

# 浙江大学

课程名称：**计算机动画**

姓 名：**肖鸢**

学 院：**计算机学院**

专 业：**数字媒体技术**

学 号：**3150102459**

指导教师：**于金辉**

2017 年 11 月 23 日

# 浙江大学实验报告

课程名称： 计算机动画 实验类型： 综合

实验项目名称： Free Form Deformation

学生姓名： 肖鸢 专业： 数字媒体技术 学号： 3150102459

同组学生姓名： 无 指导老师： 于金辉

实验地点： 机房 实验日期： 2017 年 11 月 23 日

## 一、 实验目的和要求

通过本实验了解 FFD 变形思想. 建立物体顶点坐标以及控制点坐标, 计算移动控制点坐标后物体顶点的变形坐标. 用 FFD 设计一简单动画。

## 二、 实验内容和原理

### 内容

- (1) 掌握 FFD 变形算法。能够在这个基础上设计出能让用户操作的界面。
- (2) 以上述内容为基础，设计一简单动画。

### 原理

假设， $\vec{S}$ 、 $\vec{T}$ 、 $\vec{U}$ 是局部坐标系 $STU$ 的三个坐标轴，

$p_0$ 是局部坐标系 $STU$ 的坐标原点，

$p$ 是模型顶点坐标

$$s = \frac{(\vec{T} \times \vec{U}) \bullet (p - p_0)}{(\vec{T} \times \vec{U}) \bullet \vec{S}}$$

$$t = \frac{(\vec{S} \times \vec{U}) \bullet (p - p_0)}{(\vec{S} \times \vec{U}) \bullet \vec{T}}$$

$$u = \frac{(\vec{S} \times \vec{T}) \bullet (p - p_0)}{(\vec{S} \times \vec{T}) \bullet \vec{U}}$$

模型顶点新的坐标 $Q(s, t, u)$ 为：

$$Q(s, t, u) = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^n B_{i,l}(s) B_{j,m}(t) B_{k,n}(u) P_{i,j,k}$$

其中，

$l, m, n$ 分别是在 $S, T, U$ 坐标轴方向上划分格子的数目

$P_{i,j,k}$ 是控制点坐标值

$B_{i,l}(s)$ 是Bernstein多项式：

$$B_{i,l}(s) = \frac{l!}{i! (l-i)!} s^i (1-s)^{l-i}$$

在二维情况下， $s$ 、 $t$ 的计算公式简化为

$$s = \frac{x - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

$$t = \frac{y - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}}$$

### 三、 实验器材

Qt Creator 5.7.0 @ Win7

### 四、 实验步骤

### **(1) 界面设计**

1. 界面能够适应不同的大小显示要求并且能够保持基本的位置关系不变，不出现遮挡等影响用户体验的情况
2. 设置控制点，使得用户可以控制 FFD 的结果。

### **(2) 鼠标事件处理**

1. 这里使得在每次点击并且拖动的时候绘出一条线。
2. 当点击的是控制点的时候拖动形成一条线。

### **(3) 控制点移动**

1. 根据 FFD 算法在每次生成的时候用户自行绘制的线能跟随移动。

### **(4) 动画设计**

1. 在以上基础上设计一个简单的动画。

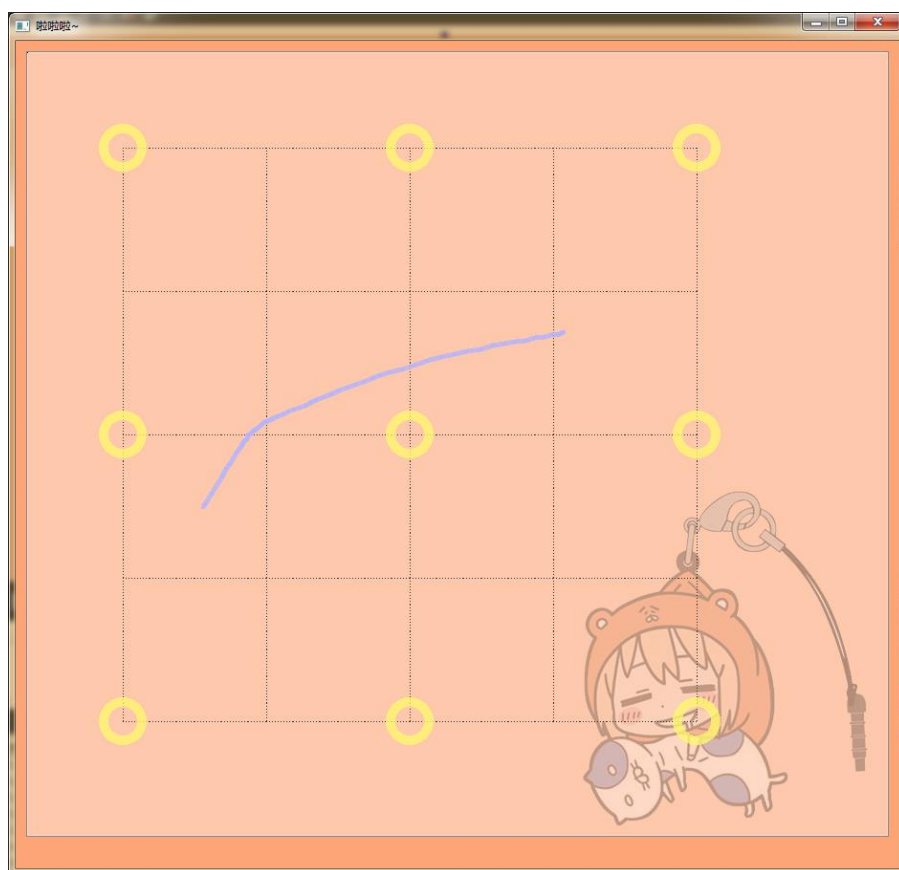
## **五、 实验结果分析**

### **(1) 界面设计**

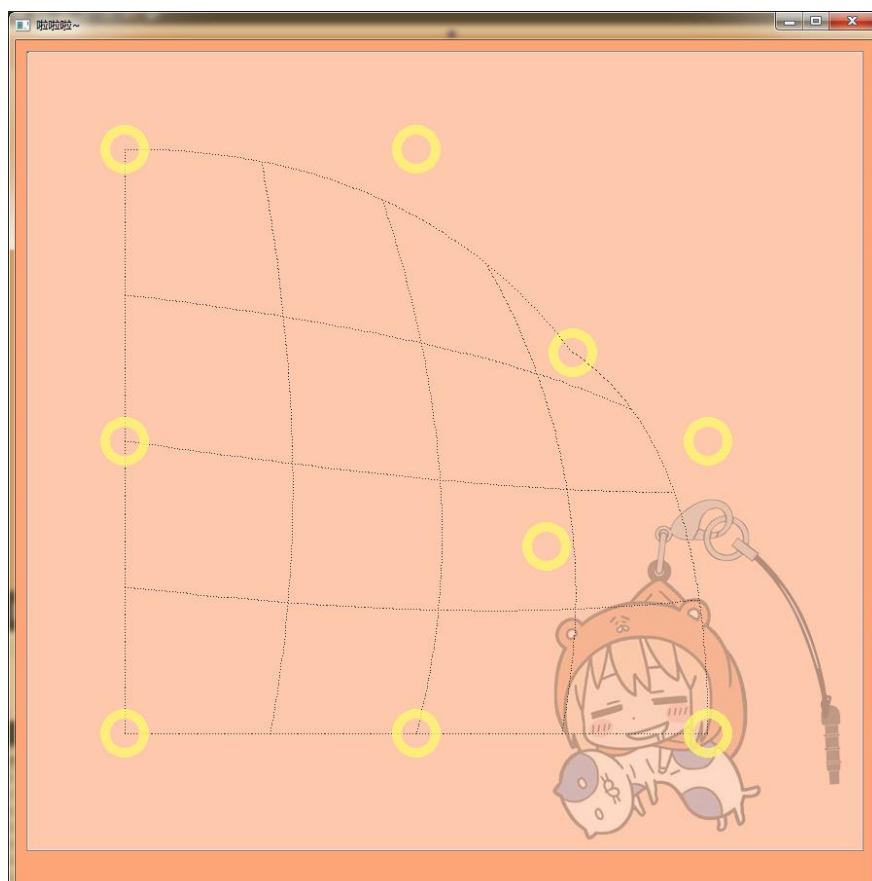
(见下)

### **(2) 鼠标事件处理**

#### **1. 绘制线条**

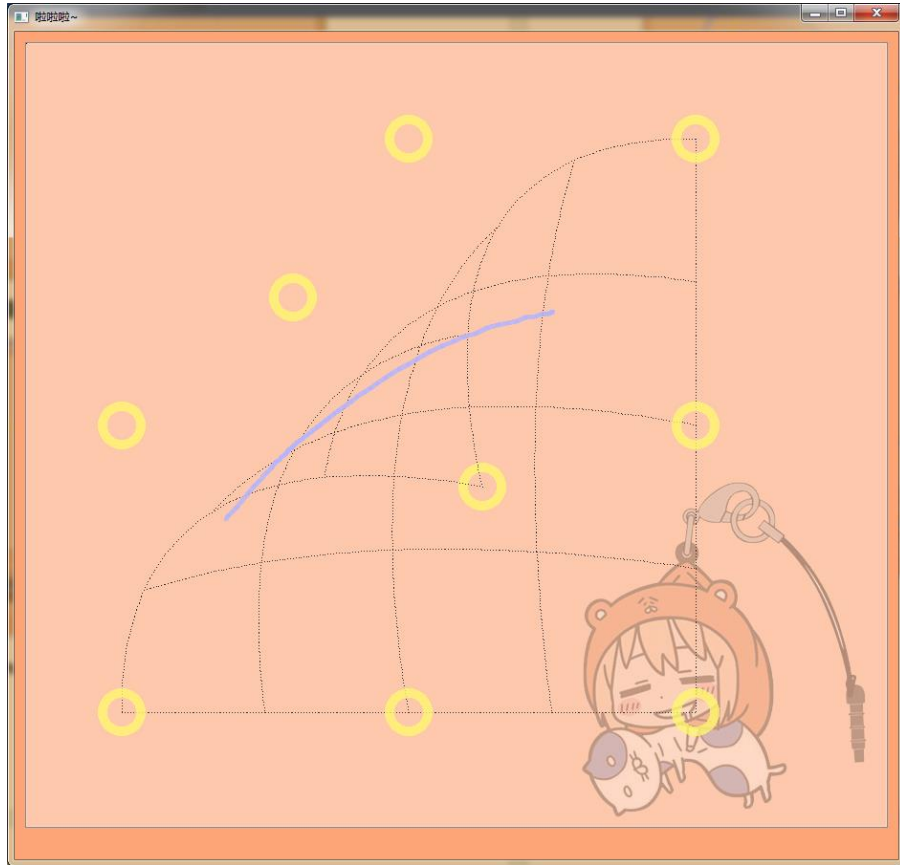


## 2. 改变控制点位置



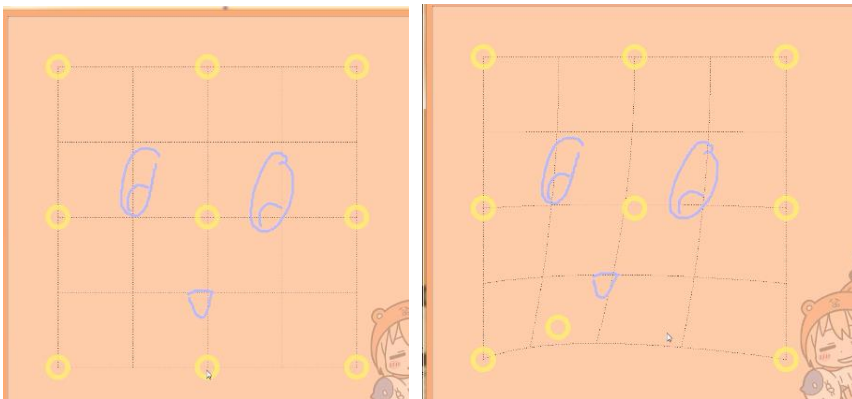
### (3) 控制点移动

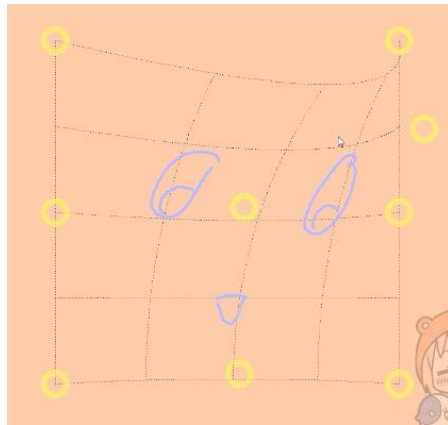
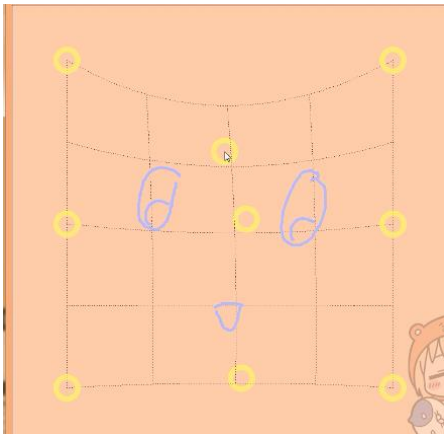
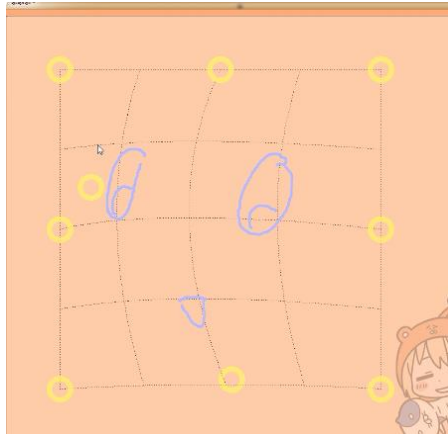
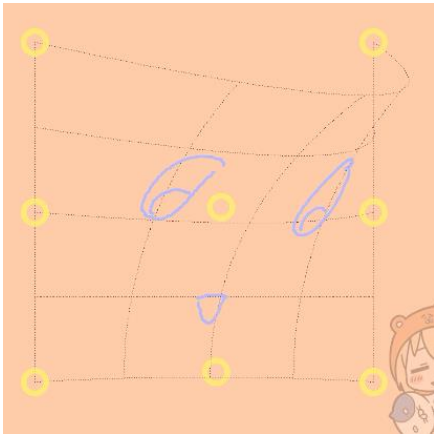
对用户绘制的曲线进行对应的变换



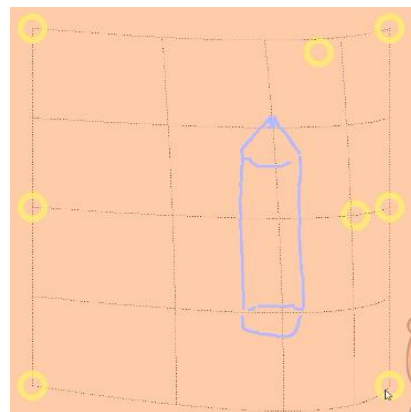
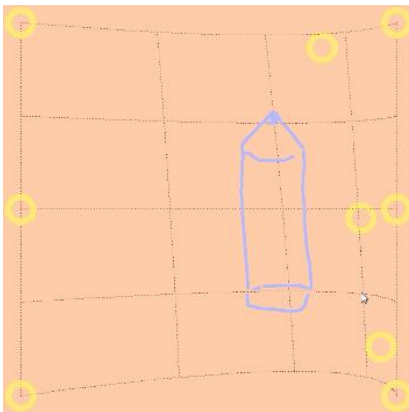
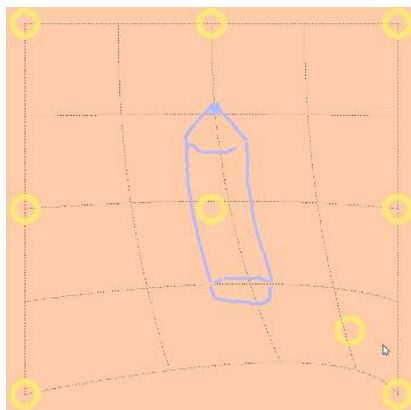
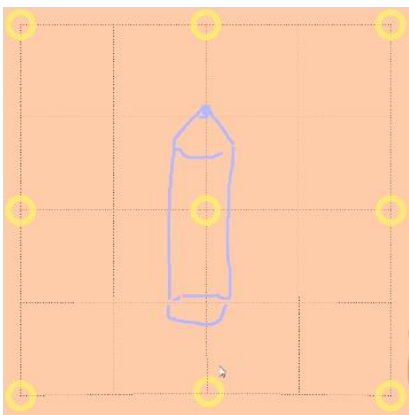
### (4) 动画设计

#### 1. 表情





## 2. 跳动的铅笔



## 六、 实验感悟与问题

在这次实验中，对于 FFD 有了更进一步的了解并且有了一个简单的实现。

在这个实验中估计比较大的问题是运算速度，在线条复杂的情况下明显感觉到运算速度减慢，所以最后没有进行增加更多的控制点以及尝试对更复杂的形状进行动画处理等操作。

此外还有的问题是控制点会影响最后图形的输出。可以考虑进行调整控制点/截图不同的模式，前者显示控制点后者不显示。

此外还可以考虑增加更多的颜色和线型的选择以及把二维图形拓展到三维。