|  |  |
| --- | --- |
| 产品名称 | 密级 |
|  | 机密 |
| 产品版本 | 共 页 |
|  |

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation< PointInT, PointNT, PointOutT >算子功能分析说明书

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 拟制 | 赵宇轩 | 日期 | 2021-10-05 |
| 审核 |  | 日期 | yyyy-mm-dd |
| 批准 |  | 日期 | yyyy-mm-dd |



华为技术有限公司

版权所有 侵权必究

修订记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 日期 | 修订版本 | 修改描述 | 作者 |
| 2021-10-05 | 1.0 | 初稿完成 | 赵宇轩 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目录

[pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation< PointInT, PointNT, PointOutT >算子功能分析说明书 1](#_Toc1256)

[修订记录 1](#_Toc17717)

[目录 1](#_Toc16213)

[1.1 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation< PointInT, PointNT, PointOutT > 3](#_Toc6990)

[1.1.1 功能介绍 3](#_Toc30219)

[1.1.2 使用场景介绍 4](#_Toc28872)

[1.2 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::randomOrthogonalAxis (Eigen::Vector3f const &axis, Eigen::Vector3f &rand\_ortho\_axis) 6](#_Toc6881)

[1.2.1 接口功能 6](#_Toc23572)

[1.2.2 接口和IR描述 6](#_Toc28340)

[1.2.3 (高性能)实现方案 6](#_Toc13851)

[1.3 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::projectPointOnPlane (Eigen::Vector3f const &point, Eigen::Vector3f const &origin\_point, Eigen::Vector3f const &plane\_normal, Eigen::Vector3f &projected\_point) 8](#_Toc7229)

[1.3.1 接口功能 8](#_Toc17990)

[返回某点到某一平面的投影。 8](#_Toc16014)

[1.3.2 接口和IR描述 8](#_Toc3967)

[1.3.3 (高性能)实现方案 8](#_Toc22658)

[1.4 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::planeFitting ( Eigen::Matrix<float, Eigen::Dynamic, 3> const &points, Eigen::Vector3f &center, Eigen::Vector3f &norm) 9](#_Toc20068)

[1.4.1 接口功能 9](#_Toc11431)

[1.4.2 接口和IR描述 9](#_Toc31251)

[1.4.3 (高性能)实现方案 9](#_Toc8548)

[1.5 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::normalDisambiguation ( pcl::PointCloud<PointNT> const &normal\_cloud, pcl::Indices const &normal\_indices, Eigen::Vector3f &normal) 11](#_Toc25638)

[1.5.1 接口功能 11](#_Toc31596)

[1.5.2 接口和IR描述 11](#_Toc14823)

[1.5.3 (高性能)实现方案 11](#_Toc18626)

[1.6 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::getAngleBetweenUnitVectors ( Eigen::Vector3f const &v1, Eigen::Vector3f const &v2, Eigen::Vector3f const &axis) 12](#_Toc30654)

[1.6.1 接口功能 12](#_Toc26836)

[1.6.2 接口和IR描述 12](#_Toc10593)

[1.6.3 (高性能)实现方案 12](#_Toc17018)

[1.7 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::directedOrthogonalAxis ( Eigen::Vector3f const &axis, Eigen::Vector3f const &axis\_origin, Eigen::Vector3f const &point, Eigen::Vector3f &directed\_ortho\_axis) 14](#_Toc25693)

[1.7.1 接口功能 14](#_Toc32475)

[1.7.2 接口和IR描述 14](#_Toc6112)

[1.7.3 (高性能)实现方案 14](#_Toc6274)

[1.8 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computePointLRF (const int &index, Eigen::Matrix3f &lrf) 15](#_Toc25592)

[1.8.1 接口功能 15](#_Toc18482)

[1.8.2 接口和IR描述 15](#_Toc31648)

[1.8.3 (高性能)实现方案 15](#_Toc25909)

[1.9 pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computeFeature (PointCloudOut &output) 17](#_Toc28748)

[1.9.1 接口功能 17](#_Toc15669)

[1.9.2 接口和IR描述 17](#_Toc31454)

[1.9.3 (高性能)实现方案 17](#_Toc18410)

## **pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation< PointInT, PointNT, PointOutT >**

### 功能介绍

1. 该类实现文献（On the repeatability of the local reference frame for partial shape matching）中讲的局部坐标系估计方法，该方法在估计局部坐标系时对处理点云边缘或有孔洞处有特殊的处理方式，比以往常用的局部坐标系估计方法稳定，可重复性好。
2. 该类实现的关键接口
   1. 输入一个坐标轴，返回一个指向随机且与输入坐标轴正交的坐标轴

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::randomOrthogonalAxis (

                                                                                             Eigen::Vector3f const &axis,

                                                                                             Eigen::Vector3f &rand\_ortho\_axis)

* 1. 返回某点到某一平面的投影

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::projectPointOnPlane (

                                                                                            Eigen::Vector3f const &point,

                                                                                            Eigen::Vector3f const &origin\_point,

                                                                                            Eigen::Vector3f const &plane\_normal,

                                                                                            Eigen::Vector3f &projected\_point)

* 1. 通过JacobiSVD求空间中点集的拟合平面

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::planeFitting (

                                                                                     Eigen::Matrix<float,

                                                                                     Eigen::Dynamic, 3> const &points,

                                                                                     Eigen::Vector3f &center,

                                                                                     Eigen::Vector3f &norm)

* 1. 消除某法线在方向上的歧义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::normalDisambiguation (

                                                                                             pcl::PointCloud<PointNT> const &normal\_cloud,

                                                                                             pcl::Indices const &normal\_indices,

                                                                                             Eigen::Vector3f &normal)

* 1. 计算两向量之间的夹角，用弧度表示

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::getAngleBetweenUnitVectors (

                                                                                                   Eigen::Vector3f const &v1,

                                                                                                   Eigen::Vector3f const &v2,

                                                                                                   Eigen::Vector3f const &axis)

* 1. 给定一个点和一个向量，计算与给定向量正交且指向给定点的向量

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::directedOrthogonalAxis (

                                                                                               Eigen::Vector3f const &axis,

                                                                                               Eigen::Vector3f const &axis\_origin,

                                                                                               Eigen::Vector3f const &point,

                                                                                               Eigen::Vector3f &directed\_ortho\_axis)

* 1. 计算给定点的LRF描述子（基于给定点的部分3D邻近点和法线）

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computePointLRF (const int &index, Eigen::Matrix3f &lrf)

* 1. 抽象特征计算接口

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computeFeature (PointCloudOut &output)

1. 下图是该类的继承关系。

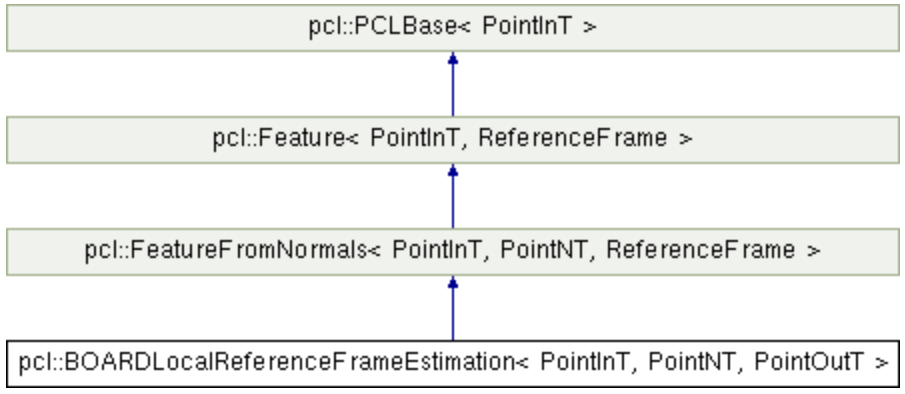


图 1 类的继承关系

### 使用场景介绍

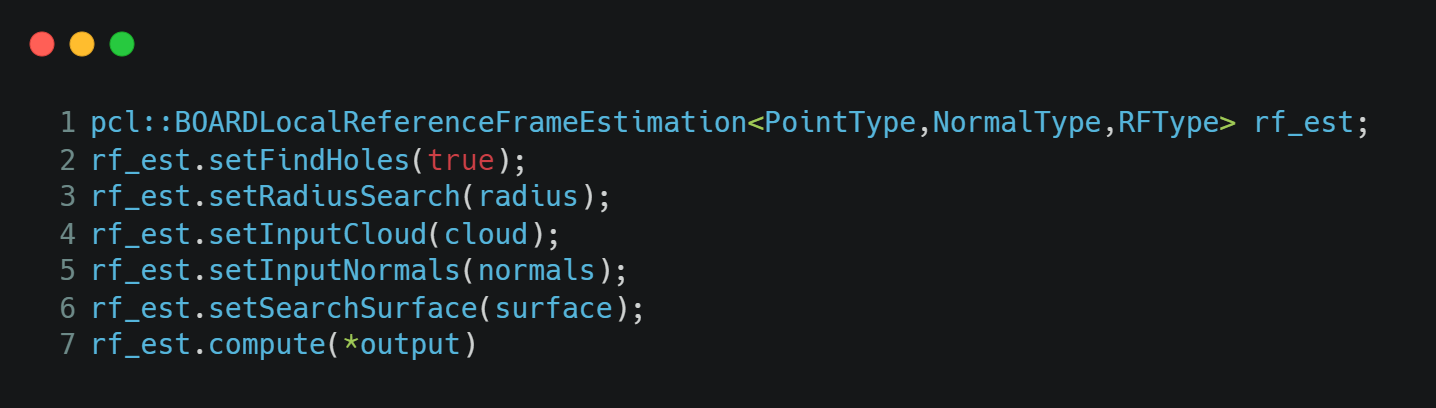


图 2 使用场景

（1）使用场景说明

|  |  |
| --- | --- |
| 行号 | 解释 |
| 1 | 声明一个BOARDLocalReferenceFrameEstimation实例，记作rf\_est |
| 2~6 | 设置一系列参数 |
| 7 | 调用compute接口，计算输入点云cloud的特征。其中，compute接口是BOARDLocalReferenceFrameEstimation的父类的父类Feature实现的接口。 |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::randomOrthogonalAxis (Eigen::Vector3f const &axis, Eigen::Vector3f &rand\_ortho\_axis)

### 接口功能

输入一个坐标轴，返回一个指向随机且与输入坐标轴正交的坐标轴。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| randomOrthogonalAxis | Input | axis | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Output | rand\_ortho\_axis | Egien::Vector3f |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::randomOrthogonalAxis (Eigen::Vector3f const &axis, Eigen::Vector3f &rand\_ortho\_axis)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| axis | Eigen::Vector3f | 输入的坐标轴 |
| rand\_ortho\_axis | Egien::Vector3f | 输出的坐标轴 |

### (高性能)实现方案

行号见源码附件：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 6~23 | 已知输入轴的坐标为(x1,y1,z1)，利用两向量正交向量点积为0：x1x2+y1y2+z1z2=0计算出正交轴的坐标(x2,y2,z2) | vec\_rec  vec\_add  vec\_mul |
| 25 | 对正交轴做标准化处理 | vec\_muls  scalar\_sqrt  vec\_rec |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::projectPointOnPlane (Eigen::Vector3f const &point, Eigen::Vector3f const &origin\_point, Eigen::Vector3f const &plane\_normal, Eigen::Vector3f &projected\_point)

### 接口功能

### 返回某点到某一平面的投影。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| projectPointOnPlane | Input | point | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Input | origin\_point | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Input | plane\_normal | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Output | projected\_point | Eigen::Vector3f |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::projectPointOnPlane (Eigen::Vector3f const &point, Eigen::Vector3f const &origin\_point, Eigen::Vector3f const &plane\_normal, Eigen::Vector3f &projected\_point)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| point | Eigen::Vector3f | 空间中一点 |
| origin\_point | Eigen::Vector3f | 平面上一点 |
| plane\_normal | Eigen::Vector3f | 平面法线 |
| projected\_point | Eigen::Vector3f | 空间中一点在平面的投影 |

### (高性能)实现方案

行号见源码附件：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 7~15 | 计算点在平面上的投影 | vec\_add  vec\_mul |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::planeFitting ( Eigen::Matrix<float, Eigen::Dynamic, 3> const &points, Eigen::Vector3f &center, Eigen::Vector3f &norm)

### 接口功能

通过JacobiSVD求空间中点集的拟合平面。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| planeFitting | Input | points | Eigen::Matrix<float, Eigen::Dynamic,3> |  |  |  |
| Output | center | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Output | norm | Eigen::Vector3f |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::planeFitting ( Eigen::Matrix<float, Eigen::Dynamic, 3> const &points, Eigen::Vector3f &center, Eigen::Vector3f &norm)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| points | Eigen::Matrix<float, Eigen::Dynamic,3> | 三维空间中的点集 |
| center | Eigen::Vector3f | 输入点集的质心 |
| norm | Eigen::Vector3f | 拟合平面的法线 |

### (高性能)实现方案

行号见源码：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 12~16 | 判断输入点集是否为空 |  |
| 19 | 计算点集的质心 | vec\_add  vec\_mul、vec\_rec |
| 22~25 | 计算拟合平面的法线 |  |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::normalDisambiguation ( pcl::PointCloud<PointNT> const &normal\_cloud, pcl::Indices const &normal\_indices, Eigen::Vector3f &normal)

### 接口功能

消除某法相在方向上的歧义。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| normalDisambiguation | Input | normals\_cloud | pcl::PointCloud<PointNT> |  |  |  |
| Input | normal\_indices | pcl::Indices |  |  |  |
| Input/Output | normal | Eigen::Vector3f |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::normalDisambiguation ( pcl::PointCloud<PointNT> const &normal\_cloud, pcl::Indices const &normal\_indices, Eigen::Vector3f &normal)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| normals\_cloud | pcl::PointCloud<PointNT> | 用于计算的法线集合 |
| normal\_indices | pcl::Indices | 需要被用于计算的法线的下标的集合 |
| normal | Eigen::Vector3f | 需要消除歧义的法线 |

### (高性能)实现方案

行号见源码：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 7~8 | 定义一个类型为Eigen::Vector3f的变量并初始化 | set\_as |
| 10~15 | 遍历用于计算的法线 | for\_range、vec\_add |
| 17 | 向量标准化 | vec\_mul、vec\_rec  vec\_add |
| 19~22 | 调整需要消除歧义的法线的方向 | vec\_mul、vec\_add |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::getAngleBetweenUnitVectors ( Eigen::Vector3f const &v1, Eigen::Vector3f const &v2, Eigen::Vector3f const &axis)

### 接口功能

计算两向量之间的夹角，用弧度表示。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| getAngleBetweenUnitVectors | Input | v1 | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Input | v2 | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Input | axis | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Output | angle | float |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::getAngleBetweenUnitVectors ( Eigen::Vector3f const &v1, Eigen::Vector3f const &v2, Eigen::Vector3f const &axis)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| v1 | Eigen::Vector3f | 向量v1 |
| v2 | Eigen::Vector3f | 向量v2 |
| axis | Eigen::Vector3f | 旋转轴，与v1、v2所定义的平面垂直 |
| angle | float | 向量v1与v2的夹角 |

### (高性能)实现方案

行号见源码：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 8 | 向量v1与向量v2做叉乘 | vec\_mul、vec\_add |
| 9 | 计算两向量之间的夹角 | 需要用到反三角函数 |
| 11 | 向量点乘 | vec\_mul、vec\_add |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::directedOrthogonalAxis ( Eigen::Vector3f const &axis, Eigen::Vector3f const &axis\_origin, Eigen::Vector3f const &point, Eigen::Vector3f &directed\_ortho\_axis)

### 接口功能

给定一个点和一个向量，计算与给定向量正交且指向给定点的向量。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| directedOrthogonalAxis | Input | axis | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Input | axis\_origin | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Input | point | Eigen::Vector3f |  |  |  |
| Output | directed\_ortho\_axis | Eigen::Vector3f |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::directedOrthogonalAxis ( Eigen::Vector3f const &axis, Eigen::Vector3f const &axis\_origin, Eigen::Vector3f const &point, Eigen::Vector3f &directed\_ortho\_axis)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| axis | Eigen::Vector3f | 给定向量的终点 |
| axis\_origin | Eigen::Vector3f | 给定向量的起点 |
| point | Eigen::Vector3f | 给定点 |
| directed\_ortho\_axis | Eigen::Vector3f | 指向给定点且与给定向量正交的向量 |

### (高性能)实现方案

行号见源码：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 9 | 调用projectPointOnPlane接口 |  |
| 10 | 计算向量 | vec\_add |
| 11 | 向量标准化 | vec\_mul、vec\_add  vec\_rec |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computePointLRF (const int &index, Eigen::Matrix3f &lrf)

### 接口功能

计算给定点的LRF描述子（基于给定点的部分3D邻近点和法线）。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| computePointLRF | Input | index | const int |  |  |  |
| Output | lrf | Eigen::Matrix3f |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computePointLRF (const int &index, Eigen::Matrix3f &lrf)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| index | const int | 输入点集的下标 |
| lrf | Eigen::Matrix3f | 计算得到的local reference frame |

### (高性能)实现方案

行号见源码：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 8~10 | 调用searchForNeighbors接口，搜索查询点的临近点 | 尚未找到该接口的源码 |
| 13~23 | 接口的第一个出口 | set\_as |
| 26~30 | 定义并初始化一个变量 | for\_range、set\_as |
| 36 | 调用planeFitting接口 |  |
| 39 | 调用normalDisambiguation接口 |  |
| 42 | 变量赋值 | set\_as |
| 48~51 | 调用searchForNeighbors接口，变量赋值 | 尚未找到该接口的源码  set\_as |
| 55~65 | 定义变量并赋值 | set\_as、vec\_mul |
| 67~80 | 变量计算 | vec\_mul、vec\_rec |
| 82~127 | for循环 | for\_range |
| 84~102 | 变量赋值 | set\_as、vec\_mul  vec\_add |
| 104~125 | 调用directedOrthogonalAxis  接口，调用getAngleBetweenUnitVectors接口 |  |
| 129~168 | 变量计算， | vec\_mul、vec\_add  set\_as |
| 158 | 调用directedOrthogonalAxis接口 |  |
| 170~201 | 175、192行调用directedOrthogonalAxis接口 |  |
| 204~212 | 变量赋值 | set\_as |
| 214~246 | 219、237行调用directedOrthogonalAxis接口 |  |
| 220、239 | 向量叉乘 | vec\_mul、vec\_add |
| 269~345 | 计算 | vec\_mul、vec\_add  vec\_rec、set\_as |
| 360、372 | 调用directedOrthogonalAxis接口 |  |

## pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computeFeature (PointCloudOut &output)

### 接口功能

抽象特征计算接口。

### 接口和IR描述

1. IR原型定义

IR定义：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op** | **Classify** | **Name** | **Type** | **Type Range** | **Default\_value** | **Format** |
| computeFeature | out | output | PointCloudOut |  |  |  |

1. 算子的实现接口定义

pcl::BOARDLocalReferenceFrameEstimation<PointInT, PointNT, PointOutT>::computeFeature (PointCloudOut &output)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 类型 | 说明 |
| output | PointCloudOut | 输出点云 |

### (高性能)实现方案

行号见源码：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 行号 | 解释 | Tik接口 |
| 21 | 调用computePointLRF接口 |  |