2023학년도 1학기

컴퓨터애니메이션

컴퓨터 애니메이션 보고서

Self-Scoring Table

	Report	video	Add	Remove	Drag	Insert
Score	1	1	1	1	1	1

정보융합학부 2018204058 김민교

1 - Mouse click and mouse move

```
80      // 버튼을 누를 때 마다, 마우스 클릭의 월드 좌표를 알아낸다.
81      void mouseButton(GLFWwindow* window, int button, int action, int mods)
82      {
83          double xs, ys;
84          if (action == GLFW_PRESS && button == GLFW_MOUSE_BUTTON_LEFT)
85          {
86              // Mouse cursor position in the screen coordinate
87              glfwGetCursorPos(window, &xs, &ys);
88
89              // Mouse cursor position in the framebuffer coordinate
90              // 이거를 unproject하면 world space에서 x,y,z를 가질 수 있다.
91              // z는 상관하지 않는다. 어차피 x,y평면에 있기 때문
92              xs = xs * dpiScaling;
93              ys = ys * dpiScaling;
94
95              if (interactMode == NONE)
96                  return;
97
98              GLdouble x_ws, y_ws, z_ws;
99              unProject(xs, ys, &x_ws, &y_ws, &z_ws);
100             if (preX == x_ws && preY == y_ws) {
101                 return;
102             }
103
104             if (interactMode == ADD) addDataPoint(x_ws, y_ws);
105             else if (interactMode == ERASE) eraseDataPoint(x_ws, y_ws);
106             else if (interactMode == DRAG) selectedDataPoint(x_ws,y_ws);
107             else if (interactMode == INSERT) insertDataPoint(x_ws,y_ws);
108
109             preX = x_ws; preY = y_ws;
110         }
111
112     }
```

mouse가 클릭한 screen 좌표를 world 좌표로 바꾼다. 그리고 interactMode가 ADD, ERASE, DRAG, INSERT냐에 따라 각각의 함수를 호출한다.

```
61      void mouseMove(GLFWwindow* window, double xs, double ys)
62      {
63          // Drag 모드가 아니거나 드래그 하고있지 않으면 return
64          if (glfwGetMouseButton(window, GLFW_MOUSE_BUTTON_LEFT) == GLFW_RELEASE || interactMode != DRAG) return;
65
66          if (!IsSelectedPoint) // 선택된게 없어서 움직일 게 없다.
67              return;
68
69          // Mouse cursor position in the framebuffer coordinate
70          double x = xs * dpiScaling;
71          double y = ys * dpiScaling;
72
73          // 마우스 좌표 unProject.
74          GLdouble x_ws, y_ws, z_ws;
75          unProject(x, y, &x_ws, &y_ws, &z_ws);
76          dragDataPoint(x_ws, y_ws);
77
78      }
```

mouse move는 interactMode가 Drag일 때만 작용한다. 선택된 dataPoint가 없으면 함수를 종료한다.

2 - 자료구조

[data point]

```
42      // dataPoint
43      list<vector<GLdouble>> p;
```

삽입, 삭제를 용이하게 하기 위해 연결리스트 형태로 data point를 담아놨다.

[sample point[

```
48      // Samples
49      vector<vector<float>> samples;
```

sample point는 순서대로 조회만 하면 되기 때문에 2차원 형태의 vector에 담아놨다.

3 - Selected point, selected edge

[selected point]

selected point는 data point와 마우스 클릭 좌표의 거리가 0.0002 이내면 selected되었다고 판단했다.

```
189     for (list<vector<GLdouble>>::iterator iter = p.begin(); iter != p.end(); iter++)
190     {
191         float dist = ((*iter)[0] - x_ws) * ((*iter)[0] - x_ws) + ((*iter)[1] - y_ws) * ((*iter)[1] - y_ws);
192         if (dist <= 0.0002)
193         {
194             if (minDist > dist) {
195                 minDist = dist;
196                 minIter = iter;
197             }
198         }
199     }
```

data point가 담긴 list를 순회한다. 그러면서 마우스 클릭 좌표와 data point 좌표와의 거리를 구하고, 이 거리가 0.0002 이내면 일단 minDist라고 저장한다. 또한 현재 리스트의 노드를 가리키는 iter도 저장한다. minDist가 있어야 하는 이유는 가장 가까운 data point를 선택해야하기 때문이다.

```
200     if (minDist == 1) // 0.002이내에 점이 없다
201     {
202         IsSelectedPoint = false;
203         return false;
204     }
205
206     selectIter = minIter;
207     IsSelectedPoint = true;
208
209     return true;
```

list 순회가 끝나고, minDist가 1이라면 선택된 data point가 없다는 뜻이다. 그렇지 않다면 선택된 data point를 가리키는 iter를 selectIter에 저장하고, 선택된 data point가 있다는 뜻인 IsSelectedPoint값도 true로 설정한다. 이 값은 후에 drag 할 때 쓰인다.

[selected edge]

selected edge는 연속적인 2개의 sample point가 이루는 직선에서 마우스 클릭 좌표까지의 거리, 마우스 클릭 좌표와 2개의 sample point까지의 각각의 거리 , 총 3개의 거리를 구해서 이 거리 중 최소값이 0.0004 이내면 edge를 선택했다고 판단했다.

```
217     //sample point를 전부 순회...
218     for (int i = 0; i < samples.size()-1; i++)
219     {
220         // samples[i]와 samples[i+1]의 직선의 방정식을 구한다.
221         // 기울기
222         float m = (samples[i+1][1] - samples[i][1]) / (samples[i + 1][0] - samples[i][0]);
223         // y절편
224         float c = -m * samples[i][0] + samples[i][1];
```

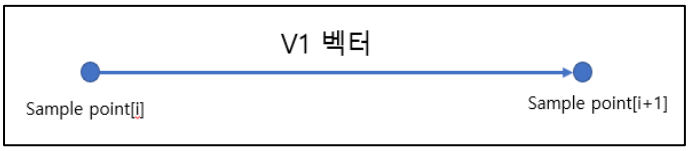
먼저 sample point[i]와 sample point[i+1]를 지나는 (1)직선의 방정식을 구한다.

```
226         // 점에서 직선에 내린 수선의 발을 구한다.
227         // 수직을 지나는 직선의 기울기 : -1/m
228         // y = -1/m + b <- 마우스 좌표를 넣어서 b를 득템.
229         // 그 후 연립 방정식으로?
230         float cPrime = (1 / m) * x_ws + y_ws;
231
232         // x랑 y는 수선의 발이다.
233         float x = (cPrime - c) / (m + (1 / m));
234         float y = m * x + c;
```

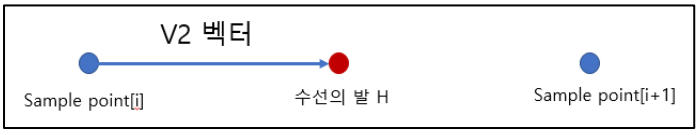
그 직선의 방정식에 수직하고 마우스 좌표를 지나는 (2)직선의 방정식을 구한다. (1)직선의 방정식과 (2) 직선의 방정식을 연립방정식 형태로 풀어서 수선의 발을 구한다.

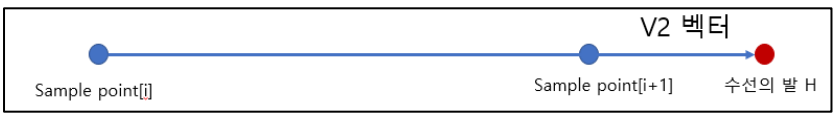
수선의 발을 구했지만, 이 수선의 발이 sample point[i], sample point[i+1] 선분 내부에 있는지 확인해야 한다. 이를 확인하기 위해서 벡터의 내적과 벡터의 길이를 사용했다.

```
236         float tempX1 = x-samples[i][0]; float tempY1 = y-samples[i][1];
237         float tempX2 = samples[i + 1][0]-samples[i][0]; float tempY2 = samples[i + 1][1]-samples[i][1];
238
239         Vector2f v1(tempX1,tempY1); // samples[i]번째 점에서 수선의 발로 가는 벡터.
240         Vector2f v2(tempX2,tempY2); // samples[i]에서 samples[i+1]로 가는 벡터
```



Sample point[i]에서 Sample point[i+1]로 가는 V1 벡터를 구한다.





Sample point[i]에서 수선의 발까지 가는 벡터는 총 3가지로 나뉜다. 수선의 발이 선분 내부에 있을 때, 선

분 밖에 있는데 방향은 같을 때, 선분 밖에 있는데 방향이 다를 때이다.

1) 선분 밖에 있는데 방향이 다른 경우는, v1과 v2의 내적이 0보다 작을 때이다. 이때는 마우스 좌표와 sample point[i]의 거리로 selected 되었는지 판단한다.

2) 선분 밖에 있는데 방향이 같은 경우는, v2의 길이가 v1의 길이보다 클 때이다. 이때는 마우스 좌표와 sample point[i+1]의 거리로 selected 되었는지 판단한다.

3) 선분 안에 있다면 수선의 발과 마우스 클릭 좌표의 거리로 selected 되었는지 판단한다.

```
246         if (v1.dot(v2) > 0 && (v1.dot(v1) <= v2.dot(v2)))// 방향이 같고 길이가 v1이 더 작다면 수선의 발이 선분 내부에 있다.
247         {
248             dist = (x - x_ws) * (x - x_ws) + (y - y_ws) * (y - y_ws);// 거리는 점과 직선 사이의 거리. or 수선의 발과 마우스 좌표까지의 거리
249             tempInsert[0] = x;
250             tempInsert[1] = y;
251         }
252         else {
253             if (v1.dot(v2) < 0)
254             {
255                 dist = (samples[i][0] - x_ws) * (samples[i][0] - x_ws) + (samples[i][1] - y_ws) * (samples[i][1] - y_ws); // 거리는 sample point와의 거리.
256                 tempInsert[0] = samples[i][0];
257                 tempInsert[1] = samples[i][1];
258             }
259             else
260             {
261                 dist = (samples[i + 1][0] - x_ws) * (samples[i + 1][0] - x_ws) + (samples[i + 1][1] - y_ws) * (samples[i + 1][1] - y_ws);
262                 tempInsert[0] = samples[i+1][0];
263                 tempInsert[1] = samples[i+1][1];
264             }
265         }
```

위의 내용을 코드로 구현했다.

```
267             if (dist <= 0.0004)
268             {
269                 if (minDist > dist) {
270                     dataPointInserted[0] = tempInsert[0];
271                     dataPointInserted[1] = tempInsert[1];
272                     minDist = dist;
273                     minIndex= i;
274                 }
275             }
276         }
277
278         if (minDist == 1) // 0.002이내에 점이 없다
279         {
280             IsSelectedEdge = false;
281             return false;
282         }
283
284         IsSelectedEdge = true;
285         selectedEdgeIndex = minIndex;
286
287
288         return true;
289
290     }
```

dist가 0.0004이내면 삽입할 datapoint를 의미하는 dataPointInserted 변수에 좌표를 넣는다. sample point들을 전부 순회하고, 선택된 edge가 몇 번째 data point에서 출발하는지 나타내는 seletedEdgeIndex값도 저장한다.

4 - Add

```
134    void addDataPoint(GLdouble x_ws, GLdouble y_ws)
135    {
136        vector<GLdouble> v = { x_ws, y_ws, 0 };
137        p.push_back(v);
138        N += 1;
139    }
```

screnn space상의 좌표를 world space상의 좌표로 바꾼 값을 리스트 p에 추가한다. 그리고 dataPoint의 개수인 N도 +1 해준다.

5 - Remove

```
141    void eraseDataPoint(GLdouble x_ws, GLdouble y_ws)
142    {
143        if (selectedDataPoint(x_ws, y_ws))
144        {
145            p.erase(selectIter); // 가까운 것 삭제.
146            N -= 1;
147        }
148    }
```

DataPoint가 선택되었는지 판단하고, 선택되었다면 삭제한다. N도 감소시킨다.

6 - Drag

```
150    void dragDataPoint(GLdouble x_ws, GLdouble y_ws)
151    {
152        (*selectIter)[0] = x_ws;
153        (*selectIter)[1] = y_ws;
154    }
```

dragDataPoint함수는 mouse move에서 호출된다. 마우스 좌표의 값으로 위치를 갱신한다.

7 - Insert

```
156    void insertDataPoint(GLdouble x_ws, GLdouble y_ws)
157    {
158        if (selectedEdge(x_ws, y_ws))
159        {
160            list<vector<GLdouble>>::iterator iter = p.begin();
161
162            // 현재 egde가 몇 번 째 datapoint의 edge인지 알기 위해서 iter를 증가시킨다.
163            for (int i = 0; i < int(selectedEdgeIndex / (N_SUB_SEGMENTS - 1))+1; i++, iter++) {}
164
165            //0번째 일 때, 0~1사이에 껴 넣야한다. 이러면 iter++해서 넣으면 된다.
166
167            vector<GLdouble> v;
168            v.push_back(dataPointInserted[0]);
169            v.push_back(dataPointInserted[1]);
170            v.push_back(0);
171
172            // iter가 맨 끝이라면, 그 앞에다 추가해야하기 때문에
173            if (iter == p.end()) p.insert(--iter, v);
174            else p.insert(iter,v);
175            N += 1;
176
177        }
178    }
```

selectedEdgeIndex / (N_SUB_SEGEMENTS+1) 를 하면 이 엣지가 몇 번째 data point에서 출발하는지 알 수 있다. 이 정보가 중요한 이유는 중간에 삽입을 해야하기 때문이다. 이 정보로 iter를 증가시켜 삽입할 위치에 오게 한다. 그리고

삽입을 하면 중간에 낄 수 있다. iter가 맨 끝이라면 예외처리를 해주어야한다. 앞에다 추가해야 하기 때문에 iter를 감소시켜서 삽입한다.