D3.js
动画

张松海 张少魁
清华大学 可视媒体研究中心

概览

- 动画：
  - d3.transition与时长控制。
  - ease。
  - 动画的同步。
  - 自定义插值（不做要求）。
- 数字的格式化。
- 基于动画绘制动态散点图。
  - 数据的清洗与预处理。

动画

- D3-transition
  - 引用D3.js文档：‘Selection-like’ interface。
  - D3的selections后调用transition，将后续的.attr(…)加以动画效果。
- **selections.transition().duration(ms).attr(type, value)**
  - ms是毫秒。
  - e.g., d3.select("#my_rect").transition().duration(2000).attr("width", "400");
  - 即用两秒钟(2000毫秒)的时间把选择图元的宽变成400。
- 同d3.selections，支持链式调用：
  - d3.select(‘#my_rect’).transition().duration(1000).attr(…).attr(…).attr(…)
- 只有transition()后面的.attr(…)会有动画效果。
  - d3.select(‘#my_rect’)**.attr(…)**.transition().duration(1000)**.attr(…)**

动画

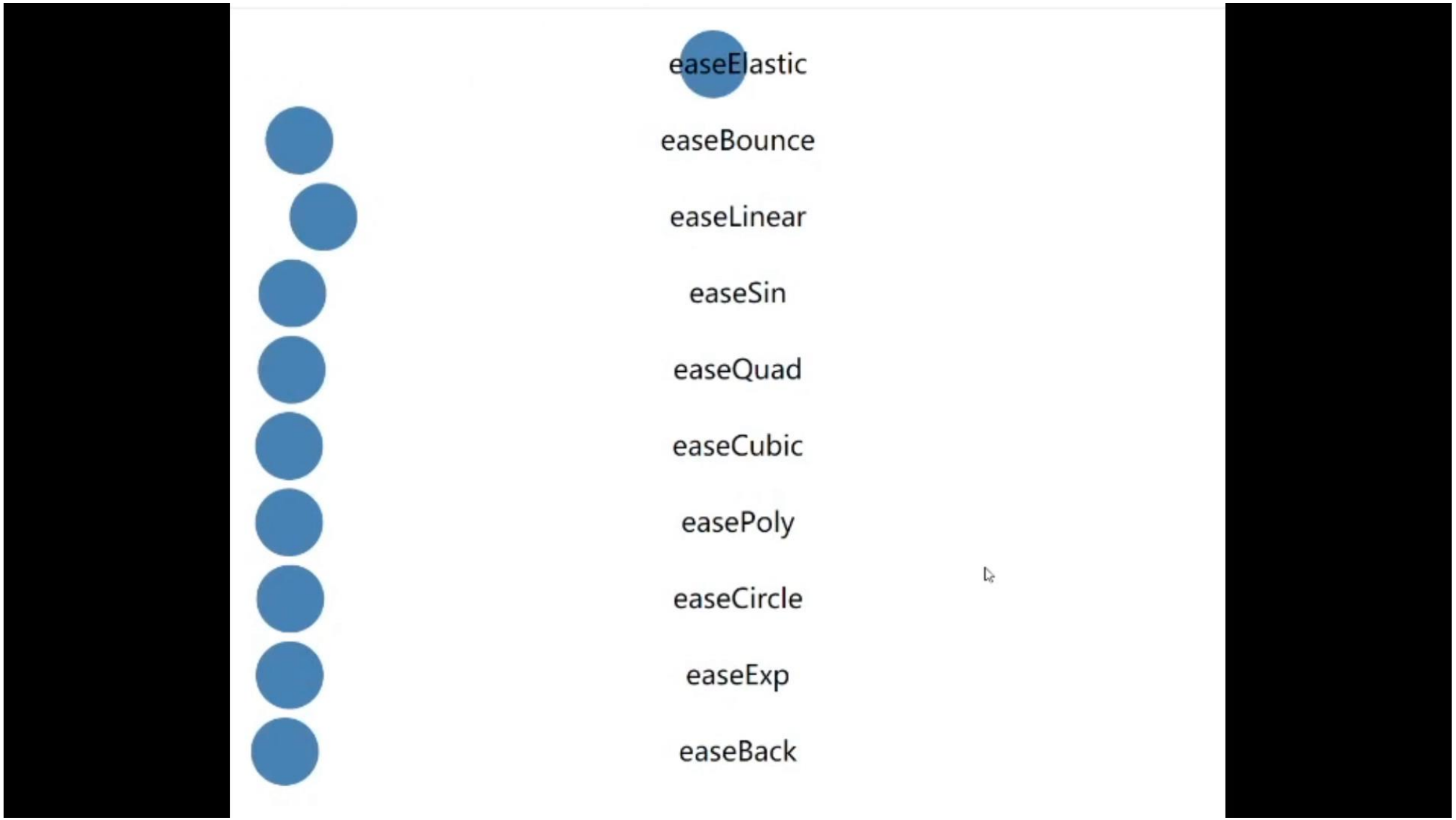
- 调用实例:

```
<body>
  <svg width="960" height="400" id="mainsvg"
  class="svgs" style='display: block; margin: 0 auto;'>
      <rect id="my_rect"
      x="10" y="200" width="200" height="30"
      stroke="black" fill="#69b3a2" stroke-width="1"
      />
  </svg>
  <script>
      d3.select("#my_rect")
      .transition().duration(2000)
      .attr("width", "400");
  </script>
</body>
```

动画

- ‘ease’，动画过渡的方式。
- 通过链式调用的方式作用在transition对象后：
  - d3.select("#my_rect").transition().duration(2000).ease(d3.easeLinear).attr(…)
- D3提供多种Ease函数供选择：
  - d3.easeCubic 默认，加速->减速
  - d3.easeLinear 线性
  - d3.easeElastic 弹射
  - …… （见下页）

动画 - Ease


easeElastic
easeBounce
easeLinear
easeSin
easeQuad
easeCubic
easePoly
easeCircle
easeExp
easeBack

动画 – 同步

- ‘显式’定义Transition对象：
  - let transition = d3.transition().duration(ms)
- 并让其与多个图元共享，即所有绑定的图元会同步播放动画：
  - rects.transition(transition).attr(…).attr(…)
  - circles.transition(transition).attr(…).attr(…)
- 等待一个transition全部相关的图元执行完毕：
  - await transition.end();
  - 异步函数会不等待调用执行完直接进入下一条语句。
  - await会强制等待异步函数执行完毕。
- JavaScript异步：
  - async：将函数转换成异步函数，即把返回值包装成一个Promise对象。
  - await：等待异步函数执行结束。

动画 – 同步

- 编程实例:

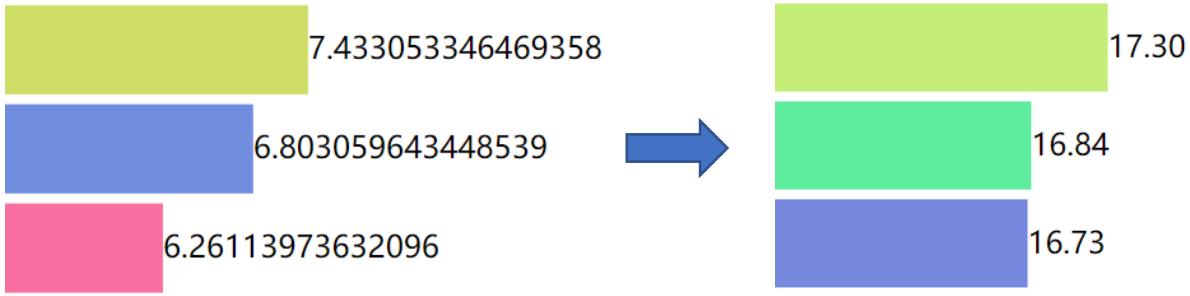
```
(async () => {
    while(true){
        data.forEach(d => {
            d.value = Math.random() * 20;
        });
        let transition = d3.transition().duration(1000);

        rects.transition(transition)
        .attr('width', d => xScale(d.value))
        .attr('fill', () => d3.interpolateRainbow(Math.random()));

        texts.transition(transition)
        .attr('x', d => xScale(d.value))
        .text(d => formatPercent(d.value));

        await transition.end();
    }
})()
```

数字的格式化



- 把输入的数字按照要求的精度、长度、有效数字等输出：
  - d3.format('specifier')：返回一个**函数**。
- 典型的formater，'.'后的数字表示精度：
  - d3.format('.2f')(666.666) // 小数点后保留两位，666.67
  - d3.format('.2r')(2467) // 只保留两位有效数字 2500
  - d3.format('.3s')(2366.666) // 只保留三位有效数字且加以后缀 2.37k
- 坐标轴的数字格式化：
  - axis.tickFormat(d3.format(…))：根据formater来设置坐标轴上的数字格式，
  - 等价于把数字格式化的函数作为参数输入给坐标轴。
- 格式化'specifier'：
  - 完整规则：https://github.com/d3/d3-format/blob/v2.0.0/README.md#format
  - 大量实例：https://observablehq.com/@d3/d3-format
  - Tip：根据需求查询文档。

数字的格式化

- 调用实例:

```
var formatPercent = d3.format(".2f");
console.log(435.1241241234);
console.log(formatPercent(435.1241241234)); // 435.12
console.log(66.818213412314);
console.log(formatPercent(66.813213412314)); // 66.81
```

动画 – 自定义插值

- （不做要求）
- D3.js并不提供所有属性的插值方式：
  - ease仅仅是0 ~ 1的过程，easeLinear会让0-1平缓过渡、easeCubic会在0时加速在接近1时减速。
  - ‘0 ~ 1’所输入的是插值函数 f(t){ … }。
  - 如，文本没有默认的插值。
  - tween(…), attrTween(…), styleTween(…)
- d3.interpolate(a, b)：
  - 返回一个**函数**，**函数**的输入从0到1，会映射到原始的[a, b]。
  - let f = d3.interpolate(233, 666); f(0.3) // 362.9

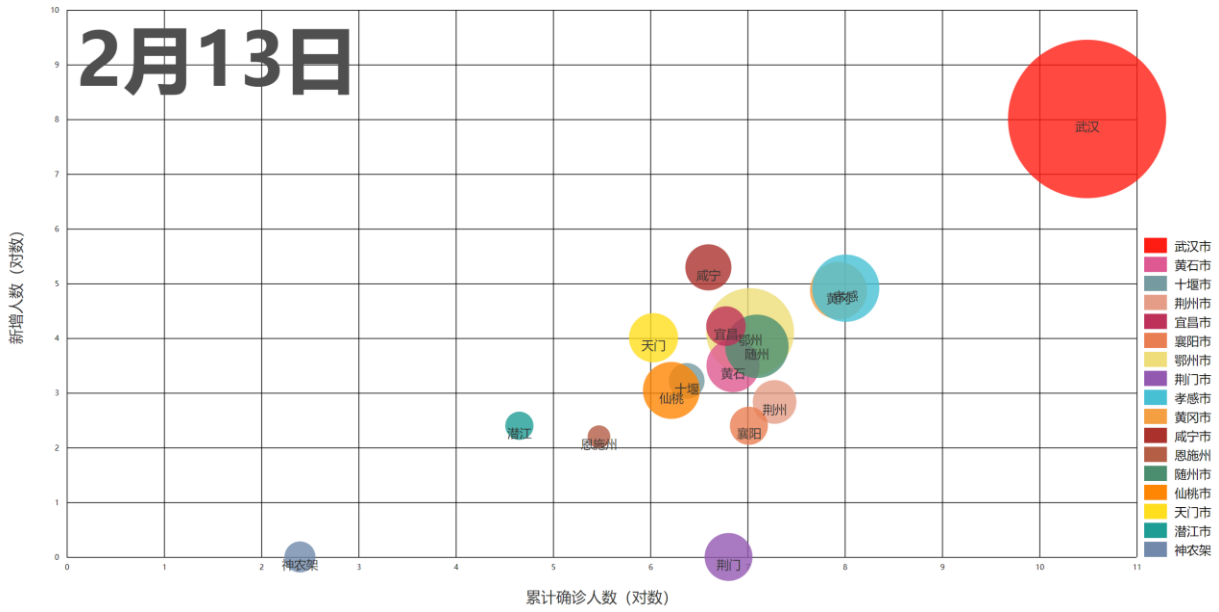
动画 – 自定义插值

- 以.tween为例，其输入的为一个返回**函数**的**函数**：
  - 返回的**函数**：接受的输入为0-1的值，此0-1值由D3在transition的过程中调控，受easeLinear、easeElastic等的影响，根据输入的0-1的某一值，返回相应的**图元属性**。
  - 输入的**函数**：用于生成返回的**函数**，如定义**函数**的前后端点值、插值方式等。
- 调用实例：

```
.tween("text", function(d) {
    var i = d3.interpolate(this.textContent, d.value);
    return function(t) {
        this.textContent = formatPercent(i(t));
    };
});
```

实现动态散点图

- 编程实例:
- 数据的读取、清洗与预处理;
- 初始化比例尺、坐标轴与图例;
- 主循环;
- 图元添加与属性的修改、属性的更新与动画;



数据的读取、清洗与预处理;

- 湖北疫情数据:
  - hubei_day14.csv
- Array.from(new Set(data.map(datum => datum['日期'])));
- Array.from(arrayLike):从一个类似数组或可迭代对象创建一个新的数组。
- new Set(array)根据数组创建集合，会自动删去其中的重复元素。
- * csv(…).then(…)中的回调函数已经是异步函数。
- 编程实例：→

```
d3.csv('hubei_day14.csv').then(async function(data){
    data = data.filter(d => {return keyValue(d) !== '总计'});
    data.forEach(datum => {
        // pre-process the data;
        datum['确诊人数'] = +(datum['确诊人数']);
        datum['治愈人数'] = +(datum['治愈人数']);
        datum['死亡人数'] = +(datum['死亡人数']);
        datum['新增确诊'] = +(datum['新增确诊']);
        if(datum['新增确诊'] < 0){
            datum['新增确诊'] = 0;
        }
        datum['感染率'] = datum['确诊人数'] / 1000;
    });

    // remove duplicated items;
    alldates = Array.from(new Set(data.map( datum => datum['日期'])));

    // make sure dates are listed according to real time order;
    alldates = alldates.sort(function(a,b){
        return new Date(b.date) - new Date(a.date);
    });

    // re-arrange the data sequentially;
    sequential = [];
    alldates.forEach(datum => {
        sequential.push([]);
    });
    data.forEach(datum => {
        sequential[alldates.indexOf(datum['日期'])].push(datum);
    });
```

初始化比例尺、坐标轴与图例

- 比例尺、坐标轴、图例等通常定义并渲染一次后不再改变：
- 将可视化代码分成初始化、更新两个部分：
  - 初始化：定义比例尺、定义maingroup、渲染坐标轴；
  - 更新：在主循环中不断改变数据并做Data-Join与Transition。
- * 仍需要定义margin。
- 编程实例：→

```
const renderinit = function(data, seq){
    xScale = d3.scaleLinear()
    .domain(d3.extent(data, xValue)) // "extent
    .range([0, innerWidth])
    .nice();

    yScale = d3.scaleLinear()
    .domain(d3.extent(data, yValue).reverse())
    .range([0, innerHeight])
    .nice();

    maxX = xScale(d3.max(data, xValue));
    maxY = yScale(d3.max(data, yValue));
```

```
let yAxisGroup = g.append('g').call(yAxis)
.attr('id', 'yaxis');
yAxisGroup.append('text')
.attr('font-size', '2em')
.attr('transform', `rotate(-90)`)
.attr('x', -innerHeight / 2)
.attr('y', -60)
.attr('fill', '#333333')
.text(yAxisLabel)
.attr('text-anchor', 'middle')
```

主循环

- 代码示例:

```
renderinit(data, sequential[0]);

for(let i = 0; i < sequential.length; i++){
    await renderupdate(sequential[i]);
}
```

图元添加、属性的修改与更新、动画

```
const renderupdate = async function(seq){
    const g = d3.select('#maingroup');

    d3.select('#date_text').text(seq[0]['日期']);

    let transition = d3.transition().duration(aduration).ease(d3.easeLinear);

    let circleupdates = g.selectAll('circle').data(seq).join('circle')
    .attr('fill', d => color[keyValue(d)] )
    .attr('opacity', .8)
    .transition(transition)
    .attr('cy', d => yScale(yValue(d)))
    .attr('cx', d => xScale(xValue(d)))
    .attr('r', c => rValue(c));
       ... ... ...
    await transition.end();
};
```

```
let textupdates = g.selectAll('.province
.attr("class", "province_text")
.attr("dy", "1em")
.style("text-anchor", "middle")
.attr("fill", "#333333")
.text( d => keyValue(d))
.transition(transition)
.attr('x', d => xScale(xValue(d)))
.attr('y', d => yScale(yValue(d)));
```

图元的起始状态？

- 若按照上述方法实现，存在的问题：
  - 图元从**创建**到**第一次绑定数据**的transition不合理。
- PlanA：对第一次的数据绑定单独做data(…).join(…)，把图元创建时的动画与更新的动画分开。
- PlanB：利用D3.js的接口，分别设置Data-Join的行为，包括enter-图元创建时的行为、update-图元更新的行为（即data(…)本身）、exit-图元移除时的行为。