

# Vue源码探秘之 虚拟DOM和diff算法



尚硅谷

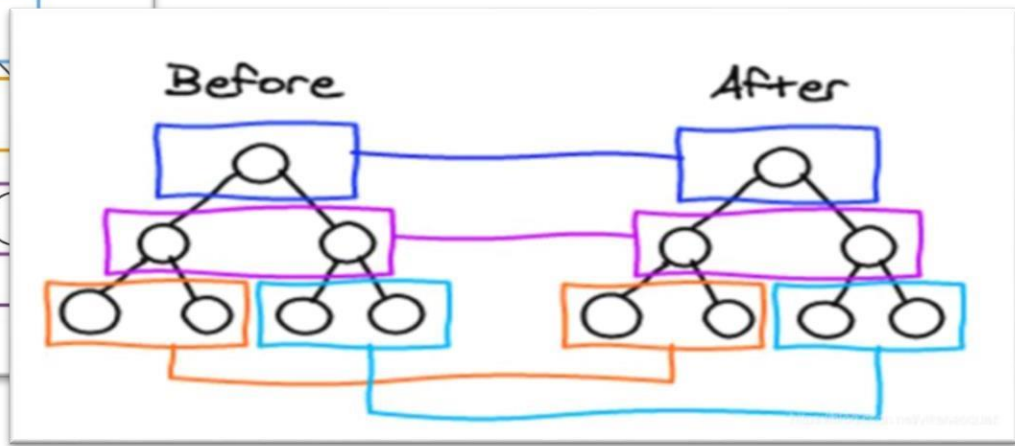
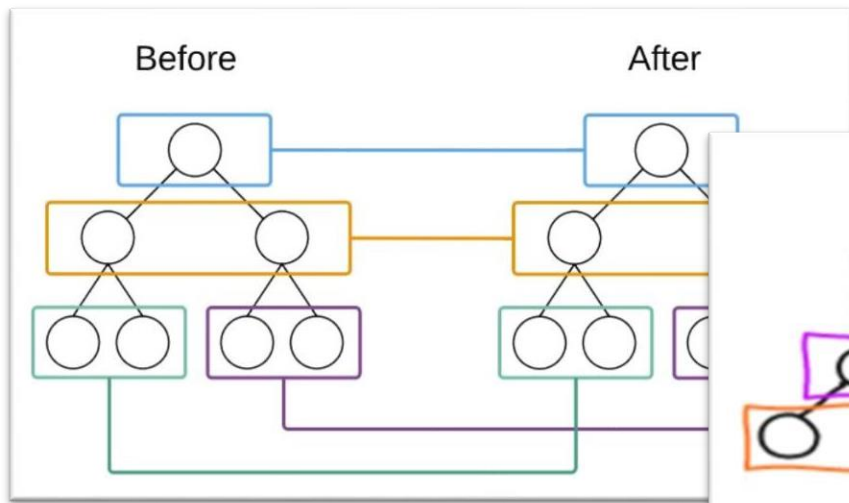


# 课程简介



你可能粗浅了解过一些虚拟DOM和diff算法相关知识，能说出个大概.....

你可能粗浅看过一些公众号文章，至少肯定见过下面的图片.....





但！请**扪心自问**：你到底懂不懂虚拟DOM和diff算法？？





本课程的目的就是让大家：

**真正的、彻底的弄懂虚拟DOM和diff算法**

何为真正、彻底弄懂呢？

**把它们的底层动手敲出来！**



变为





效率太低，代价昂贵







精细化比对  
最小量更新





```
<div class="box">
  <h3>我是一个标题</h3>
  <ul>
    <li>牛奶</li>
    <li>咖啡</li>
    <li>可乐</li>
  </ul>
</div>
```

变为

diff算法可以进行精细化  
比对, 实现最小量更新

```
<div class="box">
  <h3>我是一个标题</h3>
  <span>我是一个新的span</span>
  <ul>
    <li>牛奶</li>
    <li>咖啡</li>
    <li>可乐</li>
    <li>雪碧</li>
  </ul>
</div>
```

## 真实DOM

```
<div class="box">
  <h3>我是一个标题</h3>
  <ul>
    <li>牛奶</li>
    <li>咖啡</li>
    <li>可乐</li>
  </ul>
</div>
```

## 虚拟DOM

```
{
  "sel": "div",
  "data": {
    "class": { "box": true }
  },
  "children": [
    {
      "sel": "h3",
      "data": {},
      "text": "我是一个标题"
    },
    {
      "sel": "ul",
      "data": {},
      "children": [
        { "sel": "li", "data": {}, "text": "牛奶" },
        { "sel": "li", "data": {}, "text": "咖啡" },
        { "sel": "li", "data": {}, "text": "可乐" }
      ]
    }
  ]
}
```



新虚拟DOM和老虚拟DOM进行diff（精细化比较），算出应该如何最小量更新，最后反映到真正的DOM上。

```
{
  "sel": "div",
  "data": {
    "class": { "box": true }
  },
  "children": [
    {
      "sel": "h3",
      "text": "我是一个标题"
    },
    {
      "sel": "ul",
      "data": {},
      "children": [
        { "sel": "li", "text": "牛奶" },
        { "sel": "li", "text": "咖啡" },
        { "sel": "li", "text": "可乐" }
      ]
    }
  ]
}
```

diff

```
{
  "sel": "div",
  "data": {
    "class": { "box": true }
  },
  "children": [
    {
      "sel": "h3",
      "text": "我是一个标题"
    },
    {
      "sel": "span",
      "text": "我是一个新的span"
    },
    {
      "sel": "ul",
      "data": {},
      "children": [
        { "sel": "li", "text": "牛奶" },
        { "sel": "li", "text": "咖啡" },
        { "sel": "li", "text": "可乐" },
        { "sel": "li", "text": "雪碧" }
      ]
    }
  ]
}
```



- snabbdom简介
- snabbdom的h函数如何工作
- diff算法原理
- 手写diff算法

介绍宏观背景、历史沿革

先学会怎么用

再研究它底层机理

最后手写它，彻底掌握它！

循序  
渐进





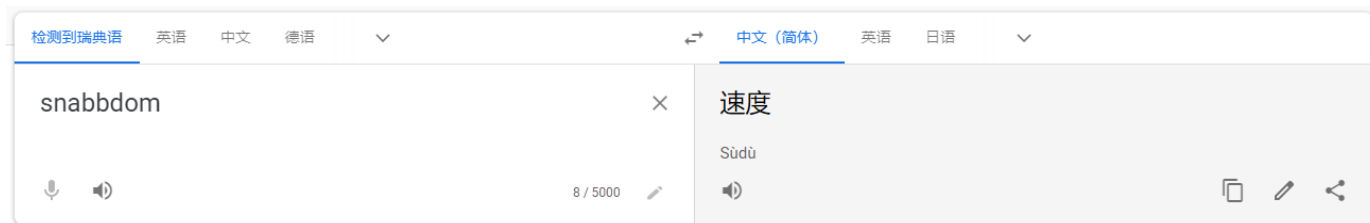
学习本课程的**知识储备前提**:

- 会Vue (Vue2.x和Vue3.x均可)
- 简单了解webpack和webpack-dev-server
- 简单了解TypeScript, 我们会看TS版本源码, 但是写JS代码, 所以如果了解TS也没关系, 老师会讲解每行代码的意义
- 实际开发经验不限, 应届生也可学习



# snabbdom简介和测试环境搭建

- snabbdom是瑞典语单词，单词原意“速度”；



- snabbdom是著名的虚拟DOM库，是diff算法的鼻祖，Vue源码借鉴了snabbdom；
- 官方git: <https://github.com/snabbdom/snabbdom>





- 在git上的snabbdom源码是用TypeScript写的，git上并不提供编译好的JavaScript版本；
- 如果要直接使用build出来的JavaScript版的snabbdom库，可以从npm上下载：

```
npm i -D snabbdom
```

- 学习库底层时，建议大家阅读原汁原味的TS代码，最好带有库作者原注释，这样对你的源码阅读能力会有很大的提升。



- snabbdom库是DOM库，当然不能在nodejs环境运行，所以我们需要搭建webpack和webpack-dev-server开发环境，好消息是**不需要安装任何loader**
- 这里需要注意，**必须安装最新版webpack@5**，不能安装webpack@4，这是因为webpack4没有读取身份证中exports的能力，建议大家使用这样的版本：

```
npm i -D webpack@5 webpack-cli@3 webpack-dev-server@3
```

- 参考webpack官网，书写好webpack.config.js文件



- 跑通snabbdom官方git首页的demo程序，即证明调试环境已经搭建成功

<https://github.com/snabbdom/snabbdom>

- 不要忘记在index.html中放置一个div#container

# 虚拟DOM和h函数

## 真实DOM

```
<div class="box">
  <h3>我是一个标题</h3>
  <ul>
    <li>牛奶</li>
    <li>咖啡</li>
    <li>可乐</li>
  </ul>
</div>
```

虚拟DOM：用JavaScript对象描述DOM的层次结构。DOM中的一切属性都在虚拟DOM中有对应的属性。

## 虚拟DOM

```
{
  "sel": "div",
  "data": {
    "class": { "box": true }
  },
  "children": [
    {
      "sel": "h3",
      "data": {},
      "text": "我是一个标题"
    },
    {
      "sel": "ul",
      "data": {},
      "children": [
        { "sel": "li", "data": {}, "text": "牛奶" },
        { "sel": "li", "data": {}, "text": "咖啡" },
        { "sel": "li", "data": {}, "text": "可乐" }
      ]
    }
  ]
}
```



新虚拟DOM和老虚拟DOM进行diff（精细化比较），算出应该如何最小量更新，最后反映到真正的DOM上。

```
{
  "sel": "div",
  "data": {
    "class": { "box": true }
  },
  "children": [
    {
      "sel": "h3",
      "text": "我是一个标题"
    },
    {
      "sel": "ul",
      "data": {},
      "children": [
        { "sel": "li", "text": "牛奶" },
        { "sel": "li", "text": "咖啡" },
        { "sel": "li", "text": "可乐" }
      ]
    }
  ]
}
```

diff

```
{
  "sel": "div",
  "data": {
    "class": { "box": true }
  },
  "children": [
    {
      "sel": "h3",
      "text": "我是一个标题"
    },
    {
      "sel": "span",
      "text": "我是一个新的span"
    },
    {
      "sel": "ul",
      "data": {},
      "children": [
        { "sel": "li", "text": "牛奶" },
        { "sel": "li", "text": "咖啡" },
        { "sel": "li", "text": "可乐" },
        { "sel": "li", "text": "雪碧" }
      ]
    }
  ]
}
```

```
<div class="box">
  <h3>我是一个标题</h3>
  <ul>
    <li>牛奶</li>
    <li>咖啡</li>
    <li>可乐</li>
  </ul>
</div>
```

如何变为?

```
{
  "sel": "div",
  "data": {
    "class": { "box": true }
  },
  "children": [
    {
      "sel": "h3",
      "text": "我是一个标题"
    },
    {
      "sel": "ul",
      "data": {},
      "children": [
        { "sel": "li", "text": "牛奶" },
        { "sel": "li", "text": "咖啡" },
        { "sel": "li", "text": "可乐" }
      ]
    }
  ]
}
```

DOM如何变为虚拟DOM, 属于模板编译原理范畴, 本次课不研究





- **研究1:** 虚拟DOM如何被渲染函数 (h函数) 产生?

我们要手写h函数

- **研究2:** diff算法原理?

我们要手写diff算法

- **研究3:** 虚拟DOM如何通过diff变为真正的DOM的

事实上, 虚拟DOM变回真正的DOM, 是涵盖在diff算法里面的



- h函数用来产生虚拟节点 (vnode)

比如这样调用h函数:

```
h('a', { props: { href: 'http://www.atguigu.com' } }, '尚硅谷');
```

将得到这样的虚拟节点:

```
{ "sel": "a", "data": { props: { href: 'http://www.atguigu.com' } }, "text": "尚硅谷" }
```

它表示的真正的DOM节点:

```
<a href="http://www.atguigu.com">尚硅谷</a>
```



```
{
```

<code>children: undefined</code>	存放真实DOM的子元素，undefined就代表没有子元素
<code>data: {}</code>	存放真实DOM属性样式这些
<code>elm: undefined</code>	这个元素真正的DOM节点，undefined代表这个虚拟节点还没有真正的上树
<code>key: undefined</code>	指定独立元素的唯一标识，用于高效更新渲染虚拟DOM
<code>sel: "div"</code>	sel 代指选择器
<code>text: "我是一个盒子"</code>	text指代元素中的内容

```
}
```



- 比如这样嵌套使用h函数：

```
h('ul', {}, [  
  h('li', {}, '牛奶'),  
  h('li', {}, '咖啡'),  
  h('li', {}, '可乐')  
]);
```

- 将得到这样的虚拟DOM树：

```
{  
  "sel": "ul",  
  "data": {},  
  "children": [  
    { "sel": "li", "text": "牛奶" },  
    { "sel": "li", "text": "咖啡" },  
    { "sel": "li", "text": "可乐" }  
  ]  
}
```



- 演示一下h函数的多种用法

```
const myVnode3 = h('ul', [  
  h('li', {}, '苹果'),  
  h('li', '西瓜'),  
  h('li', [  
    h('div', [  
      h('p', '哈哈'),  
      h('p', '嘻嘻')  
    ])  
  ]),  
  h('li', h('p', '火龙果'))  
]);
```



# 手写h函数



- 看源码的TS版代码，然后仿写JS代码 `node-modules/snabbdom/src/package/h.ts`
- 只要主干功能，放弃实现一些细节，保证能够**让大家理解核心是如何实现的**

不同库的源码是在node-modules中的，  
这里我们新建mysnabbdom来存放手写这个库的代码





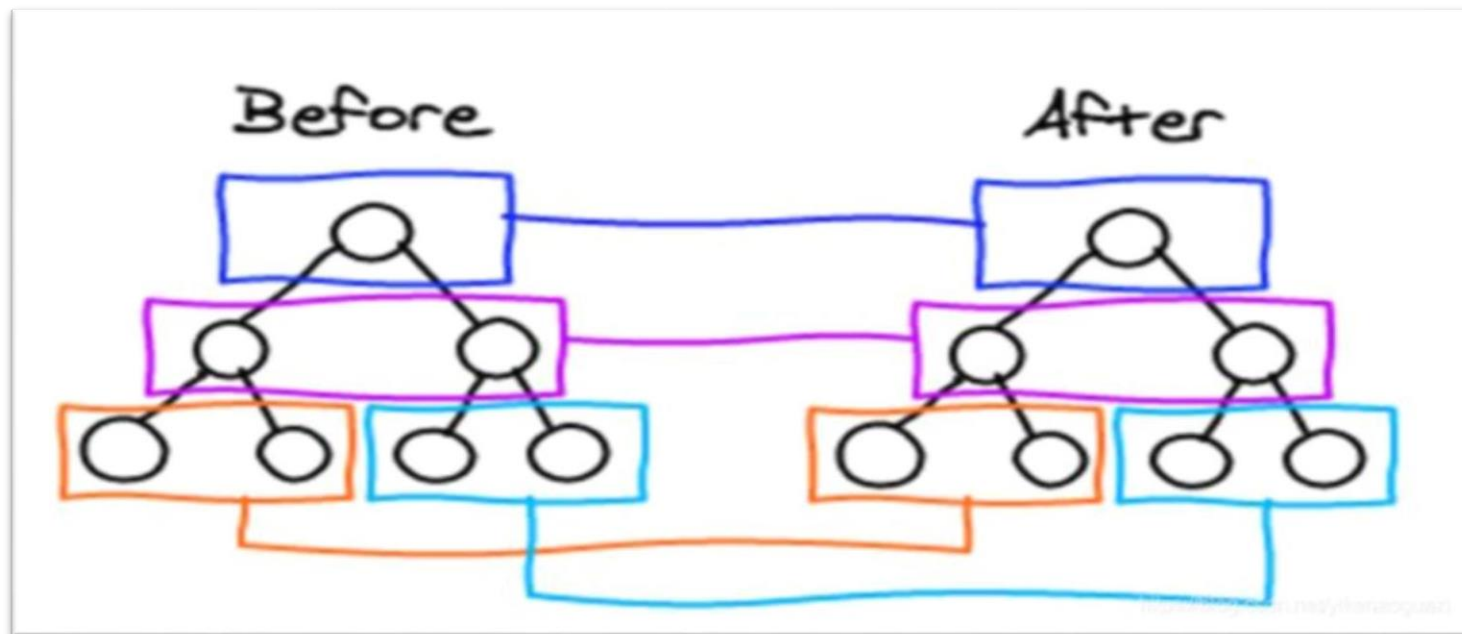
# 感受diff算法



- 最小量更新太厉害啦！真的是最小量更新！**当然，key很重要**。key是这个节点的唯一标识，告诉diff算法，在更改前后它们是同一个DOM节点。  
ul 下的、ul 改为ol，就不行了
- **只有是同一个虚拟节点，才进行精细化比较**，否则就是暴力删除旧的、插入新的。  
延伸问题：如何定义是同一个虚拟节点？**答：选择器相同且key相同。**
- **只进行同层比较，不会进行跨层比较**。即使是同一片虚拟节点，但是跨层了，对不起，精细化比较不diff你，而是暴力删除旧的、然后插入新的。  
比如将原来的节点加入到section里了，这就相当于多了一层

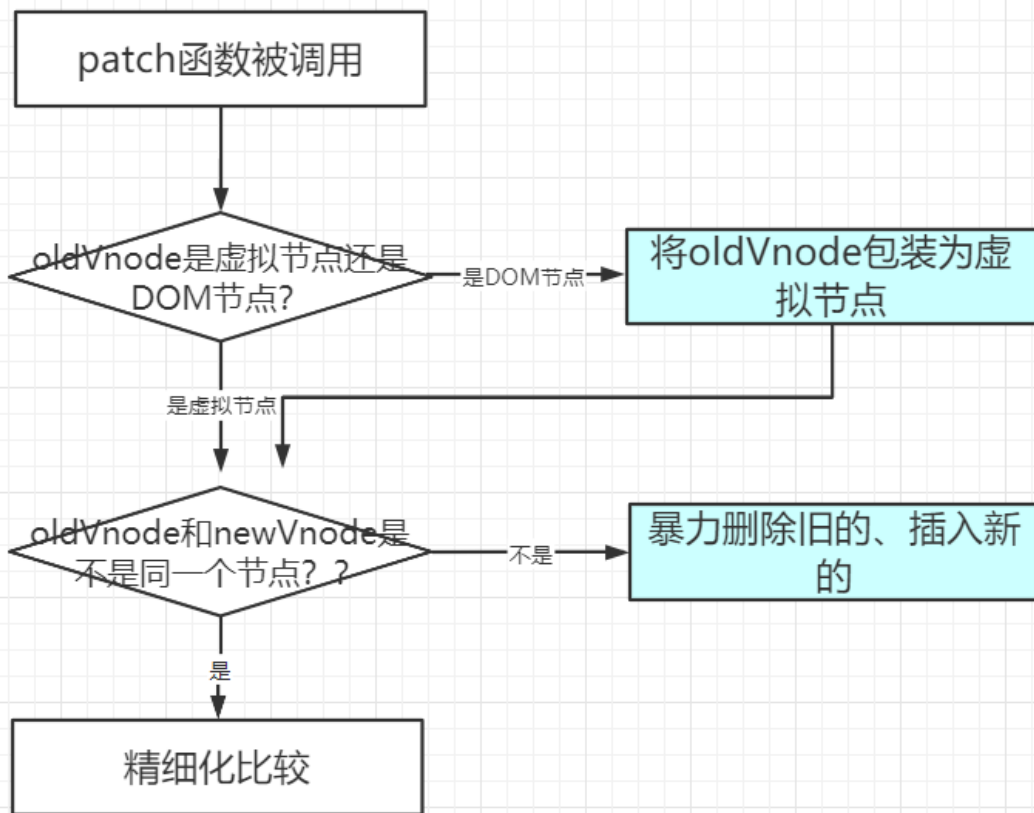
**diff并不是那么的“无微不至”啊！真的影响效率么？？**

**答：上面2、3操作在实际Vue开发中，基本不会遇见，所以这是合理的优化机制。**





**diff处理新旧节点不是同一个节点时**





```
function sameVnode (vnode1: VNode, vnode2: VNode): boolean {  
  return vnode1.key === vnode2.key && vnode1.sel === vnode2.sel  
}
```

旧节点的key要和新节点的key相同

且

旧节点的选择器要和新节点的选择器相同

```
if (is.array(children)) {  
  for (i = 0; i < children.length; ++i) {  
    const ch = children[i]  
    if (ch !== null) {  
      api.appendChild(elm, createElm(ch as VNode, insertedVnodeQueue))  
    }  
  }  
} else if (is.primitive(vnode.text)) {  
  api.appendChild(elm, api.createTextNode(vnode.text))  
}
```





# 手写第一次上树时



# 手写递归创建子节点

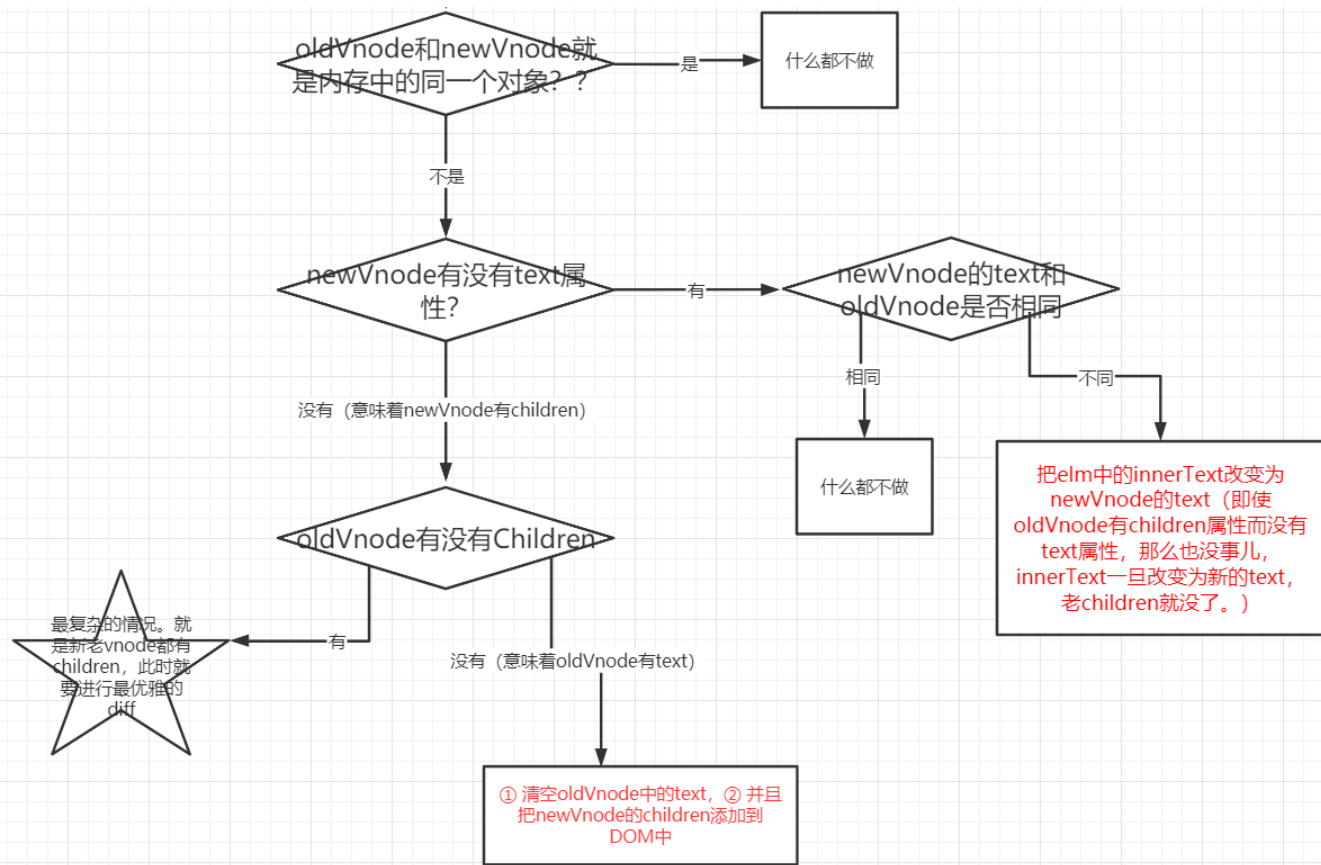


```
// 真正创建节点。将vnode创建为DOM, 是孤儿节点, 不进行插入
export default function createElement(vnode) {
  console.log('目的是把虚拟节点', vnode, '真正变为DOM');
  // 创建一个DOM节点, 这个节点现在还是孤儿节点
  let domNode = document.createElement(vnode.sel);
  // 有子节点还是有文本??
  if (vnode.text !== '' && (vnode.children == undefined || vnode.children.length == 0)) {
    // 它内部是文字
    domNode.innerText = vnode.text;
  } else if (Array.isArray(vnode.children) && vnode.children.length > 0) {
    // 它内部是子节点, 就要递归创建节点
    for (let i = 0; i < vnode.children.length; i++) {
      // 得到当前这个children
      let ch = vnode.children[i];
      // 创建出它的DOM, 一旦调用createElement意味着: 创建出DOM了, 并且它的elm属性指向了创建出的DOM, 但是还没有上树, 是一个孤儿节点。
      let chDOM = createElement(ch);
      // 上树
      domNode.appendChild(chDOM);
    }
  }
  // 补充elm属性
  vnode.elm = domNode;

  // 返回elm, elm属性是一个纯DOM对象
  return vnode.elm;
};
```



**diff处理新旧节点是同一个节点时**





# 手写新旧节点text的不同情况



# 尝试书写diff更新子节点



旧子节点

新子节点

un

```
h('li', { key: 'A' }, 'A')  
h('li', { key: 'B' }, 'B')  
h('li', { key: 'C' }, 'C')
```

i

```
h('li', { key: 'A' }, 'A')  
h('li', { key: 'B' }, 'B')  
h('li', { key: 'M' }, 'M')  
h('li', { key: 'N' }, 'N')  
h('li', { key: 'C' }, 'C')
```

新创建的节点(newVnode.children[i].elm)插入到所有未处理的节点(oldVnode.children[un].elm)之前，而不是所有已处理节点之后





旧子节点

新子节点

un

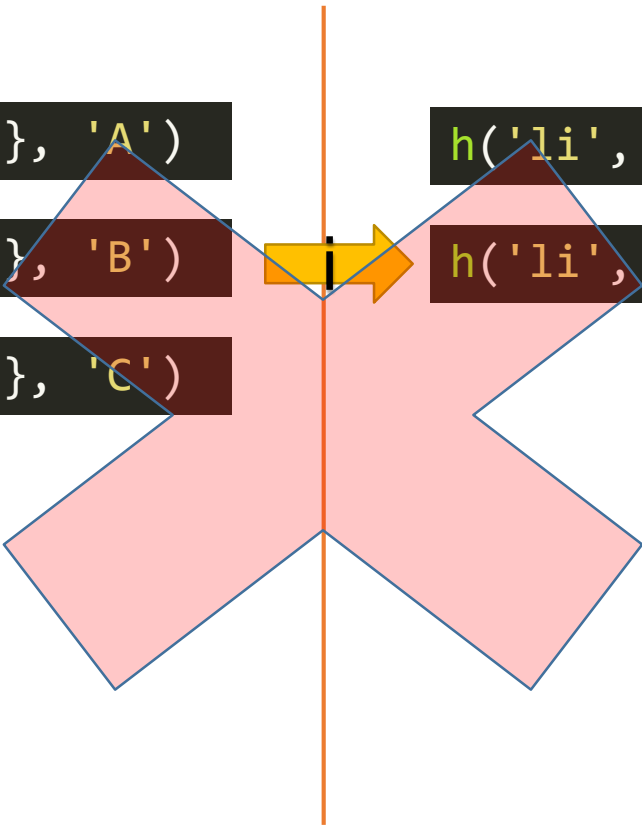
```
h('li', { key: 'A' }, 'A')
```

```
h('li', { key: 'B' }, 'B')
```

```
h('li', { key: 'C' }, 'C')
```

```
h('li', { key: 'A' }, 'A')
```

```
h('li', { key: 'C' }, 'C')
```





旧子节点

新子节点

```
h('li', { key: 'A' }, 'A')
```

```
h('li', { key: 'B' }, 'B')
```

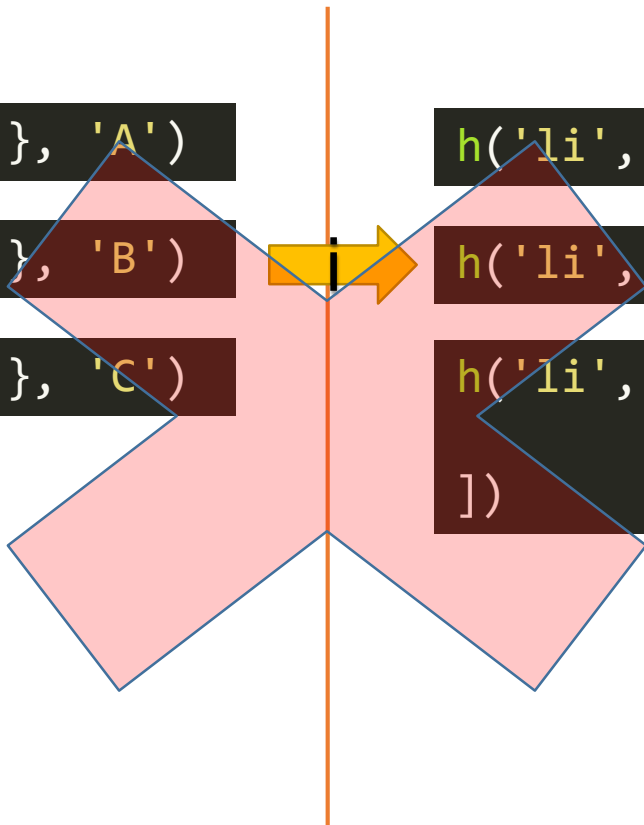
un → 

```
h('li', { key: 'C' }, 'C')
```

```
h('li', { key: 'A' }, 'A')
```

```
h('li', { key: 'B' }, 'B')
```

```
h('li', { key: 'C' }, [  
  h()  
)
```





# diff算法的子节点更新策略



## 四种命中查找：

① 新前与旧前

② 新后与旧后

③ 新后与旧前 (此种发生了，涉及移动节点，那么新前指向的节点，移动的旧后之后)

④ 新前与旧后 (此种发生了，涉及移动节点，那么新前指向的节点，移动的旧前之前)



命中一种就不再进行命中判断了

如果都没有命中，就需要用循环来寻找了。移动到oldStartIdx之前。



## 旧子节点

## 新子节点

`h('li', { key: 'A' }, 'A')`

`h('li', { key: 'B' }, 'B')`

`h('li', { key: 'C' }, 'C')`



`h('li', { key: 'A' }, 'A')`

`h('li', { key: 'B' }, 'B')`

`h('li', { key: 'C' }, 'C')`



`h('li', { key: 'D' }, 'D')`



`h('li', { key: 'E' }, 'E')`

```
while(新前<=新后&&旧前<=就后){  
}
```

如果是旧节点先循环完毕，说明新节点中有要插入的节点。



## 旧子节点

## 新子节点

```
h('li', { key: 'A' }, 'A')
```

```
h('li', { key: 'B' }, 'B')
```

后 → 

```
h('li', { key: 'C' }, 'C')
```

前 → 

```
h('li', { key: 'E' }, 'E')
```

```
h('li', { key: 'A' }, 'A')
```

```
h('li', { key: 'B' }, 'B')
```

```
h('li', { key: 'D' }, 'D')
```

```
h('li', { key: 'E' }, 'E')
```

```
h('li', { key: 'C' }, 'C')
```

新前 →

新后 →

```
while(新前<=新后&&旧前<=就后){  
}
```

如果是旧节点先循环完毕，说明新节点中有要插入的节点。



旧子节点

新子节点

`h('li', { key: 'A' }, 'A')`

`h('li', { key: 'B' }, 'B')`



`h('li', { key: 'C' }, 'C')`

`h('li', { key: 'D' }, 'D')`



`h('li', { key: 'A' }, 'A')`

`h('li', { key: 'B' }, 'B')`

`h('li', { key: 'D' }, 'D')`

```
while(新前<=新后&&旧前<=就后){  
}
```

如果是新节点先循环完毕，如果老节点中还有剩余节点，说明他们是要被删除的节点。



## 旧子节点

## 新子节点

`h('li', { key: 'A' }, 'A')`

`h('li', { key: 'B' }, 'B')`

旧前

`h('li', { key: 'C' }, 'C')`

`h('undefined')`

旧后

`h('li', { key: 'E' }, 'E')`

```
while(新前<=新后&&旧前<=就后){  
}
```

`h('li', { key: 'A' }, 'A')`

`h('li', { key: 'B' }, 'B')`

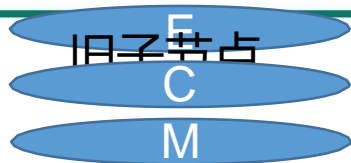
新后

`h('li', { key: 'D' }, 'D')`

新前

如果是新节点先循环完毕，如果老节点中还有剩余节点(旧前和新后指针中间的节点)，说明他们是要被删除的节点。





旧前 → `h('li', { key: 'A' }, 'A')`

`h('li', { key: 'B' }, 'B')`

`h( undefined )`

旧后 → `h('li', { key: 'D' }, 'D')`

`h( undefined )`

新后 →

新前 →

新子节点

`h('li', { key: 'E' }, 'E')`

`h('li', { key: 'C' }, 'C')`

`h('li', { key: 'M' }, 'M')`

当④新前与旧后命中的时候，此时要移动节点。移动新前指向的这个节点到老节点的旧前的前面



## 旧子节点

## 新子节点

h( undefined )

h( undefined )

h( undefined )

h( undefined )

h( undefined )

新前  
新后

h('li', { key: 'E' }, 'E')

h('li', { key: 'D' }, 'D')

h('li', { key: 'C' }, 'C')

h('li', { key: 'B' }, 'B')

h('li', { key: 'A' }, 'A')

E

C

B

A

```
while(新<=新后&&旧前<=就后){
}
```

当③新后与旧前命中的时候，此时要移动节点。移动新前指向的这个节点到老节点的**旧后的后面**



# 手写字节点更新策略



# 课程总结

