如何制作一只阿乔（模型篇）——兼谈1.21.4的物品模型映射系统

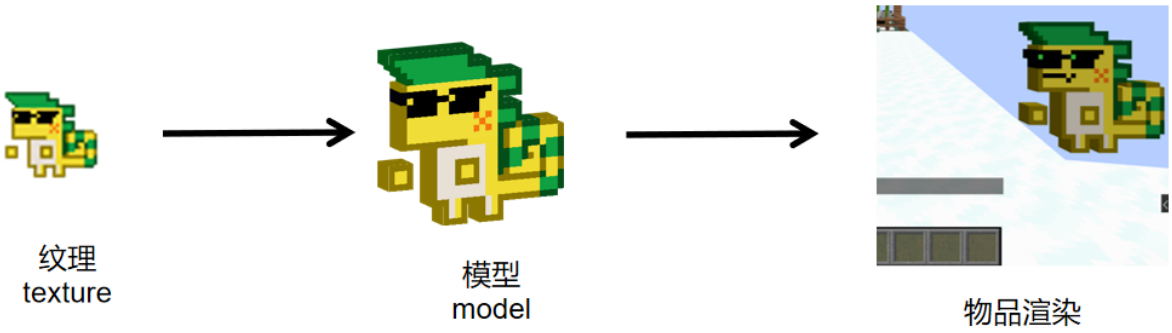
前些天我发布了这个视频，把原神的阿乔做进了mc里。可以发现，在主手、副手拿着时，以及使用时等状态下，它会呈现不同的造型。这是完全使用资源包实现的，用的就是1.21.4新增的物品模型映射系统。

你问什么是物品模型映射？这就得从item_model组件讲起了……

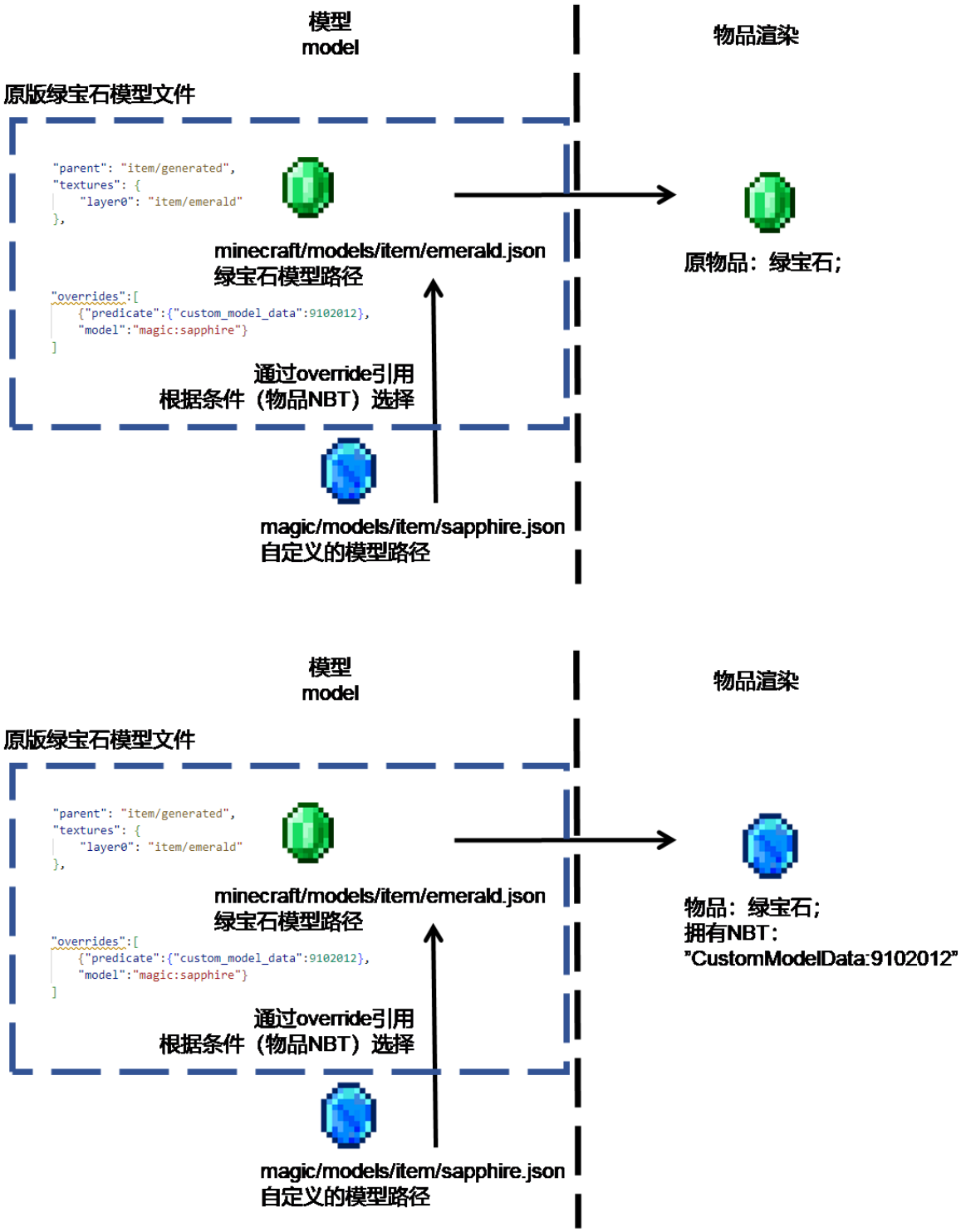
item_model组件和物品模型绑定

稍微熟悉资源包的同学都知道，mc的物品模型由几个部分组成：

- 首先是纹理贴图；
- 然后是模型文件，把纹理贴图组合成指定的模型；
- 最后游戏内的物品调用资源包的模型文件，把它渲染出来。

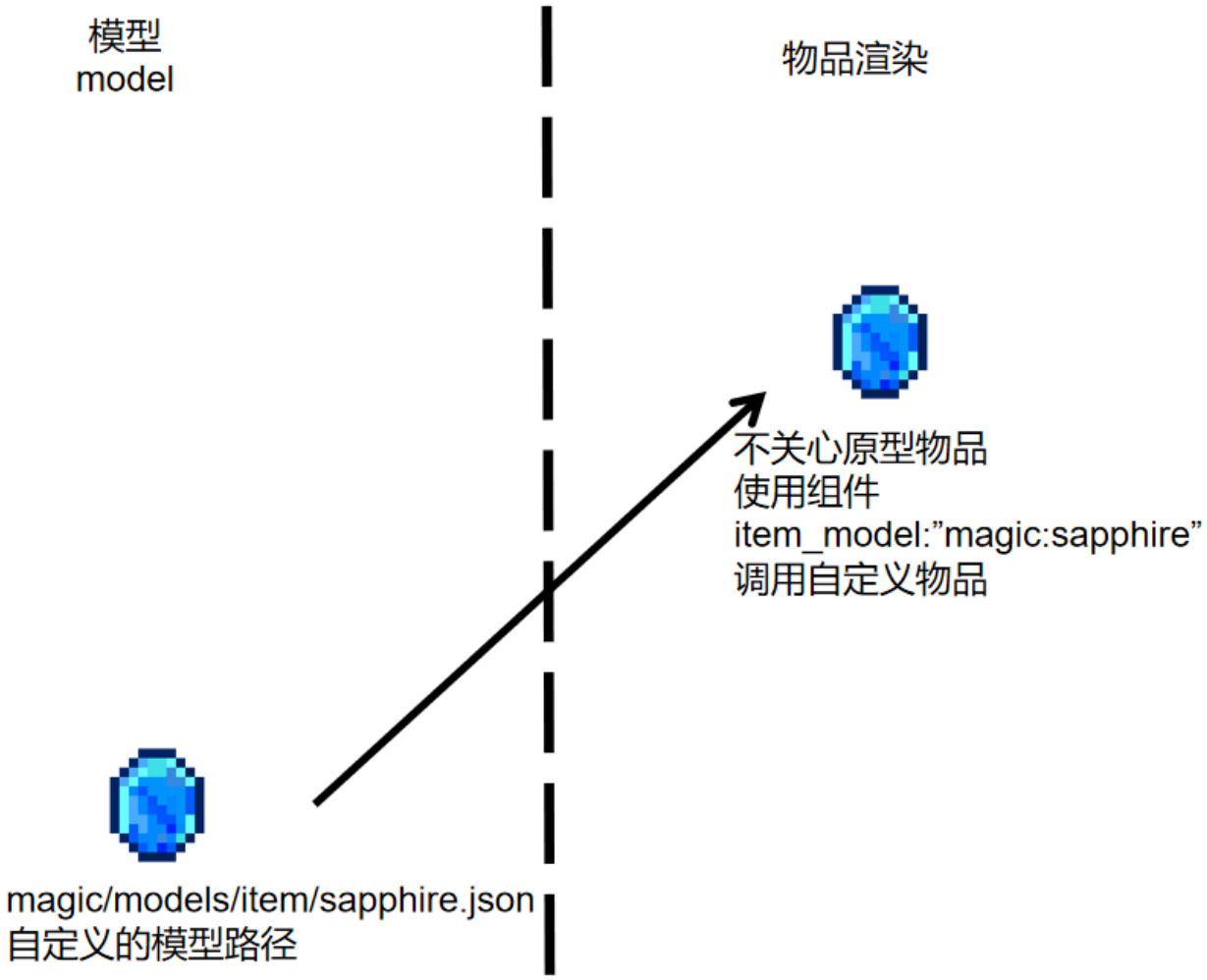


在旧版本，物品模型和物品ID是一一对应的，每个物品使用的模型是固定的，资源包无法更改。
我们想要更改模型，只能在原版使用的物品模型下方添加**overrides**字段，把自定义的模型的路径引用到原版模型文件下方，根据物品的数据改变其应用的模型。



这样，我们基本解决了给数据包自定义物品加纹理的问题。不过这种做法也有一些缺点。因为overrides字段是会相互覆盖的，且只有物品直接引用的模型文件中，该字段才有效（此处即只有原版物品模型中生效）。 比如两个资源包修改了同一个物品的`overrides`，则只有上层的那一个会生效。

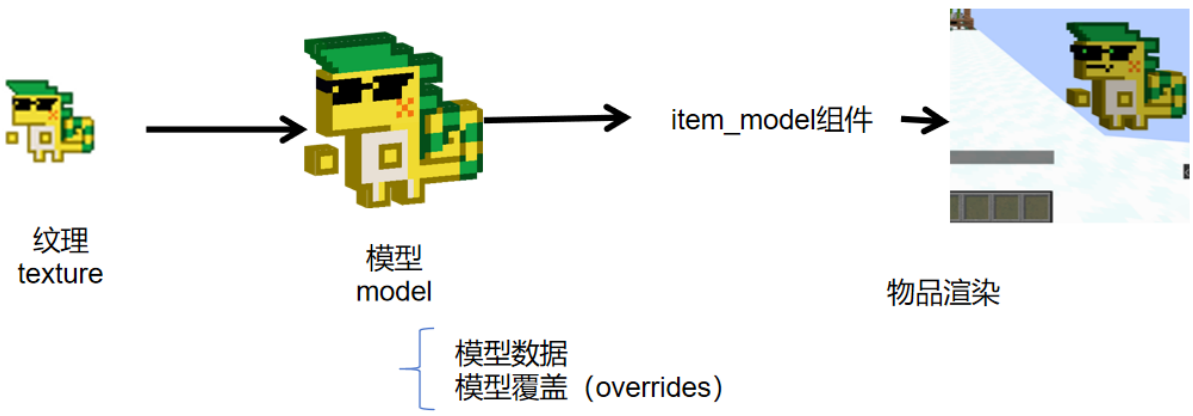
在1.21.2版本，mj引入了`item_model`物品组件，在该组件中指定模型的路径，可以直接使用这个模型来渲染物品。



现在，我们可以认为物品模型的绑定从在物品ID中硬编码，转变成了绑定于`item_model`物品组件（原版物品可以认为是拥有一个默认的`item_model`组件）。这样，我们可以不用关心原型物品，更加自由的使用自定义模型。

当然，这样写在自定义模型中的overrides字段也可以生效了。

于是，一个物品渲染的流程就变成了这样：



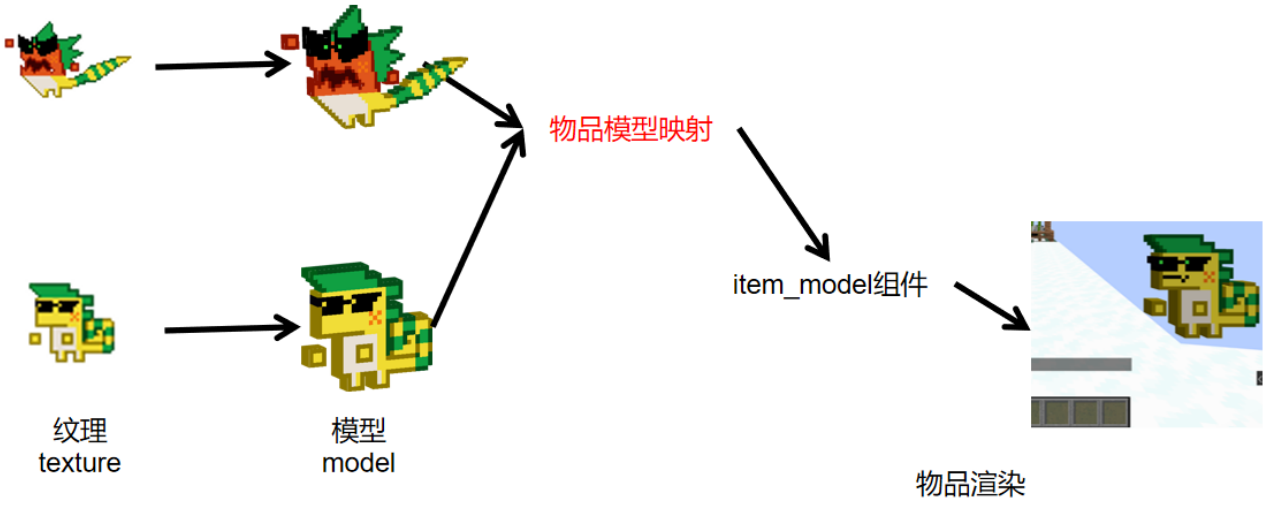
物品模型映射

现在，让我们把目光聚焦到这个override上。

这个字段是模型文件的一部分，但是它本身不提供任何模型信息。它的作用是根据物品的 **数据/状态** 选择符合条件的模型。此外，只有物品直接引用的模型文件中的overrides生效，下层模型中的该字段不生效。

可以发现，这个字段很适合从模型文件中分离出来，做成一个条件控制结构，放在模型和物品渲染之间。

所以mojang就这么干了。这就是**物品模型映射**。



在新的模式里，模型文件回到了描述模型数据的定位上，选择模型的工作交给独立的物品模型映射完成。

物品模型映射是一个独立的文件，其位于和模型(`model`)、纹理(`texture`)平级的`items`文件夹下。现在`item_model`组件的路径指向了这个文件的路径。在映射文件中，根据指定的条件指向具体的模型路径。

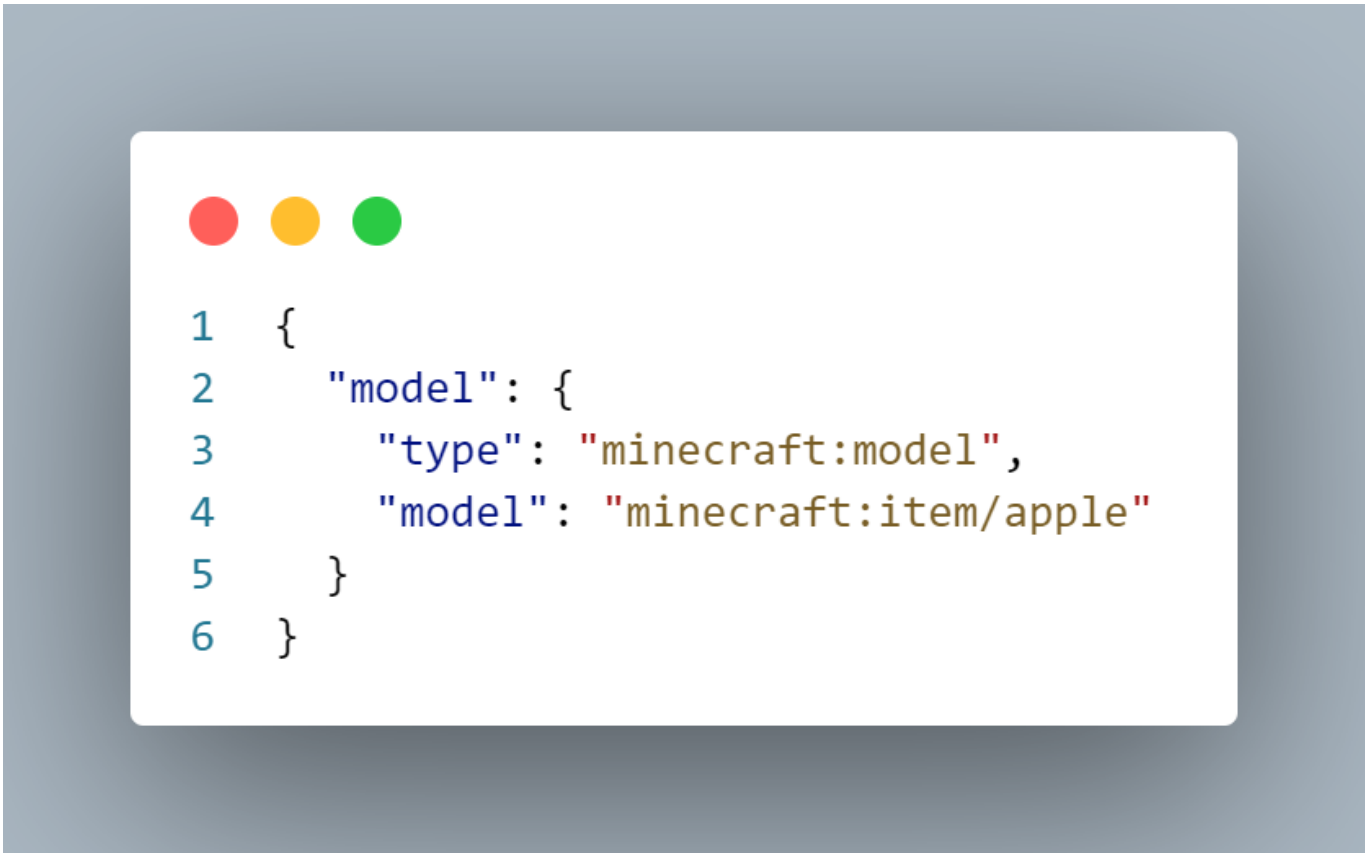
以上面的magic:sapphire为例，现在指向`assets/magic/items/sapphire.json`文件。

写一个映射文件

model型映射

> 主播主播，你讲的模型映射很高级，但是太绕了，有没有简单一点的教学？
> 有的兄弟，有的，这样的教学，还有两个……
> （消音）

上手实操的时候，最简单的方法，是拆包原版的资源包，看看mojang是怎么写的。



```
{
  "model": {
    "type": "minecraft:model",
    "model": "minecraft:item/apple"
  }
}
```

如上是一个最简单的物品映射文件，取自原版的苹果物品。
根标签下的model是固定的键名，它后面跟着的一个复合标签是一个**物品映射**。
注意到其中的type键，它是模型映射的类型，这个键的值决定了标签里的其他字段。
例子里，type的值是model，这是最基本的一种物品映射，表示指定一个物品模型进行渲染。
下面的model键则用于指定模型的路径。
那么我们依葫芦画瓢，定义一个自己的模型映射文件：

```
{
    "hand_animation_on_swap":false,
    "model":{
        "type":"model",
        "model":"pet:item/dragon/idle"
    }
}
```

这样，我们就完成了一个最简单的物品模型映射文件的编写：没有任何条件选择，在各种状态下都选择使用同一个模型。实际上，绝大多数的原版物品和自定义物品都只需要这样就够了。

复合物品模型映射

但是“伟大圣龙”库胡勒阿乔可不是“绝大多数”。拿在主手、副手、拿在鼠标光标上、阿乔的模型都有一些变化。这就涉及到条件选择了，也就是物品模型映射这个系统的真正作用所在。
打开wiki，翻到物品模型映射页面（可以直接搜索），我们可以发现这样一张图：

物品模型映射有下列类型，不同的映射类型决定了游戏在渲染指定物品堆叠时将使用的物品模型和参数。

命名空间ID	物品模型映射行为
复合物品模型映射	
composite	按照数组次序依次渲染物品模型映射
condition	根据指定的物品堆叠，计算给定的谓词，选择物品模型映射
range_dispatch	根据指定的物品堆叠，计算数值并查找数值区间，选择物品模型映射
select	根据指定的物品堆叠，计算属性值并查找枚举，选择物品模型映射
渲染物品模型映射	
bundle/selected_item	渲染收纳袋内选中的物品堆叠
empty	不渲染任何物品模型
model	按照指定的参数渲染指定的物品模型
special	使用指定的硬编码渲染器渲染物品

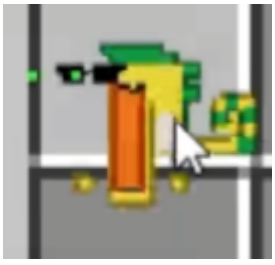
这里的给出的项，就是所有可用的物品映射的类型，即填写在"type"里的值。
wiki把提供的映射类型分为了复合物品模型映射和渲染物品映射。前者都包含一个或多个嵌套字段，在其中可以定义其他的物品映射；而后者，例如上面讨论的model类型，则不包含这种字段，是一个分支的结束。

> 我们在下面可以看到，实际上物品模型映射是一个树型结构，渲染模型映射可以看作叶节点，复合模型映射是非叶节点。
> 另外，复合模型映射实际上承担了过去overrides的功能，不过这次mj给的谓词更多，能做的事情也更多了。

我们接下来要讨论的条件选择相关，就在上半部分的复合物品映射。 mojang提供了一系列检测物品状态的映射谓词，它们被分为了三个类别：布尔条件型(codition)、枚举型(select)、数值范围型(range_dispatch)。
这三个类型的语法有一些差别，我们以制作阿乔需要的几个条件为例，分别讲解一下。

codition型映射

我想让我们的阿乔在被鼠标选中时露出惊讶的表情：



mj有提供相关的谓词:carried，它属于condition类型。

carried	否	检查玩家是否容器屏幕中使用光标选取了这个物品堆叠

condition [编辑 | 编辑源代码]

此物品模型映射类型会先计算物品堆叠内给定的谓词，当属性为真时选择一个物品模型映射，为假时选择另一个。

- {} ***model**
  - 当 ***type**：`condition`。
  - {} ***on_false**：谓词为假时选择的物品模型映射。
    - 递归定义物品模型映射。具体格式详见上文。
  - {} ***on_true**：谓词为真时选择的物品模型映射。
    - 递归定义物品模型映射。具体格式详见上文。
  - 当 ***property**：（命名空间ID）检查给定的物品模型映射谓词类型。
  - 其他元素见下文。

这一类映射的谓词是布尔类型的，有两个可选值：为真或为假；

property是需要检测的谓词，我们上面提到的carried就属于一个布尔谓词，所以把它填到这里：

on_true和on_false是在谓词检测为真和为假的时候分别应用的模型，这两个键的值是一个嵌套的物品模型映射，可以直接是model，当然也可以在其中写其他的复合模型映射，进一步选择模型；

加入了这个条件，我们的模型映射文件现在长这样：

```
{
    "hand_animation_on_swap":false,
    "model":{
        "type":"condition",
        "property":"carried",
        "on_true":{
            "type":"model",
            "model":"pet:item/dragon/surprise"
        },
        "on_false":{
            "type":"model",
            "model":"pet:item/dragon/idle"
        }
    }
}
```

select型映射

我们希望阿乔在主手时会说话，在副手时会跳舞，并且做好了对应的模型。

这一次，我们需要的映射谓词是display_context，属于select类型。

display_context	否	字符串	获取当前物品堆叠渲染位置，枚举值见模型 § 渲染变换

select [编辑 | 编辑源代码]

此物品模型映射类型会先计算物品堆叠内给定的一个枚举属性，游戏会使用枚举属性值对应的物品模型映射。如果没有匹配的枚举值，则使用回落物品模型映射。

- {}*model
  - *type：select 。
  - []*cases：定义枚举值和对应的物品模型映射。枚举值不能重复出现，否则游戏将报错 Duplicate case conditions: <重复的枚举值列表> 。
    - {}：一项枚举值列表和对应的物品模型映射。
      - {}*model：阈值对应的物品模型映射。
        - 递归定义物品模型映射。具体格式详见上文。
      - [失效：JE 1.21.5] [新增：JE 1.21.5] []*when：匹配此映射的枚举值。
        - [失效：JE 1.21.5] [新增：JE 1.21.5]：一项枚举值。
  - {} fallback：回落物品模型映射。如果读取结果不匹配任何一个枚举值，则使用此映射。如果此项不存在，且读取结果不匹配任何一个枚举值，则使用无效模型。
    - 递归定义物品模型映射。具体格式详见上文。
  - *property：（命名空间ID）检查给定的物品模型映射枚举属性类型。
  - 其他元素见下文。

这一类型稍复杂些，可以结合后面的例子看。

这种谓词的值是枚举型，是有限的几个值；
property仍然是需要检测的谓词，我们把display_context填在这里；
cases是一个列表，其中每一项代表一个枚举值选择；
列表中的一个项有两个键：

- when是匹配的枚举值，可以是值或者列表；
- model是符合上述枚举值时应用的模型，是一个嵌套模型映射。

此外还有一个fallback键，也是一个嵌套模型映射，在上述枚举值都不匹配的时候，使用这个映射。

渲染位置的可选值和模型文件里的display是一样的，这里就不列了，见下方的例子；

加入了这个条件，我们的映射文件变成了这样：

```
{
    "hand_animation_on_swap":false,
    "model":{
        "type":"condition",
        "property":"carried",
        "on_true":{
            "type":"model",
            "model":"pet:item/dragon/surprise"
        },
        "on_false":{
            "type":"select",
            "property":"display_context",
            "cases":[
                {
                    "when":[
                        "thirdperson_lefthand",
                        "firstperson_lefthand"
                    ],
                    "model":{
                        "type":"model",
                        "model":"pet:item/dragon/spam"
                    }
                },
                {
                    "when":[
                        "thirdperson_righthand",
                        "firstperson_righthand"
                    ],
                    "model":{
                        "type":"model",
                        "model":"pet:item/dragon/talk"
                    }
                }
            ],
            "fallback":{
                "type":"model",
                "model":"pet:item/dragon/idle"
            }
        }
    }
}
```

range_dispatch型映射

阿乔的模型设计里并没有需要使用这一类型的谓词，不过还是介绍一下。

range_dispatch [编辑 | 编辑源代码]

此物品模型映射类型会先计算并返回物品堆叠内给定的一个数值属性，游戏会按照给定阈值从小到大排序，找到数值属性第一个超过或等于的阈值，并使用对应物品模型映射。如果数值属性小于所有阈值，则使用回落映射。

- *model
  - *type：range_dispatch。
  - *entries：定义各个阈值和对应的物品模型映射，此列表不需要排序，游戏会在运行时对这个列表排序。
    - {}：一项阈值和对应的物品模型映射。
      - *model：阈值对应的物品模型映射。
        - 递归定义物品模型映射。具体格式详见上文。
      - *threshold：阈值。
  - fallback：回落物品模型映射。如果检查数值小于所有阈值则使用此映射。如果此项不存在，且检查数值小于所有阈值，则使用无效模型。
    - 递归定义物品模型映射。具体格式详见上文。
  - scale：（默认为1）与获取的数值属性相乘获得最后的检查数值。
  - *property：（命名空间ID）检查给定的物品模型映射数值属性类型。
  - 其他元素见下文。

这种类型的格式和select类似，区别在于它的值是连续的数值。
我们可以看到一样的property和fallback。
多了一个scale属性，代表得到的值需要缩放的倍率。没有特殊需求的话，写1就好。
select类型中的cases换成了entries，when变成了threshold，效果是相似的。一个小区别是threshold代表的是阈值，也就是所有大于等于这个值、小于等于下一个阈值的所有值都会使用这个项内的模型。

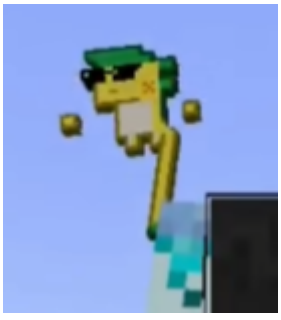
这里给出一个根据指南针的指向值选择朝向的模型映射样例(倍率乘以360以方便角度计算)：

```
{
    "model":{
        "type": "minecraft:range_dispatch",
        "entries": [
          {
            "model": {
              "type": "minecraft:model",
              "model": "pet:item/fox_middle"
            },
            "threshold": 0
          },
          {
            "model": {
              "type": "minecraft:model",
              "model": "pet:item/fox_right"
            },
```

```
            "threshold": 15
          },
          {
            "model": {
              "type": "minecraft:model",
              "model": "pet:item/fox_middle"
            },
            "threshold": 165
          },
          {
            "model": {
              "type": "minecraft:model",
              "model": "pet:item/fox_left"
            },
            "threshold": 195
          }
        ],
        "fallback": {
          "type": "minecraft:model",
          "model": "pet:item/fox_middle"
        },
        "property": "minecraft:compass",
        "target": "lodestone",
        "scale":360
      }
}
```

composite型映射

到这里，我们已经接近做出一个完整的阿乔了。不过怎么能少了招牌的拽尾巴呢？😃



注意看，这只像素龙叫阿乔，它的尾巴和身体之间偏转了一个角度。
这种模型，并非使用一张纹理可以实现。那么应该怎么做呢？
回到上面的wiki图：

物品模型映射有下列类型，不同的映射类型决定了游戏在渲染指定物品堆叠时将使用的物品模型和参数。

命名空间ID	物品模型映射行为
复合物品模型映射	
composite	按照数组次序依次渲染物品模型映射
condition	根据指定的物品堆叠，计算给定的谓词，选择物品模型映射
range_dispatch	根据指定的物品堆叠，计算数值并查找数值区间，选择物品模型映射
select	根据指定的物品堆叠，计算属性值并查找枚举，选择物品模型映射
渲染物品模型映射	
bundle/selected_item	渲染收纳袋内选中的物品堆叠
empty	不渲染任何物品模型
model	按照指定的参数渲染指定的物品模型
special	使用指定的硬编码渲染器渲染物品

我们还差一个**composite类型**的复合物品模型映射没有讲。而这种类型，就是来解决我们上面提出的问题的。
composite是一种特殊的复合物品模型映射。它不像其他三个那样，根据条件选择一个指定的模型，而是将其下方的所有模型合并到一起。
当然，使用起来还是很简单的。

composite [编辑 | 编辑源代码]

此物品模型映射类型会先计算数组内所有物品模型映射，再根据数组次序从后向前依次渲染。

- {} ***model**
  - ***type**：`composite`。
  - [] ***models**：从后向前依次渲染的物品模型映射。
    - {}：一个物品模型映射。
      - 递归定义物品模型映射。具体格式详见§ 定义格式。

对于这只阿乔而言，它的模型分为了两个部分，垂下来的尾巴和挣扎的身体。

在模型的显示上，我们把身体部分旋转了一个角度；
然后在物品模型映射文件里，我们只需要把这两个模型分别写进model列表的项里即可。

```
{
            "type":"composite",
            "models":[
                {
                    "type":"model",
                    "model":"pet:item/dragon/long_1"
                },
                {
                    "type":"model",
                    "model":"pet:item/dragon/long_2"
                }
            ]
        },
```

我们希望在使用（即按住右键）的时候，调用这个模型，那么，在我们的映射文件的最外层，套一个上面讨论过的condition类型映射，再把这个拽尾巴的复合映射放入on_true里面。于是，我们得到了最后的文件：

assets/pet/items/dragon.json:

```
{
    "hand_animation_on_swap":false,
    "model":{
        "type":"condition",
        "on_true":{
            "type":"composite",
            "models":[
                {
                    "type":"model",
                    "model":"pet:item/dragon/long_1"
                },
                {
                    "type":"model",
                    "model":"pet:item/dragon/long_2"
                }
            ]
```

```
        },
        "on_false":{
            "type":"condition",
            "property":"carried",
            "on_true":{
                "type":"model",
                "model":"pet:item/dragon/surprise"
            },
            "on_false":{
                "type":"select",
                "property":"display_context",
                "cases":[
                    {
                        "when":[
                            "thirdperson_lefthand",
                            "firstperson_lefthand"
                        ],
                        "model":{
                            "type":"model",
                            "model":"pet:item/dragon/spam"
                        }
                    },
                    {
                        "when":[
                            "thirdperson_righthand",
                            "firstperson_righthand"
                        ],
                        "model":{
                            "type":"model",
                            "model":"pet:item/dragon/talk"
                        }
                    }
                ],
                "fallback":{
                    "type":"model",
                    "model":"pet:item/dragon/idle"
                }
            }
        },
        "property":"using_item"
    }
}
```

乍看之下有些复杂，但是经过我们的拆解，是不是其实还挺简单的？

我们把这个资源包安装上以后，使用pet:dragon这个路径调用改模型映射，就可以看到我们的伟大圣龙在mc游

戏内的样子了。
借助动态纹理和条件映射，即便不安装数据包，这样实现的阿乔也足够灵动了。

小结

> 到此，我们介绍完了常用的模型映射的类型。可以发现，复合物品模型映射都带有一个或多个映射类型的键，可以在其中继续嵌套地定义物品模型映射。在层层条件选择后，以渲染物品模型映射类型结束这个分支。我们把这种选择关系用图形的形式写出来，这其实很接近树的结构。