1.2)[EB/OL]. (2007-09-10). [http://www.epcglobalinc.org/standards/architecture/architecture\\_1\\_2-framework-20070910.pdf](http://www.epcglobalinc.org/standards/architecture/architecture_1_2-framework-20070910.pdf).
- [6] EPCglobal tag data standards version 1.4[EB/OL]. (2008-06-11). [http://www.epcglobalinc.org/standards/tds/tds\\_1\\_4-standard-20080611.pdf](http://www.epcglobalinc.org/standards/tds/tds_1_4-standard-20080611.pdf).
- [7] Object naming service (ONS) version 1.0[EB/OL]. (2005-10-04). [http://www.epcglobalinc.org/standards/ons/ons\\_1\\_0-standard-20051004.pdf](http://www.epcglobalinc.org/standards/ons/ons_1_0-standard-20051004.pdf).
- [8] FABIAN B, GUNTHER O, SPIEKERMANN S. Security analysis of the object name service[C]//Proc of the 1st IEEE Workshop on Security, Privacy and Trust in Pervasive and Ubiquitous Computing. [S.l.]:IEEE ICPS, 2005:71-76.
- [9] KOUTSONIKOLA V, VAKALI A. LDAP: framework, practices, and trends[J]. *IEEE Internet Computing*, 2004,8(5):66-72.
- [10] SMITH M, HOWES T. RFC4516, Lightweight directory access protocol (LDAP): uniform resource locator[S]. [S.l.]: IETF,2006.
- [11] JOHNER H, BROWN L, HINNER F, et al. Understanding LDAP[M]. Austin, Texas: IBM Corporation, International Technical Support Organization, 1998:16-18.