

基于掩码推进的电调天线设备树形扫描算法

李文生¹, 罗仁泽^{1,2}, 蔡铭昌³, 吕 焱¹, 邓春健¹

(1. 电子科技大学中山学院 计算机工程系, 广东 中山 528402; 2. 西南石油大学 电气信息学院, 成都 610500;

3. 台湾大学 电机工程学系, 台北 000222)

(lws7166@126.com)

摘 要:针对 AISG 协议要求和电调天线设备唯一标识符 (UID) 编码特点, 提出基于掩码推进的电调天线设备 (ALD) 树型扫描算法, 扫描过程中发生碰撞时通过掩码推进生成新的扫描分支。理论和仿真分析表明: 1 位掩码推进 (二叉) 树型扫描算法和 2 位掩码推进 (四叉) 树形扫描算法性能相似, 而且性能接近最优。实际开发的电调天线控制系统采用 2 位掩码推进 (四叉) 树形扫描算法。实践证明, 该算法具有较好的适用性, 可以快速准确扫描识别不同厂家的各种 ALD。

关键词:电调天线控制系统; AISG 协议; 掩码推进; 树形扫描算法

中图分类号: TN929.5; TP301.6 **文献标志码:** A

Query tree scanning algorithm for antenna line device based on mask promotion

LI Wen-sheng¹, LUO Ren-ze^{1,2}, CAI Ming-chang³, LÜ Yi¹, DENG Chun-jian¹

(1. Department of Computer Engineering, Zhongshan Institute,

University of Electronic Science and Technology of China, Zhongshan Guangdong 528402, China;

2. School of Electrical Engineering and Information, Southwest Petroleum University, Chengdu Sichuan 610500, China;

3. Department of Electrical Engineering, National Taiwan University, Taipei Taiwan 000222, China)

Abstract: Concerning the requirements of Antenna Interface Standard Group (AISG) protocol and encoding features of Unique ID (ID) of Antenna Line Devices (ALD), a query tree ALD scanning algorithm based on mask promotion was proposed. When collision occurred during ALD scanning, new scanning branches would be generated through mask promotion. Theoretic analysis and computer simulations show that performances of 1-bit mask promotion (binary tree) scanning algorithm and 2-bit mask promotion (quardtree) scanning algorithm are not only similar but also close to the optimal. The 2-bit mask promotion (quardtree) scanning algorithm was adopted in the Remote Electrical antenna Tilting (RET) control system, and the application shows that the algorithm has better adaptability and can scan various ALD devices from different vendors quickly and accurately.

Key words: Remote Electrical antenna Tilting (RET) control system; Antenna Interface Standard Group (AISG) Protocol; mask promotion; query tree scanning algorithm

0 引言

随着 3G 时代的到来, 无线通信网络的优化调整将越来越频繁, 电调天线在有效增强小区覆盖的同时还能减少对邻区的干扰, 具有实时性好、精度高、调整范围广、调节方便等优点^[1-2]。电调天线控制系统 (RET Control System, RCS) 主要用于对电调天线远程控制单元 (Remote Control Unit, RCU)、塔顶放大器 (Tower Mounted amplifier, TMA) 等电调天线设备 (Antenna Line Device, ALD) 的进行远程监测和控制。

AISG (Antenna Interface Standard Group) 协议^[1]以及 3GPP 相关规范^[2-6]是为了实现不同厂商的电调天线控制系统和 ALD 之间的兼容性和互操作性而提出的天线接口标准和协议规范。按照 AISG 和 3GPP 要求, RCS 要实现对 ALD 的监控操作, 必须首先获取挂接在网络上的所有 ALD 的基本信

息。扫描作为 AISG 协议第二层的一部分, 主要完成对挂接在网络上的 ALD 的搜索, 并进行设备信息的收集, 包括唯一性标志码 (Unique ID, UID)、设备类型等, 然后 AISG 协议第二层和第七层的其他相关指令再根据这些信息进行后续的操作, 如分配 HDLC 地址、建立链路、设置倾角、调整增益、更新固件等。可以说 ALD 扫描是实现电调天线控制系统与 ALD 之间通信控制过程中最关键的一步。

尽管目前电调天线应用越来越普及, 但是关于 AISG 协议研究的相关的文献并不多见, 涉及到 ALD 扫描算法的文献更是少之又少, 以致不同厂商对协议的具体实现存在一些差异, 在实际应用中经常出现扫描速度慢甚至设备漏扫的情况, 给 ALD 的监控和网络优化带来严重的潜在问题。

本文将系统论述 AISG 协议下 ALD 扫描算法的实现原理, 针对 AISG 协议通信方式和 ALD UID 编码特点, 借鉴当前

收稿日期: 2010-11-01; 修回日期: 2011-01-31。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (61072073); 广东省科技计划项目 (2008B010200032)。

作者简介: 李文生 (1966-), 男, 湖南郴州人, 副教授, 主要研究方向: 嵌入式软件、多媒体处理与通信; 罗仁泽 (1972-), 男, 四川成都人, 教授, 博士, 主要研究方向: 数字信号处理; 蔡铭昌 (1965-), 男, 台湾台北人, 教授, 博士, 主要研究方向: 移动通信; 吕焱 (1981-), 男, 山西大同人, 讲师, 主要研究方向: 智能控制; 邓春健 (1980-), 男, 广东韶关人, 副教授, 博士, 主要研究方向: 信息显示、通信。

RFID 防碰撞算法思想,提出基于掩码推进的树形 ALD 扫描算法,并对提出的算法进行了理论和仿真实验分析。

1 基于 AISG 协议的 ALD 扫描过程分析

AISG 协议规定物理层通信采用 RS485 标准, RCS 和 ALD 之间采用主从方式进行通信^[1-2], RCS (主设备) 发送 HDLC 帧给 ALD (从设备), 从设备进行回应。

ALD 启动时处于无地址状态, 这时主设备只能通过广播封装了 XID (eXchange ID) 帧的 HDLC 帧与这些 ALD 进行通信。XID 帧格式如下:

FI	GI	GL	PI	PL	PV	PI	PL	PV	...
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

其中: FI 为格式标识, GI 为组标识, GL 表示后面所有参数所占的长度, PI 为参数标识, PL 表示参数字节数, PV 表示参数的具体值。PI、PL、PV 共 3 个字段构成一个参数整体。一个 XID 帧可具有多个参数, 参数的顺序是没有具体规定的, 因为参数是通过 PI 来标识的。

AISG 协议除了对扫描 XID 帧格式进行了规定外, 对扫描的实现只是提供了原则性建议, 即采用试探的方法和 XID 通信方式逐步扫描搜索获取网络上的 ALD 信息。按照这个原则性的建议, 我们可以将 ALD 扫描过程细化描述如下:

首先主设备构造扫描 XID 帧, 该 XID 帧包括两个参数, 一个是将与 ALD UID 进行匹配比较的匹配码串, 其参数标志 PI=1, 另一个是掩码串 (Bit Mask), 其参数标志 PI=3, 它决定在扫描过程中需要将 ALD UID 的哪些位和匹配码串进行比较。这两个参数的字节长度必须一致。然后主设备将扫描 XID 帧广播到所有的 ALD。

一个 ALD 收到扫描 XID 帧后, 如果它处于已赋地址状态, 它将不做任何处理和回应。如果它处于无地址状态, 它将首先从该 XID 帧中解析出匹配码串和掩码串, 然后将自身的 UID 与掩码串进行掩码运算 (即按位与运算), 将掩码运算的结果与解析出来的匹配码串进行比较, 如果匹配一致, 则回应一个 XID 响应帧, 该 XID 响应帧包括 ALD 完整 UID (PI=1)、设备类型 (PI=4) 等信息; 如果不匹配, 则不做任何回应。

当主设备发送一个扫描 XID 帧后, 如果同时有多个 ALD 与之匹配, 它们都会进行响应, 但由于它们同时共享一条 485 总线, 这样就会出现信号叠加而发生碰撞, 从而导致主设备收到一个 CRC 错误响应帧, 需要继续往下扫描; 如果只有一个电调天线设备匹配, 则主设备会收到一个正常的 XID 响应帧, 标志成功扫描到一个电调天线设备。成功扫描到一个设备后, 主机机会给它赋一个临时的 HDLC 地址, 以便它对之后的扫描 XID 帧不再作任何回应; 如果没有电调天线设备匹配, 则主设备在指定的时间内不会收到任何回应。

这样主设备通过不断发送探测性的扫描 XID 帧, 不断缩小 ALD UID 的扫描范围, 直至对唯一的 ALD 进行扫描识别, 并通过循环操作, 依次扫描识别所有 ALD。

从主设备广播一条设备扫描帧到收到 ALD 反馈的时间范围称为一个 ALD 扫描周期, 按照每一个扫描周期中总线上 ALD 的回应情况可以分成如下 3 种。

冲突周期 有两个或两个以上的 ALD 同时响应主设备发出的扫描 XID 帧, 回应信号发生叠加干扰造成碰撞, 主设备只能收到一个 CRC 错误帧, 从而无法正确获取相关 ALD 的信息。

空闲周期 没有任何 ALD 回应。

可读周期 有而且只有一个 ALD 回应, 主设备能够接收到正确的应答帧, 从而成功获取该 ALD 的 UID 等基本信息。

在 AISG 协议中, 只是对 ALD 扫描涉及到的 XID 帧的结构进行了描述, 并提出采用试探性的策略扫描网络上的 ALD, 但是对扫描的具体实现方法并没有给出详细的说明或提供参考的算法, 需要各个厂商在开发电调天线控制系统时自己设计相应的扫描算法, 造成不同的厂商扫描算法实现方式上存在较大的差异, 在设备扫描过程中存在漏扫或扫描时间过长等问题。

2 基于掩码推进的 ALD 树形扫描算法

ALD 扫描算法的主要目标就是提出一个有效的扫描 XID 帧的构造策略, 合理设置 XID 帧中的掩码串和匹配码串, 以便保证所有设备能够正确扫描识别的情况下有效减少碰撞周期和空闲周期的数量, 提高扫描效率。

从 ALD 扫描过程来看, 类似于防碰撞 (Anti-Collision) 问题。一般来讲, 防冲突问题有两类解决方案: 一类是基于动态时隙 ALOHA 算法, 但这一类算法要求主设备负责时隙的同步, 这不符合 AISG 协议规定; 另一类是基于查询树搜索算法, 该类算法的核心思想是主设备发送匹配码串到从设备进行查询, 如果发生碰撞, 则从不同分支扩展匹配码串继续查询, 直到冲突完全分解, 识别所用设备。常见的有基于二叉树搜索算法^[7]、四叉树搜索算法^[8-9]和其他混合查找树搜索算法^[10-11]等。另外还有一些是以上述算法为基础, 根据从设备反馈情况自适应地作出搜索调整的自适应搜索算法。

从 AISG 协议的特点来看, ALD 扫描比较适合采用树形搜索算法。但是 ALD 扫描过程中只能通过 CRC 校验码来判别是否发生了碰撞, 而不像 RFID 识别过程中采用曼彻斯特 (Manchester) 编码能够获得准确的碰撞位置和碰撞位数, 因此自适应树形搜索算法也不适合 AISG 协议 ALD 扫描。

本文从 AISG 协议通信方式和 ALD 的 UID 编码特点出发, 提出基于掩码推进的树型扫描算法。

2.1 UID 编码特点分析和利用

AISG 协议规定, ALD UID 由 2 字节的厂商 ID 和不超过 17 字节的序列号构成^[2], 厂商 ID 由 AISG 组织统一规定, 而序列号由生产厂商自行制定, 一般采用产品编号 + 生产时间 + 顺序号编码方式, 因而一般情况下, ALD 序列号对应位置字符相同的概率是从左到右依次减小。另外由于一个电调天线网络可能涉及到不同厂家、不同型号、不同批次的 ALD, 而且不同厂家 ALD 编码规则不尽相同, 组网 ALD 的 UID 站在算法设计的角度无规律可循, 可以认为是随机的。为了减少扫描过程中的碰撞, 采用掩码从右到左逐步推进, 以基于后缀匹配的方法实现从右到左依次扫描设备 UID, 即在 ALD 扫描过程中, 逐渐向左增加掩码串位数并产生相应的匹配码串, 构造 XID 帧广播出去, 如果产生碰撞, 说明网络中存在具有多个和匹配码串一致的 ALD, 则掩码继续向左推进, 同时原匹配码左边增加新的搜索位, 构造 XID 帧再次广播出去, 最终实现对碰撞的分解, 依次识别所有 ALD。

由于一般情况下 ALD 的序列号是由数字字符构成, 而数字字符的高 4 位都是 0011, 所以扫描过程其实只需要关注数字字符的低 4 位, 当序列号的某个字节完成了低 4 位的扫描, 则可以跳过高 4 位直接前进到左边一个字节的最低位, 继续按照位进行扫描, 这样可以将扫描周期数减少 50% 左右。

2.2 算法基本思想

假设扫描过程中发生碰撞时掩码向左推进的位数为 m ($m = 1 \sim 4$), 则发生碰撞时, 掩码参数向左推进 m 位, 匹配码左边增加 m 位, 产生 $L = 2^m$ 个新的匹配码串, 亦即产生 L 个新的扫描分支后继续扫描, 整个搜索过程可以用一个 L -叉树表示。

特别地, 如果掩码推进的位数为 4, 发生碰撞时, 掩码串向左推进 4 位, 由于只需要关注 10 个新的扫描分支, 所以匹配码串是在原来基础上左边增加 4 位 (0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001 或 1010, 对应 10 个数字字符的低 4 位) 产生 10 个新的匹配码串, 亦即产生 10 个新的扫描分支继续扫描, 整个搜索过程可以用一个十叉树表示。

下面以 5 台 ALD 为例, 说明基于掩码推进的树型 ALD 扫描算法思想。为方便起见, 只考虑设备 UID 的最右边 3 个字节。假设 5 台设备的 UID 分别为 E1: 001, E2: 002, E3: 041, E4: 103, E5: 105, 它们的 ASCII 码二进制表示分别为:

```
00110000 00110000 00110001
00110000 00110000 00110010
00110000 00110100 00110001
00110001 00110000 00110011
00110001 00110000 00110101
```

采用 1 位掩码推进 (二叉)、2 位掩码推进 (四叉) 和 4 位掩码推进 (十叉) 3 种扫描算法的扫描过程可以用图 1 表示。

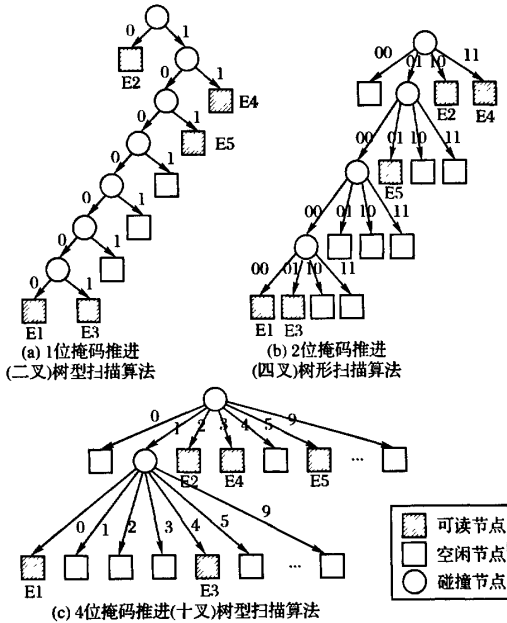


图1 基于掩码推进的树型扫描算法

2.3 算法具体描述

基于掩码推进的树型扫描算法可以借鉴 L -叉树层次遍历 (广度优先) 的思想, 自顶而下, 从左到右生成 L -叉树的各个节点和分支并进行访问, 根据该 L -叉树的节点的层次确定扫描 XID 帧的掩码串 (即掩码串位数 = 层次 $\times m$), 根据各个节点上面分支的编码确定新的匹配码串。

首先定义 L -叉数的节点的结构:

```
struct node
{
    string Mask; // 掩码串
```

万方数据

```
string Match;
```

```
// 匹配码串, 由该节点到根节点所经过的分支编码拼接而成
int MaskLen; // 位掩码串长度
```

```
};
```

因为只是整个扫描过程中形成一个类似于 L -叉树结构, 所以并不需要 L -叉的数据结构来存放节点之间的关系, 而只需要一个队列数据结构。基于掩码推进的树型扫描算法具体描述如下。

1) 初始化扫描队列 Q 为空。

2) 根据掩码推进位数 m 或搜索树的叉数 L 生成第一层节点并将它们加入到队列中。

3) 如果队列非空, 从队列中取出队头元素, 获取该队头元素的掩码串 Mask、匹配码串 Match 和掩码串长度 MaskLen 等信息, 以此构造扫描 XID 帧广播给网络上所有的 ALD。

4) 主设备发出扫描 XID 之后, 根据 ALD 的回应情况分别做相应处理:

a) 可读回应。主设备收到一个 CRC 正确的回应帧, 则成功扫描到一台 ALD, 获取该设备的基本信息包括 UID、设备类型等, 并根据该设备的 UID 构造一个地址 XID 帧发送给该设备, 给它赋一个临时 HDLC 地址, 以避免它之后再响应扫描 XID 帧。对于可读节点, 无须继续扫描下去。

b) 空闲回应。主设备在指定的时间周期内没有收到任何反馈, 说明没有任何 ALD 的 UID 与匹配码串相符。对于空闲节点, 同样无须继续扫描下去。

c) 碰撞回应。主设备收到一个 CRC 错误的回应帧, 说明有多个 ALD 的 UID 与扫描帧的匹配码串相符, 需要对 $L \leq 2^m$ 个分支继续扫描。对掩码串向左推进 m 位, 依次在匹配码左边扩展 m 位 (0 或 1) 得到 L 个节点 (对应的分支编码为 0, 1, ..., $L-1$), 将它们分别加入到队列中。

5) 如果队列为空, 则扫描过程结束, 否则转 3)。

2.4 算法性能分析

从图 1 可以直观看出, 对于基于 L -叉树的扫描算法, L 越小, 发生碰撞时产生的新的匹配码与 ALD UID 匹配的概率越大, 碰撞周期越多; L 越大, 发生碰撞时产生的新的匹配码与 ALD UID 匹配的概率则越小, 碰撞周期减少, 但空闲周期增加。下面分析扫描树的叉数 L 对扫描过程中的碰撞周期和空闲周期的影响, 以便于合理选择适当的扫描树结构, 使得在有效扫描全部 ALD 同时扫描时间开销达到最低。

设 ALD 扫描过程包括 C 个碰撞周期、 R 个可读周期、 E 个空闲周期, 为简化分析不妨假设 3 种周期的时间是相等的。这样扫描算法所消耗的时间取决于 3 种周期之和 $T = C + R + E$ 。

定理 1 假设网络上有 N 个待扫描的 ALD, 扫描算法采用 L -叉树扫描算法, 则扫描过程中碰撞周期和空闲周期的期望值是:

$$C = \sum_{k=0}^{\infty} L^k (1 - (1 - 1/L^k)^N - \frac{N}{L^k} (1 - 1/L^k)^{N-1}) \quad (1)$$

$$E = \sum_{k=0}^{\infty} L^k (1 - 1/L^k)^N \quad (2)$$

证明 假设在扫描过程中第 k 层的空闲周期数、可读周期数和碰撞周期数的期望值分别记为: $E(N, k)$ 、 $R(N, k)$ 和 $C(N, k)$, 则根据概率统计学知识有:

$$E(N, k) = L^k (1 - 1/L^k)^N \quad (3)$$

$$R(N, k) = L^k \cdot N \cdot (1/L^k) \cdot (1 - 1/L^k)^{N-1} = N(1 - 1/L^k)^{N-1} \quad (4)$$

根据满 L -叉树的性质有:

$$C(N,k) = L^k - E(N,k) - R(N,k) \tag{5}$$

将式(3)、(4)代入式(5)得到:

$$C(N,k) = L^k(1 - (1 - 1/L^k)^N - \frac{N}{L^k}(1 - 1/L^k)^{N-1}) \tag{6}$$

扫描过程中的碰撞周期总数是扫描树中各个层次的碰撞周期之和,空闲周期总数是各个层次的空闲周期之和,所以有:

$$C = \sum_{k=0}^{\infty} C(N,k) = \sum_{k=0}^{\infty} L^k [1 - (1 - 1/L^k)^N - \frac{N}{L^k}(1 - 1/L^k)^{N-1}] \tag{7}$$

$$E = \sum_{k=0}^{\infty} E(N,k) = \sum_{k=0}^{\infty} L^k (1 - 1/L^k)^N \tag{8}$$

式(1)~(2)给出了 ALD 扫描过程中 C 、 E 与 N 和 L 之间的关系。但这两个公式都过于复杂,不利于用户进行分析。通过计算机进行分析拟合获得的 C 、 E 与 N 和 L 之间的近似关系如表 2 所示。

表 2 L -叉树扫描性能表

L	$C(N)$	$E(N)$	$T(N)$
2	$1.625N$	$0.700N$	$3.325N$
3	$1.204N$	$0.956N$	$3.260N$
4	$0.803N$	$1.559N$	$3.362N$
5	$0.714N$	$1.829N$	$3.543N$
6	$0.621N$	$2.110N$	$3.731N$
7	$0.537N$	$2.287N$	$3.824N$
8	$0.446N$	$2.566N$	$4.012N$
9	$0.405N$	$2.748N$	$4.153N$
10	$0.385N$	$2.841N$	$4.226N$

从表 2 可以看出,3-叉树是性能最优的扫描搜索树,随着叉树的增加,尽管碰撞周期数逐步减少,但空闲周期数增加,整体扫描性能降低,这与文献[10]得出的结论基本一致。但是由于 3-叉树在基于掩码推进的树型扫描算法中不方便实现,所以我们可以如下结论。

结论 基于 1 位掩码推进的二叉扫描算法和基于 2 位掩码推进的四叉扫描算法性能相似,而且性能接近最优。

3 实验仿真与分析

为了验证上面提出的算法及其相关结论,通过计算机对上述算法进行仿真实验。针对设备数为 1~100 情况分别采用二叉、四叉、十叉扫描算法做 100 次仿真实验,结果取 100 次实验的平均值。每次实验首先根据 ALD 数产生一些随机编码作为 ALD 的 UID,然后采用 1 位掩码推进(二叉)树型扫描算法、2 位掩码推进(四叉)树型扫描算法、4 位掩码推进(十叉)树型扫描算法进行扫描。实验结果如图 2 所示。

图 2 为 3 种 ALD 扫描算法在不同设备数量情况下所需空闲周期总数、碰撞周期总数和全部扫描周期总数的比较。当 ALD 数为 $N=10,30,50,70,90$ 时,仿真测试得到的空闲周期、碰撞周期和扫描周期结果与表 2 的理论估算值误差均小于 4%,说明仿真测试与理论分析基本一致。

从实验仿真结果可以看出,1 位掩码推进(二叉)扫描算法的空闲周期最少,但碰撞周期最多;4 位掩码推进(十叉)扫描算法的碰撞周期最少,但空闲周期明显增多。2 位掩码推进(四叉)扫描算法在空周期和碰撞周期保持平衡。从整个

扫描周期来看,1 位掩码推进(二叉)树型扫描算法和 2 位掩码推进(四叉)树型扫描算法的性能相似,而且接近最优,这与理论分析得出的结论基本一致。

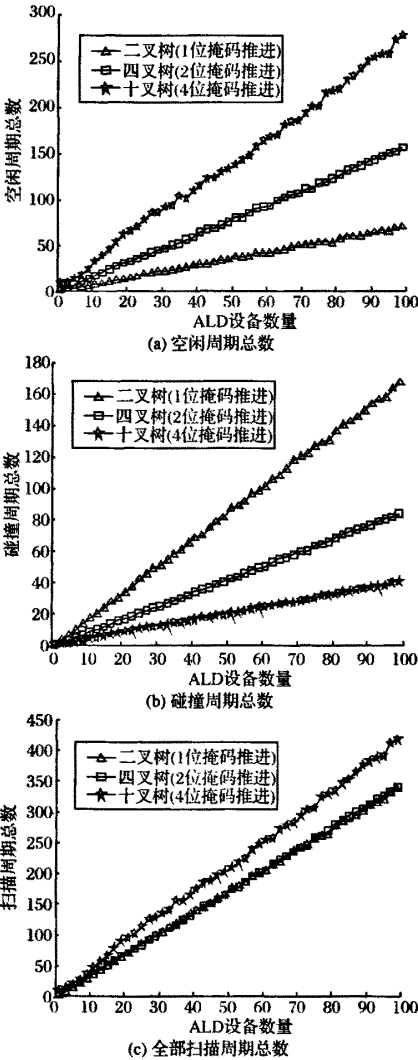


图 2 3 种 ALD 扫描算法性能比较

4 结语

本文从 AISG 协议通信方式和 ALD UID 编码特点出发,提出基于掩码推进的树型 ALD 扫描算法,该算法采用类似于 L -叉树层次遍历(广度优先)的思想逐步生成树的节点,并对碰撞节点进行分解,算法思想简洁,容易实现,算法的时间和空间效率较高。通过对这些扫描算法的理论和仿真分析,表明一位掩码推进(二叉)树型扫描算法和 2 位掩码推进(四叉)树型扫描算法性能相似,均优于 4 位掩码推进(十叉)树形扫描算法。我们实际开发的基于 AISG2.0 的电调天线控制系统采用了 2 位掩码推进(四叉)树型扫描算法。实践证明,该算法具有较好的适用性,能够快速准确地扫描不同厂家生产的 RCU、TMA 等 ALD。

参考文献:

[1] Standard No. AISG v2.0, Control interface for antenna line devices [S/OL]. [2010-05-10]. <http://aisg.torni.fi/AISG%20v2.0%20.pdf>.

4 相关工作

VMware 可以实现将主机 USB 设备透传到虚拟机内部。VMware Workstation 5 提供了两个端口的 USB 控制器。如果宿主机和客户机都支持 USB 的话,可以在虚拟机上使用两个 USB 设备。由于 VMWare 本身商业软件,所以本文只能以它的一些表现来分析实现机制。为了实现 USB 设备直接访问,VMWare 专门提供了一个 USB 驱动集合。当主机插入一个 USB 设备后,VMWare 的 USB 驱动接管了宿主机系统上原有的驱动,利用了 VMWare 开发的驱动接管了所有的 USB 设备,然后将这些 USB 设备的请求透传到虚拟机内部。

VirtualBox^[8]是由甲骨文公司研发的虚拟机软件,它提供了一套直接访问主机 USB 设备的解决方案,除了支持宿主机 USB 2.0 协议外,还可在连接上远程的 VirtualBox 的虚拟机后,将本地 USB 设备重定向到远程的虚拟机上。虽然 VirtualBox 的源代码采用开源方式,但这种开源是有限的,在 USB 方面则采用了保密方式。

在各类主流的虚拟机软件中,对 USB 设备的直接访问都可以作为各厂家保密的重点,业内也没有相关破解分析资料可以借鉴。所以对商用虚拟机访问 USB 设备的机制分析更多的是通过使用操作。但至少可以得出一点结论,VMWare 和 VirtualBox 都是在主机系统中注册了自己的 USB 驱动,由这些驱动托管了宿主机的 USB 设备。

表 1 各类 USB 设备测试结果

USB 设备	客户系统	QEMU 加载设备	客户机运行结果
Mass Storage	Linux 2.6 x86	成功	可实现 U 盘读写
Serial Port	Linux 2.6 x86	成功	可读出设备属性
以太网卡	Linux 2.6 x86	成功	可 ping 通网关
鼠标	Redhat 9.0	成功	可操作鼠标
WIFI 网卡	Windows PE	成功	可 ping 通网关

5 结语

虚拟机是对原有计算机系统结构的改进,主机的资源得到了以操作系统为单位的重新组织,提高了资源的利用率。同时,虚拟机能够提供了良好的软硬件隔离,增强了计算环境

的可复制性和可迁移性。为提升系统 QoS 和安全带来了新的解决方案。

但是,虚拟机模拟硬件的方法难以克服系统运行负担大和实现复杂性高的问题。如果实现直接访问硬件,可以最大限度地减少虚拟机的干涉,提高设备的访问速度,消除模拟硬件的开销。客户系统也可以利用现有的驱动程序,为不同硬件提供稳定高效的支持。

本文选择 QEMU 作为开发的基础,对直接硬件访问进行尝试,通过改进 QEMU 的体系结构,借助 USB 设备访问接口库,实现了虚拟机中客户系统直接访问真实 USB 接口设备,为提高虚拟机 I/O 性能做出了有益的尝试,目前该方法已应用于多款电信设备的虚拟化产品及仿真环境中。

参考文献:

- [1] SMITH J E, NAIR R. Virtual machines: architectures, implementations and applications [M]. [S. l.]: Morgan Kaufmann Publisher, 2004: 28-32.
- [2] 康华. 谈虚拟环境中设备访问的实现方法 [EB/OL]. (2007-08-27) [2010-08-23]. <http://blog.csdn.net/kanghua/archive>.
- [3] BARHAM P, DRAGOVIC B, FRASER K, *et al*. Xen and the art of virtualization [C]// Proceedings of the 19th ACM Symposium on Operating Systems Principles. New York: ACM, 2003: 164-177.
- [4] BELLARD F. QEMU, a fast and portable dynamic translator [C]// USENIX 2005: Proceedings of the USENIX Annual Technical Conference, FREENIX Track. Marriott Anaheim, CA: [s. n.], 2005: 41-46.
- [5] USB Implementers Forum. Universal serial bus specification revision 2.0 [EB/OL]. (2000-11-26) [2010-08-23]. <http://www.usb.org>.
- [6] WALDSPURGER C A. Memory resource management in VMware ESX server [C]// OSDI '02: Proceedings of the 5th Operating Systems Design and Implementation. Boston: USENIX Association, 2002: 137-142.
- [7] 魏莺, 张焕强, 方贵明. 基于 Linux 的 USB 驱动程序实现 [J]. 计算机应用, 2002, 22(8): 17-19.
- [8] WATSON J. VirtualBox: bits and bytes masquerading as machines [J]. Linux Journal, 2008, 2008(166): 1-4.

(上接第 1438 页)

- [2] 3GPP TS 25.460 V6.2.0, UTRAN iuant interface: General aspects and principles[S/OL]. [2010-05-10]. <http://www.quintillion.co.jp/3GPP/Specs/25460-620.pdf>.
- [3] 3GPP TS 25.461 V6.5.0, UTRAN iuant interface: Layer 1[S/OL]. [2010-05-10]. <http://www.quintillion.co.jp/3GPP/Specs/25461-650.pdf>.
- [4] 3 GPP TS 25.462 V6.3.0, UTRAN iuant interface: Signalling transport[S/OL]. [2010-05-10]. <http://www.quintillion.co.jp/3GPP/Specs/25462-630.pdf>.
- [5] 3GPP TS 25.463 V6.4.0, UTRAN iuant interface: Remote Electrical Tilting (RET) antennas Application Part (RETAP) signalling[S/OL]. [2010-05-10]. <http://www.quintillion.co.jp/3GPP/Specs/25463-640.pdf>.
- [6] 3GPP TS 25.466 V7.1.0, UTRAN iuant interface: Application part[S/OL]. [2010-05-10]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.466/25466-710.zip.
- [7] MYUNG J, LEE W. Adaptive binary splitting: A RFID tag collision

arbitration protocol for tag identification [J]. Mobile Networks and Applications, 2006, 11(5): 711-722.

- [8] KIM Y, KIM S, LEE S, *et al*. An anti-collision algorithm without idle cycle using 4-ary tree in RFID system [C]// Proceedings of the 3rd International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication. New York: ACM Press, 2009: 592-596.
- [9] KIM Y, KIM S, LEE S, *et al*. Improved 4-ary query tree algorithm for anti-collision in RFID system [C]// International Conference on Advanced Information Networking and Applications. Washington, DC: IEEE, 2009: 699-704.
- [10] MATHYS P, FLAJOLET P. Q-ary collision resolution algorithms in random access systems with free or blocked channel access [J]. IEEE Transactions on Information Theory, 1985, IT-31(2): 217-243.
- [11] RYU JIHO, LEE HOJIN, SEOK YONGHO, *et al*. A hybrid query tree protocol for tag collision arbitration in RFID systems [C]// International Conference on Communications. Washington, DC: IEEE, 2007: 5981-5986.

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果,又能免除您舟车劳顿的辛苦,学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>