**第三方库：**

nanogui：GUI工具库 支持opengl绘制的

vecmatch：向量数学库 包括vector、matrix等

**头文件：**

相机类、opengl库文件；

1. joint.h：定义了关节

（1）每个关节有一个局部的transform转换，并有一个孩子关节的指针列表；

（2）并且，在使用蒙皮技术的时候，每个关节会存储一个bindWorldToJointTransform，即关节位置转换到世界空间的转换矩阵的逆矩阵，就是一个translation变换的逆矩阵；这个矩阵的作用是，可以通过该矩阵获取绑定姿势（皮肤）上的所有顶点相对于该关节的局部坐标；因为计算SSD的时候，每个关节影响顶点的权重，亦即partial position是在局部空间下计算的，再累加，所以需要获得顶点相对于该关节的局部坐标；

（3）同样，还需要存储一个currentJointToWorldTransform，表示该关节当下，转换到世界坐标的一个变换；也就是运动的时候，每次都要计算各个关节的世界坐标；再根据该关节的皮肤上的顶点的局部坐标，计算出皮肤的世界坐标；

2.matrixstack.h

矩阵栈，用于累计存储当前层级的变换；初始化时用的是一个Identity()单位矩阵；top()表示的是当前层级节点的变换矩阵；

3. mesh.h 网格类 其实就是存储了皮肤的数据

通过load方法加载顶点信息，将皮肤的顶点数据存储在bindVertices里面，currentVertices是运动的时候通过SSD计算出来的皮肤顶点数据；attachment是权重数据，通过LoadAttachment方法加载；

绘制皮肤仍然是通过一个Recorder辅助类来绘制，对该作业来说，是一个顶点recorder，record方法会记录顶点位置、法线、颜色等信息；并调用Opengl的绘制方法最终绘制出来；

该作业有两个特定的绘制方法，绘制球体和圆柱体，通用思想仍然是通过曲面细分，在球面上通过循环画出各个点，然后构造出三角形，记录到recorder里面从而绘制出来；

4. skeleton.h 骨骼类 核心文件

存储了m\_joints，所有个关节（指针）,m\_rootJoints，根节点，皮肤网格m\_mesh，矩阵堆栈m\_matrixstack，以及着色器program（id）；

在这个类中有很多个关键的方法，比如加载骨骼数据，绘制关节和骨骼，都是需要通过递归的方法遍历整个层级结构，计算相应的矩阵堆栈中的变换矩阵，然后对节点进行正确的变换；

Gui的交互数据，会调用setJointTransforms，实时更新节点的变换；

实现SSD有三个方法：

computeBindWorldToJointTransforms、updateCurrentJointToWorldTransforms；前者只用计算一次，后者在每次动画变换时都需要调用，并且都是需通过递归来遍历整个层级结构；还有一个updateMesh方法，是实现SSD的核心方法，会计算皮肤顶点的权重累计值；

5. starter2\_util.h

工具类，包含角度和弧度的转换方法，创建opengl窗口，编译着色器程序等，当然也包含来顶点、片段着色器的内容；

6. tuple.h C++原生tuple的一个包装，主要用于三个字段的组合，mesh中的face数据用到了；

7. vertexrecorder.h 刚才说到了 调用Opengl方法用于顶点的绘制。

额外提升：

Easy:

1 整合代码 使得可以通过存储多个骨骼、皮肤网格、和权重数据来加载多个角色；这个应该需要将骨骼定义成一个列表，然后加载和绘制的时候，都通过遍历列表来完成；

2 应用纹理映射来渲染模型；

3 这个作业使用的是每个面的法线（即每个面三个顶点的法线相同，整个面的法线也相同），为了更平滑的着色，我们可以计算每个顶点的法线，可以设置顶点的法线为周围面元的法线的平均值；（这个咋实现，如何知道一个顶点周围的面元是哪个）

~~4 用伪色来显示顶点权重，例如，为每个关节分配具有不同色调的颜色，并通过计算相应的关节颜色加权平均值，根据分配的权重为模型中的每个顶点着色。（这个就不实现了吧）~~

Medium:

使用顶点着色器实现SSD。您应该将绑定姿势存储在顶点缓冲区中，并为关节变换定义一组统一变量。对于每一帧，上传最新的关节变换，并在着色器中计算变换后的顶点位置和法线。

问题：

如何在着色器里面计算法线？

原来的计算方法，是计算出当前顶点的世界坐标，然后用两条边叉乘计算出三角形的法线（世界空间），现在只能传递一个绑定姿势的数据，即每一个顶点的固定世界坐标；

传递进来的都是皮肤顶点在世界坐标下的顶点位置和顶点法线；主要还是那个公式计算；

坐标直接按公式算，法线需要转换矩阵的转置再取逆；

如何传递权重值以及关节的变换值？

需要传递三个Uniforms，一个是bindWorldToJointTransform数组，一个是currentJointToWorldTransform数组；还有一个是权重值attachments数组；

如何确定当前着色器正在绘制的顶点是哪一个顶点？？这是关键的问题，因为如果不知道是哪个顶点（顶点下标），就无法获得对应的权重列表，也就无法得到各个关节的权重值，从而计算顶点的位置和法线；

还要解决哪个权重vecn无法存储的问题；