

3G/ IMT-2000 的移动性管理分析

章坚武^{1,2}

(1. 西安电子科技大学综合业务网理论及关键技术国家重点实验室, 西安 710071; 2. 杭州电子工业学院通信工程学院, 杭州 310037)

摘 要: 第三代移动通信系统(3G)的重要特点是支持覆盖全球的综合多媒体业务, 包括高速到低速移动、室外到室内的各种系统运营环境. 由于它的全球性服务与全球性网络设计, 3G 的移动性管理成为近年发展迅速热点研究领域之一. 本文对 3G 分层系统的移动性管理进行分析, 提出优化步骤并进行讨论, 得出 3G 分层系统较 3G 单层系统性能要好.

关键词: 第三代移动通信系统; 移动性管理; 优化

中图分类号: TN915. 07 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2000) 11A-0040-05

Mobility Management for 3G/ IMT-2000

ZHANG Jianwu^{1,2}

(1. China State Key Lab. on ISN, Xidian University, Xi'an 710071, China; 2. Hangzhou Institute of Electronic Engineering, Hangzhou 310037, China)

Abstract: The important characteristic of 3G is that 3G support the integrated multimedia services that cover all the world, adapted for big moving or Random walk in outdoor or indoor surroundings. In this paper, we analyze the mobility management strategy and propose the optimization steps to reduce the traffic cost. The performance of 3G system with Hierarchical overlays is better than that 3G system with one overlay.

Key words: 3G; mobility management; optimization

1 引言

IMT 2000 被国际电联确定为第三代移动通信系统(3G)国际标准. 第三代移动通信系统是以大容量、综合化、智能化、网络化、个人化为特征的数字移动通信系统. 其主要特点有(1)提供线路或分组交换模式下的多媒体通信;(2)全球服务;(3)与固定网的业务交互;(4)提供高品质业务;(5)提供高速数据业务;(6)适用包括高速到低速移动、室外到室内的各种系统运营环境. 由于它的全球性服务与全球性网络设计, 3G 的移动性管理成为近年发展迅速热点研究领域之一.

移动性管理包括两个主要的任务: 1、位置登记(Location Registration)及位置更新(Location Update); 2、呼叫传递(Call Delivery)和寻呼(Paging).

在蜂窝移动通信系统中, 一个 MSC 覆盖区分为若干个登记区(RA), 每个 RA 区又分为若干小区(Cell), 通常几个 Cell 又构成一个位置区(LA). 当用户进入一个新的 RA, 它将进行位置更新(有时称为强迫登记). 当有呼叫到达该用户时, 将在该 RA 内寻呼. 如果不知用户所在的具体小区时, 则位置区内所有的基地站发起对该用户的广播呼叫. 这种功能称为“一齐呼叫”. 在传统的蜂窝系统中, $RA = PA$ (寻呼区). 由于位置更新和寻呼信息都是在空中接口中的控制信道上传输的, 因此必须尽可能减少这方面的开销. 位置更新与寻呼二者的开销

往往是矛盾的. 位置登记区越大, 位置更新的频率越低, 位置更新的代价越小; 但寻呼区内的基站数目就越多, 寻呼的频率高, 寻呼代价越大.

传统的位置更新和寻呼方法存在以下三个明显的缺点:

(1) 当移动台处于位置登记区的边界时, 移动台可能会产生过多的位置更新, 来回在两个 RA 之间进行位置登记; (2) 在每次呼叫到达时, 网络要在 RA 内的所有小区进行寻呼, 在空中接口上会产生过多的广播业务; (3) 由于移动台的移动性和呼叫到达情况差别较大, 很难在位置更新和寻呼成本上获得最佳.

理想的位置更新和寻呼策略是将 RA 和 PA 区别开, 使 RA 和 PA 都能基于用户的具体情况进行调整, 使位置更新和寻呼在一起所化的代价最低. 这正是移动性管理追求的目标.

一种较好的位置更新策略是采用动态位置更新策略. 目前有三种动态位置更新策略:

(1) 基于时间的位置更新(亦超时更新或周期更新)策略: 每个用户每隔 T_u 秒周期性地将其位置信息更新(进行位置重新登记). T_u 的确定可由系统根据呼叫到达间隔的概率分布动态确定. 对于那些不能执行成功关机的移动台, 一旦出现呼叫它们, 系统可立即通过语音提示予以拒绝, 把系统资源让给其它有效的呼叫, 同时减少主叫方的等待时间.

(2) 基于运动的位置更新策略: 每个移动台跨越一定数量的小区边界(运动门限)以后, 移动台就进行一次位置更新。

(3) 基于距离的位置更新策略: 当移动台当前基站与上次登记的基站之间的距离超过一个门限(距离门限)时, 移动台进行一次位置更新。最佳距离门限的确定取决于各个移动台的运动方式和呼叫到达参数。

在寻呼上为克服在 RA 区所有的基站发起对被叫用户的“一齐呼叫”寻呼代价大的缺点, 采用一种称为智能寻呼的策略。智能寻呼是一种全动态的策略, 它充分利用与寻呼相关的信息, 首先在位置登记区(RA)的一部分(称为寻呼区(PA))内寻呼被叫移动台。如果不成功, 则在 RA 的其余部分进行寻呼。智能寻呼要求第一次寻呼成功的概率尽可能地高。与寻呼相关的信息包括两部分: 一部分是与移动用户相关的信息; 另一部分是移动用户无关的信息。与移动用户相关的信息包括移动用户的移动性类别(低速用户和高速用户); 被叫移动用户最近一次收到寻呼的基站和时间; 移动台经常逗留的场所(如用户的住宅、工作场地)及逗留的时间。与移动用户无关的信息包括当前的运动情况(当地上下班高峰期的分布及用户的普通运动规律)和寻呼基站的拓扑信息等。根据上述与寻呼相关的信息的使用程度不同, 可有不同的智能寻呼策略。

3G 系统为了适应高速到低速移动、室外到室内的各种系统运营环境, 在网络结构上应包括二层: 高层宏小区和低层微小区或微微小区。它们在同一个地区共享同一个归属位置寄存器(HLR), 为了与传统的宏小区的 HLR 有所区别, 我们称之为 MHLR。3G 手机为多模多频手机, 能在各层工作。一旦低速手机进入微小区(住宅或办公室及附近区域), 便进入微小区或微微小区工作。如果该手机在通话中从宏小区到微小区, 则只进行用户登记, 不进行切换。

手机在注册微小区的登记过程如下: (1) 微小区在确认手机后, 通知访问者位置寄存器(VLR); (2) VLR 通知 MHLR, 进行位置更新; (3) MHLR 通知原宏小区的 VLR, 除去该寄存器的旧记录(注销)。

2 移动性管理策略

2.1 模型假设

根据实际用户情况, 我们将移动用户分为二类: 低速用户和高速用户。低速用户在给定的住宅和办公楼周围作微运动(micro movement), 高速用户则在汽车或公共交通工具上作宏运动(macro movement)。低速用户通常作随机步行(Random Walk), 高速用户则在汽车或公共交通工具上作大移动(Big Move, 简记 BM)。低速用户与高速用户的识别可通过一定的算法获得。随机步行和大移动构成用户移动模型。

我们假设: 3G 系统为具有密集格子一样基站分布的系统。系统可划分几个不相交的寻呼区域(PA)。PA 为面积 $A = \pi R^2$ 的蜂窝。PA 通过基站(接口)能够确定地寻呼用户。基站接口在控制信道中有规则地广播系统中自己的位置(x, y)坐标。手机能自动确认自己当前的 PA。它们能够利用基站发来的(x, y)坐标计算从覆盖它当前位置的 PA 到覆盖它前次 PA 的距离。它同时有一个时钟进行登记后的计时。用户呼出和接

收来呼分别为速率为 λ_{co} 和 λ_{ci} 的泊松过程, 在时间段 t 内事件 x 出现的概率为:

$$\text{Prob}\{ \text{在时间段 } t \text{ 内事件 } X \text{ 出现} \} = 1 - e^{-\lambda t} \quad (1)$$

其中, X 分别为 C_o 或 C_i 。有时, 用户由于高速运动或手机处于关机等等原因不能对寻呼进行响应。从而存在寻呼无效或寻呼无响应的概率 P_{NR} 。

对于微运动, 考虑随机步行模型。假设在 $t = 0$ 时刻用户处于起始位置的情况下, 有:

$$\text{Prob}\{ \text{在 } t \text{ 时刻用户离原始位置距离} < x \} = 1 - e^{-x^2/2\alpha} \quad (2)$$

其中, α 是随机步行速度参数, 即: 如果某用户每 T 时间步行 S 尺寸步, 则 $\alpha = S^2/T^{[1]}$ 。

根据文献[1]的经验数值, 作大移动的用户其运动为径向均匀并满足指数分布:

$$\text{Prob}\{ \text{大移动的距离} < d \} = F_{BM}(d) = 1 - e^{-\tau d} \quad (3)$$

其中, $1/\tau$ 为移动的平均距离, 大移动可视作以到达速率为 β_{BM} 的 Poisson 过程。在给定相对于 PA 尺寸的车速情况下, 大移动随径向距离 d 发生的概率为:

$$f_{BM}(d) = F'_{BM}(d) = \tau e^{-\tau d} \quad (4)$$

2.2 更新策略和寻呼策略

在更新策略上, 3G 系统采用前述三种动态位置更新策略。在寻呼策略上采用智能寻呼的策略。

为简化起见, 假设用户在整个 PA 区均匀分布, 首次登记在 PA 的中心。设置一个边界距离 D , 如果一个用户离开用户前次登记的 PA 的中心距离大于 D , 那么它就自动更新。 D 称为触发位置更新的距离。为克服位置更新的“乒乓”现象, 我们可使用户离开它们的 RA 并不马上更新, 而是以周期 T_{min} 周期性地检查他们的位置。只有连续两个周期在新的 PA 才更新。这样有二个效果: 当用户高速运动时, 避免了产生一连串快速的更新。特别当我们假设一次大的移动最多产生一次更新而不管其距离远近。第二个效果当用户在 RA 边界附近随机步行时可以减少更新次数。

设 PA 的半径为 R , 则

$$D = (2i - 1)R, i = 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

当呼叫用户的请求到达后, 并不是立即在 RA 中的所有小区展开寻呼, 系统根据一定算法开始一个寻呼顺序。定义一个分开寻呼的顺序, 每个区域的 PA 轮流寻呼用户。连续下去直至被呼用户响应, 或者, RA 中所有的 PA 被寻呼到。在这里, 我们采用由中心圆陆续增大环绕用户上次更新位置的环, 直至被呼用户响应的方法。

首先用户登记的 PA 被寻呼, 然后, 所有相邻的 PA 被寻呼, 再是下一个相邻 PA, 这样, 连续的环形扩展下去一直到 PA 的边缘。它改善了原有的寻呼策略, 即不需要将所有的相邻 PA 全体寻呼一遍。

设 $\{r_0 = 0, r_1, r_2, \dots, r_k = D\}$ 是被寻呼连续环尺寸, P_i 是寻呼时用户在离中心 r_i 以外的概率, 那么, 平均被寻呼小区的数目 \bar{P} 为

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^k (P_{i-1} - P_i) \frac{r_i^2 - r_{i-1}^2}{R^2} \quad (6)$$

式中, $(P_{i-1} - P_i)$ 为寻呼用户在离中心 r_i 和 r_{i-1} 之间的第 i 个被寻呼连续环内的概率, $\frac{r_i^2 - r_{i-1}^2}{R^2}$ 为第 i 个被寻呼连续环的面积与 PA 的面积之比, 该值即为第 i 个被寻呼连续环包含的寻呼小区数目。

为简化分析问题起见, 假设用户在 RA 内均匀分布, 则

$$P_i = \frac{D^2 - r_i^2}{D^2} = 1 - \left(\frac{r_i}{D}\right)^2 \quad (7)$$

明显, 由于 $r_0 = 0$; $r_k = D$, 有 $P_0 = 1$; $P_k = 0$ 。

2.3 更新业务量计算

结合上述模型, 计算更新业务量和寻呼业务量。设 bu 和 bp 分别为一次更新和用于 PA 一次寻呼所需业务量。

更新业务包括三部分。

(1) 假设呼入、呼出的自动更新是自由的, 如果移动距离离它的现有的登记的距离大于 D , 将触发一次更新。

$$\begin{aligned} \text{Traffic}_{BM} &= (\text{BM 的发生概率}) \cdot \text{Prob}\{BM > D\} \cdot bu \\ &= \lambda_{BM} \cdot [1 - F_{BM}(D)] \cdot bu \end{aligned} \quad (8)$$

其中, λ_{BM} 为整个小区平均大移动发生概率; $F_{BM}(D)$ 为大移动径向距离小于 D 的概率。这里我们忽略了相比非常小的随机步行成份的影响。

(2) 如果从最新一次位置更新 (LU) 开始计时的时间到达 Tu , 那么, 手机将触发一次超时更新。而超时计时器从 0 开始计时到 Tu 期间, 有四种可能会引起非超时更新事件: (a) 用户响应来呼, 进行了隐含登记; (b) 用户主呼, 进行了隐含登记; (c) 大移动, 径向移动距离大于 D , 触发一次 LU; (d) 随机步行造成更新。由于第四项随机步行造成更新与前三项非超时更新相比太小可忽略。设 p_{NR} 为网络寻呼用户, 而用户由于某种原因未响应的概率。所以, 非超时更新事件的到达速率为:

$$\lambda' = \lambda_C(1 - p_{NR}) + \lambda_{CO} + \lambda_{BM}[1 - F_{BM}(D)] \quad (9)$$

设 μ 为用户移动性 (用户改变 RA 的频率), 那么, 非超时更新事件的有效次数期望值为

$$\rho = \lambda' / \mu \quad (10)$$

为了对超时更新数目进行计数, 在每一次出现非超时引起的更新均使超时更新计时器复位 (重新开始计时), 在未发起其它 LU 的情况下, 对长度 Tu 的整数周期数进行计数。

故超时引起更新的业务量为

$$\text{Traffic}_{TO} = (\text{非超时引起更新的有效次数期望值})$$

$$\begin{aligned} & \cdot \sum_{i=0}^{\infty} i \text{Prob}\{iTu \leq t \leq (i+1)Tu\} bu \\ &= \rho \cdot \sum_{i=0}^{\infty} i \{ \text{Prob}\{t \leq (i+1)Tu - \text{Prob}\{t \leq iTu\} \} \} bu \\ &= \rho \cdot \sum_{i=0}^{\infty} i [e^{-\lambda iTu} - e^{-\lambda(i+1)Tu}] bu \\ &= \frac{\rho}{e^{\lambda Tu} - 1} bu \end{aligned} \quad (11)$$

上式中, $\frac{\rho}{e^{\lambda Tu} - 1}$ 可看成超时引起的更新次数期望值。

(3) 那些做随机步行穿越 RA 边界的用户激活一次更新。并假设在新的 RA 更新后, 不会马上折回原 RA 进行更新。如

果 $P'_{RW}(r, R, D, t)$ 是一个起初均匀分布在一个半径为 R 的 PA 内做随机步行的用户, 在时间 t 后, 离 PA 中心位置的距离 r 如果大于 D , 它们进行位置更新的概率。设 $P_{RW}(r, R, D, \lambda', Tu)$ 是 $P'_{RW}(r, R, D, t)$ 在内部更新计时时间到 Tu 时的平均概率, 即

$$P_{RW}(r, R, D, \lambda', Tu) = \int_0^{Tu} P'_{RW}(r, R, D, t) \frac{\lambda' e^{-\lambda' t}}{1 - e^{-\lambda' Tu}} dt \quad (12)$$

那么, 由随机步行穿越 PA 边界的用户激活的更新业务量为:

$$\begin{aligned} \text{Traffic}_{RW} &= \{ \text{非超时引起更新次数期望值} \cdot P[r > D \text{ 到 } Tu \text{ 内 } RW \text{ 的} \\ & \quad r > D \text{ 的平均概率}] \\ & + \text{超时引起更新次数期望值} \cdot P[r > D \text{ 的概率}] \} bu \\ &= [\text{非超时引起更新次数期望值} P_{RW}(r, R, D, \lambda', Tu) \\ & + \text{超时引起更新次数期望值} P'_{RW}(r, R, D, t)] bu \\ &= [\rho \cdot P_{RW}(r, R, D, \lambda', Tu) + \frac{\rho}{e^{\lambda' Tu} - 1} \cdot P'_{RW}(r, R, D, t)] bu \end{aligned} \quad (13)$$

P_{RW} 和 P'_{RW} 是包括 Bessel 函数和 Fourier 系列热平衡等式的解式^[1]。

2.4 寻呼业务量计算

寻呼业务包括四部分。

(1) 如果一个呼叫到达, 而系统判定手机在微小区, 则直接在所在的 PA 呼叫。为保证呼中的可靠性, 所在的 PA 要保证其有效的呼叫覆盖范围。如果手机未响应 (处于关机或其它原因), 则认为呼叫失败。我们假设 P_{MICRO} 代表一天内用户在微小区的概率。

(2) 如果手机用户不在微小区时, 当一个呼叫到达, 手机未响应 (处于关机或其它原因), 那么所有在半径 D 以内的 PA 区被寻呼一遍。

$$\text{Traffic}_{P/NR} = (1 - P_{MICRO}) \cdot (\text{呼叫到达次数期望值})$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{Prob}\{ \text{无响应} \} \cdot (\text{半径 } D \text{ 内 PA 个数}) bp \\ &= (1 - P_{MICRO}) \cdot \rho_C P_{NR} \frac{D^2}{R^2} bp \end{aligned} \quad (14)$$

(3) 如果手机用户不在微小区时, 当大移动小于 D , 假设大移动比任何随机步行成份要大, 连续二次小于 D 的大移动事件发生的概率可以忽略。

设用户响应来呼及穿越 RA 边界大移动的到达速率为

$$\lambda = \lambda_C(1 - p_{NR}) + \lambda_{BM}[1 - F_{BM}(D)] \quad (15)$$

则:

$$\text{Traffic}_{P/BM} = (1 - P_{MICRO}) \cdot (\text{呼叫到达次数期望值}) \cdot \text{Prob}\{ \text{响应} \}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{Prob}\{ \text{上次事件无超时} \} \\ & \cdot \text{Prob}\{ \text{本次事件是大移动/上次事件无超时} \} \\ & \cdot \text{Prob}\{ \text{大移动} < D \} \cdot (\text{平均的呼叫小区个数}) \cdot bp \\ &= (1 - P_{MICRO}) \cdot \rho_C (1 - p_{NR}) (1 - e^{-\lambda Tu}) \frac{\lambda_{BM}}{\lambda} \\ & \quad \cdot F_{BM}(D) \cdot \frac{\int_0^D r^2 f_{BM}(r) dr}{R^2 F_{BM}(D)} \cdot bp \\ &= (1 - P_{MICRO}) \cdot \rho_C (1 - p_{NR}) (1 - e^{-\lambda Tu}) \frac{\lambda_{BM}}{\lambda} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot F_{BM}(D) \cdot \frac{\int_0^D r^2 \gamma e^{-\gamma r} dr}{R^2 F_{BM}(D)} \cdot bp \\
 & = (1 - P_{MICRO}) \cdot \rho_{CI}(1 - P_{NR})(1 - e^{-\lambda u}) \frac{\lambda_{BM}}{\lambda} \\
 & \cdot \frac{2}{R^2} \left[\frac{1}{\gamma^2} - \left(\frac{D^2}{2} + \frac{D}{\gamma} + \frac{1}{\gamma^2} \right) e^{-\gamma D} \right] \cdot bp \\
 & \approx (1 - P_{MICRO}) \cdot \rho_{CI}(1 - P_{NR})(1 - e^{-\lambda u}) \frac{\lambda_{BM}}{\lambda} \frac{2}{R^2} \\
 & \cdot \left[\frac{1}{\gamma^2} - \left(\frac{D^2}{2} + \frac{D}{\gamma} + \frac{1}{\gamma^2} \right) (1 - \gamma D + \frac{(\gamma D)^2}{2}) \right] \cdot bp \quad \gamma D \ll 1 \\
 & \approx (1 - P_{MICRO}) \cdot \rho_{CI}(1 - P_{NR})(1 - e^{-\lambda u}) \frac{\lambda_{BM}}{\lambda} \\
 & \cdot \frac{\gamma D^3}{R^2} \cdot bp, \quad \gamma D \ll 1 \quad (16)
 \end{aligned}$$

(4) 对于手机用户不在微小区时, 当从前次更新之后, 用户只作随机步行的情况. 寻呼采用由中心圆陆续增大环绕用户上次更新位置环的方法. 有

$$\begin{aligned}
 \text{Traffic}_{p/RM} &= (1 - P_{MICRO}) \\
 & \cdot (\text{呼叫到达次数期望值}) \cdot \text{Prob}/\text{响应}/ \\
 & \cdot \text{Prob}/\text{上次事件无超时}/ \\
 & \cdot \text{Prob}/\text{本次是 RW}/\text{上次事件无超时}/ \\
 & \cdot (\text{平均的呼叫小区个数}) \cdot bp \\
 & = (1 - P_{MICRO}) \\
 & \cdot (\text{呼叫到达次数期望值}) \cdot \text{Prob}/\text{响应}/ \\
 & \cdot \text{Prob}/\text{上次事件无超时}/ \\
 & \cdot \{1 - \text{Prob}/\text{本次是 BM}/\text{上次事件无超时}/\} \\
 & \cdot (\text{平均的呼叫小区个数}) \cdot bp \\
 & = (1 - P_{MICRO}) \cdot \rho_{CI}(1 - P_{NR}) \\
 & \cdot (1 - e^{-\lambda u}) \left[1 - \frac{\lambda_{BM}}{\lambda} \right] \cdot \bar{P} \cdot bp \quad (17)
 \end{aligned}$$

这里 \bar{P} 由式(6)给出, $r_i = (2i - 1)R$, 且 $r_k = D$, $P_i = P_{RW}(r_i, R, D, \lambda', Tu)$.

3 参数优化与性能分析

假设对于系统设计者来说, 可以控制的参数只有位置登记半径 D 、寻呼边界 R 和更新周期 Tu .

3.1 参数的选择

对于大移动: 平均移动距离 $1/\tau = 6800\text{m}$, 一天中每个用户平均大移动的产生的速率 $\lambda_{BM} = 4.5$ 次/天; 对于随机步行: $\alpha = 2\text{m}^2/\text{s}$; 对于 PA 尺寸: 宏蜂窝: $R = 1000\text{m}$; 微蜂窝: $R = 500\text{m}$; 每个用户呼入呼出速率: $\lambda_{CO} = \lambda_{CI} = 5$ 次呼叫/天; 寻呼时用户无响应概率: $P_{NR} = 5\% = 0.05$; 由于我们假设只要有微小区覆盖, 低速用户均进入微小区. 通常当用户在家或在办公室时, 此时用户进入微小区工作. 因此, 可以从用户在家或在办公室的时间长度确定用户在微蜂窝的逗留时间. 假设用户每天在家 8 小时、在办公室 8 小时, 则 $P_{MICRO} = 16/24 = 2/3$.

有一点可定性看出: 更新次数的减少意味着 Tu 将很大. 由于超时更新时间 Tu 在实际系统中往往很长 (小时级), 所以, 我们假设 Tu 从最小更新间隔: 5 分钟至 8 小时之间变化时对寻呼、更新及总业务量的变化, 在选定较佳的 Tu 后, 再

分析业务量与其它参数的关系.

考虑数据库接入测量寻呼和更新成本的方法. 并假设 $bp = bu = 1$ 个接入单位. 所以我们得出的成本单位 (业务量) 是访问网络数据库的次数.

对于由于寻呼和位置更新造成的总业务量, 通过相应的加权因子给予加权:

$$C_{\text{total}} = A \cdot C_{\text{page}} + B \cdot C_{\text{update}} \quad (18)$$

其中 A 代表在寻呼和更新事件中寻呼的发生概率, B 代表在寻呼和更新事件中更新的发生概率, $A + B = 1$.

这里, 假设 $A = 0.6, B = 0.4$.

3.2 结果与分析

我们的优化思路是: (1) 确定 Tu ; (2) 确定 D/R ; (3) 分析其它参数.

图 1 首先给出了更新周期 Tu 的变化对寻呼、更新及总业务量的影响. 从图中可以看出, 当 Tu 很小时, 更新业务非常大, 随着 Tu 的增大, 更新业务下降明显. 寻呼业务上升缓慢. 总业务量在 $Tu = 1 \sim 2$ 小时达到最小. 取 $Tu = 2$ 小时. 在实际系统中, 如中国电信 GSM 网, Tu 取 1 小时, 从图 1 可以看出, 更新业务和寻呼业务也是比较小的.

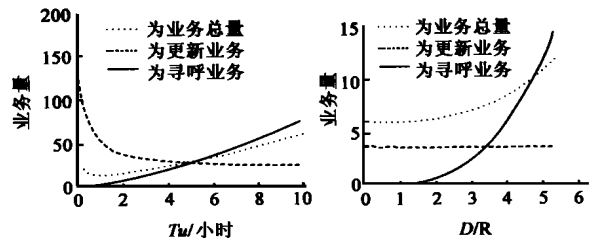


图 1 更新周期 Tu 的变化对寻呼、更新及总业务量的影响

图 2 给出了 D/R 的变化对寻呼和更新业务及总业务量的影响. 从图中可以看出, 更新业务随着 D/R 的增大几乎无变化, 寻呼业务从 $D/R = 1$ 开始增大明显, 更新业务和寻呼业务在 $D/R = 3 \sim 4$ 之间相交. 总业务量在 $D/R \leq 4$ 时变化比较平稳.

由于多径传输和阴影衰落的影响, 一个用户某次小移动可能改变原有的 RA, 从而造成无谓的位置更新, 出现位置更新上的“乒乓”现象. 为避免出现这种现象, D 必须至少等于 $3R$ 或 $5R$. 另外, 在进行计算机进行各类情况模拟时发现为了使这些变量优化起作用, D 必须至少是 $3R$ 或 $5R$, 在实际运用时, 具体取值还要根据电波传播具体情况而定. 我们取 $D/R = 3$.

为了更好地说明问题, 图 3 给出了总业务量与 Tu 和 D/R 的变化的三维图. 从图中看出, 我们所选的 $Tu = 2$ 小时, $D/R = 3$ 基本属最佳的情况.

图 4 给出了 3G 分层系统与单层系统的性能比较. P 代表寻呼业务量; U 代表更新业务量; C 代表总业务量. 1 代表 3G 分层系统; 2 表示 3G 单层系统.

从图中可以看出, 3G 单层系统的寻呼业务、更新业务和总业务较 3G 分层系统要大. 即采用 3G 分层系统较 3G 单层

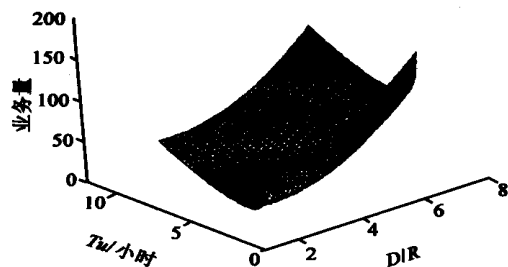


图3 总业务量受 T_m 和 D/R 变化影响 ($a=0.6$ $b=0.4$)

系统要好.

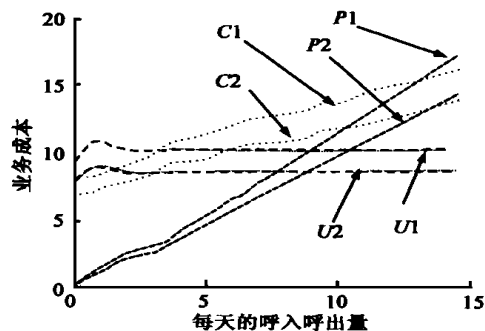


图4 3G 分层系统与单层系统的性能比较

4 结束语

本文首先给出了移动性管理的概念. 为进一步减少 3G 系统的移动性管理业务量, 提出实际可操作性强的更新策略和智能寻呼策略; 分析了位置更新和寻呼造成的业务量的组成和成本模型; 对成本模型提出优化步骤. 对 3G 分层系统与

单层系统的性能进行了比较. 得出采用 3G 分层系统的寻呼业务、更新业务和总业务成本较 3G 单层系统要小. 即采用 3G 分层系统较 3G 单层系统要好.

参考文献:

- [1] T. X. . Brown and S. Mohan. Mobility management for personal communications systems [J]. IEEE Trans. Veh. Technol. , 1997, 46(2): 269 - 278.
- [2] S. J. Kim and Chae Y. Lee. Modeling and analysis of the dynamic location registration and paging in microcellular systems [J]. IEEE Trans. Veh. Technol. , 1996, 45(1): 82- 90.
- [3] LIN Yibing and HWANG Shur yuen. Comparing the PCS location tracking strategies [J]. IEEE Trans. Veh. Technol. , 1996, 45(1): 114 - 121.
- [4] I G L, et al. A microcell/ macrocell cellular architecture for low- and high mobility wireless users [J]. IEEE Jour, on SAC, 1993, 11(6): 885 - 891.
- [5] Lyberopoulos G L, et al. Intelligent paging strategies for third generation mobile telecommunication systems [J]. IEEE Trans, on VT, 1995, 44 (3): 543- 554.
- [6] 章坚武. 个人通信分层系统的研究 [D]. 杭州: 浙江大学研究生院, 1999.

作者简介:

章坚武 副教授, 1999 年获浙江大学通信与信息系统专业博士学位. 现为杭州电子工业学院通信工程学院副院长, 浙江大学信息学院博士后. 研究领域包括: 移动通信、个人通信、智能天线与软件无线电技术等.