

# 一种改进的引入预判决及速度阈值的垂直切换算法

俞成海,徐立波,马大伟,王 丰,汪佳文

(浙江理工大学信息学院,杭州 310018)

**摘 要:**通常情况下,移动终端的运动速度是一个变量,它将影响异构网络之间的垂直切换性能。假如当前业务为语音业务,并且移动端高速运动时,移动端频繁的切换有可能导致较大的丢包率,严重时导致终端的掉话。考虑到了这种问题,文章将移动端的移动速度和业务类型相结合,引入移动终端的速度阈值作为限制条件。在改进效用函数基础上,提出一种匀加速预判决过程的垂直切换判决算法。采用 MATLAB 软件对该算法对比 RSS(信号强度)、效用函数以及引入预判决的算法进行仿真分析,结果表明,切换次数分别降低了 13 次、3 次和 1 次;切换呼叫掉线率分别降低了 4.2%、2.1%和 1.2%,新呼叫阻塞率分别降低了 4.2%、2.7%和 1.8%。3 个性能指标的提升证实了该算法性能的优越性。

**关键词:** 异构网络;垂直切换;速度阈值;预判决算法;效用函数;呼叫掉话率;新呼叫阻塞率

**中图分类号:** TN929.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3851(2016)06-0872-08 **引用页码:** 110601

## 0 引 言

由于第三代蜂窝移动通信系统 CDMA2000、WCDMA(宽带 CDMA)、TD-SCDMA(时分同步 CDMA);以及 IEEE802.11a/b/g WLAN(无线局域网)等许多不同类型无线接入系统得到蓬勃发展。不同网络的接入技术通常在覆盖范围、传输速率、网络价格等方面具有很大的差异,分别针对特定的业务类型和用户需求专门设计的,适用的场景各有侧重,彼此之间很难相互替代<sup>[1]</sup>。IEEE802.11 能够在较低的网络费用下提供较高的数据传输速率,但是只能支持低速移动的用户,而且传输距离很近,只能支持几十米到几百米的通信,同时 WLAN 网络相对于蜂窝网络需要消耗终端较多的能量。而蜂窝网络利用进行频率复用技术实现广大的陆地区域上无缝的覆盖,能支持高达 120 km/h 的速度。如果融合这两个具有不同优点的网络,充分地利用各自网络接入技术的优势,满足用户对服务质量 QoS (quality of service)的需求,向用户提供高质量的多

媒体数据业务,这是未来网络发展的趋势,也是本文研究的内容。本文通过对两个具有代表性的 UMTS 和 WLAN 两个网络进行融合分析,在 UMTS 和 WLAN 重复覆盖的网络中,双模终端根据业务和负载情况选择合适的接入网络,为用户提供更好的服务体验。

在异构网络切换技术中,切换控制方式包括移动终端控制、网络控制和移动终端辅助切换 3 种<sup>[2]</sup>,本文采用移动终端控制和网络控制相结合的方式进行切换的控制。因为它能准确的测量到移动终端的位置信息,以及终端所在位置的网络的信息,并且可以设定综合考虑网络的 QoS、移动的速度状态和业务类型等的垂直切换策略。同时,垂直切换是异构网络之间能否实现高效率网络切换的关键,这在国内外备受关注,也是很有前景的研究领域。

目前,针对垂直切换的研究,在这里基本上将其分为 3 个方面:

a) 来源于接收到的信号强度比较的判决策略,并在其基础上进行改进。研究者根据不同的业务,

收稿日期:2016-02-24

基金项目:浙江省公益技术研究工业项目(2016C31072);浙江省高校重中之重纺织科学与工程一级学科和浙江省服装工程技术研究中心开放基金课题;国家自然科学基金项目(61502430);浙江省自然科学基金项目(LY12F02041);浙江理工大学研究生课程建设项目(11120132331501)

作者简介:俞成海(1975-),男,浙江象山人,副教授,主要从事移动应用、网络通信方面的研究。

提出了不同的接收信号强度作为判决门限。文献[3]研究的是 WLAN 与 3G 网络之间的切换,其中用到的算法是将 RSS 和动态 RSS 阈值进行对比,来确定目标网络。该算法将切换失败率控制在一定的范围内,减少了切换次数。

b) 在人工神经网络与模糊逻辑下判决算法。为了提高切换的性能,相关的文献提出了改进的神经网络的算法。文献[4]基于模糊逻辑,提出了利用 RSS、网络负载、带宽和抖动来作为切换决策的参数,目的是提高网络的 QoS,改善切换的性能。

c) 多属性决定的切换算法。该算法可以分为 4 种:简单加权法、逼近理想解的排序法、层次分析法、灰度关联法。文献[5]利用的是简单加权法(simple additive weighting, SAW),利用权重对不同的因素进行了综合考虑,最后再根据所得加权结果对融合网络的切换进行判决。文献[6]利用 AHP 确定网络各属性权重系数,将属性和权重利用简单加权法得到最终的方案层相对目标层的总权重来执行切换判决。

针对现在研究的现状,本文采用了多属性判决的切换算法,基于效用函数的基础上,采用了信号强度和带宽的归一化的值作为网络的属性因子,选择目标网络。在切换阶段加入了预判决来对非必要的切换进行限制,减少切换的乒乓效应。但是现在的研究没有考虑到当前业务为语音业务,并且移动端高速运动时,移动端频繁的切换有可能导致较大的丢包率或者严重时导致终端的掉话。针对此问题,本文将移动端的移动速度和业务类型相结合的,引入移动终端的速度阈值这个限制条件。下面将对此算法进行深入的探讨和研究。

## 1 影响算法性能的参数以及预判决的改进

### 1.1 异构网络环境设定

如图 1 所示,当移动终端从 UMTS 的覆盖范围移动到 WLAN 的覆盖范围时,通过移动端的自动扫描功能发现新的接入网络,然后根据执行切换决策算法分析得到切换目标网络,最后会在这个重叠区域内频繁互换。在以上的环境中,终端速度为 5m/s,从(0,0)匀速向右做直线运行。异构融合网络由 UMTS、WLAN 两种网络构成,各自的基站坐标设为(0,0)、(400,0)、(555,0)。

设定业务类型为语音会话业务,其占用带宽为 0.38M,且为实时应用业务。业务类型参数的设定

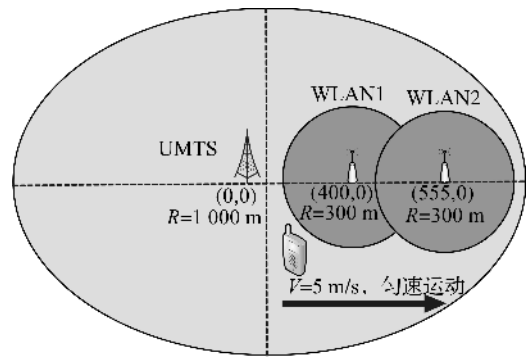


图1 异构网络融合环境

是参考了文献[7]的数据。网络特性参数如表 1 所示。在表 1 中的基站发射功率、接收天线增益、发射天线增益、信号接收门限、载频是根据 UMTS 和 WLAN 网络本身的特性进行设定的。网络的覆盖范围半径的值,是主观选择的一个设定。终端速度 5m/s 的设定是根据网络的覆盖范围来确定的,总的覆盖范围为 1000m,为了能采集到 1000 个网络属性参数值,试验的时间不至于太长或者太短,影响试验结果,并且考虑到车载实际的情况,所以将速度设置为 5 m/s,检测时间因子设定为 0.2 s。

在本算法中,目标网络的确定是基于改进的效用函数,异构网络的属性因子为信号强度 RSS 和带宽,在改进的效用函数中采用了信号强度和带宽的归一化值,原因是由网络的性质决定的,目的是为了更好的权衡各个网络性能<sup>[8]</sup>。该算法的业务类型是基于语音业务,实时性要求较高,带宽要求相对较少,所以在改进的效用函数中,信号强度和带宽的权重分别为  $w_{RSS}=0.6$  和  $w_B=0.4$ 。

表 1 网络相关参数

参数	UMTS	WLAN1	WLAN2
网络总带宽/M	5	16.5	16.5
基站发射功率/dB	40	23	23
接收天线增益	1	1	1
发射天线增益	1	1	1
信号接收门限	-80	-80	-80
载频	2300	2500	2500
半径/m	1000	300	300

### 1.2 效用函数参数的改进

在无线异构网络环境中,移动端在不同网络之间垂直切换的过程中,目标切换网络的选择是重要的环节,而在这个环节中的切换判决问题是基于网络的多属性决策问题。在切换判决阶段,根据效用函数值得大小来选择切换目标网络。在效用函数参数的选择上,一些研究人员选用了 RSS 即信号强度

值和带宽,其可以表述为式(1):

$$y_n = \omega_B \times \ln(B_n) + \omega_{RSS} \times \ln(RSS_n) \quad (1)$$

其中: $\omega_B$  ( $0 \leq \omega_B \leq 1$ ) 和  $\omega_{RSS}$  ( $0 \leq \omega_{RSS} \leq 1$ ) 分别是网络带宽和信号强度的权重,具有式(2)的要求:

$$\omega_B + \omega_{RSS} = 1 \quad (2)$$

网络的可利用带宽  $B_a$  可由式(3)得出:

$$B_a = B_t - B_o \quad (3)$$

其中: $B_t$  是网络总的带宽, $B_o$  是网络用户所占用的带宽。

相比于原始效用函数,改进的效用函数的参数选用带宽利用率和归一化的信号强度值。

#### a) 带宽归一化

带宽利用率指的是对带宽的归一化,即当前网络的可利用的带宽与网络的总带宽的比值。显然,其值越大,得到的数据传输速率就越高,传输的时延就越小,网络就越不容易阻塞。由于 WLAN 与 UMTS 这两个网络所能提供的最大带宽以及为用户提供的有效的可用带宽取值范围均不同。因此,在垂直切换判决过程中,为了保证切换判决的有效性和公平性,因此将各网络的带宽进行归一化处理后选择归一化带宽作为参数。网络的可利用带宽进行归一化处理由式(4)计算得出:

$$B_i = \frac{B_a}{B_t} \quad (4)$$

其中: $B_i$  即为带宽的可利用率, $B_a$  为可利用的带宽, $B_t$  为总带宽。

#### b) RSS 归一化

一般来说,接收到的网络信号强度越大,说明该网络的质量越好,因此移动终端更容易接受信号强度的网络。但是在异构网络中,不同的网络具有不同的最大发射功率和接收器的阈值,所以很难对比接收到的信号强度的大小<sup>[9]</sup>。因此将 RSS 归一化的值来对比不同网络接收信号强度的好坏。RSS 归一化一般采用网络接收功率门限和最大功率计算所得,归一化后网络  $i$  的 RSS 由网络最大功率和接收门限如式(5)计算所得:

$$S_i = \frac{P_i^c - P_i^h}{P_i^{\max} - P_i^h} \quad (5)$$

其中: $P_i^c$  网络  $i$  接收到的信号强度; $P_i^h$  为网络  $i$  的接收功率门限; $P_i^{\max}$  为基站的最大发射信号强度; $S_i$  为 RSS 归一化值。为了更实际的仿真网络属性,更客观实际的评估垂直切换算法的性能,应将信道模型和移动模型考虑在内。在信道模型中,采用典型的 Log-linear 路径损耗模型,并考虑到接收的网络信

号强度受阴影衰落的影响。实际移动端接收到网络的信号强度可以表示为式(6):

$$P_i^c = P_i^{\max} - L - 10n\log(d) - X_\sigma \quad (6)$$

其中: $d$  为移动台和网络基站的距离; $P_i^{\max}$  为基站最大发射功率; $L$  为恒定的信号功率损耗; $n$  为路径损耗指数,取值通常在 2~4 之间; $X_\sigma$  为阴影衰减,服从高斯随机分布,均值为 0,标准差为  $\sigma$ 。由上所述,改过之后的效用函数设为:

$$y = \omega_B \times \ln(B_i) + \omega_{RSS} \times \ln(S_i) \quad (7)$$

其中: $B_i$  表示网络的带宽可利用率, $S_i$  表示对 RSS 的归一化值; $\omega_B$  和  $\omega_{RSS}$  是可用带宽和接收到的信号强度的权重因子,并满足式(2)的要求。

### 1.3 效用函数改进前后比较

如图 1 所示,设定移动终端的移动速度为 5 m/s,并匀速从(0,0)点向右直线运动;WLAN 网络的覆盖范围为 300 m;UMTS 网络的覆盖范围为 1000 m;WLAN1 的接入点与 UMTS 基站的距离为 400 m,WLAN2 接入点与 UMTS 基站的距离为 555 m。该算法的业务类型是基于语音业务,实时性要求较高,带宽要求相对较少,所以在改进的效用函数中,信号强度和带宽的权重分别为  $\omega_{RSS}=0.6$  和  $\omega_B=0.4$ 。网络的性能参数如表 1 所示。

图 2 是原始效用函数的仿真图。相比图 2,从图 3 的仿真结果可以看出,在各自的基站附近,所对应的网络效用函数值是最大的,网络性能也是最好的,但是可以看出进入 WLAN 网络范围后,UMTS 和 WLAN1、WLAN2 网络的效用函数值不是一直最大,而是交替变化,这更符合实际情况。

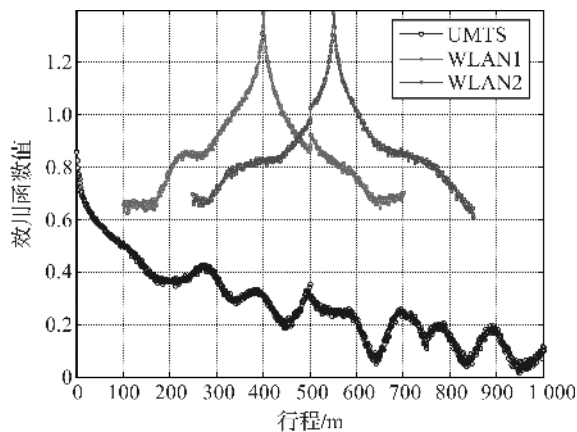


图2 网络效用函数值



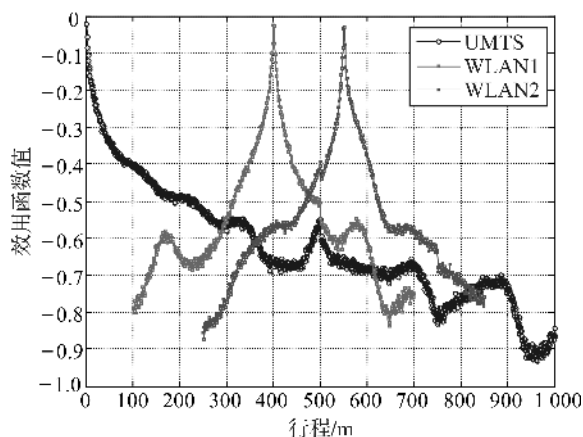


图3 改进的网络效用函数值

#### 1.4 引入差分预测算法

引入预判决的算法是在执行垂直切换之前,加入了一个约束条件,该条件可以描述为根据信号强度的预测值来作为又一个判决条件,当满足条件时才进行切换,这样以来,切换的次数会得到明显改善,即乒乓效应就可以得到改善。

在目标网络的发现阶段根据所得效用函数值大小来确定目标网络,之后进入于判决阶段。信号预测值作为切换判决的参量,对切换判决进行进一步的约束,可以提高切换的准确度。但复杂的信号预测方法在移动端上难以实现,所以本文采用了向后差分预测方法,通过预测目标网络的下一时刻接收的信号强度是否满足给定的预判决门限值进行判决。本文的信号预测器如式(8):

$$\hat{r}(k+1) = 2r(k) - r(k-1) \quad (8)$$

其中: $k$ 为当前时刻; $r(k)$ 为 $k$ 时刻的输入信号强度值, $r(k-1)$ 为 $k-1$ 时刻的输入信号强度值。由图4可以看到这种简单的预测算法可以得到较好的预测结果,是实用有效的方法。

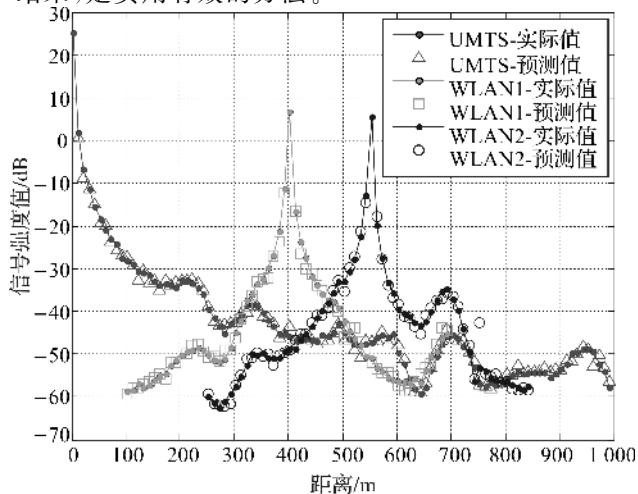


图4 预测信号(PR)与实际信号(CR)曲线

在切换之前加入预判决的目的是为了减少那些非必要的切换,减少乒乓效应,提高垂直切换的性能以及有效性。这个阶段可以概述为这样一种约束,若当前网络信号强度预测值与目标网络信号强度预测值都在指定的预判决门限之内的话,则发生切换。反之,则不发生切换。在WLAN和UMTS网络的预判决信号强度门限值分别为 $PR_w$ 和 $PR_u$ 。图5表示的是从UMTS向WLAN切换的预判决流程。

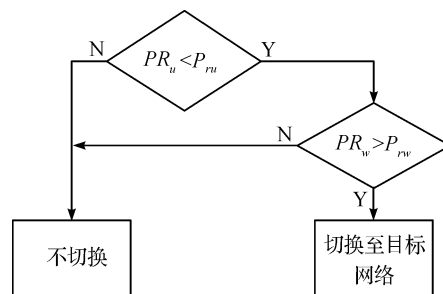


图5 网络预判决流程

## 2 引入速度阈值和预判决的垂直切换判决算法

### 2.1 算法流程

将移动端速度与传输业务结合起来考虑网络的选择特性,并且将高于速度阈值的状态统称为高速移动状态,当移动端高速移动时将低于速度阈值的状态称为低速移动状态。不同的业务类型,需要的传输速度也不同。比如语音业务需要的传输速度不高,但是对实时性的要求很高,频繁的切换会导致掉话。下载业务需要较高的数据传输速度。该算法的思想就是根据移动端速度状态以及业务类型来考虑是选择不同的网络作为接入网络。该算法的流程如图6所示。

该算法主要包含以下几个步骤:

a) 速度的检测,通过速度阈值作为一个约束条件。

b) 当移动端的速度  $< 15$  m/s 时,进入效用函数判决阶段,做进一步判决,当移动速度  $> 15$  m/s 时,则要结合相关的业务类型进行判断是否判决。

c) 进入预判决过程,根据门限值的约束进行判决,满足条件则发生切换;不满足则不发生切换。

d) 本算法将语音业务作为另外一个约束,由于语音业务的实时性,如果在高速移动状态下,断开网络连接可能会引起通话的中断等。因此,在高速状态下若当前为语音业务,则不切换,反之则切换。

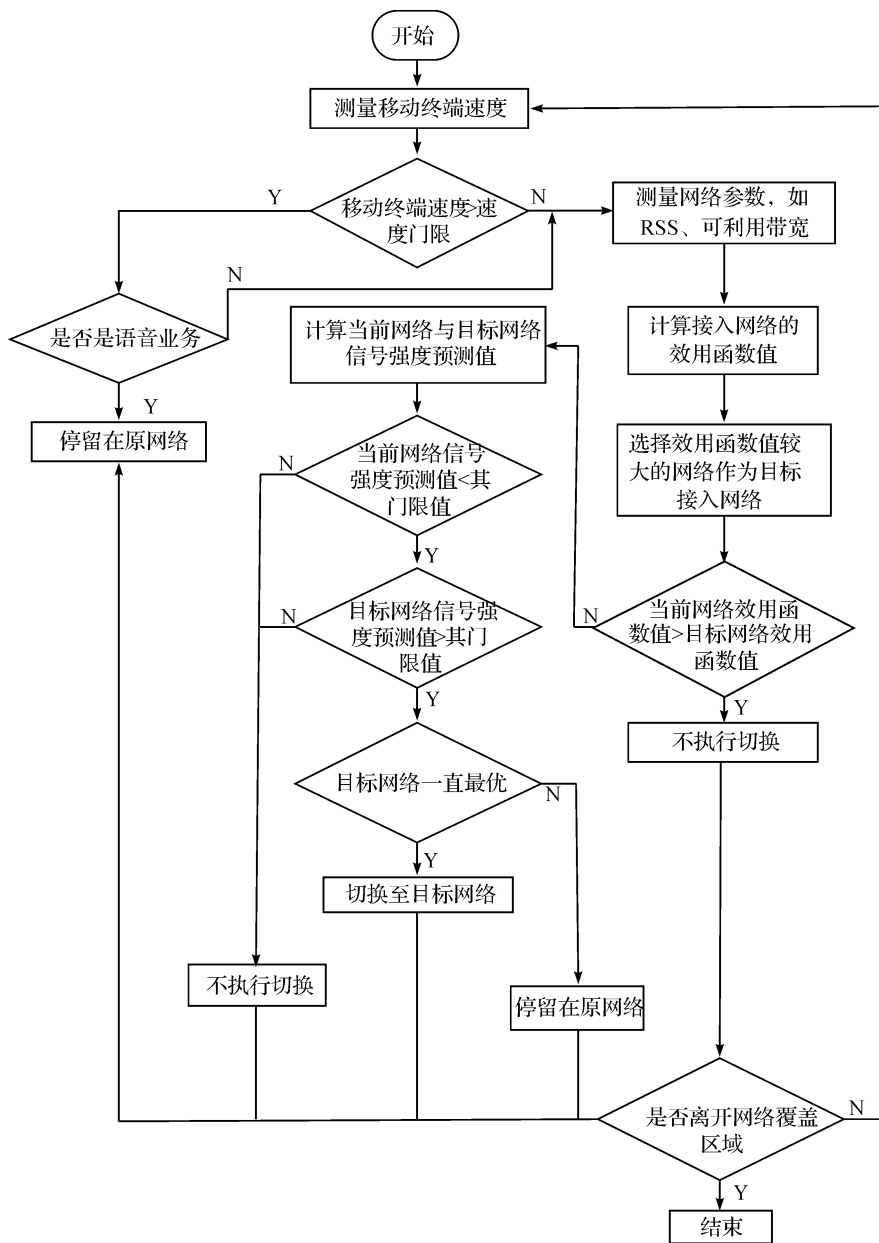


图6 算法流程

## 2.2 用户到达模型及算法性能指标分析

通常情况下,移动用户终端的呼叫到达服从泊松分布,在移动通信系统中,设定移动用户的呼叫到达服从泊松分布,可以表示为:

$$P_m(t) = \frac{(\lambda t)^m}{m!} e^{-\lambda t} \quad (9)$$

其中: $t$  个时间有  $m$  个移动用户,平均到达率  $\lambda$  表示在单位时间内的呼叫个数,平均时间间隔为  $\frac{1}{\lambda}$ ,平均服务时间为:

$$F(t) = \begin{cases} 1 - e^{-\mu t}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases} \quad (10)$$

其中: $\mu$  为单位时间内的完成服务的用户数,称作平

均服务率; $\frac{1}{\mu}$  为用户平均服务时间。

本文将从下面两个指标进行分析与总结:

### a) 切换呼叫的掉话率

切换呼叫掉话率是指发生掉话的切换次数与切换中总呼叫次数的比值,这个指标可以描述为当两者的比值越低时,表明失败率越低,通话成功率也就越高,这就说明所应用的算法性能越好。

### b) 新呼叫阻塞概率

新呼叫阻塞率是指对新呼叫的阻塞的概率,它的值越大,表明该算法性能并不优越,并且新呼叫阻塞概率与切换呼叫掉话率是成反向关系的,也就是说,切换呼叫的掉话率越低,对新呼叫的阻塞率也就

越高,本文从平衡这两个指标出发,尽可能的减少两者之间的矛盾。

### 3 仿真实现及分析

#### 3.1 异构网络环境设定

如图 7 所示,移动终端在 UMTS 和 WLAN 覆盖的区域内开始移动,移动台穿越异构网络覆盖范围时,为了满足自身业务的需求,选择最适合的网络进行切换。在该模型的环境中,设置终端以初始速度为  $5\text{ m/s}$ ,  $a=1\text{ m/s}^2$  从  $(0,0)$  向右做匀加速直线运行。异构融合网络由 UMTS、WLAN 两种网络构成,各自的基站坐标设为  $(0,0)$ 、 $(400,0)$ 、 $(555,0)$ ,移动终端检测网络性能参数因子的时间间隔设为  $0.2\text{ s}$ 。设定业务类型为语音会话业务。在本算法中,目标网络的确定是基于改进的效用函数,在改进的效用函数中采用了信号强度和带宽的归一化值,信号强度和带宽的权重分别为  $w_{\text{RSS}}=0.6$  和  $w_{\text{B}}=0.4$ 。算法中设置速度的阈值为  $15\text{ m/s}$ 。在该算法中设置速度的阈值为  $15\text{ m/s}$ ,原因是因为考虑到车载本身的条件,设定的初始速度为  $5\text{ m/s}$ ,加速度为  $a=1\text{ m/s}^2$ ,以及为了在  $15\text{ s}$  内试验可以达到试验条件。这样做的目的是为了在某些业务类型下,移动端在高速移动状态下,频繁切换会导致终端的掉话,所采用的方法是设定一个速度阈值,对其切换进行约束,并且结合业务类型进行切换的判决。网络性能参数的设定如表 1 所示。

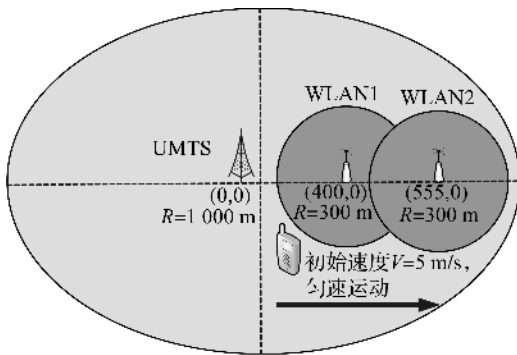


图 7 异构网络融合模型

#### 3.2 算法仿真结果及性能分析

仿真环境中,设定  $P_{\text{rw}}=-40\text{ dB}$ ,  $P_{\text{ru}}=-42\text{ dB}$ 。移动终端的初始运行速度为  $5\text{ m/s}$ ,加速度为  $1\text{ m/s}^2$ ,速度门限设为  $15\text{ m/s}$ ,该算法基于的网络服务为语音业务。基于得到的 RSS、效用函数、引入预判决算法以及基于速度的引入预判决的算法的比较如图 8 所示。从表 2 结果显示,通过与 RSS 算法、传统的效用函数和引入预判决的切换判决算法

进行对比分析,切换次数分别降低了 13 次、3 次和 1 次。引入预判决算法的切换次数相对于 RSS、效用函数算法明显的减少。减少的原因是在判决之前加入了预判决约束条件,来减少频繁的不必要的切换,从而切换次数被明显的减少,明显的改善了乒乓效应。将速度加入到预判决的算法相对于前 3 种算法,性能进一步的提高,这是因为除了判决切换增加了预判决这个约束条件之外,还结合移动端的速度和业务类型进行判决。这个约束条件的思想是设定一个速度阈值,这个速度阈值设定的为  $15\text{ m/s}$ 。由图 7 中可以看出,该算法的切换次数在  $800\sim 900\text{ m}$  范围内次数得到了减少,因为在这个范围内,速度已经超过  $15\text{ m/s}$ ,移动端要结合当前的业务进行切换,这样就减少了不必要的切换,切换次数随之减少。

表 2 算法的切换次数

算法	RSS 算法	效用函数 算法	引入预判 决算法	速度阈值 预判决算法
切换次数	17	7	5	4

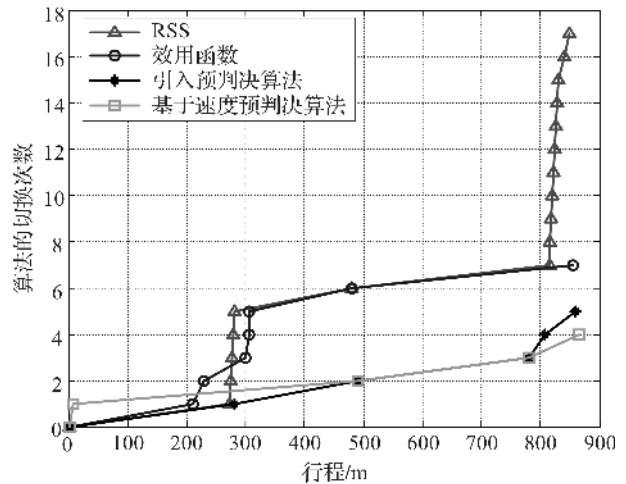


图 8 4 种切换判决算法的平均切换次数比较

图 9 表示的是 4 种切换算法的切换掉话率的比较,从图 9 中可以看到基于 RSS、效用函数、引入预判决和引入速度和预判决的算法的切换掉话率依次递减。

从表 3 中可以看到,随着呼叫到达率的增大,切换呼叫掉话率不断的提高,这是因为随着呼叫的到达率增大高,用到网络的时候就更频繁,此时不再空闲的网络将比较多,用户的请求可能不能得到按时的回应,所以切换的掉话率也随之大。效用函数和 RSS 算法相比,平均切换掉话率减少了  $2.1\%$ ,这是因为使用效用函数选择目标网络时,除了考虑网络

的RSS外,还考虑到网络的带宽,这样更客观实际的选择目标切换网络,因而,切换次数切换减少,掉话率也得到了提高。基于速度的引入预判决算法是由于引入了速度阈值这个限制条件,此时,由于速度阈值的引入,以及速度和业务类型的结合进行判决,空闲的网络资源就比较多,发生切换的呼叫可以得到及时的回应,就不至于掉线。基于速度的引入预判决算法和引入预判决算法相比,平均切换掉话率减少了1.3%。这是由于引入了速度阈值这个限制条件,并和业务类型的结合进行判决,空闲的网络资源就比较多,发生切换的呼叫可以得到及时的回应,就不至于掉线。因此,基于速度的预判决垂直切换算法的切换掉话率更低,切换性能更好。

表3 算法的切换呼叫掉话率

	RSS算法	效用函数 算法	引入预 判决算法	速度阈值 预判决算法
4	0.4	0.2	0.1	0
5	1.3	0.7	0.3	0.1
呼叫到达率 (呼叫 call/s)	6	2.0	1.7	0.5
7	4.1	2.3	1.6	0.7
8	8.0	4.2	3.2	0.9
9	12.9	6.8	5.3	1.4

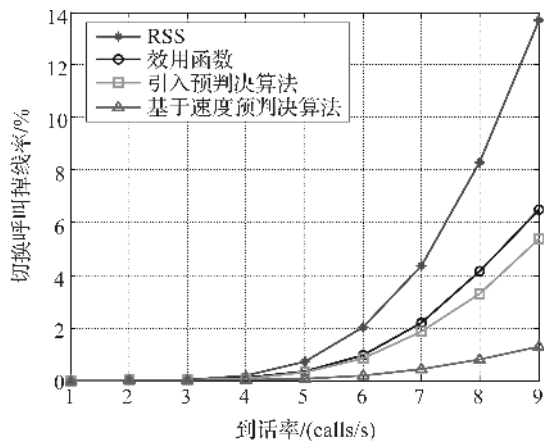


图9 4种切换判决算法的呼叫掉话率比较

图10表示的该4种切换算法的呼叫阻塞率的对比。从图10中可以明显的看到4种判决算法的呼叫掉线率依次变低,当到话率小于4时,它们的切换新呼叫阻塞率基本无差异,此时的网络完全可以满足用户呼叫的回应,所以新呼叫阻塞率基本为0,但当到话率超过5时,网络不能完全满足用户呼叫的回应,依据算法的不同,伴随着切换性能的好坏不同,新呼叫阻塞率也因此不同,不同算法之间的差异很明显。

从表4的数据中看到,基于速度引入预判决的算法相对于RSS算法、效用函数算法和引入预判决算法,新呼叫阻塞率分别平均降低了4.2%、2.7%和1.8%。原因在于该算法将速度作为了另外一个需要考虑的因素,并结合业务类型进行判决是否进行切换,当移动端速度大于速度阈值时,并且当前业务为语音业务时,不进行切换,这一算法的改进明显降低了网络的压力,改善了切换的性能,使得新呼叫的阻塞率得到降低。

表4 算法的新呼叫阻塞率

	RSS算法	效用函数 算法	引入预 判决算法	速度阈值 预判决算法
4	0.8	0.5	0.3	0.1
5	1.2	0.8	0.5	0.2
呼叫到达率 (呼叫 call/s)	6	3.0	2.0	1.6
7	6.0	4.6	3.7	1.9
8	8.0	6.0	5.8	2.0
9	14.0	0.0	6.5	2.2

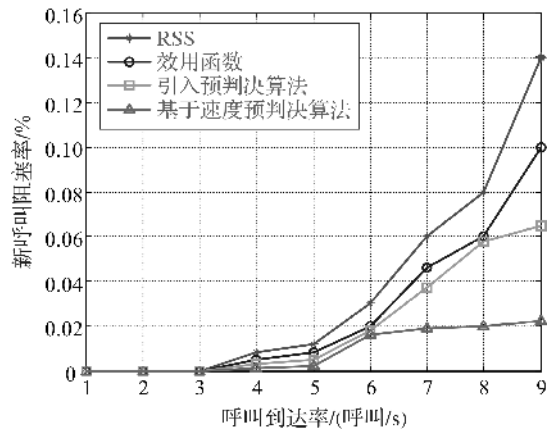


图10 4种切换判决算法的新呼叫阻塞率比较

## 4 结 语

主要研究和分析了文中提到的垂直切换算法,通过它与其他算法性能结果进行对比分析,得出基于速度的预判决算法具有明显的优势。首先,本文的算法是基于效用函数,采用的是归一化的参数;其次,在改进效用函数的基础上,在预判决阶段引入了预判决限制,该限制可以表述为运用对下一时刻信号强度值进行预测,并对得到的预测值进行约束;并将此算法与RSS、效用函数算法比较得出结果;最后,提出了一种基于速度引入预判决的垂直切换算法,该算法将速度引入作为另外一个约束限制,通过



速度和业务共同结合来进行判决,通过与前面提到的几种常用切换判决算法的对比分析,得到它的性能测试的优越性,并从切换呼叫掉线率和新呼叫阻塞率方面做进一步论证说明该算法更好地改善了切换的性能。但是,在异构网络切换领域,仅对切换管理进行研究和改进是远远不够的,位置管理、接入控制技术和带宽的分配都是需要进行深入研究的。本文采用了移动端匀加速、定向移动模型,这很大的程度的简化了移动端的运动特性,并且简化了异构网络的切换和信号传输的特性。对于未来的应用上是不太符合现实情况的,这是需要改善的部分。而且在移动端进行信息传输的时候,怎么确保传输中的安全问题也是需要进一步探讨的。

#### 参考文献:

- [1] 韩宁. 异构无线网络中基于 SINR 的多属性垂直切换算法研究[D]. 南京:南京邮电大学,2012.
- [2] 靳淑娴. 异构无线网络垂直切换机制的性能分析[D]. 北京:北京邮电大学,2008.
- [3] MOHANTY S, AKYILDIZ I F. A cross-layer(layer 2 +3) handoff management protocol for next-generation wireless systems[J]. IEEE Transactions on Mobile Computing,2006,5(10):1347-1360.
- [4] ATTAULLAH H, IQBAL F, JAVED M Y. Intelligent vertical handover decision model to improve QoS[C]// Digital Information Management, 2008. ICDIM 2008. Third International Conference on. IEEE, 2008: 119-124.
- [5] HASSWA A, NASSER N, HASSANEIN H, et al. A context-aware cross-layer architecture for next generation heterogeneous wireless networks[C]// IEEE International Conference on Communications. IEEE, 2006:240-245.
- [6] LIU S, PAN S, MI Z, et al. A simple additive weighting vertical handoff algorithm based on sinr and ahp for heterogeneous wireless networks [C]// Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), 2010 International Conference on. IEEE, 2010:347-350.
- [7] 樊辰曦,俞成海,何永伟. 一种改进的基于代价函数的垂直切换算法[J]. 浙江理工大学学报,2014,31(5):521-524.
- [8] LIU M, LI Z, GUO X, et al. Performance analysis and optimization of handoff algorithms in heterogeneous wireless networks[J]. IEEE Transactions on Mobile Computing,2008,7(7):846-857.
- [9] 张建伟,李朝阳,郭鹏飞,等. 一种基于代价函数的 3G-WLAN 垂直切换算法[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版),2011,26(6):83-87.

## An Improved Vertical Handoff Algorithm Based on Utility Function with Introduction of Pre-judgment and Speed Threshold

YU Chenghai, XU Libo, MA Dawei, WANG Feng, WANG Jiawen

(College of Informatics and Electronics, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Usually, the speed of mobile terminal is a variable, which will affect the vertical handover performance of heterogeneous networks. It is assumed that current service is voice service and the mobile terminal moves at a high speed. In such condition, frequent switch of mobile terminal may lead to a large packet loss rate or even stopping communication. In view of this problem, this paper combines the speed of mobile terminal with service type and introduces speed threshold of mobile terminal as the restriction. This paper presents a vertical handover decision algorithm of uniformly accelerated pre-judgment process, based on the improved utility function. MATLAB software is used to comparatively analyze this algorithm with RSS (signal intensity), the utility function and the algorithm with introduction of pre-judgment. The results show handover times reduces 13, 3 and 2 respectively. Call drop rate decreases by 4.2%, 2.1% and 1.2% respectively. New call blocking rate decreases by 4.2%, 2.7% and 1.8% respectively. The improvement of three property indicators verifies the superiority performance of the proposed algorithm.

**Key words:** heterogeneous networks; vertical handover; speed threshold; pre-decision algorithm; utility function; call drop rate; new call blocking rate

(责任编辑:陈和榜)