

上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

课程报告

COURSE REPORT



报告题目: Pose2Carton 项目报告

学生姓名: 郑 煜

学生学号: 519030910354

课程名称: 机器学习工程实践

指导教师: 倪冰冰教授

学院(系): 电子信息与电气工程学院

目 录

| | |
|---|---|
| 一 maya 介绍 | 1 |
| 1.1 解析 | 1 |
| 1.2 可视化配对（核心操作） | 1 |
| 1.3 一些奇技淫巧 | 1 |
| 二 数据形式介绍 | 2 |
| 2.1 fbx, obj 以及 info 文件 | 2 |
| 2.2 贴皮文件 | 2 |
| 三 匹配流程梳理 | 3 |
| 3.1 如何匹配上给定模型和 smpl 的关节 | 3 |
| 3.2 transfer.py 中主匹配流程 | 3 |
| 3.3 vis 可视化 | 3 |
| 四 创新与改进 | 5 |
| 4.1 读入匹配方式上的优化 | 5 |
| 4.2 另外一些优化 | 5 |
| 五 核心问题 | 6 |
| 5.1 共性问题 | 6 |
| 5.1.1 缺失 spine 问题 | 6 |
| 5.1.2 非 t-pose 问题 | 6 |
| 5.1.3 穿模问题 | 6 |
| 5.1.4 多 mesh 问题 | 7 |
| 5.2 持有模型问题 | 7 |
| 5.2.1 girl 模型的贴皮问题 | 7 |
| 5.2.2 合并 mesh 匹配贴皮后可视化程序崩溃 | 7 |
| 5.2.3 fbx 文件存在定位器造成 parser 无法解析问题 | 8 |

一 maya 介绍

在本项目中,maya 的主要功能是用来解析 fbx 文件,以及在配对时以可视化的形式转动关节来确认关节名和 mesh 结构的对应关系。

1.1 解析

本项目 `fbx_parser.py` 调用了 maya 的 python 接口 `mayapy` 来实现 fbx 文件的解析,导出包含关节层次结构以及各关节点空间位置以及 skin 权重的 info 文件,以及生成 obj 文件(附带 mtl 贴图信息文件)。实际上 maya 主界面导入 fbx 文件,可以直接选择**导出全部**导出 obj 文件,这个可以直接导出包含所有 mesh 的 obj 文件。

1.2 可视化配对(核心操作)

这一部分主要用到了 maya 的一些基本操作,比如通过左侧栏切换**显示大纲视图**来展示关节的层次结构以及 fbx 包含的所有对象(mesh 和 joint)。点击某关节,可以点击切换左侧的**旋转工具**,来旋转三个欧拉角来可视化选中关节的旋转关系以及关节在 mesh 中的位置,与标准 `smpl` 的关节位置对比来实现匹配。

同时,按住 `alt` 键可以通过鼠标左键转换相机视角,以从不同角度观察 mesh,方便匹配的进行。

中间主界面上一排小按钮可以调节模型的可视化形式,类似于 `meshlab`,可以以线框,平滑着色后的 mesh,以及带贴图的 mesh 来显示模型。以此功能可以来确认模型带不带贴图(蒙皮)。

1.3 一些奇技淫巧

选择**显示-动画-关节大小**可以调节关节大小,针对一些 fbx 导入后未调节关节大小而导致关节过大引起主界面中有一堆乱线。

选择**网格-结合**可以合并网格,主要针对多 mesh 文件(但直接合并好像有问题)

对大纲视图中某关节如果其父类为一个定位器对象而导致 `parser` 无法解析,可以通过**编辑-解组**来使其脱离定位器组,从而清理原 fbx 中无用信息

二 数据形式介绍

本项目的数据形式主要是 `fbx_parser.py` 对 `fbx` 文件解析得到的文件，以及由助教提供的文件，二者有一些共同的文件（`obj` 以及以 `txt` 格式存储的 `info` 文件），网上下载模型有额外的蒙皮文件，我主要分两部分来叙述。

2.1 `fbx`, `obj` 以及 `info` 文件

`fbx` 文件需用 `maya` 解析，在本项目中，其主要存储了三维模型的关节层次结构（包含关节点坐标以及关节不同层次之间的旋转平移关系），以及三维模型的 `mesh`, `skin` 以及 `texture`。此外一些 `fbx` 文件也包含了动画信息，在本项目未使用到故而省略。

`obj` 文件主要存储 `mesh` 的结点坐标信息 (`v`)，结点对应纹理在纹理图片上的归一化坐标 (`vt`)，三角面片顶点的法向量坐标 (`vn`)，以及三角形面片三个顶点对应的结点序号，纹理点序号，法向量序号 (`f`)^①。

`info` 文件为 `txt` 文件，其主要存储了各关节 (`joints`) 的三维坐标，关节点蒙皮 (`skin`) 权重，以及关节层次关系 (`hier`)。

着重介绍一下 **skin 蒙皮权重**。`info` 文件 `skin` 行存储了各 `mesh` 结点 (`skin` 行的数量和结点数量一致) 绑定各个关节，以及该结点在关节旋转时，为跟随关节旋转，关节旋转矩阵所需乘的权重系数。通过这个蒙皮属性，便能实现当关节旋转时，`mesh` 也跟着旋转，这样便能只通过改变各个关节之间的旋转关系（设定旋转矩阵）来得到 `obj` 文件中各个结点的位置信息来生成新的 `obj` 文件。

此外对于 `parser` 导出的 `info` 文件，`transfer.py` 中 `clean_info` 函数可以清除关节的名字空间，我将其清理后的文件存储为 `xx_clean.txt`

2.2 贴皮文件

`fbx_parser.py` 调用了 `maya` 的函数，直接生成了 `xx_intermediate.obj` 文件以及对应的 `xx_intermediate.mtl`，此外 `maya` 在读取 `fbx` 文件时会自动生成 `xx.fbm` 文件夹，其中存放的 `png` 格式文件便是贴图，对于 Mixamo 下载模型一般包含散射 (`diffuse`)，镜面 (`specular`) 等类型的贴图文件。

通过 `parser` 生成 `intermediate.obj` 文件会关联上其对应 `mtl` 文件，对于 `mtl` 文件，以 `newmtl` 为各个贴图对象的开头，即定义新的材质组，后面参数为材质组名称，`Ka` 为材质的环境光 (`ambient color`)，`Kd` 为散射光 (`diffuse color`)，`Ks` 为镜面光 (`specular color`)，`Ke` 为放射光 (`emissive color`)，`Ns` 为材质的光亮度，`illum` 为照明度 (`illumination`) 其取值范围为 0-10，`Ni` 为材质的光密度 (`optical density`)，`map_Ka`、`map_Kd`、`map_Ks` 分别为材质的环境，散射和镜面贴图对应贴图文件地址^②。本项目主要需修改的为 `map_Kd` (`diffuse`) 来指定对应的在 `fbm` 文件夹中的贴图 `png` 文件地址，只要指定好贴图文件地址，打开 `obj` 文件时便可实现贴皮。

① 学习自博客 <https://blog.csdn.net/xyh930929/article/details/82260581>

② 学习自博客 <https://blog.csdn.net/linziping/article/details/100739991>

三 匹配流程梳理

3.1 如何匹配上给定模型和 smpl 的关节

对于一个给定的需匹配模型，首先需要知道其各个关节名称在 `transfer.py` 中对应的序号，然后根据该序号配对。

在 `maya` 中打开该模型的 `fbx` 文件，在大纲视图中先浏览一遍该模型的关节层次信息，根据匹配多个模型后得到的经验，如果模型（主要针对 `T-pose` 的模型，一般是类人动画人物模型）两个手臂的父关节（一般该关节也为 `neck` 的父关节）和两只腿的父节点，中间没有任何过渡结点，该模型便无法匹配（没有与 `spine` 对应的关节），否则继续匹配。

通过旋转各关节，观察 `mesh` 的变化，和 `smpl` 的关节比对，便可确认该关节对应 `smpl` 上的哪个关节。当然，也可基于关节名字以及和其他关节之间的层次关系来直接匹配（比如四肢一般固联在一起）。

3.2 `transfer.py` 中主匹配流程

上一部分得到匹配模型和 `smpl` 的关节序号对应关系（用字典存储）后，便建立字典存储关节间层次结构，读取 `pkl` 序列中各帧之间各个关节的旋转变换矩阵（`R`, `tvec`），通过前向动力学（`FK`），建立各个关节的变换矩阵 `T`，并与原关节三维坐标矩阵相乘得到新的关节位置，再与蒙皮权重矩阵相乘得到新的 `obj` 中各个结点的变换矩阵，再与结点矩阵相乘得到新的结点位置，得到新的 `mesh`。

3.3 `vis` 可视化

通过 `vis.py` 脚本可以读取 `obj` 文件信息来实现可视化，下面一组图片为 `smpl` 同一动作与我匹配的各模型的可视化结果（8+4）



(a) 1222



(b) 2832



(c) 2965



(d) 5992



(e) 9750



(f) 10567



(g) 11656



(h) 15633



(i) amy



(j) Jackie



(k) girl



(l) rocksana

四 创新与改进

本部分读入匹配方式上优化是最主要优化，另外一些优化部分是一些不怎么重要的优化

4.1 读入匹配方式上的优化

前面提到本项目的匹配需要手动输入一个匹配模型关节序号与 `smpl` 关节序号对应的字典，考虑到若通过手动输入匹配序号，序号和关节名称对应不直观，给匹配带来一些不便，基于 `transfer.py` 的代码中对于序号和关节名称对应关系的输出，我在 `util_cat.py` 代码内写了一个 `print_joint` 函数来生成一个 `xx_joint2.txt` 文件，里面各行存储了”关节名称: 序号”，并基于关节名称和 `smpl` 中关节名称相同来 lazy 预配对，可以节省一些匹配时间。配对时，只需通过一张 `smpl` 各关节序号的图片，基于第三部分的配对流程，将配对的序号以”配对模型关节名称: 配对模型序号: `smpl` 序号”填入，然后用 `util_cat.py` 的 `read_match` 函数读入生成要求的配对字典，便可省去手动填入配对字典的工作。

4.2 另外一些优化

修改了可视化中 `capture_screen_image` 函数的参数来防止可视化时屏幕闪烁

修改了 `fbx_parser.py` 中的 `record_obj` 函数，用 `for` 循环来选中多个 `mesh` 使得生成 `intermediate.obj` 文件是完整模型。（虽然该改进只能解决生成 `obj` 是残缺的问题，对应 `riginfo` 无法生成完整）

在 `util_cat` 中写了一个 `save_results` 函数来最终提交时自动生成提交的文件

在 `util_cat` 中写了一个 `perfect_matching` 函数来挑选有完整 `spine` 结构的模型（虽然实际效果上由于命名方式的差异挑选到的模型很少，唯一三个 `spine` 结构都齐全模型不是 `t-pose`，甚至不是人型）

五 核心问题

5.1 共性问题

5.1.1 缺失 spine 问题

对于分配的模型，最主要的问题便是缺失 **spine**，第三部分匹配模型部分有提到缺失 **spine** 的具体形式（即人物缺失上级结构（手，头）和下级结构（双腿）之间的过渡关节，造成匹配不佳，如图5-1, 可见若增加一个 **spine** 关节，人物的上身便能产生和 **smpl** 模型一样的下倾动作，而缺失该关节时便无法作出该动作。



图 5-1 缺失 spine 而匹配不佳

5.1.2 非 t-pose 问题

分配以及网上下载模型，有一部分初始状态不是 **t-pose**，如图5-2(a), 但匹配序列的 **smpl** 模型初始状态是 **t-pose**，这样如果直接匹配会造成二者动作的差异。通过 **maya** 转动关节调整为 **t-pose** 再保存为 **fbx** 文件, 再通过 **fbx_parser.py** 解析该 **fbx** 生成 **obj** 和 **riginfo** 便可解决该问题，如图5-2(b)。

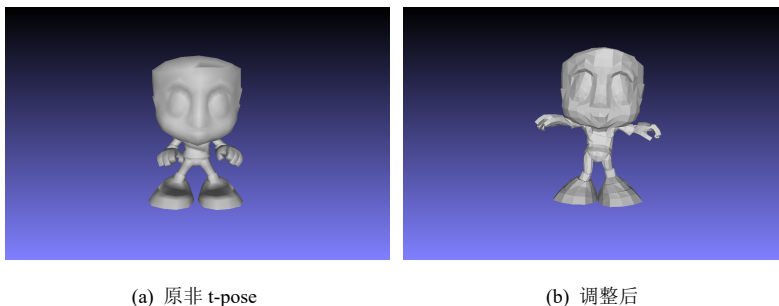


图 5-2 非 t-pose 的情况

5.1.3 穿模问题

由于匹配的模型大小以及 **mesh** 结构和 **smpl** 模型有所差异，故而直接使用 **smpl** 的旋转矩阵关系会造成匹配模型变换后的关节距离不符合该模型的比例，以及类似于裙子这样凸出 **mesh** 与旋转后的关节 **mesh** 重叠，造成穿模现象，如图。当然这不是模型关节匹配的问题，这是直接使用 **smpl** 旋转关系而未考虑匹配模型比例的结果。



图 5-3 穿模

5.1.4 多 mesh 问题

一部分网上下载模型存在多 mesh 的情况，助教提供 `fbx_parser.py` 无法解析多 mesh，采用第四部分优化只能解决 obj 生成，实际 obj 也可以用 maya 导出，最后解决办法是采用 maya 合并 mesh（如第一部分所述），但直接强行合并会有点云泄露的效果（即匹配后的模型 mesh 一部分结点未跟随关节旋转，而是留在原处或者旋转较小距离，形成一条拖线），推测原因是强行合并造成一部分 mesh 结点的蒙皮权重未被合理分配，造成旋转关系错误。

5.2 持有模型问题

5.2.1 girl 模型的贴皮问题

我从网上下载的 girl 模型，用修改好 mtl 文件后，用 maya 或者 open3d 或者 meshlab 打开可视化眼睛周围的贴图有一部分空缺，如图 5-4(b)，而用 windows 的 3d 查看器打开却没有这个问题，如图 5-4(a)，推测该问题是由于 maya 等软件对于贴图的解析方式和该模型制作软件有差异

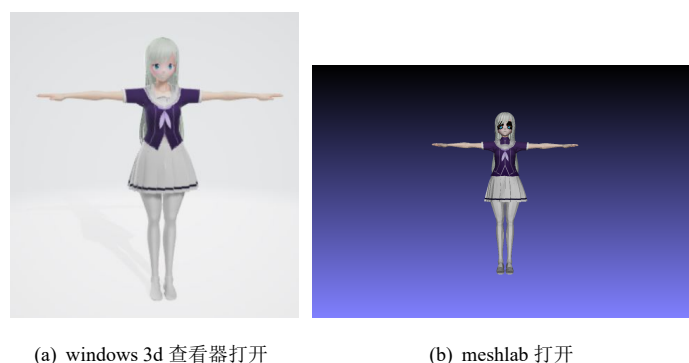


图 5-4 贴皮问题

5.2.2 合并 mesh 匹配贴皮后可视化程序崩溃

我下载的 sara 模型，贴图后用 3d 查看器打开没问题（meshlab 打开崩溃，推测 meshlab 不支持打开原来有多 mesh 的 obj 文件，合并后也不行），并匹配效果也较好，但是 vis 可视

化在有贴图情况下便会程序崩溃，推测原因和 meshlab 崩溃一样？该模型在无贴图（把 mtl 贴图文件路径清空）可以正常可视化。

5.2.3 fbx 文件存在定位器造成 parser 无法解析问题

我下载的一个模型其大纲视图中存在多个定位器来保证关节和模型的比例一致，如图5-5, 通过第一部分的操作可以解组来获得干净的 mesh 和 joints，但是解析后配对时，关节应是配对上了，但是人物的形变十分严重，十分不自然。但在 maya 里旋转关节没有形变。推测原因是虽然解组了定位器，但是定位器的信息是保证 mesh 和关节比例一致，我在调整 fbx 文件时，修改了 mesh 的属性使其缩放比例增大来使得在 maya 视图中 mesh 和关节比例一致，但这个属性的修改是否会在解析时被解析出来便无法知晓，那么可能解析出来的 obj 文件的 mesh 结点和 info 里面的绑定的关节信息是比例失调的，这样绑骨是不成功的，从而造成关节旋转时 mesh 的变形。

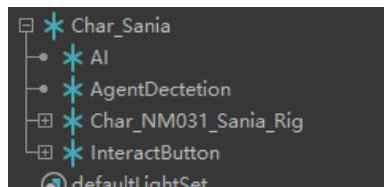


图 5-5 定位器组

代码地址

本项目代码仓库地址为 <https://github.com/COMoER/pose2carton>