

ZigBee 无线模块用户手册

ZM5168 ToF 测距

V1.00 Date:2016/11/28

产品用户手册

| 类别 | 内容 |
|-----|------------------------------------|
| 关键词 | ZigBee 无线模块, FastZigBee 固件, ToF 测距 |
| 摘要 | 本文主要描述 ZigBee 无线模块的 ToF 测距功能。 |

修订历史

| 版本 | 日期 | 原因 |
|-------|------------|------|
| V1.00 | 2016/11/28 | 创建文档 |
| | | |

目 录

| | |
|-------------------|---|
| 1. ToF 测距功能 | 1 |
| 2. 免责声明..... | 3 |

1. ToF 测距功能

ZM5168 模块具有硬件 Time-of-Flight (ToF) 引擎，该引擎具有测量两个 ZigBee 节点间 2.4GHz 信号传输时间的功能。通过测量节点间信号的传输时间，可推算出这两个 ZigBee 节点的距离。在测量出 ZigBee 节点间的距离后可用于开发 ZigBee 节点定位等应用系统。

1. ToF 运行机制

两个 ZigBee 节点间执行 ToF 的运行机制为：本地节点发送一个 ToF 报文给远端节点，远端节点对这个 ToF 报文自动回复一个应答，如图 1.1 所示。

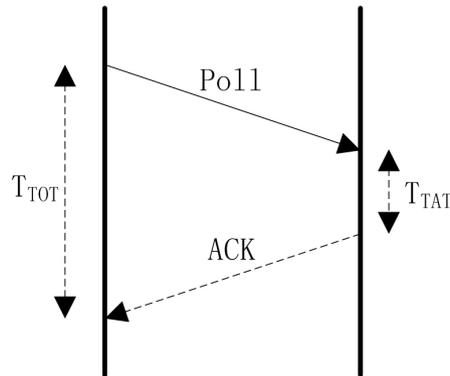


图 1.1 ToF 运行机制

本地节点测量从发送 ToF 报文到接收到应答的时间，这个总的时间为 T_{TOT} 。同时远端节点会记录回复 ACK 所需要的时间 T_{TAT} 。把总的时间减去远端节点回复 ACK 所耗费的时间，就是信号在两节点间来回总的时间 T_{RTT} 。假设信号在两节点间来回的时间相等，则两节点间的信号传输时间为来回总的时间的一半，如公式 1.1 所示。

$$T_{ToF} = \frac{T_{RTT}}{2} = \frac{T_{TOT} - T_{TAT}}{2}$$

公式 1.1 ToF 时间计算

因为 ToF 测距是依靠测量本地和远端节点的信号传输时间的，他会受到两个节点的时钟频率误差影响，为了减少这个影响，需要进行反向测量，即由远端节点发送 ToF 报文，本地节点回复应答，然后把正向测量和反向测量的结果求平均，就能消除这个频率误差影响。ZM5168 的 ToF 测距命令提供正向和反向测距的功能。

2. ToF 命令

表 1.1 ToF 命令

| 3 字节(协议标志) | 1 字节 | 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节(帧尾) |
|------------|------|------|-------|------------|----------|
| DE DF EF | E1 | 目标地址 | 正反向测量 | 请求测量次数 (N) | AA |

目标地址：本地节点向远端节点测距的地址。

正反向测量：0 表示正向测距，1 表示反向测距。

请求测量次数 (N)：模块根据该字节自动进行 N 次测量后返回测量结果，返回的测量结果会小于或等于 N。

ToF 命令的应答报文如表 1.2 所示：

表 1.2 ToF 应答报文

| | | | | | | |
|-------------|------|------|-------|------------|------|------|
| 3 字节 (协议标志) | 1 字节 | 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | N*8 | 1 字节 |
| DE DF EF | E1 | 目标地址 | 正反向测量 | 成功测量次数 (N) | 测量数据 | 响应状态 |

返回的 N 组测量数据里每组测量数据包含 8 字节的数据，每组数据的报文如表 1.3 所示。

表 1.3 ToF 每组的测量数据

| | | | | |
|------|---------|--------|---------|--------|
| 4 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 |
| ToF | LclRSSI | LclSQI | RmtRSSI | RmtSQI |

ToF: 测量的飞行时间，单位是皮秒，是一个 32 位的数据，大端方式排列，即最高字节在前，最低字节在后。

LclRSSI: 本地节点的 RSSI。

LclSQI: 本地节点的 SQI。

RmtRSSI: 远程节点的 RSSI。

RmtSQI: 远程节点的 SQI。

在两节点距离小于 10 米的时候使用 RSSI 信号强度测距比使用 ToF 测距要准确，使用 RSSI 测距需要建立 RSSI 与距离的关系模型。

命令示例：(CMD 为命令，RSP 为应答)

CMD: DE DF EF E1 20 01 00 08 AA

RSP: DE DF EF E1 20 01 00 07 00 01 54 28 2D FB 2D E6 00 01 42 50 2D FF 2E FA 00 01 36 7E 2D F2 2D F9 00 01 36 9E 2D E7 2D EE 00 01 4D 6B 2D F4 2E EC 00 01 3E E4 2D F5 2E F3 00 01 44 E6 2D EC 2D EF 00

命令需要正向测距 8 次，返回的应答有 7 次是测距成功，返回的测距数据如表 1.4 所示。把测出的 ToF 时间乘以 0.03 得到两节点的距离，单位是厘米。

表 1.4 测距数据

| 序号 | ToF | LclRSSI | LclSQI | RmtRSSI | RmtSQI | 距离 (厘米) |
|----|------------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1 | 0x00015428 | 0x2D | 0xFB | 0x2D | 0xE6 | 2612.4 |
| 2 | 0x00014250 | 0x2D | 0xFF | 0x2E | 0xFA | 2475.36 |
| 3 | 0x0001367E | 0x2D | 0xF2 | 0x2D | 0xF9 | 2384.58 |
| 4 | 0x0001369E | 0x2D | 0xE7 | 0x2D | 0xEE | 2385.54 |
| 5 | 0x00014D6B | 0x2D | 0xF4 | 0x2E | 0xEC | 2560.65 |
| 6 | 0x00013EE4 | 0x2D | 0xF5 | 0x2E | 0xF3 | 2449.08 |
| 7 | 0x000144E6 | 0x2D | 0xEC | 0x2D | 0xEF | 2495.22 |

2. 免责声明

ZM5168 ZigBee 通信模块及相关资料版权均属广州致远电子股份有限公司所有，其产权受国家法律绝对保护，未经本公司授权，其它公司、单位、代理商及个人不得非法使用和拷贝，否则将受到国家法律的严厉制裁。

本档提供有关致远电子产品的信息。本档并未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除致远电子在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外，致远电子概不承担任何其它责任。并且，致远电子对致远电子产品的销售和 / 或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等，均不作担保。致远电子产品并非设计用于医疗、救生或维生等用途。致远电子可能随时对产品规格及产品描述做出修改，恕不另行通知。

ZM5168 ZigBee 通信模块可能包含某些设计缺陷或错误，一经发现将收入勘误表，并因此可能导致产品与已出版的规格有所差异。如客户索取，可提供最新的勘误表。

在订购产品之前，请您与当地的致远电子销售处或分销商联系，以获取最新的规格说明。本档中提及的含有订购号的文档及其它致远电子文献可通过访问广州致远电子股份有限公司的万维网站点获得，网址是：www.zlg.cn

广州致远电子股份有限公司保留在任何时候修订本用户手册且不需通知的权利。

销售与服务网络

广州致远电子股份有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区 7 栋 2 楼
邮编：510660
网址：www.zlg.cn

全国销售与服务电话：400-888-4005



全国服务电话：400-888-4005

销售与服务网络：

广州总公司

广州市天河区车陂路黄洲工业区 7 栋 2 楼
电话：(020)28267985 22644261

上海分公司：上海

上海市北京东路 668 号科技京城东楼 12E 室
电话：(021)5386552153083451

北京分公司

北京市海淀区知春路 108 号豪景大厦 A 座 19 层
电话：(010)62536178 62635573

上海分公司：南京

南京市珠江路 280 号珠江大厦 1501 室
电话：(025)68123923 68123920

深圳分公司

深圳市福田区深南中路 2072 号电子大厦 12 楼
电话：(0755)8364016983783155

上海分公司：杭州

杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室
电话：(0571)89719491 89719493

武汉分公司

武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室（华中电脑数码市场）
电话：(027)87168497 87168397

重庆分公司

重庆市九龙坡区石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦（赛格电子市场）2705 室
电话：(023)68796438 68797619

成都分公司

成都市一环路南二段 1 号数码科技大厦 403 室
电话：(028)85439836 85432683

西安办事处

西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室
电话：(029)87881295 87881296

请您用以上方式联系我们，我们会为您安排样机现场演示，感谢您对我公司产品的关注！