

一种基于 TD-SCDMA 集群通信系统的 AHP 切换算法研究*

蒋青, 陈浩, 朱江, 魏忠祥

(重庆邮电大学 移动通信技术重庆市市级重点实验室, 重庆 400065)

摘要: 为了提高移动用户的切换成功率, 提出了一种基于 TD-SCDMA 集群通信系统的层次分析法 (AHP) 切换算法 (TTA)。使用该算法综合考虑用户端的信息, 根据相邻小区的负载和网络资源等因素来最终确定目标小区, 并对其进行了仿真验证。仿真结果证明, 利用该切换算法能有效提高切换成功率。

关键词: 集群通信; 层次分析; TD-SCDMA; 切换算法

中图分类号: TN929.52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2012)07-2584-02

doi: 10.3969/j.issn.1001-3695.2012.07.049

Research of AHP handover algorithm based on TD-SCDMA trunking-communication system

JIANG Qing, CHEN Hao, ZHU Jiang, WEI Zhong-xiang

(Chongqing Key Laboratory of Mobile Communications Technology, Chongqing University of Posts & Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: In order to improve the successful rate of handover for the mobile user, this paper proposed an AHP handover algorithm basing on TD-SCDMA trunking-communication system. Used this algorithm to consider the information of users completely. Basing on the load of the nearby cells and the net source, it could determine and demonstrate it the final target cell. The results of simulation show that the proposed handover algorithm can improve the successful rate of handover.

Key words: trunking-communication; analytic hierarchy process; TD-SCDMA; handover algorithm

TD-SCDMA 集群通信系统致力于在基于 TD-SCDMA 系统上建立高效的集群调度系统。近年来集群移动通信在全球范围内得到了快速的发展, 移动用户的数量越来越多, 移动业务的需求也越来越高, 导致了小区覆盖范围出现持续微型化的趋势, 对于通信质量的要求也越来越严格, 需要从根本上提高系统的容量和服务覆盖。为了提供无缝的移动性, 需要研究一个高效的切换策略。移动用户从一个小区移动到另一个小区时, 会发生越区切换。TD-SCDMA 集群通信系统的切换判决问题是一个多属性判决问题, 切换判决不再是基于某一个参数而是建立在多个属性综合考虑的基础之上。

已有不少文献对切换判决问题进行了深入的研究。文献[1]提出了根据接收信号强度的历史信息对抽样时刻进行快速、准确的预测, 使移动节点对切换触发时机作出准确判断的方法, 但是此类机制对移动预测及历史信息具有很高的依赖性。文献[2]提出了基于用户接收的信号强度和信号在传播过程中的功率损耗两个参数进行切换判决的判决方法, 但是没有考虑目标基站的负载情况等影响因数。文献[3]提出了一种基于灰色关联分析方法的目标小区确定方法, 但该文没有考虑集群通信系统中同群组的用户可以共享下行信道的特点。文献[4]提出了一种基于移动预测的切换算法, 该算法目的在于准确预测到用户下一个将要到达的小区来减少一些不必要的切换

和开销, 然而它没有考虑到网络因素对切换成功率的影响。

本文提出了一种基于 TD-SCDMA 集群通信系统特点与层次分析法相结合的切换判决方法 (TTA)。此算法除了考虑到接收信号功率 (RSCP) 外, 还考虑了 TD-SCDMA 集群通信系统应用智能天线技术可以确定移动用户的运动方向, 同群组的移动用户在进行通信时能够共享下行信道, 以及目标小区的负载情况等多个因素。根据这些属性利用层次分析法的特征向量来得出每个基站的综合重要度。

1 目标基站确定策略

假定有 N 个 BS (基站): $BS_1, BS_2, \dots, BS_N$, 用户所属基站的 m 个相邻基站为集合 A , 以 $1 \sim m$ 对候选相邻基站进行索引: $A = [BS_1, BS_2, \dots, BS_m]$ 。

对于每个切换判决事件, 目标基站确定策略是对每个移动用户从候选基站索引 A 中基于 RSCP、群组、运动方向与相邻基站夹角以及相邻基站的负载情况为准则选出的最好的 BS。

a) 接收信号功率。可以由 BS_i (i 为 $1 \sim m$ 中的数) 的发射功率 P_i 和路径损耗得出。

本文中路径损耗按照文献[5]中的城市和郊区的宏小区传播模型求得, 天线高度为 15 m, 其表达式为

收稿日期: 2011-12-02; **修回日期:** 2012-01-21 **基金项目:** 重庆市科委重点实验室专项经费资助项目; 重庆市教委优秀成果转化项目 (Kjzh11206)

作者简介: 蒋青 (1965-), 女, 重庆人, 教授, 硕士, 主要研究方向为宽带网络技术 (jiangq@cqupt.edu.cn); 陈浩 (1987-), 男, 江西南昌人, 硕士, 主要研究方向为移动通信; 朱江 (1977-), 男, 湖北荆州人, 副教授, 博士, 主要研究方向为移动通信系统与网络、认知无线电技术; 魏忠祥 (1986-), 男, 山西太原人, 硕士, 主要研究方向为移动通信。

$$\text{pathloss}(R) = 58.5 + 21 \log_{10}(f) + 37.6 \log_{10}(R) + \log(F) \quad (1)$$

其中: f 是载波频率,频率单位以 MHz 计; R 为移动用户与基站之间的距离,以单位 km 计; $\log(F)$ 是对数正态分布、标准方差为 $\sigma = 10$ dB。

本文中仿真只考虑了自由空间的路径损耗和呈对数正态分布的阴影衰落,忽略了快衰落的影响,所以移动用户接收信号功率 RSCP 为

$$\text{RSCP}(R) = P - \text{pathloss}(R) \quad (2)$$

其中: P 为基站 BS 的发射功率, $\text{pathloss}(R)$ 按式(1)求得。

移动用户在切换判决前需要测量与之相邻基站之间的接收信号功率以作为目标基站确定的一个重要参数。

b) 群组。对于集群通信系统位于归属相同基站的同群组用户可以共享同一个下行信道以节约资源,提高资源利用率以及提高切换成功率。

本文在目标基站确定过程中,当接收信号功率基本相同时优先考虑候选小区中具有相同群组的小区,这样可以减少不必要的资源浪费,减少其他移动用户切换时因为没有资源而引起的切换失败从而提高了切换的成功率。

c) 运动方向与相邻基站夹角。TD-SCDMA 系统中应用了上行同步、智能天线和数字信号处理等先进技术,能准确计算出移动用户的位置信息包括 UE (user equipment) 的信号到达方向 DOA 和 UE 与基站之间的距离。

运动方向与相邻基站夹角小的候选基站是 UE 运动的方向,UE 朝着该候选基站运动时接收信号功率往往是增大的。因此在接收信号功率基本一致以及相同的群组情况时,优先选择与候选基站夹角较小的,避免不必要的切换。

d) 负载。该属性是越区切换成功或者失败的关键因素之一,选择合理负载的小区不仅能降低该 UE 的切换失败率而且也能减小其他用户因为资源的问题而产生的失败情况。

负载按照小区所剩的基本资源单位 (basic resource unit, BRU) 的多少来衡量,所剩 BRU 越多则小区的负载越低,负载的大小根据实时上报的结果得出。根据排队论的理论每个小区的群组到达率为 λ 的泊松分布,群组通话时间服从 μ 的指数分布。当小区资源占满仍然有群组到达时表现为呼叫失败。

e) 权重。本文根据层次分析法的特征向量和特征值来确定各个元素的相对重要度和判决矩阵的一致性检验结果。它要求对给出的数据进行两两之间的比较,比较结果的标准按照 1~9 个等级划分它们之间的相对重要性,根据这个相对重要性得出判决矩阵以求出各个属性的权重大小及一致性比例。

f) 切换判决。简单加权法根据各个属性的权重和对方案层的各个方案进行最终计算,对所得的结果进行排序进而选出最优的目标基站。其表达式为

$$V_k = \sum_{i=1}^n w_i^{(1)} \times w_{ki}^{(2)} \quad (3)$$

其中: $w_i^{(1)}$ 表示相对目标层即目标基站各个属性相对的权重, i 表示第 i 个属性; $w_{ki}^{(2)}$ 表示方案层的第 k 个小区相对于准则层的第 i 个属性的相对权重。 V_k 值最大的候选小区即为切换的目标小区。

首先根据 TD-SCDMA 集群通信的特点,构建层次结构模型如图 1 所示。假定以顶层元素目标小区为准则,所支配的下一层(准则层)的元素为接收信号功率、群组、夹角以及负载。针对准则,按照 1~9 标度法两两进行相对重要度的取值(记为 g_{ij}),这样对于目标小区这个最高准则,准则层的四个元素

就构成了一个比较矩阵 $G_c = (g_{ij})_{4 \times 4}$;然后根据特征根法计算出比较矩阵 G_c 的特征向量和最大特征根。

$$G_c w = \lambda_{\max} w \quad (4)$$

其中: $\lambda_{\max}$ 为 G_c 的最大特征根, w 是相对应的特征向量, w 归一化后就可以作为权重向量^[6]。

根据上述描述,按照层次分析法中的 1~9 标度法,构造了以目标小区为准则的比较矩阵为

$$G_c = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 3 \\ 1/2 & 1 & 3 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/3 & 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中:矩阵从第 1~4 行以及第 1~4 列代表四个属性(接收信号功率、群组、夹角和负载)。由此比较矩阵得出的权重分别为 0.4673、0.2772、0.0954 和 0.1601;一致性比例为 0.0108 < 0.1,可知该比较矩阵具有合理的一致性。

方案层的比较矩阵以上一层的元素为准则进行相互的比较得出,并由此得出相对权重和进行一致性检验。

2 仿真及分析

2.1 仿真参数

仿真环境如图 2 所示,移动用户在图 2 所示的 19 个蜂窝小区覆盖的范围内运动,小区的半径 $R = 1\ 000$ m。本仿真只考虑下行用户的切换情况,每个小区有 48 个基本资源单元,当用户到达新的小区且没有该用户所属的群组占用 BRU 时,该用户占用 2 个单位的 BRU,如果有该用户所属的群组已经占用了 BRU 则不需要占用 BRU。新呼叫用户以泊松分布随机到达,用户通话时间服从指数分布,速度和方向每 10 s 更新一次,初始速度为 5~10 m/s 的一个随机数,初始方向为 $-\pi \sim \pi$ 的一个随机数。

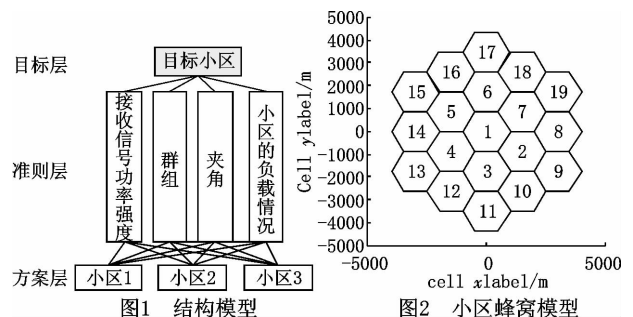


图1 结构模型

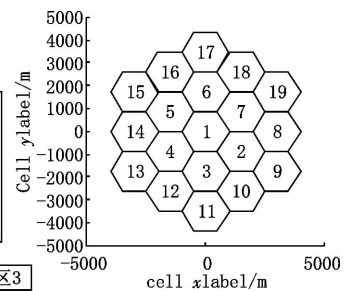


图2 小区蜂窝模型

2.2 仿真分析

图 3、4 是分别固定用户持续时间和用户到达率时仿真 5 000 m 得出的仿真结果。

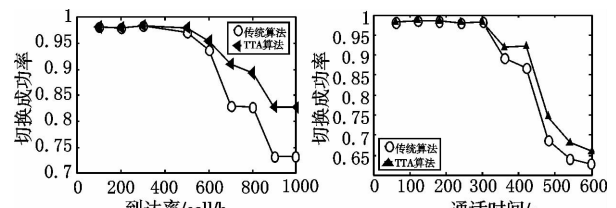


图3 传统算法与TTA算法随到达率变化的曲线

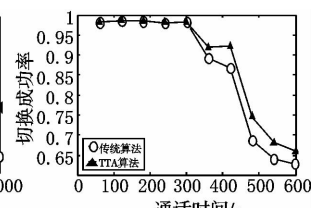


图4 传统算法与TTA算法随通话时间变化的曲线

图 3 为固定新到达的用户的通话时间为 120 s 时,切换成功率随用户到达率变化产生的仿真结果。由图 3 可以看出在用户到达率比较低时传统的切换算法和 TTA 切换算法的切换成功率基本相等,当用户到达率比较高时 TTA (下转第 2609 页)

(上接第 2585 页)

算法的切换成功率明显高于传统的切换算法。图 4 为固定用户到达率为 200 call/h 时,切换成功率随通话时间变化而产生的仿真结果,由图可以看出当通话时间短时,传统切换算法和 TTA 切换算法的切换成功率基本相等,当通话时间较长时,TTA 算法的切换成功率要优于传统切换算法。其主要原因是用 TTA 算法确定的目标小区更加合理,能选择既满足通话最低要求又有该用户所属群组或者资源有空闲的小区从而提高切换的成功率。

3 结束语

本文提出了一种提高 TD-SCDMA 集群通信系统切换成功率的算法,并通过仿真得到了验证。该算法的优点在于能够综合考虑影响集群通信系统切换的各个重要因素,然后产生比较合理的目标小区提高切换成功率。今后的研究将对影响到系统效率的切换时延、资源利用率等因素充分地考虑到新的切换算法中。

参考文献:

- [1] 杨森,汤红波,柏溢.一种 SAE 异构网络中的预测辅助切换判决算法[J]. 计算机应用研究,2010,27(8):3104-3109.
- [2] 徐鹏,方旭明,杨俊.基于信号强度和功率损耗的分层网络切换算法[J]. 西南交通大学学报,2011,46(1):92-108.
- [3] 唐宏,于晓,陈前斌. TD-SCDMA 集群通信系统切换算法研究[J].

计算机应用研究,2011,28(3):1059-1061.

- [4] TSENG P H, FENG K T. A predictive movement based handover algorithm for broadband wireless networks [C]//Proc of IEEE Wireless Communications and Networking Conference. 2008.
- [5] IEEE. 802.11n-2009, IEEE standard for information technology telecommunications and information exchange between systems-local and metropolitan area networks specific requirements part 11: wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications amendment 5: enhancements for higher throughput [S]. Washington DC: IEEE Computer Society, 2009.
- [6] 贺昕,李斌. 异构无线网络切换技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2008.
- [7] 彭木根,王文博. 基于多用户检测技术的时分双工—码分多址系统上行链路容量研究[J]. 北京邮电大学学报,2003,26(3):21-25.
- [8] 方飞,李云. 无线异构网络的垂直切换判决算法[J]. 通信技术,2010,43(6):137-139.
- [9] 郭强,朱杰,徐向华. 一种无线异构网无缝切换控制方案及其仿真分析[J]. 上海交通大学学报,2004,38(12):2026-2029.
- [10] 刘胜美,孟庆民. 异构无线网络中基于 SINR 和层次分析法的 SAW 垂直切换算法研究[J]. 电子与信息学报,2011,32(1):235-239.
- [11] 谢显中. TD-SCDMA 第三代移动通信系统技术与实现[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [12] 姚红艳,周文安,李彪. 一种基于上下文感知的垂直切换决策机制[J]. 重庆邮电大学学报,2011,23(2):145-149.
- [13] 柴蓉,肖敏,唐伦. 异构网络垂直切换性能参数分析及算法研究[J]. 重庆邮电大学学报:自然科学版,2011,22(1):63-70.