

移动 IPv6 环境下的 QoS 机制研究

丁岩军^{1,2}, 周旭², 周建彬¹

(1. 华北电力大学 计算机科学与技术系, 北京 102206;

2. 中兴软件技术(南昌)有限公司成都研究所, 四川 成都 610041)

摘要:移动 IPv6 为 IPv6 节点提供了在 Internet 不同子网中使用不变的家乡地址进行漫游通信的能力。相比于传统固定网络,节点的移动为通信的服务质量(QoS)保证提出了新的挑战。介绍了当前的移动 IPv6 技术和 IP 网的 QoS 技术,并针对移动 IPv6 的特点阐述了其 QoS 机制,对比各种机制的特点,对其进行网络时延的分析。最后说明了移动 IPv6 的 QoS 需要解决的问题。

关键词:移动 IPv6;服务质量;资源预留协议;集成服务模型;区分服务模型

中图分类号: TN915.04

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)01-0040-03

Research on Strategy of QoS in Mobile IPv6

DING Yan-jun^{1,2}, ZHOU Xu², ZHOU Jian-bin¹

(1. School of Computer Science & Technology, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;

2. Chengdu Institute, ZTE Software Technology (Nanchang) Co. Ltd, Chengdu 610041, China)

Abstract: Mobile IPv6 provides IPv6 nodes with the ability to use home address to keep the connection while roaming among different sub-nets. Compared to the fixed networks, the mobility put new challenges on the QoS for the communications. Introduces the current mobile IPv6 technology and the QoS technology of IP, and aims at mobile IPv6 the characteristic to elaborate its QoS mechanism, contrasts each kind of characteristic and analyses the delay of those mechanisms. Finally explains that the question which IPv6 QoS needs to solve.

Key words: MIPv6; quality of service; RSVP; integrated services; differentiated service

1 移动 IPv6 基本技术

1.1 移动 IPv6

支持移动 IPv6(MIPv6^[1])的移动节点(Mobile Node, MN)在离开家乡网络接入到某外地网络后,首先形成转交地址(Care-of Address, CoA),然后向其家乡代理(Home Agent, HA)进行注册,绑定此 CoA 与其家乡地址(Home Address, HoA)。如果 Return-Routability 过程可以成功结束的话, MN 也可以将 CoA 与其 HoA 绑定到通信对端(Correspondence Node, CN)上。

1.2 移动 IPv6 的快速切换

移动 IPv6 的快速切换(FMIPv6^[2])技术利用了某些数据链路层的信息作为快速切换的触发器。快速切换被触发后, MN 通过 RtSolPr/PrRtAdv 消息对与当前接入路由器交互,预测 MN 将要进入的新网络,并形成此网络的新转交地址 NCoA,然后以 FBU/Hi/HAck/FBAck 与新旧网络的接入路由器交互,使得 MN 可以在切换过程中同

时进行注册。

1.3 层次化移动 IPv6(HMIPv6)

支持 HMIPv6^[3]的 MN,在同一个移动锚点(MAP, Mobility Anchor Point)域内拥有本地转交地址 RCoA 和在线转交地址 LCoA,并且在域内切换子网的时候只改变 LCoA,而不改变 RCoA。与 MAP 域外通信时, MN 使用 RCoA。MAP 截获发往 RCoA 的数据包,通过起点为 MAP、终点为 LCoA 的隧道转发给 MN。而为了适应路由器的反向地址过滤机制, MN 以 RCoA 为源地址的数据包需要通过起点为 LCoA、终点为 MAP 的隧道送给 MAP,由 MAP 进行转发。

2 IP QoS 简介

IP QoS 是分组流通过一个或多个网络时所表现出来的性能属性,主要为业务提供端到端的服务质量保证。通常用可度量的业务有效性、延迟、可变延迟、延迟抖动、吞吐量和丢包率等参数来描述。业务有效性指用户获得的 Internet 业务连接的可靠性;延迟指两个参照点之间发送和接收数据包的时间间隔;可变延迟指在同一条路由上发送的一组数据流中数据包之间的时间差异;延迟抖动是指在一段时间间隔内,最大 IP 包传输时延与最小 IP 包传输时延的差值;吞吐量指网络中发送 IP 数据包的速率,可用

收稿日期:2006-04-02

基金项目:国家发改委主管的中国下一代互联网示范工程(CNGI)移动奥运项目(CNGI 开放试验和应用示范 CNGI-04-17-2A)

作者简介:丁岩军(1979-),男,山东青岛人,硕士研究生,研究方向为计算机网络、移动 IPv6 及其 QoS。

平均速率或峰值速率表示;丢包率指在网络中传输数据包时所允许的丢弃数据包的最高比率。数据包丢失一般是由网络拥塞引起的。以下为常用的 IP QoS 技术。

2.1 综合服务模型(IntServ)

IntServ^[4]是指在整个网络中为某一业务流量保留一定的带宽,为该业务提供一条端到端的透明通道。这种服务类型能对业务应用提供完全的 QoS 保证。IntServ 要求整条路径上的所有节点都支持资源预留协议(RSVP),并且沿途每个路由器必须为每个请求预留资源的数据流保持“软状态”。所以这种保留策略会消耗原本就不多的网络带宽,当业务流量不是很频繁的时候会造成带宽的浪费。一般只有在拥有相对固定的业务流量时,才会使用 IntServ 服务类型。

2.2 区分服务模型(DiffServ)

DiffServ^[5]的含义实际上就是给业务分级。在用户和业务网的接口处分级,是基于每个数据包的不同标志。同一级别的业务在该网络域中被聚合统一传送,保证相应的延迟、传送速率、抖动等服务质量参数。每一个分组在分组头标记它所属的业务类别,网络可以很容易地为不同的业务类别提供不同的服务质量。DiffServ 并不提供从发送者到接收者的端到端服务质量保证,而是在域的范围内容保证与业务分类相对应的服务质量,每个域之间对于不同类别业务的服务质量都应有一定的约定和包标志翻译机制。DiffServ 存在的主要问题是:网络所提供的服务在带宽和时延方面可能得不到保证;边缘组件仍然需要高性能的分组分类器;如何在潜在数量很大的边缘组件上进行分类器状态的管理值得进一步探讨。

2.3 多协议标签交换(MPLS)

MPLS^[6]的主要思想是将大部分业务从第三层的转发切换至第二层交换,通过定义一种基本的标记交换技术,从而用不同的标记分配协议在不同的环境下实现流量的交换。在 MPLS 中,网络节点将虚通道与 QoS 的优先级别和排队策略结合起来,使 QoS 流通过高优先级的队列输出。为了支持 QoS, MPLS 提供了 CoS,以在一个标记里提供不同的业务类型。对于颗粒度更小的 QoS 要求,可以忽略 CoS 而另用一个标记来表示不同的 QoS 要求,在这种情况下标记同时代表转发和业务类型。MPLS 可以用流检测和 RSVP 分配标记来实现 QoS,更为一般的, QoS 可以通过为每一个用户分配标记和流量工程来实现。

MPLS 通过有效的分组交换来实现高速分组转发,提供了一种把传统电信中链路层交换与传统的数据报路由集成在一起的方法;由于 MPLS 的路由和交换功能已经有硬件实现,所以可以提高数据转发的吞吐量;通过受限路由实现对流量工程的支持,从而在提供满足某一个流 QoS 要求的路由之外还能够支持其他网络策略。但是 MPLS 试图在无连接的技术中引入面向连接的概念,降低了 IP 的灵活性和增加了实现复杂度;要求所有的网络元

素都支持 MPLS,并且使用同一种标记分配协议,且不同的标记分配都有可能造成非常大的开销。

2.4 业务量工程

业务量工程(TE^[7])的功能模块由性能监视系统和网络管理配置系统两部分组成。性能监视系统实现在每个网络分支点对网络上实时传递的业务流和网络资源的使用状况的统计;网络配置管理系统在实时获取网络状态信息的基础上,根据一些预先设置的调整策略,实现对网络的相应调整。可调整的内容包括:业务量管理参数、与路由选择相关的参数以及与网络资源相关的属性和限制。通过对网络参数的调整,可以将业务流置新导向、分流,从而减轻网络的局部压力,同时也可以使业务流的传输性能得到改善。

3 IPv6 对 QoS 的支持

IPv6 作为下一代 Internet 协议,在网络服务质量的机制上与 IPv4 又有着明显的不同。譬如,IPv6 简化了头部格式,对各种选项利用扩展头部来实现,使得 IPv6 具有固定的头部,从而加快了信息包在网络上的分发速度;IPv6 具有比 IPv4 更长的地址和更合理的地址划分,使路由选择和处理速度加快;IPv6 还支持巨型包的传递,能为某些应用提供更好的服务;IPv6 协议中明显加强了对提高安全性的支持,与此相关的扩展头部有:身份验证、加密的安全性有效载荷等,可以实现路由器级的安全保证,进而保证整个路径上数据报的安全传输。此外,为更好地支持网络 QoS, IPv6 中定义了流量类别和流标签两个字段^[8],用来提供通信服务质量保证,使吞吐量、延时和抖动保持在一定限度内。

(1)流量类别(Traffic Class)。流量类别与 IPv4 的 ToS 字段功能相同。其中优先级是 IPv6 中控制 QoS 的一个字段。在 IPv6 头中四个常用的优先级字段使源地址能指定所发送数据包的传送优先级。

(2)流标签(Flow Label)。流标签字段由源节点用 IPv6 路由器特别处理的分组加标记。特殊处理的实质是让路由器按照一个协议,如 RSVP 或隐藏在流标签域里的信息像“跳到跳”的选项来处理数据包。

4 移动 IPv6 下的 QoS 解决方案

影响移动 IPv6 网络服务质量的有两个方面:一个是移动节点的移动性;另一个是无线链路的特性,比如高丢失率、高延迟和高抖动。因此在移动 IPv6 中实现 QoS 要比在固定 IP 网络中复杂得多。综合服务、区分服务这样的 QoS 体系结构都没有考虑移动环境,不能满足在移动节点和通信节点间或者移动节点和家乡地址间信息流的 QoS 需求,所以需要扩展现存的体系结构或者创建新的体系结构,动态预测移动节点对带宽的需求和接入的 MN 数,采用资源预留等信令机制,更准确地预测满足移动节点 QoS 所需的带宽。

4.1 传统的 RSVP

传统的 RSVP 策略是基于移动节点转交地址的流辨认(源和目的地址)。当移动节点移动到外地网络时,向家乡代理注册它的转交地址。如果通信节点要建立一个保证 QoS 的会话,那么它向移动节点的家乡地址发送一个路径信息。移动节点的家乡代理收到此信息并发现移动节点不在家乡网络内就向通信节点发送一个路径错误的信息。通信节点收到路径错误的信息后,检测移动节点的当前转交地址并直接向该转交地址发送路径信息,然后移动节点以预留信息回应给这条路径信息。这样一个伴有路由优化路径的 RSVP 会话就建立了(见图 1)。

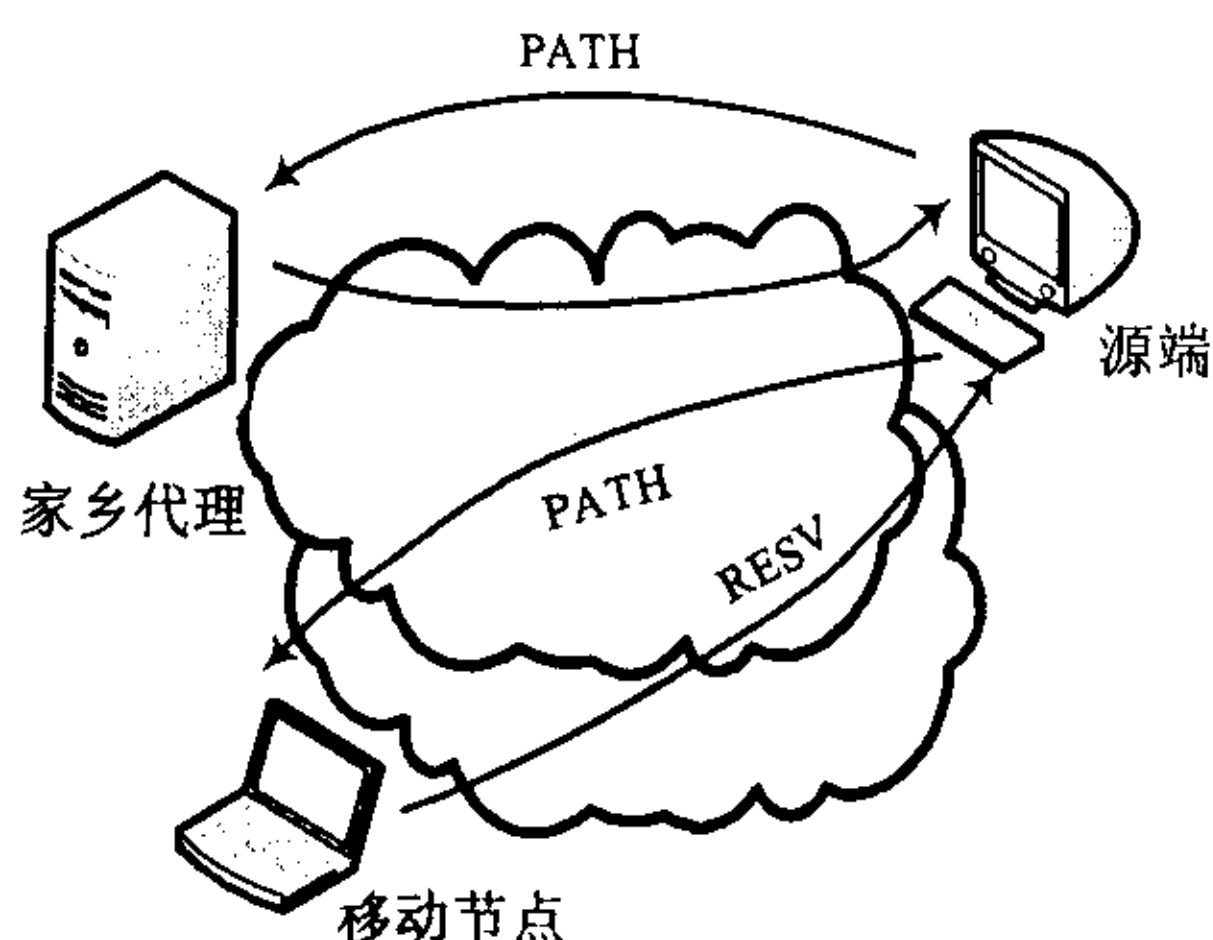


图 1 传统的 RSVP 资源预留

此方案的资源预留延迟 TMIPv6 包括 MN 检测到移动的时间 TMD、形成新的 CoA 的时间、执行 Return - Routability 过程的时间、发送 BU/PATH 和接收 BA/RESV 之间的时间^[9]。

4.2 MRSVP

MRSV 协议要求预测主机未来可能到达的位置,并在这些位置提前预留资源。在 MRSVP 中有主动和被动两种资源预留方式,主动资源预留用于移动主机当前所在的子网,被动资源预留用于未来访问的子网(见图 2)。被动预留的资源可以被子网中其他业务流使用,但当移动主机移动到该子网时,网中被动预留的资源即转变为主动预留资源,供移动主机使用,而原来使用这些资源的业务流需要立刻释放所占有的资源^[10]。

此方案的资源预留延迟 TMRSVP 包括 MN 检测到移动的时间、形成 nLCoA 的时间,而资源预留时间在切换之前就已经发生。

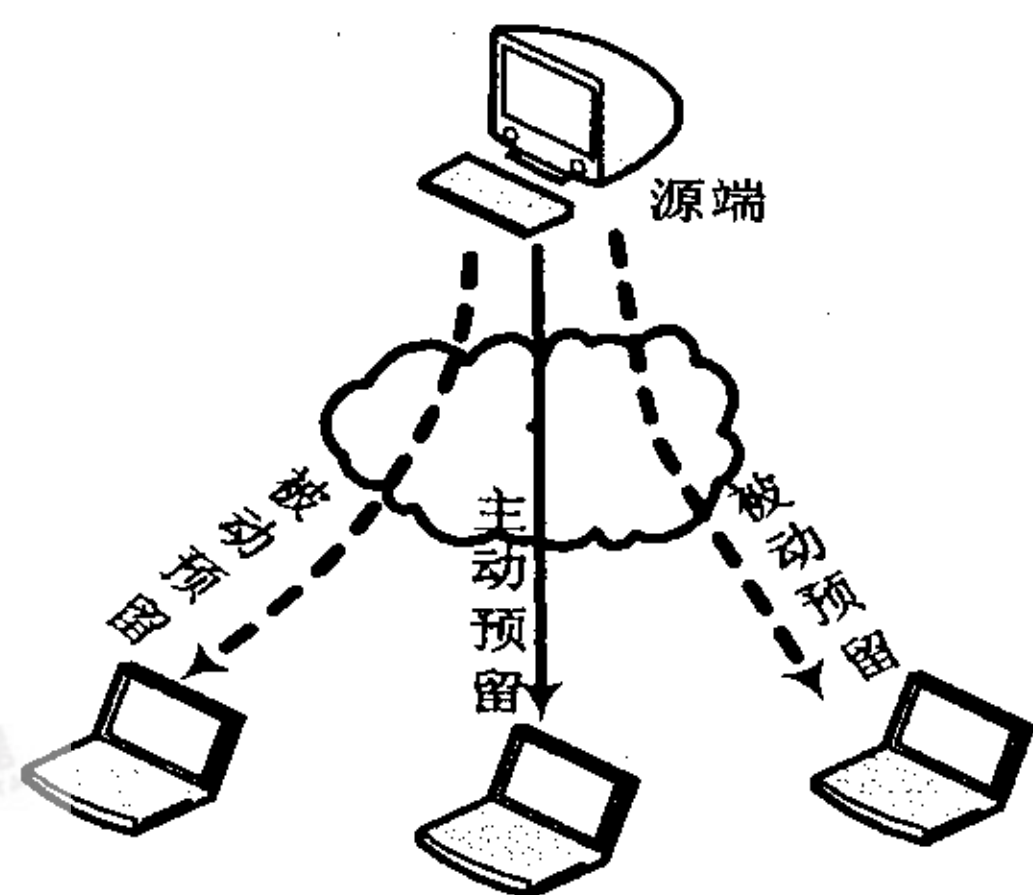


图 2 MRSVP 资源预留

4.3 HMRSVP

文献[11]提出了一种将分层 Mobile IP 和 MRSVP 相

结合的分层 HMRSVP 方案(Hierarchical MRSVP),该方法充分利用了分层 Mobile IP 的特点,引入了移动代理(Mobile Agent)的概念。当移动节点完全处于一个网络时,进行传统的 RSVP 资源预留(见图 3);当移动节点进入两个网络的重叠区时,在移动节点与移动代理之间就会进入被动的资源预留(见图 4)。

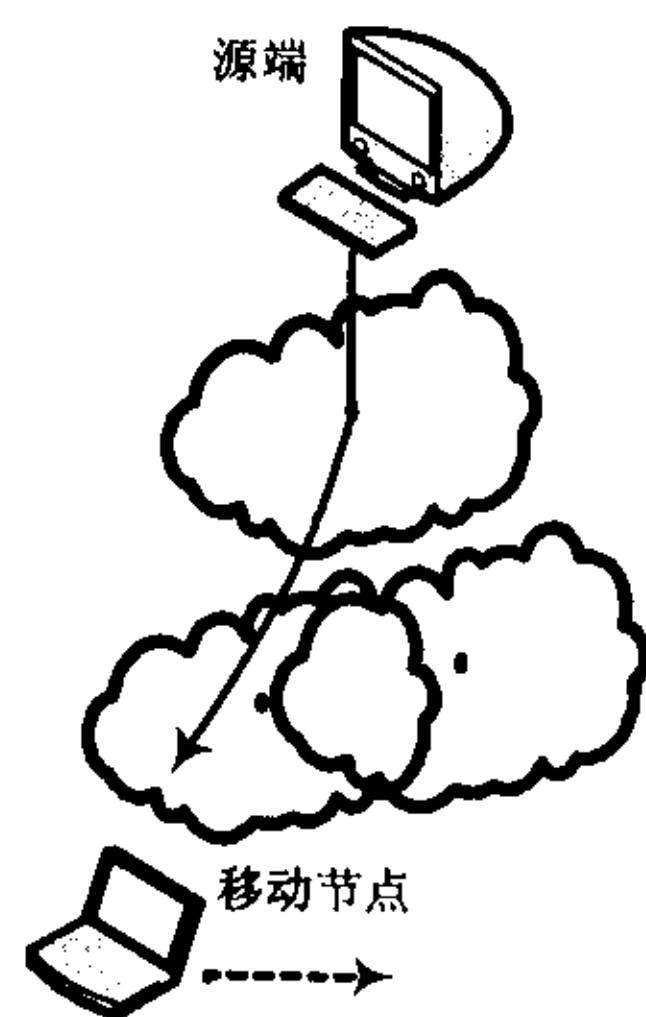


图 3 进入重叠区前

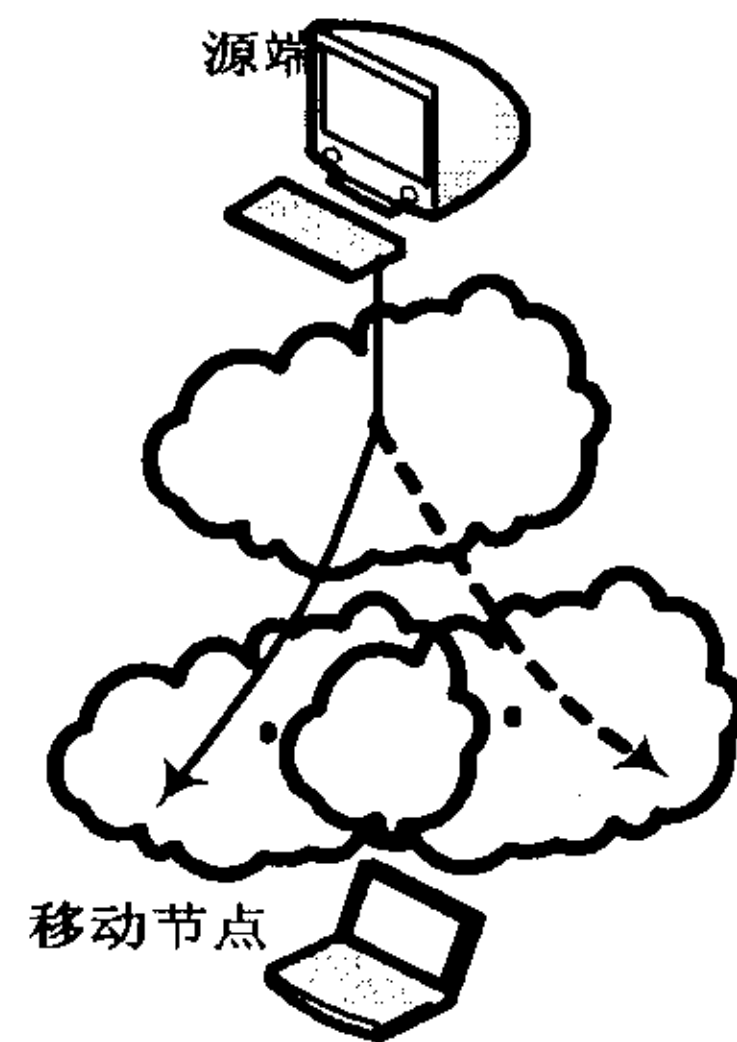


图 4 进入重叠区后

此方案的资源预留延迟 THMRSVP 包括 MN 检测到移动的时间、形成 nLCoA 的时间、MN 与 MA 之间发送 BU/PATH 和接收 BA/RESV 的时间。

5 总结

传统的 RSVP 在 MN 移动到新的网络时,须重新进行 RSVP 资源预留,其延迟时间较长。MRSVP 预测 MN 将要进入的网络,并被动地预留资源,当进入此网络时被动的预留变成主动预留,虽然切换延迟比较小,但浪费了大量的网络资源。HMRSVP 充分利用了 HMIPv6 的优点,能够在一个小的范围内对资源进行被动预留,延迟也比较小。

通过以上分析可以看出,要保证移动网络的 QoS,可采取以下措施:①减小移动节点的切换时延;②只改变节点在本地区域的数据包的预留路径;③在节点切换后,立即释放以前的 QoS 状态;④在网络边缘增加移动代理。

参考文献:

- [1] Johnson D, Perkins C, Arkko J. RFC3775 Mobility Support in IPv6[S]. 2004.
- [2] Koodli R. RFC4068 Fast Handovers for Mobile IPv6[S].

(下转第 45 页)

价格比较高,需要经常更换,使用成本比较高。而且一旦轧辊出了问题,可能会造成很大的损失。正确的决策是否更换某一轧辊,使得公司的效益最大化,具有重要的现实意义。把以往的更换情况整理的数据作为训练集,然后对影响是否更换的相关特征进行数据挖掘,从而可得到对轧辊的选择的决策进行指导的有意义的知识。在进行挖掘前,首先对数据进行清理,可采用平滑技术消除或减少噪声,用该属性最常用的值处理空缺值。用决策树算法进行分类,要求处理连续属性和离散属性。在选择中,轧辊受役龄、价格、是否关键部件和磨损程度等多种因素影响,通过分类算法得到决策树,用来决策正在生产线上的某一轧辊是否需要更换。

表 1 中的数据是从钢铁厂的轧辊更换的数据库中抽取出的部分数据,含有 5 个属性:役龄、价格、是否关键部件、磨损程度和是否更换。利用这样的少量的数据来说明决策树分类在钢铁厂轧辊选择中的应用。

表 1 轧辊更换情况数据库训练数据

役龄	价格	是否关键部件	磨损程度	是否更换
≤ 5	高	否	一般	否
≤ 5	高	否	好	否
5~10	高	否	一般	否
≥ 10	中	否	一般	是
≥ 10	低	是	一般	是
5~10	中	否	好	否
5~10	高	是	一般	是
≤ 5	中	否	一般	否
5~10	中	否	好	否
≥ 10	高	是	好	是
5~10	低	是	一般	是
≤ 5	中	是	一般	是
≤ 5	低	是	一般	是
≥ 10	中	是	好	是

使用信息增益进行属性选择:

更新的备件数为 s_1 , 不更新的备件数为 s_2 。

$$I(s_1, s_2) = I(9, 5) = 0.94$$

$$E(\text{役龄}) = 0.694$$

$$\text{Gain}(\text{役龄}) = 0.245$$

同理, $\text{Gain}(\text{价格}) = 0.21$, $\text{Gain}(\text{是否关键部件}) = 0.15$, $\text{Gain}(\text{磨损程度}) = 0.10$

因为 $\text{Gain}(\text{磨损程度}) < \text{Gain}(\text{关键部件}) < \text{Gain}(\text{价格}) < \text{Gain}(\text{役龄})$, 可以看出以“役龄”这个属性进行训练集分类的信息赢取值最大, 于是“役龄”就被选为用于划分的属性, 以此类推, 可以得到决策树如图 1 所示。

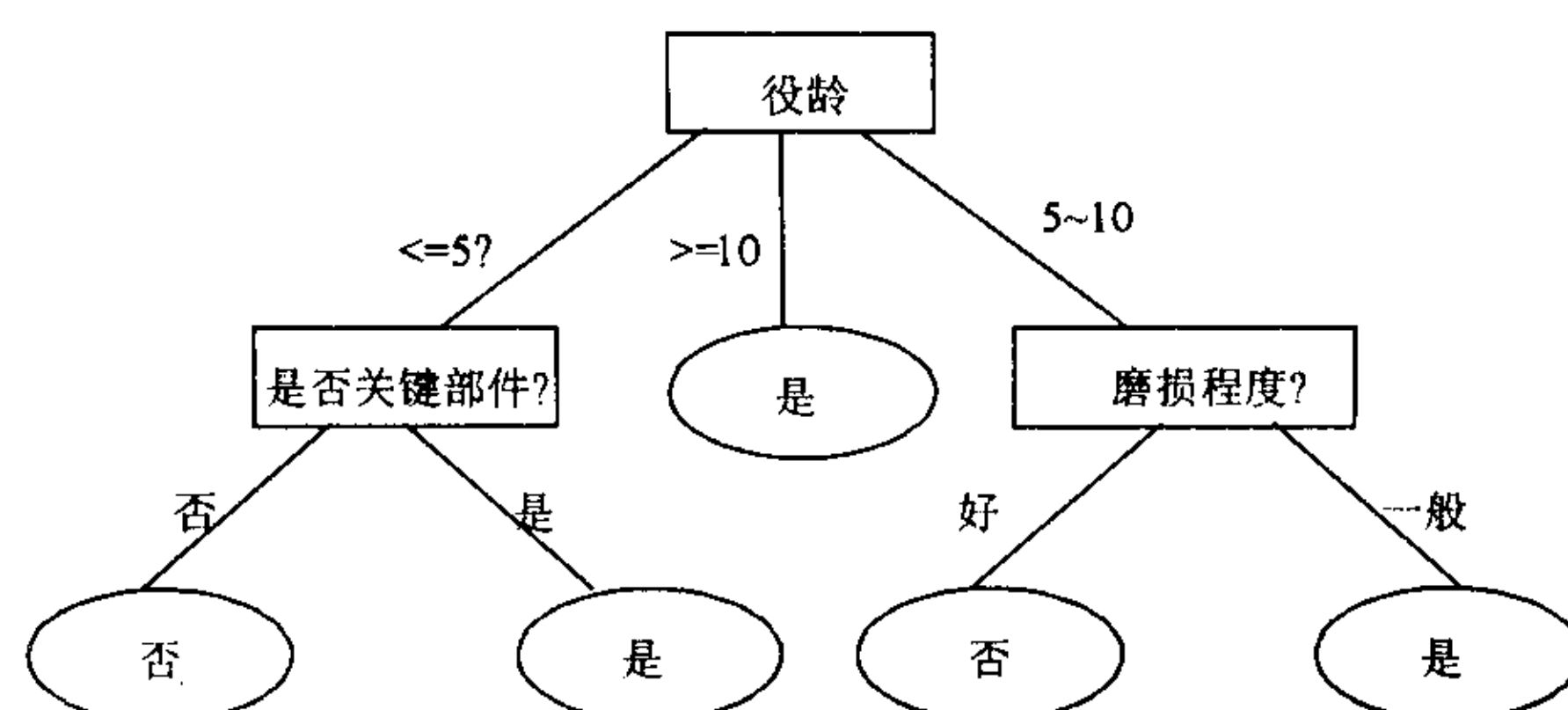


图 1 使用 ID3 算法得到轧辊是否更换问题的决策树

这样的通过训练集得到的决策树分类模型就可以用来对新数据进行分类了, 即可以判断生产线上的轧辊是否需要更换了。

参考文献:

- [1] Mitchell T M. 机器学习[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.
- [2] Quinlan J R. Induction of Decision Tree[J]. Machine Learning, 1986(1):81-106.
- [3] Quinlan J R. C4.5: Programs for Machine Learning[M]. [s. l.]:Morgan Kaufman, 1993.
- [4] Mehta M, Agrawal R, Rissanen J. SLIQ: A Fast and Scalable Classifier for Data Mining[M]. US: IBM Almaden Research Center, 1996.
- [5] Shafer J C, Agrawal R, Mehta M. SPRINT: A Scalable Parallel Classifier for Data Mining[C]//Proc of the 22nd Int Conf on Very Large Databases. Mumbai (Bombay), India: [s. n.], 1996.
- [6] Rastogi R, Shim K. PUBLIC: A Decision Tree Classifier that Integrates Building and Pruning[R]. Murray Hill: Bell Laboratories, 1998.
- [7] Han Jiawei, Kamber M. DATA MINING Concepts and techniques[M]. 北京:高等教育出版社, 2001.

(上接第 42 页)

2005.

- [3] Soliman H, Castelluccia C, Malki K E, et al. RFC4140 Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6) [S]. 2005.
- [4] Braden R, Clark D, Shenker S. RFC1633 Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview[S]. 1994.
- [5] Blake S, Black D, Carlson M, et al. RFC2475 An Architecture for Differentiated Service[S]. 1998.
- [6] Rosen E, Viswanathan A, Callon R. RFC3031 Multiprotocol Label Switching Architecture[S]. 2001.
- [7] Li T, Rekhter Y. RFC2430 A Provider Architecture for Differentiated Services and Traffic Engineering[S]. 1998.

- [8] Deering S, Hinden R. RFC 2460 Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification[S]. 1998.
- [9] 刘 沙, 杨寿保. 基于 F-HMIPv6 服务质量保证[C]//中国计算机用户协会网络分会 2003 年年会. 海南:[出版者不详], 2003:252-258.
- [10] Talukdar A K, Badrinath B R, Acharya A. MRSVP: A Reservation Protocol for Integrated Services Packet Networks with Mobile Hosts[J]. Wireless Networks, 2001(7):5-19.
- [11] Tseng Chien-Chao, Lee Gwo-Chuan, Liu Ren-shiou. HMRSVP: A Hierarchical Mobile RSVP Protocol[J]. ACM Wireless Networks, 2003(2):95-102.