

# Study on a Vertical Handoff Algorithm Based on SINR and Dwell Time

Yu Zhou, Wensheng Sun, Mali Chen

Communication Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou  
Email: [12zhouxinyu19@163.com](mailto:12zhouxinyu19@163.com)

Received: Oct. 21<sup>st</sup>, 2014; revised: Nov. 16<sup>th</sup>, 2014; accepted: Nov. 20<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

In order to effectively manage and utilize wireless resources of heterogeneous network and provide a higher quality of service for the user, a vertical handoff algorithm which based on SINR and dwell time is proposed. First, the relationship between SINR and the maximum achievable data rate can be determined with the help of Shannon's capacity theorem. And then the SINR can be converted to the equivalent value in the different networks and the dwell time can be estimated from the moving regulation of the mobile terminal. If the SINR meets the conditions in all the dwell time, handoff happened. The feasibility and validity of the algorithm was confirmed by the simulation.

## Keywords

SINR, Vertical Handover, Dwell Time

---

# 基于SINR和滞留时间的垂直切换算法研究

周 钰, 孙文胜, 陈玛丽

杭州电子科技大学通信工程学院, 杭州  
Email: [12zhouxinyu19@163.com](mailto:12zhouxinyu19@163.com)

收稿日期: 2014年10月21日; 修回日期: 2014年11月16日; 录用日期: 2014年11月20日

---

## 摘 要

为了有效地管理和利用异构网络无线资源, 为用户提供更高的服务质量, 提出了一种基于SINR和滞留时

间的垂直切换算法。首先通过香农定理确定SINR和最大数据速率的关系，再利用这个关系得到不同网络中的等效SINR，然后通过移动终端的运动规律对滞留时间进行估算，若终端的SINR在滞留时间内都满足某个网络中的判决条件，则执行切换。仿真结果验证了此算法的可行性和有效性。

## 关键词

SINR, 垂直切换, 滞留时间

## 1. 引言

随着移动通信技术的高速发展和用户需求的不断提高，多种不同网络的融合成为下一代移动通信发展的必然趋势。无线网络的融合可以综合不同网络的优势，提高网络的性能，为用户提供更好的服务。而垂直切换技术是实现网络融合的关键技术。

合理的切换算法可以保证用户的业务使用在越区时不中断，并且保证业务的顺畅。目前关于垂直切换判决的算法已成为很多学者和专家的研究热点。基于模糊层次分析法的网络选择算法全面考虑了网络性能、用户特性等因素，但是在判决矩阵的构造中采用了专家打分的方式，带有较强的主观性[1] [2]。基于接收信号强度的算法主要根据接收信号的强度来选择接入网络，算法相对简单，但是用于水平切换较多[3]。基于接收信号强度和滞留时间的切换算法在之前的基础上增加了一个滞留时间的判断，用以减少乒乓效应，但是没有考虑信道干扰与噪声的影响[4]。基于灰色预测的切换方法主要通过提前预测移动用户的接收信号强度，提前触发切换以达到降低切换时延的目的，但是该算法相对较为复杂[5]。基于信号与干扰加噪声比(Signal to Interference plus Noise Ratio, SINR)的垂直切换算法考虑了不同接入网络的 SINR 影响，以保证用户终端获得尽可能大的下行数据速率，但是该算法也没有考虑终端在切换边界来回运动时带来的频繁切换[6]。针对这一问题，本文提出一种基于 SINR 和滞留时间的切换算法，该算法不仅能保证用户多媒体业务的 Qos，使网络吞吐量最大化，中断率最小化，而且能减少不必要的切换，减少乒乓效应带来的影响。

## 2. 切换算法设计

根据香农定理可以知道最大下行数据速率可以通过带宽和 SINR 确定，令  $R_{AP}$  和  $R_{BS}$  表示用户连接到 WLAN 和 WCDMA 时获得的最大下行数据速率，有公式(1)和(2):

$$R_{AP} = W_{AP} \log_2 \left( 1 + \frac{\gamma_{AP}}{\Gamma_{AP}} \right) \quad (1)$$

$$R_{BS} = W_{BS} \log_2 \left( 1 + \frac{\gamma_{BS}}{\Gamma_{BS}} \right) \quad (2)$$

其中  $W_{AP}$  和  $W_{BS}$  为载波带宽， $\gamma_{AP}$  和  $\gamma_{BS}$  分别为从 WLAN 和 WCDMA 接收的 SINR，即接收到的有用信号与干扰信号的强度之比，与发送信号强度、信道增益以及噪声功率有关。一般情况下，在 WLAN 中  $\Gamma_{AP}$  为 3 dB，在 WCDMA 中  $\Gamma_{BS}$  为 16 dB。使  $R_{AP} = R_{BS}$ ，可以得到  $\gamma_{AP}$  和  $\gamma_{BS}$  的关系:

$$\gamma_{AP} = \Gamma_{AP} \left[ \left( 1 + \frac{\gamma_{BS}}{\Gamma_{BS}} \right)^{\frac{W_{BS}}{W_{AP}}} - 1 \right] \quad (3)$$

$$\gamma_{BS} = \Gamma_{BS} \left[ \left( 1 + \frac{\gamma_{AP}}{\Gamma_{AP}} \right)^{\frac{W_{AP}}{W_{BS}}} - 1 \right] \quad (4)$$

在相同数据速率条件下,根据式(3)可以获得 WLAN 中接收的等效 SINR,根据式(4)可以获得 WCDMA 中接收的等效 SINR。在移动终端运动过程中就可以通过比较接收到的 SINR 与等效 SINR 大小来选择网络。假设有  $m$  个 AP 和  $n$  个 BS, 用户从 WLAN 的  $AP_i$  接收的 SINR 值  $\gamma_{AP_i}$  可以表示为:

$$\gamma_{AP_i} = \frac{G_{AP_i} P_{AP_i}}{P_B + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^m (G_{AP_k} P_{AP_k})} \quad (5)$$

其中  $P_{AP_i}$  是  $AP_i$  的发送功率,  $G_{AP_i}$  是用户和  $AP_i$  之间的信道增益,  $P_B$  是用户接收到的背景噪声功率。用户从 WCDMA 的  $BS_j$  接收的 SINR 值  $\gamma_{BS_j}$  可以表示为:

$$\gamma_{BS_j} = \frac{G_{BS_j} P_{BS_j}}{P_B + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n (G_{BS_k} P_{BS_k}) - G_{BS_j} P_{BS_j}} \quad (6)$$

其中  $P_{BS_j}$  是  $BS_j$  的发送功率,  $G_{BS_j}$  是用户和  $BS_j$  之间的信道增益。

若一个用户以  $v$  的速度从  $AP_i$  运动到  $BS_j$ , 如图 1 所示, 在点  $X_2$  处当满足  $R_{AP} = R_{BS}$ , 如果用户继续按原来方向运动, 下一时刻就要进行切换选择。而总下行吞吐量可由式(7)所得:

$$\theta = \int_{x_1}^{x_2} R_{AP}(x) T_{AP} + \int_{x_2}^{x_3} R_{BS}(x) T_{BS} \quad (7)$$

其中  $T_{AP}$  和  $T_{BS}$  分别为用户终端在 WLAN 和 WCDMA 网络中继续的时间。由式(7)可知吞吐量与下行速率的关系, 获得越大的下行数据速率, 就能保证吞吐量的越大化, 而吞吐量越大, 说明单位时间内传送的数据量越多, 网络资源的利用率也就越高。

由于终端的移动的方向随机的, 若只通过 SINR 来作为切换判决的条件, 就会引起很多不必要的切换, 所以引入了滞留时间。滞留时间是根据终端的运动情况来调节的, 如果运动方向是没有规则的, 就需要通过式(8)来估算。

$$t_d = \left( 1 + \sum_{i=1}^t \alpha p_i \right) \hat{t}_d \quad (8)$$

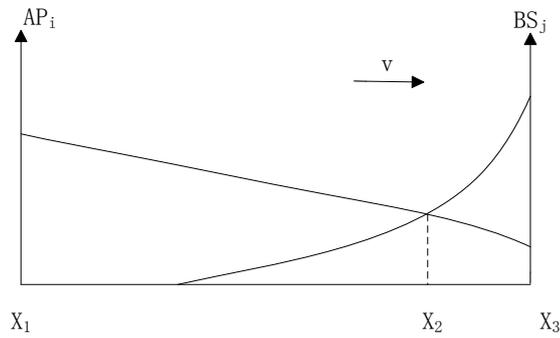
其中  $\hat{t}_d$  是默认滞留时间, 为了减少切换时延的影响, 本文中  $\hat{t}_d$  取 2 s。  $p_i$  是乒乓标记, 如果在时间  $t$  和  $t-1$  之间, 终端运动方向超过  $90^\circ$ , 则  $p_i$  为 1, 否则即为 0;  $\alpha$  为指数平滑因素, 满足  $0 < \alpha < 1$ 。

### 3. 判决模型

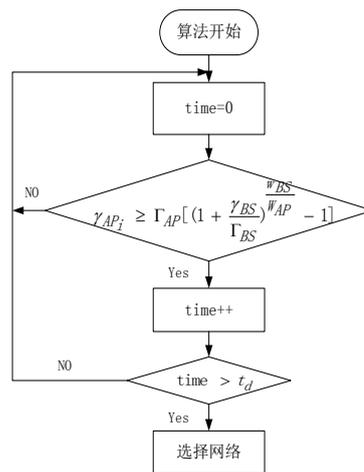
因为一般情况下下行链路比上行链路所要求的带宽更高, 所以本文主要考虑下行通信。如果终端此刻在 WLAN 中的 SINR 要大于等效的 SINR, 并且滞留时间大于所估算的时间值, 则执行切换, 反之亦然, 算法流程如图 2 所示。算法的场景同文献[6], 如图 3 所示, 场景中有 7 个 BS, 12 个 AP, 以及 200 个随机移动的终端, 运动方向在  $[0, 2\pi]$  内均匀分布。

### 4. 仿真分析

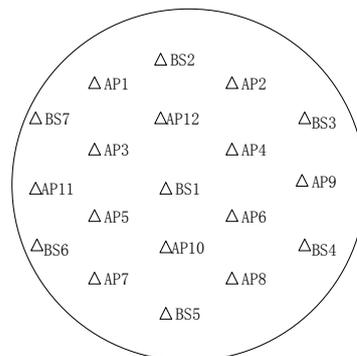
由于终端的运动是随机的, 很可能在某段时间内一直在切换边界来回运动, 若频繁的切换就会引入“乒乓效应”, 增加切换的成本, 此时, 引入滞留时间就很有必要, 如图 4 所示, 引入滞留时间较明显地减少了切换次数, 减少了“乒乓效应”带来的影响, 降低了切换成本, 提高了网络资源的利用率, 具有较好的切换效果。图 5 为不同噪声功率下系统下行吞吐量的变化情况, 由图可以看出, 下行吞吐量随着噪声功率的增大而减小。相比较于基于 RSS 的切换算法, 本算法在不同噪声功率下给用户提供了更



**Figure 1. The point-to-point model**  
**图 1. 点到点模型**



**Figure 2. Flowchart of the algorithm**  
**图 2. 算法流程**



**Figure 3. Simulation model**  
**图 3. 仿真场景**

高的下行吞吐量。

### 5. 结束语

无线网络的覆盖范围、带宽等各种参数都有着很大的差异。要实现这些不同无线网络融合的基础是垂直切换，而垂直切换的算法设计是未来无线网络融合的关键。本文主要根据香农定理中 SINR 和最大

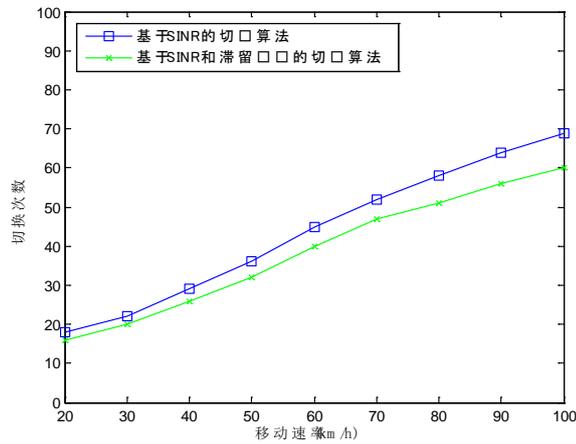


Figure 4. Number of handoffs vs moving speed  
图 4. 切换次数与移动速度的关系

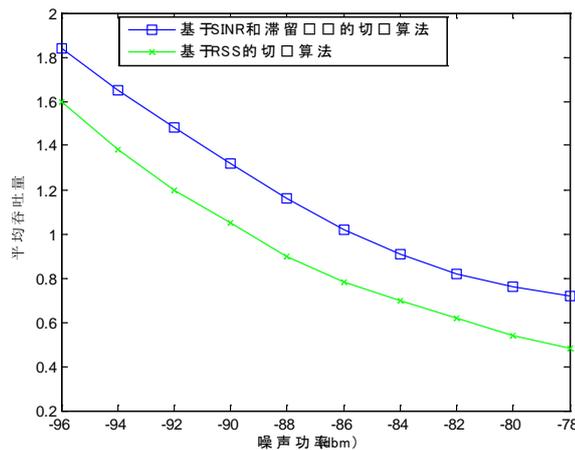


Figure 5. Mean throughput vs noise power  
图 5. 平均吞吐量与噪声功率的关系

下行速率之间的关系，结合终端的运动趋势，对滞留时间进行估算，提出了一种基于 SINR 和滞留时间的切换算法，该算法在保证下行速率最大化的基础上，还保证了吞吐量的最大化以及切换次数的最少化。

### 参考文献 (References)

- [1] Ma, B. and Liao, X.F. (2012) Speed-adaptive vertical handoff algorithm based on fuzzy logic in vehicular heterogeneous networks. *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, Sichuan, 371-375.
- [2] 顾海, 徐名海, 闫焕杰 (2012) 异构融合网络中利用模糊层次分析法的网络选择算法. *南京邮电大学学报*, **6**, 50-57.
- [3] Chang, B.-J. and Chen, J.-F. (2008) Cross-layer-based adaptive vertical handoff with predictive RSS in heterogeneous wireless networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, **6**, 3679-3692.
- [4] Kunarak, S., Suleesathira, R. and Dutkiewicz, E. (2013) Vertical handoff with predictive RSS and dwell time. *TENCON 2013-2013 IEEE Region 10 Conference*, Xi'an, 1-5.
- [5] 赵倩丽 (2013) 异构无线网络融合切换技术研究. 宁波大学, 宁波.
- [6] Ayyappan, K., Narasimman, K. and Dananjayan, P. (2009) SINR based vertical handoff scheme for QoS in heterogeneous wireless networks. *International Conference on Future Computer and Communication*, Kuala Lumpur, 117-121.