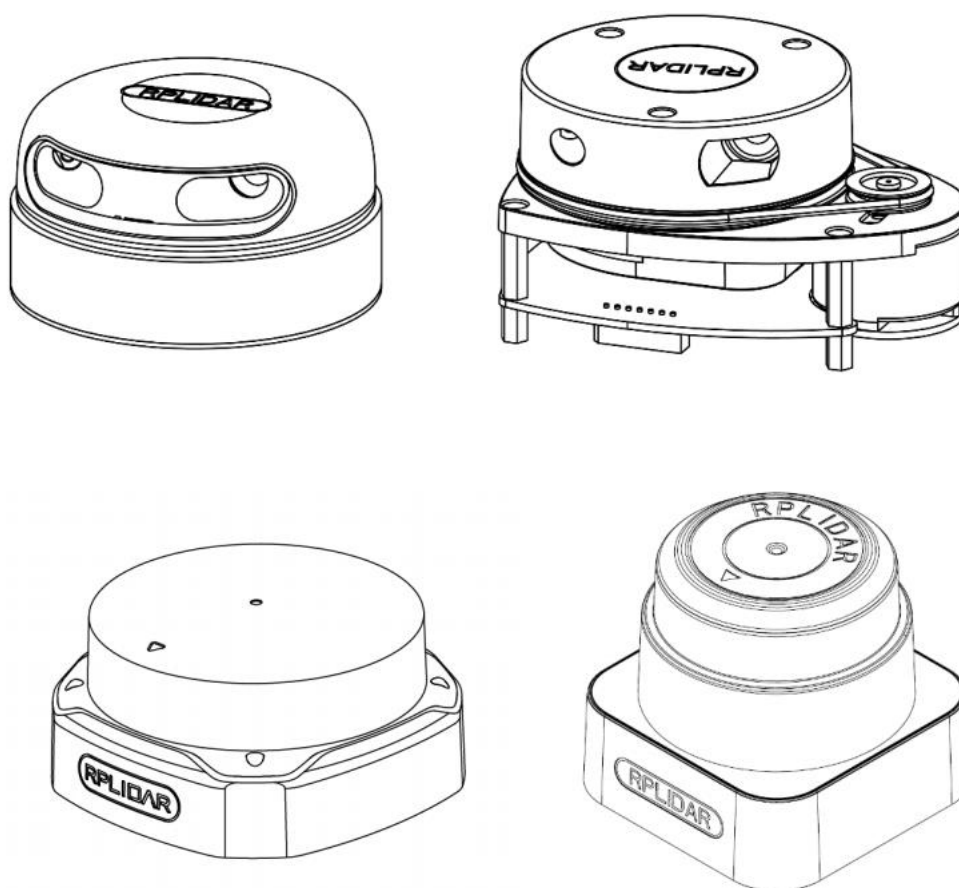


RPLIDAR

低成本 360 度激光扫描测距雷达
标准版 SDK 使用简介

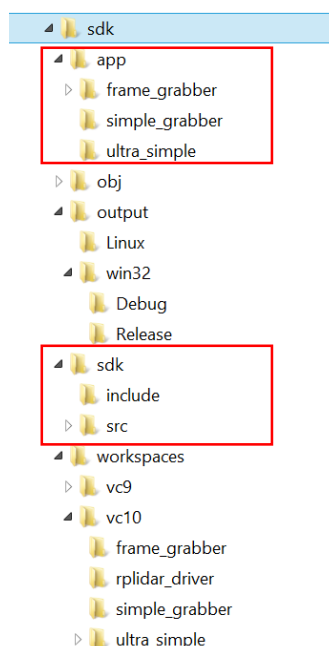


目录	1
简介	3
SDK 文件组织.....	3
SDK 和实例程序的编译.....	4
交叉编译.....	6
示例程序介绍	6
ULTRA_SIMPLE	6
SIMPLE_GRABBER	7
FRAME_GRABBER	10
SDK 使用和开发指南	11
注意事项.....	12
SDK 构成.....	12
运行库一致性.....	12
头文件介绍.....	12
SDK 初始化与退出	13
连接 RPLIDAR	14
测距扫描与扫描数据获取.....	14
获取 RPLIDAR 设备的其他信息	15
修订历史	16
附录	17
图表索引.....	17

本文档针对标准开源版本的 RPLIDAR SDK v2.0。目前该 SDK 可以在 Windows、MacOS(10.x)和 Linux 环境下使用。采用 Microsoft Visual C++ 2010, Microsoft Visual C++ 2019 和 Makefile 编译。RPLIDAR SDK v2.0 采用原则设计, 通过宏定义方式兼容 v1.x 版本。

SDK 文件组织

SDK 的文件结构如下图所示:



图表 1-1 RPLIDAR 文件结构示意图

workspaces 目录包含了 SDK 和相关示例程序的 VS 工程项目文件。

sdk 目录包含了 RPLIDAR 驱动程序的外部头文件 (include 目录) 以及 SDK 自身的内部实现代码 (src 目录)。

app 目录包含了相关的示例程序代码。Slamtec 提供了如下几个示例程序:

- ultra_simple

一个极简的命令行的演示程序, 实现了连接 RPLIDAR, 并不断的输出扫描测距数据。用户可以参考该程序快速的将 RPLIDAR SDK 集成到现有系统当中。

- simple_grabber

一个基于命令行的采集程序, 每次执行会采集两圈的雷达数据, 并以柱状图

的方式呈现。

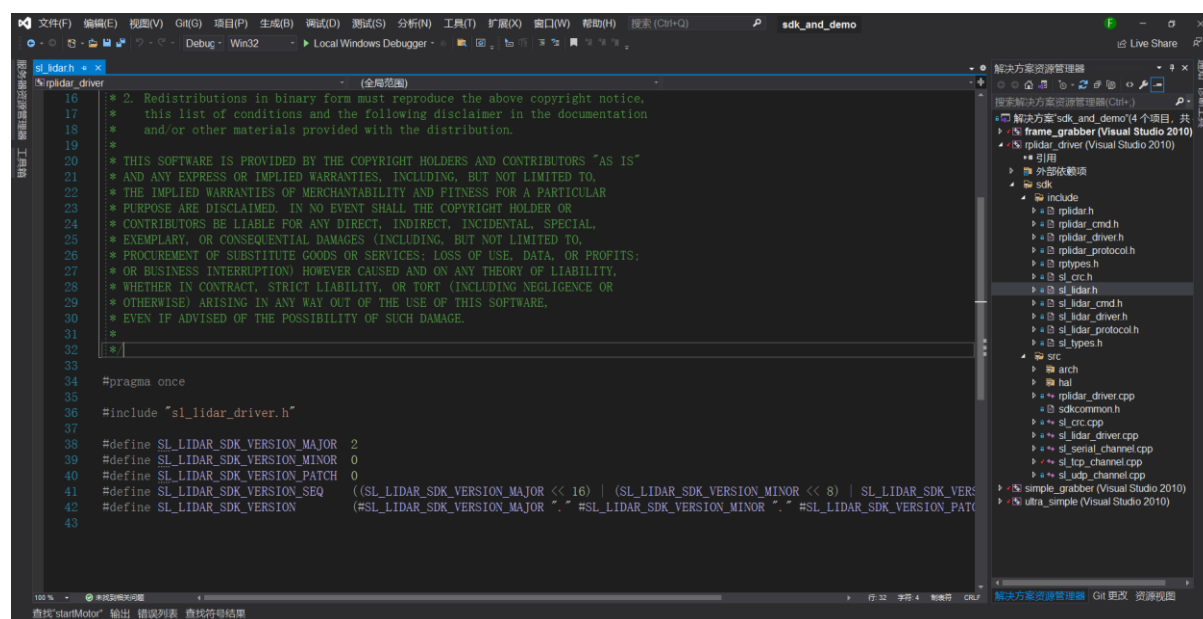
- frame_grabber

一个基于 win32 的 GUI 采集程序，当点击开始采集按钮后，它会把雷达的采集数据实时呈现在界面上。

对于经过编译的 SDK，上述目录结构还会新增 2 个子目录：obj 和 output。其中 output 目录存放了编译产生的 SDK 静态库(.lib 或者 .a)以及示例程序的可执行文件(exe 或者 elf 格式)。obj 目录存放了编译过程中的中间文件。

SDK 和实例程序的编译

如果您使用 Windows 进行开发，请打开位于 `workspaces\vc10` 或者 `workspaces\vc14` 下的 VS 解决方案文件：`sdk_and_demo.sln`。其中包含了 SDK 项目工程以及所有的示例程序项目。

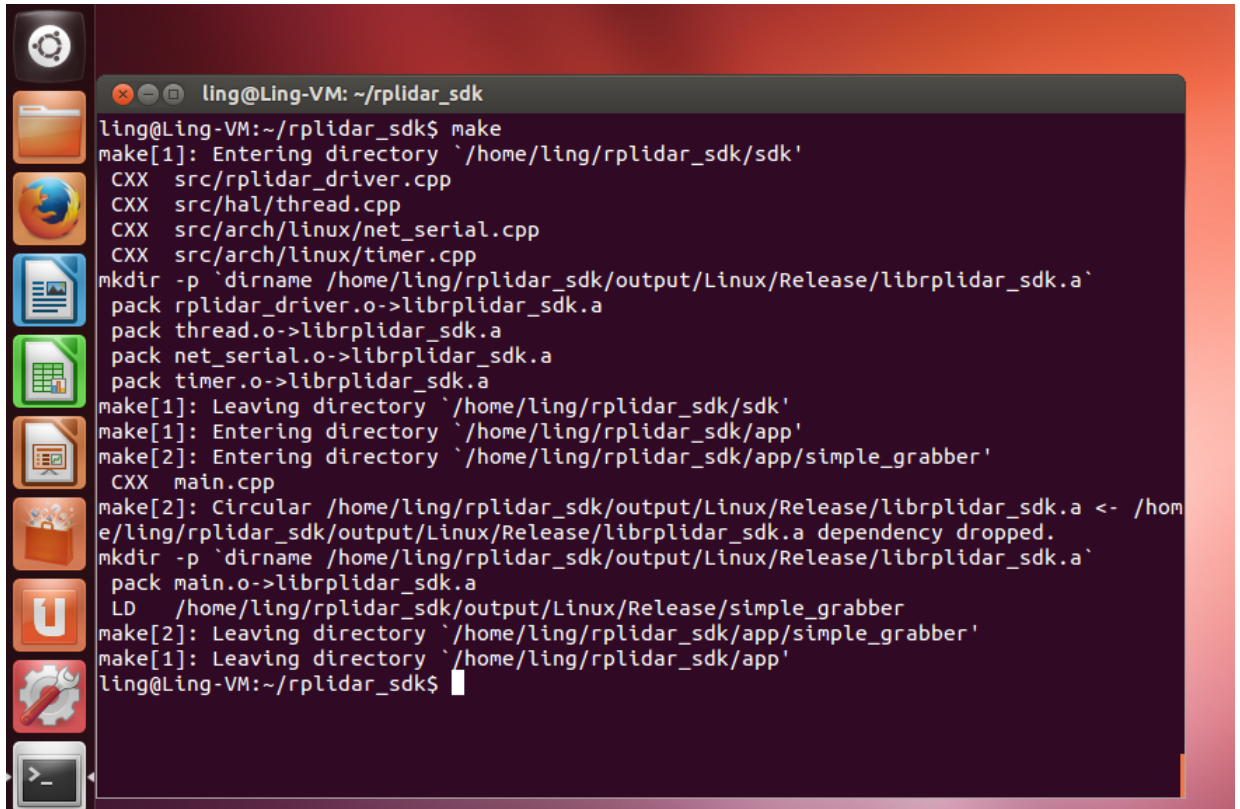


图表 1-2 RPLIDAR 在 VS 中的解决方案文件

您可以直接在 VS 环境中使用编译命令对 SDK 本身以及所有示例程序进行编译。按照开发需要，可以选择 Debug 或者 Release 编译方式。编译结果可以在 output\win32\Debug 或者 output\win32\Release 中找到。

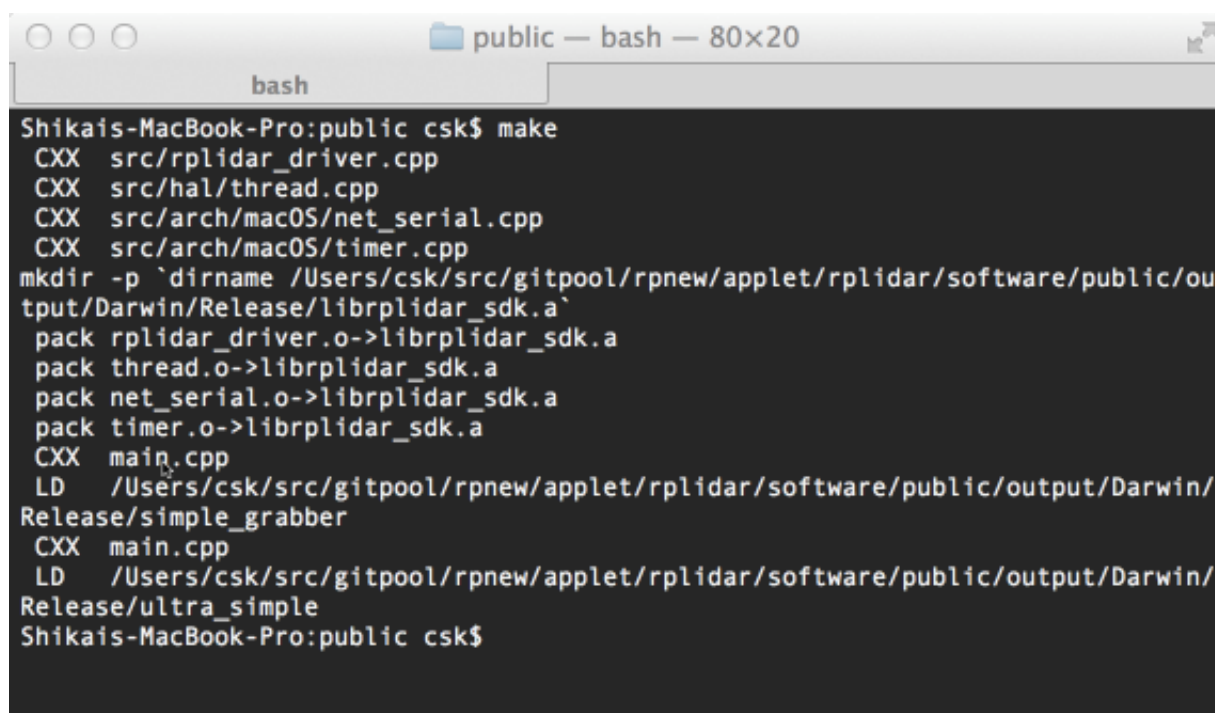
如果您使用 MacOS 或者 Linux 进行开发，请在 SDK 的根目录运行 make 命令进行编译。默认为 Release 编译方式，您也可以使用 make DEBUG=1 来选择 Debug 编译方式。编译结果可以在如下路径找到：

- Linux
 - output\Linux\Release
 - output\Linux\Debug.
- MacOS
 - output\Darwin\Release
 - output\Darwin\Debug.



```
ling@Ling-VM: ~/rplidar_sdk
ling@Ling-VM:~/rplidar_sdk$ make
make[1]: Entering directory `/home/ling/rplidar_sdk/sdk'
CXX src/rplidar_driver.cpp
CXX src/hal/thread.cpp
CXX src/arch/linux/net_serial.cpp
CXX src/arch/linux/timer.cpp
mkdir -p `dirname /home/ling/rplidar_sdk/output/Linux/Release/librplidar_sdk.a`
pack rplidar_driver.o->librplidar_sdk.a
pack thread.o->librplidar_sdk.a
pack net_serial.o->librplidar_sdk.a
pack timer.o->librplidar_sdk.a
make[1]: Leaving directory `/home/ling/rplidar_sdk/sdk'
make[1]: Entering directory `/home/ling/rplidar_sdk/app'
make[2]: Entering directory `/home/ling/rplidar_sdk/app/simple_grabber'
CXX main.cpp
make[2]: Circular /home/ling/rplidar_sdk/output/Linux/Release/librplidar_sdk.a <- /home/ling/rplidar_sdk/output/Linux/Release/librplidar_sdk.a dependency dropped.
mkdir -p `dirname /home/ling/rplidar_sdk/output/Linux/Release/librplidar_sdk.a`
pack main.o->librplidar_sdk.a
LD /home/ling/rplidar_sdk/output/Linux/Release/simple_grabber
make[2]: Leaving directory `/home/ling/rplidar_sdk/app/simple_grabber'
make[1]: Leaving directory `/home/ling/rplidar_sdk/app'
ling@Ling-VM:~/rplidar_sdk$
```

图表 1-3 使用 Linux 对 RPLIDAR SDK 进行编译



```
Shikaïs-MacBook-Pro:public csk$ make
CXX src/rplidar_driver.cpp
CXX src/hal/thread.cpp
CXX src/arch/macOS/net_serial.cpp
CXX src/arch/macOS/timer.cpp
mkdir -p `dirname /Users/csk/src/gitpool/rpnew/applet/rplidar/software/public/output/Darwin/Release/librplidar_sdk.a`
pack rplidar_driver.o->librplidar_sdk.a
pack thread.o->librplidar_sdk.a
pack net_serial.o->librplidar_sdk.a
pack timer.o->librplidar_sdk.a
CXX main.cpp
LD /Users/csk/src/gitpool/rpnew/applet/rplidar/software/public/output/Darwin/Release/simple_grabber
CXX main.cpp
LD /Users/csk/src/gitpool/rpnew/applet/rplidar/software/public/output/Darwin/Release/ultra_simple
Shikaïs-MacBook-Pro:public csk$
```

图表 1-4 使用 MacOS 对 RPLIDAR SDK 进行编译

交叉编译

透过交叉编译特性，SDK 的编译系统支持编译产生其他平台/系统的二进制可执行文件。

注意: 该功能仅针对使用 Makefile 的环境.

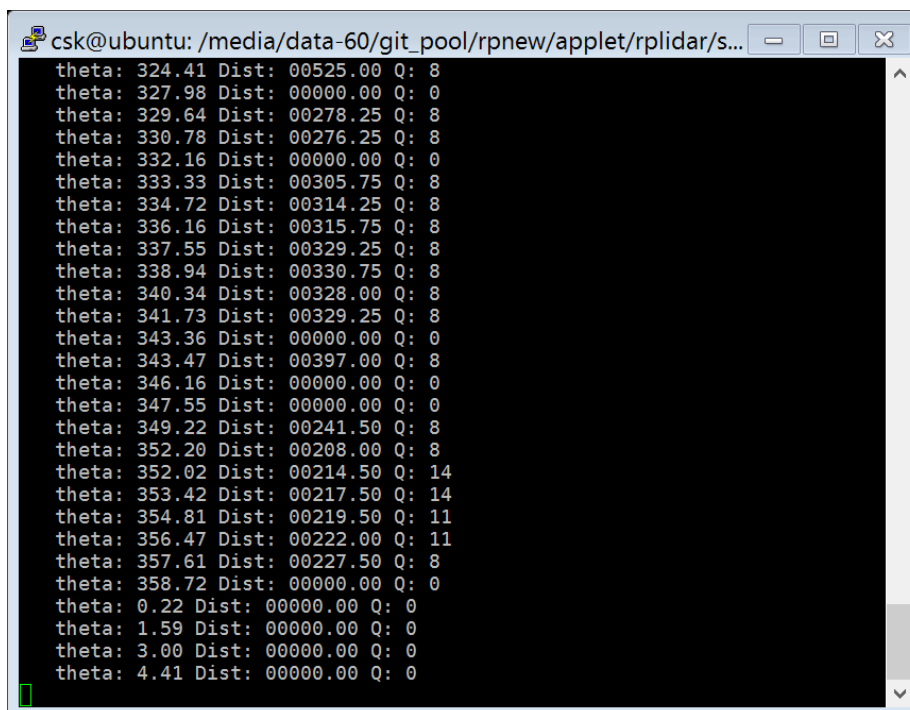
交叉编译特性将通过调用 cross_compile.sh 脚本激活。该脚本的调用语法如下:

```
CROSS_COMPILE_PREFIX=<COMPILE_PREFIX> ./cross_compile.sh
```

例如: CROSS_COMPILE_PREFIX=arm-linux-gnueabihf ./cross_compile.sh

ultra_simple

该示例程序演示 PC 通过串口与 RPLIDAR 进行连接，并不断的将 RPLIDAR 扫描数据输出的最简单过程。



```

csk@ubuntu: /media/data-60/git_pool/rpnew/applet/rplidar/s...
theta: 324.41 Dist: 00525.00 Q: 8
theta: 327.98 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 329.64 Dist: 00278.25 Q: 8
theta: 330.78 Dist: 00276.25 Q: 8
theta: 332.16 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 333.33 Dist: 00305.75 Q: 8
theta: 334.72 Dist: 00314.25 Q: 8
theta: 336.16 Dist: 00315.75 Q: 8
theta: 337.55 Dist: 00329.25 Q: 8
theta: 338.94 Dist: 00330.75 Q: 8
theta: 340.34 Dist: 00328.00 Q: 8
theta: 341.73 Dist: 00329.25 Q: 8
theta: 343.36 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 343.47 Dist: 00397.00 Q: 8
theta: 346.16 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 347.55 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 349.22 Dist: 00241.50 Q: 8
theta: 352.20 Dist: 00208.00 Q: 8
theta: 352.02 Dist: 00214.50 Q: 14
theta: 353.42 Dist: 00217.50 Q: 14
theta: 354.81 Dist: 00219.50 Q: 11
theta: 356.47 Dist: 00222.00 Q: 11
theta: 357.61 Dist: 00227.50 Q: 8
theta: 358.72 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 0.22 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 1.59 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 3.00 Dist: 00000.00 Q: 0
theta: 4.41 Dist: 00000.00 Q: 0

```

图表 2-1 ultra_simple 示例程序的数据输出显示

使用方式:

- 1) 根据雷达型号和配置，有以下 3 种连接方式：
 - a) 使用包装里提供的 USB 线和开发板连接 RPLIDAR 至 PC 机（开发板集成了 USB 转串口芯片）
 - b) 使用包装里提供的以太网模块，通过网线连接 RPLIDAR 和 PC 机，采用 TCP/IP 协议
 - c) 直接通过雷达本体网线连接至 PC 机，采用 UDP 协议
- 2) 根据连接方式不同，对应如下命令启动本示例程序：
 - a) `ultra_simple --channel --serial <com port> [baudrate]`

其中：

<com port>表示串口编号

Windows 系统下默认值是 [\\.\com3](#)

MacOS 系统下默认值是 `/dev/tty.SLAB_USBtoUART`

Linux 系统下默认值是 `/dev/ttyUSB0`

[baudrate]表示通信波特率

- 1) 根据雷达型号和配置，有以下 3 种连接方式：
 - a) 使用包装里提供的 USB 线和开发板连接 RPLIDAR 至 PC 机（开发板集成了 USB 转串口芯片）
 - b) 使用包装里提供的以太网模块，通过网线连接 RPLIDAR 和 PC 机，采用 TCP/IP 协议
 - c) 直接通过雷达本体网线连接至 PC 机，采用 UDP 协议
- 2) 根据连接方式不同，对应如下命令启动本示例程序：
 - a) `simple_grabber --channel --serial <com port> [baudrate]`

其中：

<com port>表示串口编号

Windows 系统下默认值是 [\\.\com3](#)

MacOS 系统下默认值是 `/dev/tty.SLAB_USBtoUART`

Linux 系统下默认值是 `/dev/ttyUSB0`

[baudrate]表示通信波特率

A2 系列雷达的波特率是 115200

A3 系列雷达的波特率是 256000

S1 系列雷达的波特率是 256000

S2 系列雷达的波特率是 1000000

- b) `simple_grabber --channel --tcp <ip> [port]`

<ip>表示雷达或者以太网模块的 IP

[port]表示端口号，20108

- c) `simple_grabber --channel --udp <ip> [port]`

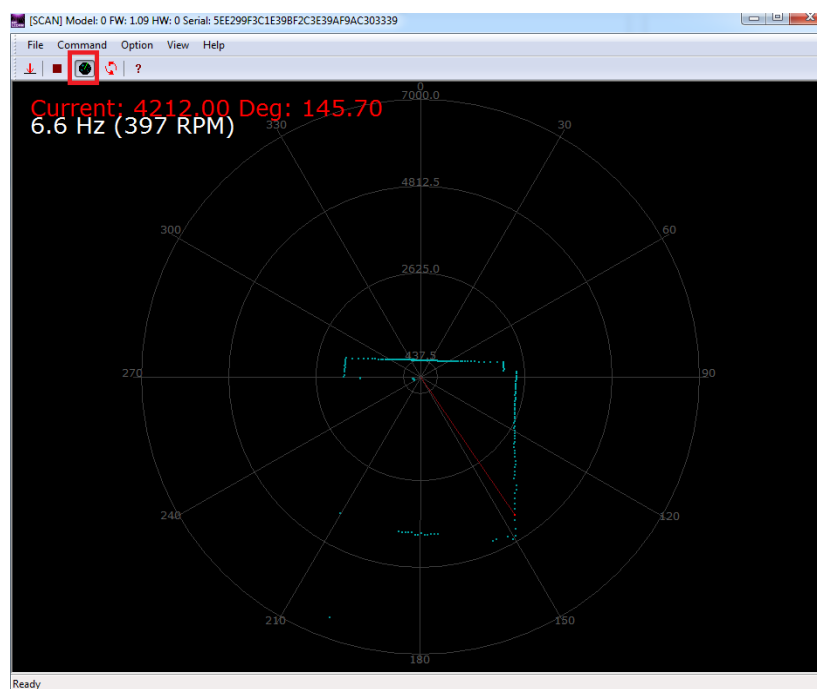
<ip>表示雷达的 IP

[port]表示端口号，8089

frame_grabber

该示例程序演示 PC 通过串口与 RPLIDAR 进行连接，实时采集雷达扫描数据，并在 GUI 界面上将 0-360 度环境下的测距信息以平面图的方式显示出来。

注意，此示例程序只有 Win32 版本。



图表 2-3 frame_grabber 示例程序的数据输出显示

使用方式

- 1) 根据雷达型号和配置，有以下 3 种连接方式：
 - a) 使用包装里提供的 USB 线和开发板连接 RPLIDAR 至 PC 机（开发板集成了 USB 转串口芯片）
 - b) 使用包装里提供的以太网模块，通过网线连接 RPLIDAR 和 PC 机，采用 TCP/IP 协议
 - c) 直接通过雷达本体内网线连接至 PC 机，采用 UDP 协议
- 2) 根据连接方式不同，对应如下步骤启动本示例程序：
 - a) 使用包装里提供的 USB 线连接 RPLIDAR 至 PC 机（开发板集成了 USB 转串口芯片）

在对话框中选择正确的串口号

点击开始扫描按钮（图中红色框所示）启动扫描

- b) 在对话框总输入正确的 IP 地址和端口号

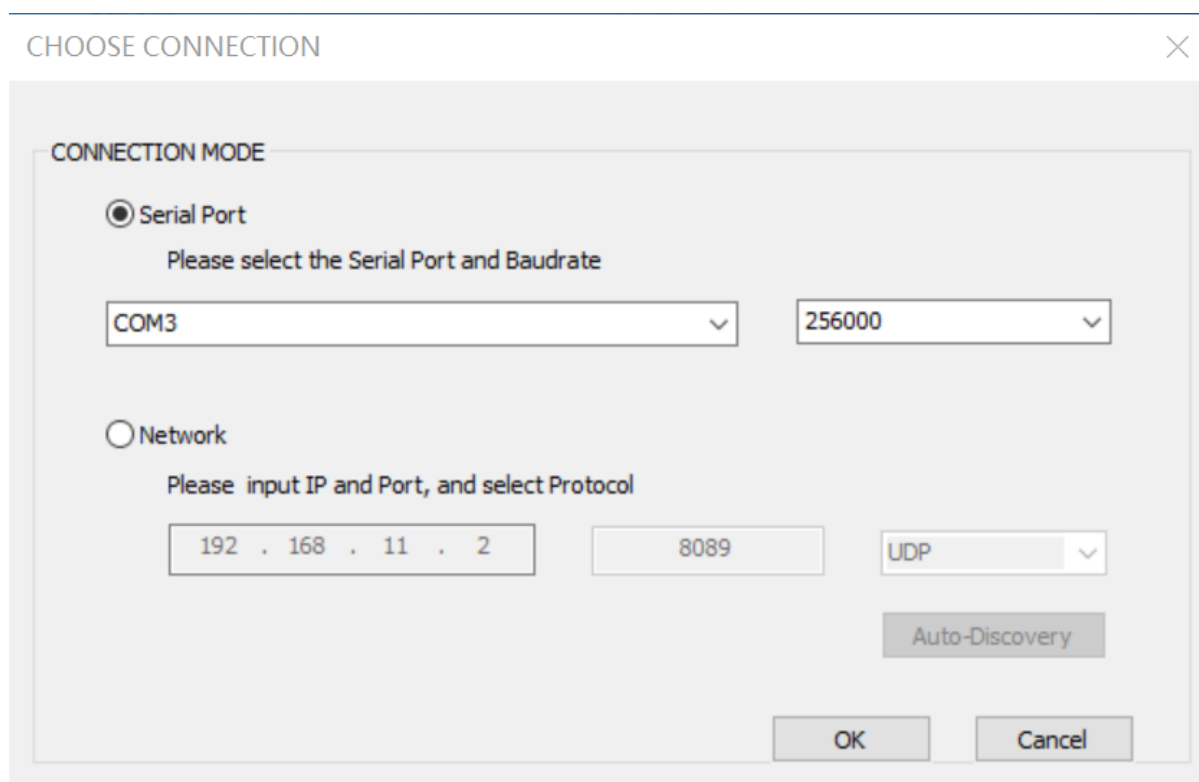
选择 TCP 并点击 OK 按钮

点击开始扫描按钮（图中红色框所示）启动扫描

- c) 在对话框总输入正确的 IP 地址和端口号

选择 UDP 并点击 OK 按钮

点击开始扫描按钮（图中红色框所示）启动扫描



图表 2-4 frame_grabber 示例程序的对话框显示

注意事项

建议开发人员在使用 RPLIDAR SDK 前，对 RPLIDAR 的通讯协议和工作模式有所了解。可以参考 RPLIDAR 的通讯接口协议与应用文档获取相关细节。

SDK 使用 C++ 方式开发，这里假设开发人员具有相关知识。

SDK 构成

RPLIDAR 标准版 SDK 采用静态库方式组织，以便开发人员将 SDK 功能整合进自身项目当中。同时也可以通过简单修改工程设置，使用动态库等方式。

开发需要使用 RPLIDAR SDK 的项目时，只需要引用 SDK 的外部头文件(位于 sdk\include 文件夹)。并且在程序的链接阶段，引用 SDK 的静态库 (rplidar_driver.lib 或者 rplidar_driver.a)。

另外也可以直接在开发项目当中引入 SDK 的 VC 工程（针对采用 VS 环境开发），并设置对应的项目依赖即可。对于 Linux 项目开发者，您可以参照 simple_grabber 的 Makerfile 进行设置。

Ps: 为了兼容早期版本 SDK，静态库仍以 rplidar_drvier 形式命名，使用方法详见 rplidar_driver.h, sl_lidar_driver.h

运行库一致性

对于 Windows 开发者，采用 SDK 自身项目工程编译得到的 SDK 静态库将采用 VC10 MD 模式的 C 运行库。如果正在开发的项目采用了不同的 C 运行库版本/链接方式，则可能导致程序编译失败、运行时行为怪异问题。此时请修改 SDK 的项目设置，或者使用对应版本的 VS 开发环境重新进行编译。

头文件介绍

- sl_lidar.h

一般情况下开发的项目中仅需要引入该头文件即可使用 RPLIDAR SDK 的所有功能。

- `sl_lidar_driver.h`

定义了 SDK 核心驱动接口: `ILidarDriver` 接口的声明。请参考 `ultra_simple` 或者 `simple_grabber` 示例代码了解如何使用该接口。

- `sl_lidar_protocol.h`

定义了 RPLIDAR 通讯协议文档中描述的底层相关数据结构和常量定义。

- `sl_lidar_cmd.h`

定义了 RPLIDAR 通讯协议文档中描述的各类请求/应答相关的数据结构和常量定义。

- `sl_types.h`

平台无关的结构和常量定义

SDK 初始化与退出

在用户程序与一个 RPLIDAR 设备进行通讯操作前，可以通过如下操作实现(详情可参见例子程序，如 `ultra_simple`):

1) 创建一个雷达对应驱动的 `ILidarDriver` 实例

翻译: Create a LIDAR driver instance:

```
ILidarDriver * drv = *createLidarDriver();
```

2) 根据不同的雷达连接方式，创建对应信道的 `IChannel` 实例:

翻译: Create a communication channel

- 使用包装里提供的USB线和开发板连接RPLIDAR至PC机：

```
/*
 * 根据PC操作系统不同，串行端口设备不同
 * 比如Windows，串行端口可能是 com3 或者 \\.\com10
 * 类Unix系统，串行端口可能是 /dev/ttyS1, /dev/ttyUSB2等等
 * 波特率请参考选用的雷达型号
 */
std::string device = "com3";
int baudrate = 115200;
Result<IChannel*> channel = createSerialPortChannel("/dev/ttyUSB0", 115200);
```

- 使用包装里提供的以太网模块，通过网线连接 RPLIDAR 和 PC 机，采用 TCP/IP 协议：

```
Result<ISerialChannel*> channel = createTcpChannel("192.168.11.2", 20108);
```

- 直接通过雷达本体网线连接至 PC 机，采用 UDP 协议

```
Result<ISerialChannel*> channel = createTcpChannel("192.168.11.2", 8089);
```

一个 ILidarDriver 实例同时只能与系统中的一台 RPLIDAR 进行通讯。但用户程序可以创建任意多个 ILidarDriver 实例，用于实现对任意多个 RPLIDAR 设备通讯。

在用户程序完成对 RPLIDAR 设备的操作后，退出需要释放内存：

```
delete drv;
delete channel;
```

连接 RPLIDAR

在创建 ILidarDriver 实例后，用户程序需要调用 connect()函数进行串口打开并连接到 RPLIDAR 设备。对于 RPLIDAR 的任何操作均要求用户程序事先调用过 connect()函数后进行。

```
sl_result connect(IChannel* channel)
```

如果连接完成，该函数将返回 SL_RESULT_OK。

在完成了 RPLIDAR 设备通讯后，用户程序可以调用 disconnect()函数断开 RPLIDAR 设备的连接。

测距扫描与扫描数据获取

对于 RPLIDAR 测距扫描的操作和数据获取涉及到了如下函数：

函数名	简介
startScan()	请求 RPLIDAR 核心开始进行测距扫描，开始输出数据 如 RPLIDAR 支持 ExpressScan 模式，且程序使用默认参数调用 startScan()时，SDK 将自动使用 ExpressScan 模式。
startScanExpress()	强制进行高速扫描测距(ExpressScan)模式 如果 RPLIDAR 固件不支持 ExpressScan 模式，该函数将执行失败。

stop()	请求 RPLIDAR 核心停止测距扫描
grabScanDataHq()	抓取一圈扫描测距数据序列
ascendScanData()	对通过 grabScanData()获取的扫描数据按照角度递增排序。

图表 3-1 RPLIDAR 测距扫描相关函数

startScan()函数将启动一个后台工作线程，异步的接受来自 RPLIDAR 的扫描测距数据序列，并保存在内部的缓冲当中供 grabScanDataHq()函数获取。

用户程序需要通过 grabScanDataHq()函数抓取被 RPLIDAR 驱动事先接受并缓存的测距数据序列。该函数将始终返回一个最新的完整的 360 度的扫描测距序列。在一次 grabScanDataHq()调用后，保存扫描数据序列的内部缓存将会清空，以确保每次 grabScanDataHq()调用将始终获得不重复的数据。

如果在 grabScanDataHq()调用时，一圈完整的 360 度的扫描测距序列尚未接受完毕，则该函数将进行等待，直到获得了完整的扫描数据或者超过了等待时间。用户可以指定每次函数的最大等待时间以适应不同应用的需求。

请参考头文件的相关注释以及 SDK 配套的演示程序的实现了解上述函数的具体使用方法。

获取 RPLIDAR 设备的其他信息

用户程序也可以通过如下函数获取 RPLIDAR 设备的其他信息。具体的使用请参考文件的相关注释以及 SDK 配套的演示程序的实现。

函数名	简介
getHealth ()	获取 RPLIDAR 设备的健康状态
getDeviceInfo ()	获取 RPLIDAR 设备序列号、固件版本等信息
getFrequency ()	从实现抓取的一圈扫描数据序列计算 RPLIDAR 的转速

图表 3-2 RPLIDAR 获取设备信息相关函数

日期	内容
2013-3-5	初稿
2014-1-25	增加 Linux 支持，更新相关内容
2014-3-8	增加对 ultra_simple 演示程序的描述 增加对 SDK 主要函数的使用介绍
2014-7-25	增加了 MacOS 的编译过程描述 增加了交叉编译的过程描述
2016-4-12	增加对 1.5.1 SDK 新增接口的描述支持。
2016-5-3	增加了对 1.5.2 SDK 新增接口的描述： <ul style="list-style-type: none">• 新增接口 startMotor/stopMotor• 更新了 connect 接口，默认会 stopMotor
2017-5-15	发布正式版本
2022-4-1	发布正式 2.0 版本

图表索引

图表 1-1 RPLIDAR 文件结构示意图	3
图表 1-2 RPLIDAR 在 VS 中的解决方案文件.....	4
图表 1-3 使用 LINUX 对 RPLIDAR SDK 进行编译.....	5
图表 1-4 使用 MACOS 对 RPLIDAR SDK 进行编译.....	6
图表 2-1 ULTRA_SIMPLE 示例程序的数据输出显示	7
图表 2-2 SIMPLE_GRABBER 示例程序的数据输出显示.....	8
图表 2-3 FRAME_GRABBER 示例程序的数据输出显示	10
图表 2-4 FRAME_GRABBER 示例程序的对话框显示	11
图表 3-1 RPLIDAR 测距扫描相关函数	15
图表 3-2 RPLIDAR 获取设备信息相关函数	15