Vue 源码剖析-模板编译和组件化

模板编译

- 模板编译的主要目的是将模板 (template) 转换为渲染函数 (render)

```
<div>
  <h1 @click="handler">title</h1>
  <p>some content</p>
</div>
```

- 渲染函数 render

```
render (h) {
  return h('div', [
    h('h1', { on: { click: this.handler} }, 'title'),
    h('p', 'some content')
  ])
}
```

- 模板编译的作用
  - Vue 2.x 使用 VNode 描述视图以及各种交互，用户自己编写 VNode 比较复杂
  - 用户只需要编写类似 HTML 的代码 - Vue 模板，通过编译器将模板转换为返回 VNode 的 render 函数
  - .vue 文件会被 webpack 在构建的过程中转换成 render 函数

体验模板编译的结果

- 带编译器版本的 Vue.js 中，使用 template 或 el 的方式设置模板

```
<div id="app">
  <h1>Vue<span>模板编译过程</span></h1>
  <p>{{ msg }}</p>
  <comp @myclick="handler"></comp>
</div>
<script src="../../dist/vue.js"></script>
<script>
  Vue.component('comp', {
    template: '<div>I am a comp</div>'
  })
  const vm = new Vue({
    el: '#app',
    data: {
      msg: 'Hello compiler'
    },
    methods: {
      handler () {
        console.log('test')
      }
```

```
    }
  })
  console.log(vm.$options.render)
</script>
```

- 编译后 render 输出的结果

```
(function anonymous() {
  with (this) {
    return _c(
      "div",
      { attrs: { id: "app" } },
      [
        _m(0),
        _v(" "),
        _c("p", [_v(_s(msg))]),
        _v(" "),
        _c("comp", { on: { myclick: handler } }),
      ],
      1
    );
  }
});
```

- _c 是 createElement() 方法，定义的位置 instance/render.js 中
- 相关的渲染函数(_开头的方法定义)，在 instance/render-helps/index.js 中

```
// instance/render-helps/index.js
target._v = createTextVNode
target._m = renderStatic

// core/vdom/vnode.js
export function createTextVNode (val: string | number) {
  return new VNode(undefined, undefined, undefined, String(val))
}

// 在 instance/render-helps/render-static.js
export function renderStatic (
  index: number,
  isInFor: boolean
): VNode | Array<VNode> {
  const cached = this._staticTrees || (this._staticTrees = [])
  let tree = cached[index]
  // if has already-rendered static tree and not inside v-for,
  // we can reuse the same tree.
  if (tree && !isInFor) {
    return tree
  }
  // otherwise, render a fresh tree.
  tree = cached[index] = this.$options.staticRenderFns[index].call(
    this._renderProxy,
    null,
    this // for render fns generated for functional component templates
  )
  markStatic(tree, `__static__${index}`, false)
  return tree
```

```
}
```

- 把 template 转换成 render 的入口 src\platforms\web\entry-runtime-with-compiler.js

Vue Template Explorer

- vue-template-explorer
  - Vue 2.6 把模板编译成 render 函数的工具
- vue-next-template-explorer
  - Vue 3.0 beta 把模板编译成 render 函数的工具

模板编译过程

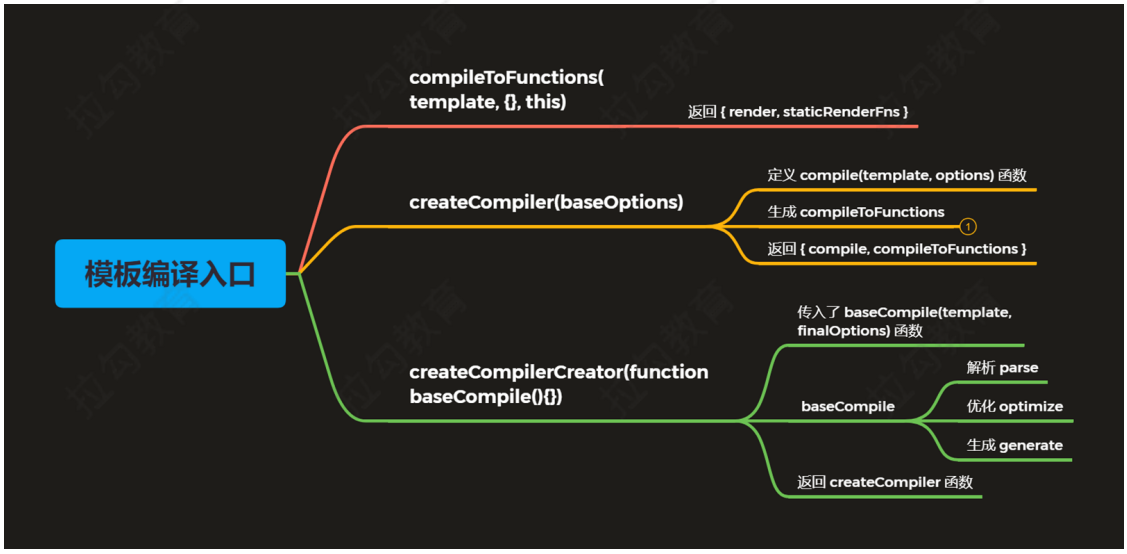
- 解析、优化、生成

编译的入口

- src\platforms\web\entry-runtime-with-compiler.js

```
Vue.prototype.$mount = function (
  ……
  // 把 template 转换成 render 函数
  const { render, staticRenderFns } = compileToFunctions(template, {
    outputSourceRange: process.env.NODE_ENV !== 'production',
    shouldDecodeNewlines,
    shouldDecodeNewlinesForHref,
    delimiters: options.delimiters,
    comments: options.comments
  }, this)
  options.render = render
  options.staticRenderFns = staticRenderFns
  ……
)
```

- 调试 compileToFunctions() 执行过程，生成渲染函数的过程
  - compileToFunctions: src\compiler\to-function.js
  - complie(template, options)：src\compiler\create-compiler.js
  - baseCompile(template.trim(), finalOptions)：src\compiler\index.js



解析 - parse

- 解析器将模板解析为抽象语树 AST，只有将模板解析成 AST 后，才能基于它做优化或者生成代码字符串。
  - src\compiler\index.js

```
const ast = parse(template.trim(), options)

//src\compiler\parser\index.js
parse()
```

- 查看得到的 AST tree

  astexplorer
- 结构化指令的处理
  - v-if 最终生成单元表达式

```
// src\compiler\parser\index.js
// structural directives
// 结构化的指令
// v-for
processFor(element)
processIf(element)
processOnce(element)

// src\compiler\codegen\index.js
export function genIf (
  el: any,
  state: CodegenState,
  altGen?: Function,
  altEmpty?: string
): string {
  el.ifProcessed = true // avoid recursion
  return genIfConditions(el.ifConditions.slice(), state, altGen, altEmpty)
}
// 最终调用 genIfConditions 生成三元表达式
```

- v-if 最终编译的结果

```
ƒ anonymous(
) {
  with(this){
    return _c('div',{attrs:{"id":"app"}},[
      _m(0),
      _v(" "),
      (msg)?_c('p',[_v(_s(msg))]):_e(),_v(" "),
      _c('comp',{on:{"myclick":onMyClick}})
    ],1)
  }
}
```

> v-if/v-for 结构化指令只能在编译阶段处理，如果我们要在 render 函数处理条件或循环只能使用 js 中的 if 和 for

```
Vue.component('comp', {
  data: () {
    return {
      msg: 'my comp'
    }
  },
  render (h) {
    if (this.msg) {
      return h('div', this.msg)
    }
    return h('div', 'bar')
  }
})
```

优化 - optimize

- 优化抽象语法树，检测子节点中是否是纯静态节点
- 一旦检测到纯静态节点，例如：

hello整体是静态节点

永远不会更改的节点

- 提升为常量，重新渲染的时候不在重新创建节点
- 在 patch 的时候直接跳过静态子树

```
// src\compiler\index.js
if (options.optimize !== false) {
  optimize(ast, options)
}

// src\compiler\optimizer.js
/**
 * Goal of the optimizer: walk the generated template AST tree
 * and detect sub-trees that are purely static, i.e. parts of
 * the DOM that never needs to change.
 *
 * Once we detect these sub-trees, we can:
 *
```

```
 * 1. Hoist them into constants, so that we no longer need to
 *    create fresh nodes for them on each re-render;
 * 2. Completely skip them in the patching process.
 */
export function optimize (root: ?ASTElement, options: CompilerOptions) {
  if (!root) return
  isStaticKey = genStaticKeysCached(options.staticKeys || '')
  isPlatformReservedTag = options.isReservedTag || no
  // first pass: mark all non-static nodes.
  // 标记非静态节点
  markStatic(root)
  // second pass: mark static roots.
  // 标记静态根节点
  markStaticRoots(root, false)
}
```

生成 - generate

```
// src\compiler\index.js
const code = generate(ast, options)

// src\compiler\codegen\index.js
export function generate (
  ast: ASTElement | void,
  options: CompilerOptions
): CodegenResult {
  const state = new CodegenState(options)
  const code = ast ? genElement(ast, state) : '_c("div")'
  return {
    render: `with(this){return ${code}}`,
    staticRenderFns: state.staticRenderFns
  }
}

// 把字符串转换成函数
// src\compiler\to-function.js
function createFunction (code, errors) {
  try {
    return new Function(code)
  } catch (err) {
    errors.push({ err, code })
    return noop
  }
}
```

组件化机制

- 组件化可以让我们方便的把页面拆分成多个可重用的组件
- 组件是独立的，系统内可重用，组件之间可以嵌套
- 有了组件可以像搭积木一样开发网页
- 下面我们将从源码的角度来分析 Vue 组件内部如何工作
  - 组件实例的创建过程是从上而下
  - 组件实例的挂载过程是从下而上

组件声明

- 复习全局组件的定义方式

```
Vue.component('comp', {
  template: '<h1>hello</h1>'
})
```

- Vue.component() 入口
  - 创建组件的构造函数，挂载到 Vue 实例的 vm.options.component.componentName = Ctor

```
// src\core\global-api\index.js
// 注册 Vue.directive()、 Vue.component()、Vue.filter()
initAssetRegisters(Vue)

// src\core\global-api\assets.js
if (type === 'component' && isPlainObject(definition)) {
  definition.name = definition.name || id
  definition = this.options._base.extend(definition)
}
……
// 全局注册，存储资源并赋值
// this.options['components']['comp'] = Ctor
this.options[type + 's'][id] = definition


// src\core\global-api\index.js
// this is used to identify the "base" constructor to extend all plain-object
// components with in Weex's multi-instance scenarios.
Vue.options._base = Vue

// src\core\global-api\extend.js
Vue.extend()
```

- 组件构造函数的创建

```
const Sub = function VueComponent (options) {
  this._init(options)
}
Sub.prototype = Object.create(Super.prototype)
Sub.prototype.constructor = Sub
Sub.cid = cid++
Sub.options = mergeOptions(
  Super.options,
  extendOptions
)
Sub['super'] = Super

// For props and computed properties, we define the proxy getters on
// the Vue instances at extension time, on the extended prototype. This
// avoids Object.defineProperty calls for each instance created.
if (Sub.options.props) {
  initProps(Sub)
```

```
}
if (Sub.options.computed) {
  initComputed(Sub)
}

// allow further extension/mixin/plugin usage
Sub.extend = Super.extend
Sub.mixin = Super.mixin
Sub.use = Super.use

// create asset registers, so extended classes
// can have their private assets too.
ASSET_TYPES.forEach(function (type) {
  Sub[type] = Super[type]
})
// enable recursive self-lookup
if (name) {
  Sub.options.components[name] = Sub
}
```

- 调试 Vue.component() 调用的过程

```
<div id="app">
</div>
<script src="../../dist/vue.js"></script>
<script>
  const Comp = Vue.component('comp', {
    template: '<h2>I am a comp</h2>'
  })
  const vm = new Vue({
    el: '#app',
    render (h) {
      return h(Comp)
    }
  })
</script>
```

组件创建和挂载

组件 VNode 的创建过程

- 创建根组件，首次 _render() 时，会得到整棵树的 VNode 结构
- 整体流程：new Vue() --> $mount() --> vm._render() --> createElement() --> createComponent()
- 创建组件的 VNode，初始化组件的 hook 钩子函数

```
// 1. _createElement() 中调用 createComponent()
// src\core\vdom\create-element.js
else if ((!data || !data.pre) &&
        isDef(Ctor = resolveAsset(context.$options, 'components', tag)))
{
  // 查找自定义组件构造函数的声明
  // 根据 Ctor 创建组件的 VNode
  // component
  vnode = createComponent(Ctor, data, context, children, tag)


```

```
// 2. createComponent() 中调用创建自定义组件对应的 VNode
// src\core\vdom\create-component.js
export function createComponent (
  Ctor: Class<Component> | Function | Object | void,
  data: ?VNodeData,
  context: Component,
  children: ?Array<VNode>,
  tag?: string
): VNode | Array<VNode> | void {
  if (isUndef(Ctor)) {
    return
  }
  ……
  // install component management hooks onto the placeholder node
  // 安装组件的钩子函数 init/prepatch/insert/destroy
  // 初始化了组件的 data.hooks 中的钩子函数
  installComponentHooks(data)

  // return a placeholder vnode
  const name = Ctor.options.name || tag
  // 创建自定义组件的 VNode，设置自定义组件的名字
  // 记录this.componentOptions = componentOptions
  const vnode = new VNode(
    `vue-component-${Ctor.cid}${name ? `-${name}` : ''}`,
    data, undefined, undefined, undefined, context,
    { Ctor, propsData, listeners, tag, children },
    asyncFactory
  )
  return vnode
}


// 3. installComponentHooks() 初始化组件的 data.hook
function installComponentHooks (data: VNodeData) {
  const hooks = data.hook || (data.hook = {})
  // 用户可以传递自定义钩子函数
  // 把用户传入的自定义钩子函数和 componentVNodeHooks 中预定义的钩子函数合并
  for (let i = 0; i < hooksToMerge.length; i++) {
    const key = hooksToMerge[i]
    const existing = hooks[key]
    const toMerge = componentVNodeHooks[key]
    if (existing !== toMerge && !(existing && existing._merged)) {
      hooks[key] = existing ? mergeHook(toMerge, existing) : toMerge
    }
  }
}

// 4. 钩子函数定义的位置（init()钩子中创建组件的实例）
// inline hooks to be invoked on component VNodes during patch
const componentVNodeHooks = {
  init (vnode: VNodeWithData, hydrating: boolean): ?boolean {
    if (
      vnode.componentInstance &&
      !vnode.componentInstance._isDestroyed &&
      vnode.data.keepAlive
    ) {
      // kept-alive components, treat as a patch
      const mountedNode: any = vnode // work around flow
```

```
      componentVNodeHooks.prepatch(mountedNode, mountedNode)
    } else {
      // 创建组件实例挂载到 vnode.componentInstance
      const child = vnode.componentInstance =
createComponentInstanceForVnode(
        vnode,
        activeInstance
      )
      // 调用组件对象的 $mount()，把组件挂载到页面
      child.$mount(hydrating ? vnode.elm : undefined, hydrating)
    }
  },

  prepatch (oldVnode: MountedComponentVNode, vnode: MountedComponentVNode)
{
    ……
  },

  insert (vnode: MountedComponentVNode) {
    ……
  },

  destroy (vnode: MountedComponentVNode) {
    ……
  }
}

//5 .创建组件实例的位置，由自定义组件的 init() 钩子方法调用
export function createComponentInstanceForVnode (
  vnode: any, // we know it's MountedComponentVNode but flow doesn't
  parent: any, // activeInstance in lifecycle state
): Component {
  const options: InternalComponentOptions = {
    _isComponent: true,
    _parentVnode: vnode,
    parent
  }
  // check inline-template render functions
  const inlineTemplate = vnode.data.inlineTemplate
  if (isDef(inlineTemplate)) {
    options.render = inlineTemplate.render
    options.staticRenderFns = inlineTemplate.staticRenderFns
  }
  // 创建组件实例
  return new vnode.componentOptions.Ctor(options)
}
```

- 调试执行过程

组件实例的创建和挂载过程

- Vue._update() --> patch() --> createElm() --> createComponent()

```
// src\core\vdom\patch.js
// 1. 创建组件实例，挂载到真实 DOM
function createComponent (vnode, insertedVnodeQueue, parentElm, refElm) {
  let i = vnode.data
```

```
  if (isDef(i)) {
    const isReactivated = isDef(vnode.componentInstance) && i.keepAlive
    if (isDef(i = i.hook) && isDef(i = i.init)) {
      // 调用 init() 方法，创建和挂载组件实例
      // init() 的过程中创建好了组件的真实 DOM,挂载到了 vnode.elm 上
      i(vnode, false /* hydrating */)
    }
    // after calling the init hook, if the vnode is a child component
    // it should've created a child instance and mounted it. the child
    // component also has set the placeholder vnode's elm.
    // in that case we can just return the element and be done.
    if (isDef(vnode.componentInstance)) {
      // 调用钩子函数（VNode的钩子函数初始化属性/事件/样式等，组件的钩子函数）
      initComponent(vnode, insertedVnodeQueue)
      // 把组件对应的 DOM 插入到父元素中
      insert(parentElm, vnode.elm, refElm)
      if (isTrue(isReactivated)) {
        reactivateComponent(vnode, insertedVnodeQueue, parentElm, refElm)
      }
      return true
    }
  }
}

// 2. 调用钩子函数，设置局部作用于样式
function initComponent (vnode, insertedVnodeQueue) {
  if (isDef(vnode.data.pendingInsert)) {
    insertedVnodeQueue.push.apply(insertedVnodeQueue,
vnode.data.pendingInsert)
    vnode.data.pendingInsert = null
  }
  vnode.elm = vnode.componentInstance.$el
  if (isPatchable(vnode)) {
    // 调用钩子函数
    invokeCreateHooks(vnode, insertedVnodeQueue)
    // 设置局部作用于样式
    setScope(vnode)
  } else {
    // empty component root.
    // skip all element-related modules except for ref (#3455)
    registerRef(vnode)
    // make sure to invoke the insert hook
    insertedVnodeQueue.push(vnode)
  }
}

// 3. 调用钩子函数
function invokeCreateHooks (vnode, insertedVnodeQueue) {
  // 调用 VNode 的钩子函数，初始化属性/样式/事件等
  for (let i = 0; i < cbs.create.length; ++i) {
    cbs.create[i](emptyNode, vnode)
  }
  i = vnode.data.hook // Reuse variable
  // 调用组件的钩子函数
  if (isDef(i)) {
    if (isDef(i.create)) i.create(emptyNode, vnode)
    if (isDef(i.insert)) insertedVnodeQueue.push(vnode)
  }
```

```
62 }
```