



# AI算法在编程教育中的应用案例

秦曾昌

点猫科技（编程猫）





秦曾昌  
Zengchang Qin

1. 学术研究与业界经验  
Academic Research and Industrial Experience.
2. 在人工智能不同领域领域发表过120多篇技术论文。  
Published over 120 Papers in different revalent areas and been cited nearly 500 in 2021.
3. 曾为Keep首席科学家，如今是编程猫首席科学家。  
Used to be the Chief Scientist of Keep and now with Codemao





编程猫（全称为深圳点猫科技有限公司）以为下一代提供更有价值的教育为使命，目前已发展为编程行业的独角兽企业。其研发的“未来教室”教学系统，打造“AI双师课堂”创新型智慧教育教学模式，为公立院校等教学组织提供一站式编程教学解决方案，从而建立起坚实的STEAM学科体系，助推编程教育的全民普及，助力国家智慧教育创新发展。

编程猫成立于2015年，主营儿童在线编程教育软硬件产品及相关课程，研究开发的代表性产品包括2D图形化编程创作平台“源码编辑器”（简称“KITTEN”）、3D图形化编程创作平台“代码岛”（简称“Box”）、应用于手机移动场景的图形化编程工具Nemo、创新的AI人工智能+真人编程教育平台，以及基于AI人工智能技术的教学管理系统“未来教室”，全球冬夏令营和各大编程赛事等。编程猫业务覆盖全球11个国家和地区的超过3000万用户，平台作品数达1500万以上，并与11500多所学校和教育机构达成课程合作，培养儿童编程领域的教师近30000多名，是目前国内用户量最大的少儿编程教育企业，中国最具影响力的少儿编程教育品牌。





# 课前 课中 与 课后





## 课前：基于概率排序模型的智能排课算法





# 案例一

纯手工排课：效率低，难以应付临时的退改课请求

基于经验排课：

- 1、试听等级高的老师因为试听占用上限，造成整体课量较少
- 2、高等级老师试听单日排课量过多，对试听质量造成影响
- 3、难课集中排，老师压力大
- 4、部分老师课量不饱和，可优化空间大





# 目标

## 用户匹配老师数

希望同一学生匹配到的老师数尽可能少，以此来确保学生能够尽量匹配到上过课的老师

## 主课老师占比

希望学生的主课老师为学生上课数量的占比尽可能高，以此来确保老师对学生的教学情况有更多的了解

## 出勤有课率

希望提高老师上课时的教学饱和度，从而使出勤老师留出更多的无课时间段用于备课

## 成本优化参数

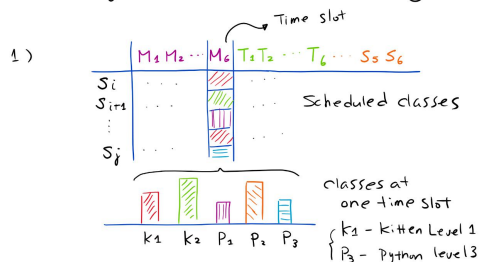
希望尽可能降低排课结果所带来的教学总成本





# 技术方案

Matching Model (Probabilistic ranking model)



2) For one particular student  $S$ : ( $S_i$  with  $i=1 \dots N_s$ )

$C_1 C_2 \dots C_m$   
 $S: T_1 T_2 \dots T_m$   
 $N_{Tis} = |T_i|$  where:  $T = \{T_1 \dots T_m\}$

Evaluation of teacher  $T_j$  given by Student  $S$  is represented by a score  $Z_j$

The Satisfaction of the Student  $S$  is given by:

$$A_s = \frac{\sum_{j=1}^m Z_j}{N_{Tis}}$$

E.g:  $M=10$ ,  $Z=\{1, 2 \dots 5\}$

The best Score is  $50\% = 50$

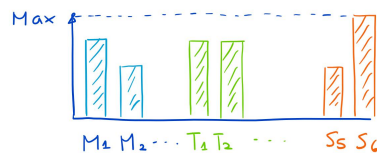
The worst Score is  $10/10 = 1$

The general version can be

$$A_s = \frac{\sum_{j=1}^m Z_j}{\gamma \cdot N_{Tis}}$$

where  $\gamma$  measures the relative importance of feedback score and the teacher consistency!

3) For a particular teacher:



Teaching Efficiency

Given a number of students for a working day (e.g. 6 Time slots)

$$B_t = (N_s / \max) / \sum_i T_{Si} \quad \frac{1}{T_{S1}} \quad \frac{1}{T_{S2}} \quad \dots \quad 0 \quad \frac{1}{T_{S6}}$$

Teaching cost:  $B(t) \cdot N_s$

$B(t)$  is the cost of the teacher  $t$ .

4) For matching

Fine-grained teaching level

$C_1$	$C_2$	$\dots$	$C_m$	$ac_1$	$ac_2$	$\dots$	$ac_n$
1	2	$\dots$	10	11	12	$\dots$	60

$C \sim$  class

$ac \sim$  advanced class

We may have different types of classes.

Given a teacher  $T_j$

	kitten	python	C++
$T_j$	12	10	0

Matching Heuristics 1:

Given a student with scheduled class

$C_k$ , we need to rank teachers

With level of  $LCC_k + \lambda$   $\lambda \geq 0$   
where  $\lambda$  is a buffering time of teacher training, make sure teacher learns faster the class schedules.



Matching Heuristics 2:

At a time slot, we first assign most advanced classes, from high-level to low level.

Matching Heuristics 3: (Teacher consistency)

$$P(T_j | S_i) \propto P(S_i | T_j) P(T_j) \frac{\#(T_j)}{\sum_{j \neq T_j} (T_j)}$$

$T_j$  spent more time with  $S_i$

$P(T_j)$  could be uniform for senior teachers.  
With no more time spent together, system likely to assign a senior teacher.

Matching Heuristics 4:

A Teacher has a stronger willingness to fill in a time slot when she/he already has students:



$PW \sim$  Probability of Willingness

To Start a new time slot,

$PW = \frac{1}{N_T}$ , where  $N_T$  is the number of all qualified teachers.

$$P(T_j | C_s) = \alpha_1 P(LCC) \cdot \alpha_2 P(T_j | S_i) \cdot \alpha_3 PW(T_j)$$

$C_s$  loops from most advanced classes to lower ones

Other measures like:

Unmatch level Rate  $\downarrow$   
Re-enrollment Rate  $\uparrow$





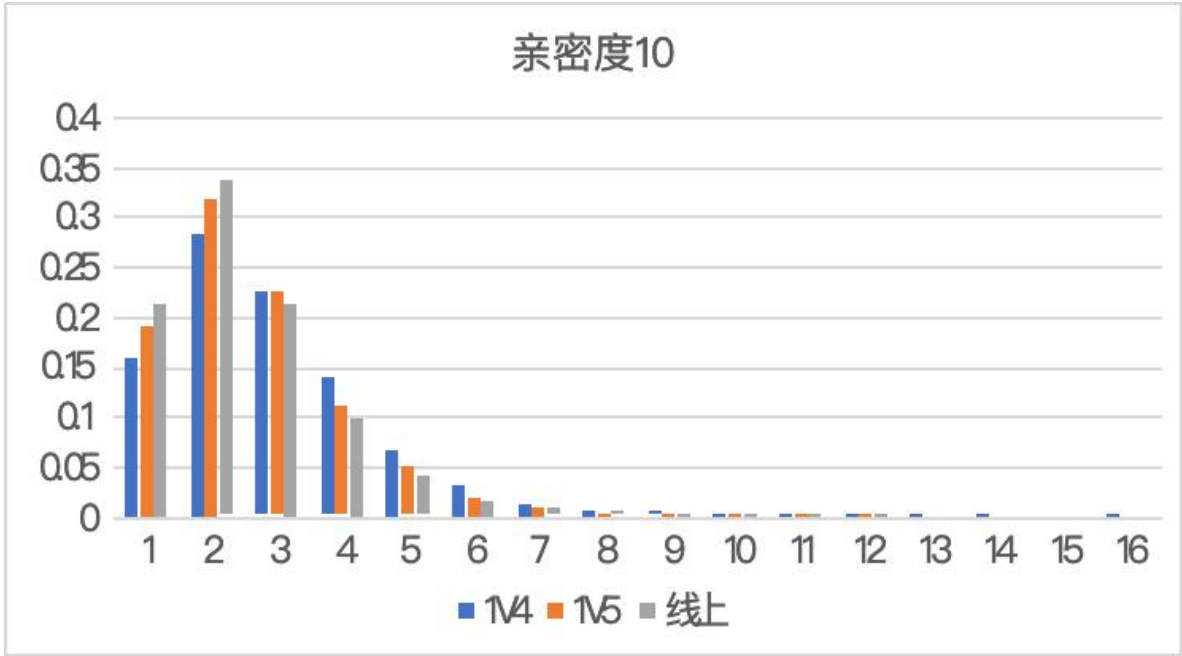
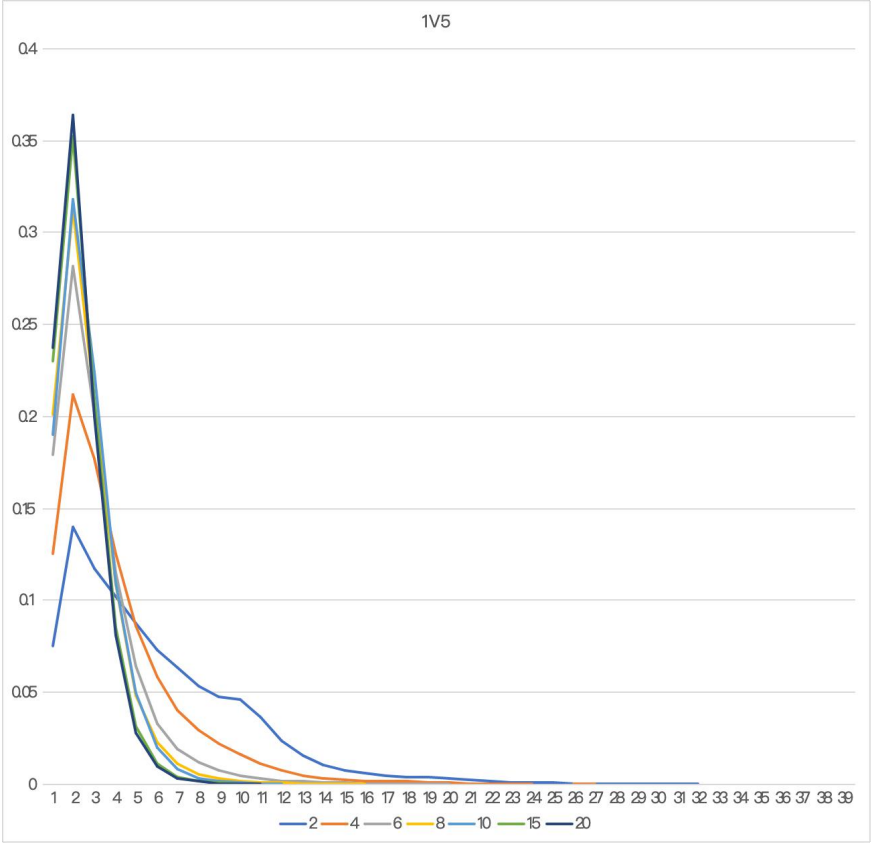


- 确认和计算各个老师的授课时长，等级，最优人数，成本索引等情况拟合分数，进入排课对所有老师进行均分（当所有老师最优人数为1时）
- 学生进入排课，优先对分数高的老师进行匹配；如匹配不上，则依次对其他分数低的老师进行匹配（匹配到低分数的老师后，其优先级会提高）
- 进行过分配后，会对已匹配学生的老师，继续优先补充达到最优后，该老师优先级降低循环1-3步对没有匹配的下一个老师继续进行排课



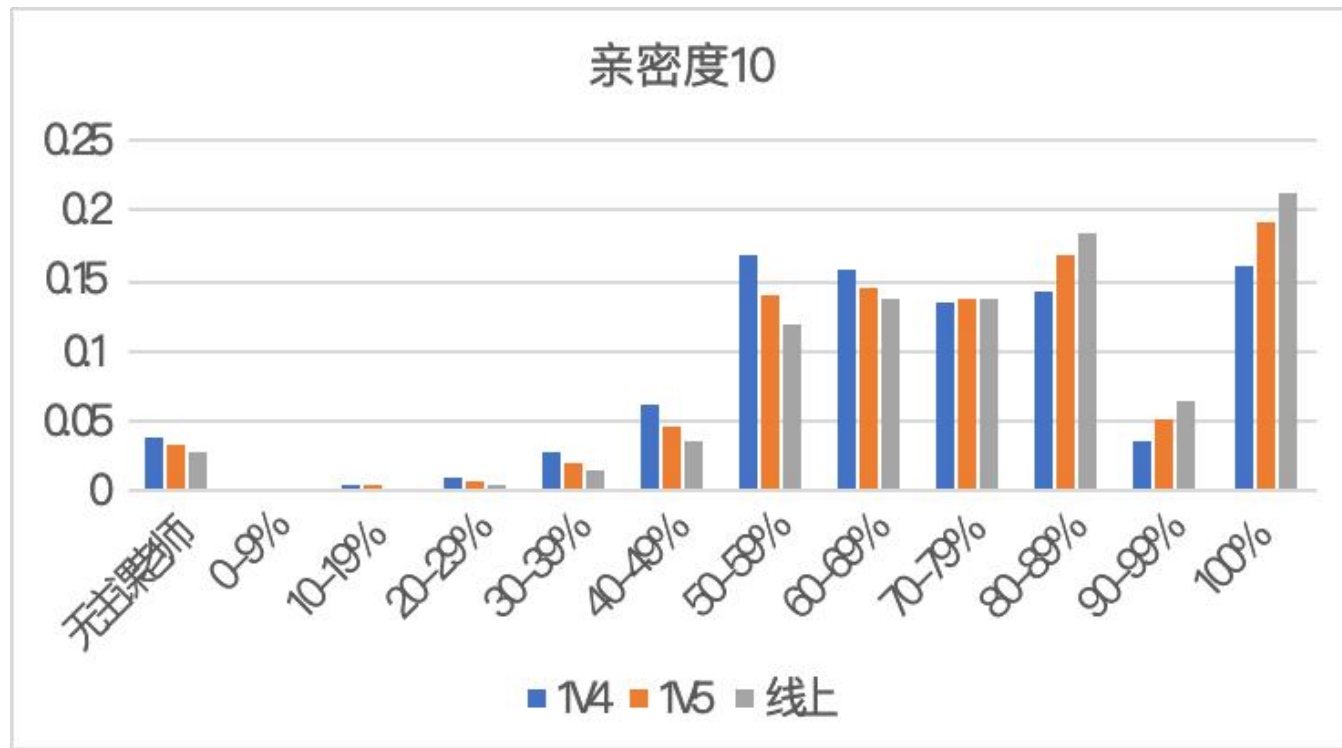
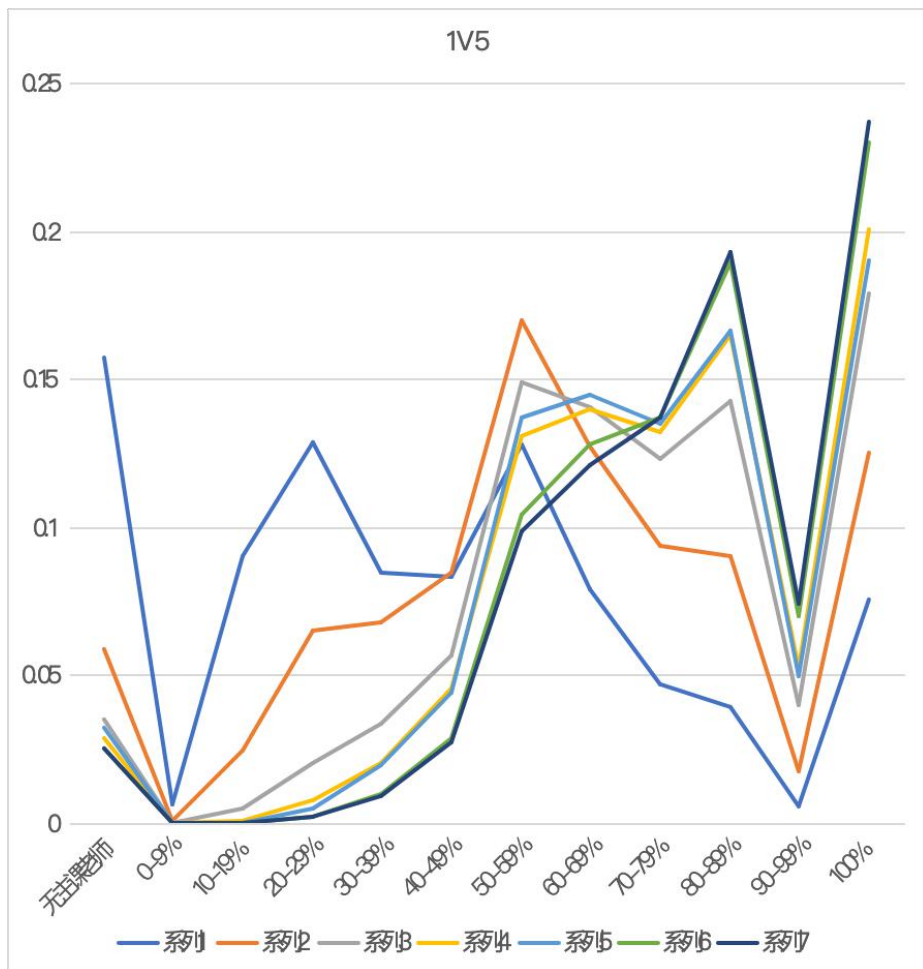


# 案例一





# 案例一





出勤有课率：

亲密度	2	4	6	8	10	15	20		旧
1V4	0.608357	0.63427	0.643969	0.647919	0.651241	0.653805	0.655353		0.711258
1V5	0.59823	0.625522	0.638802	0.642966	0.643574	0.648224	0.649065		
线上	0.604329	0.626448	0.634807	0.638634	0.639806	0.64294	0.644151		





# 课中：基于OCR技术的拍照编程算法



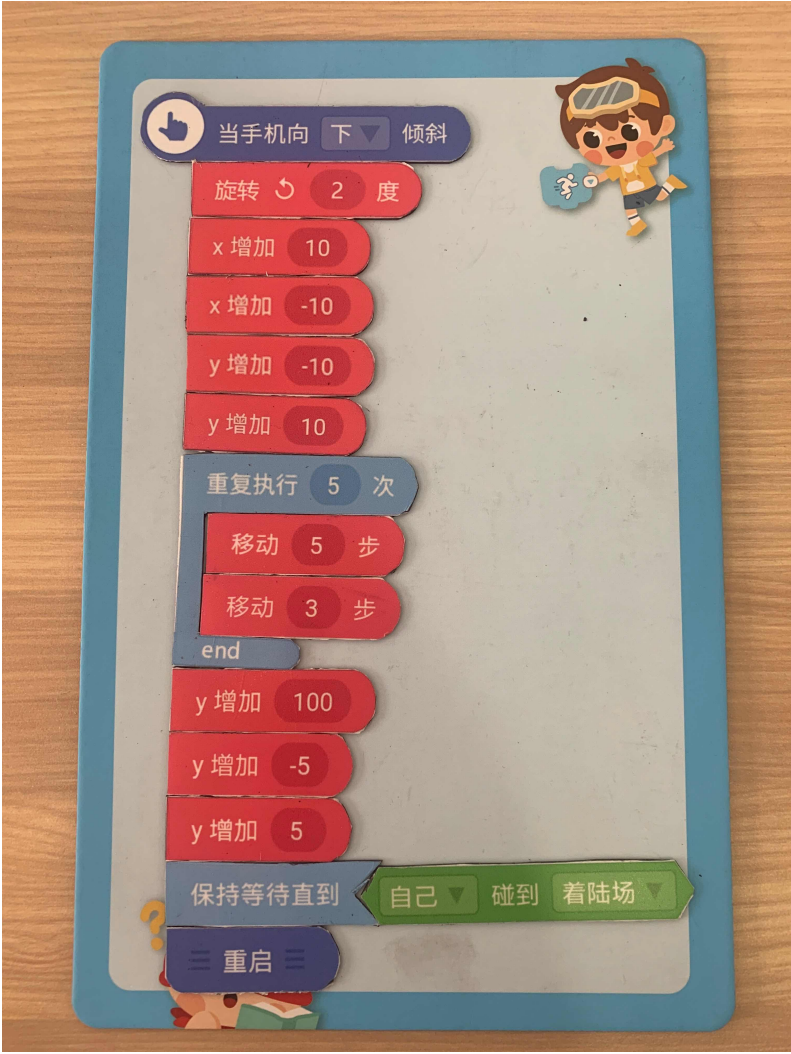
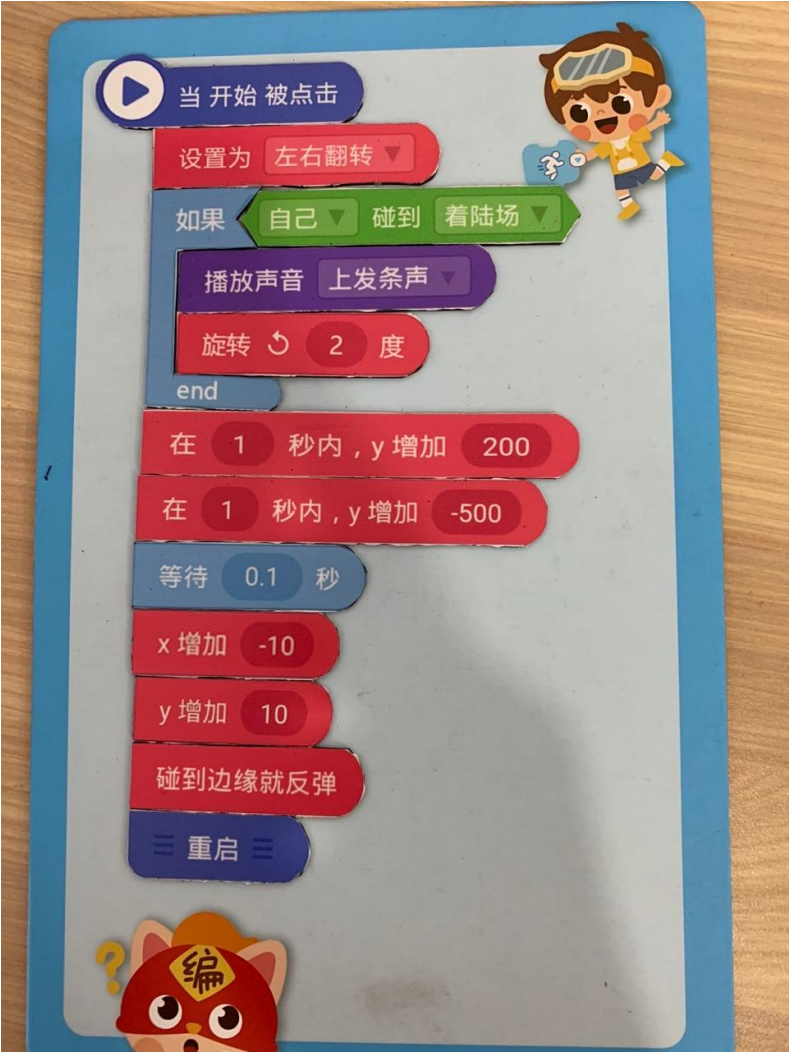


学生在上课过程中，将摆放积木的创作过程由线上转移至线下，通过对实体积木进行摆放并拍照上传，完成编程环节。

拍照编程的优势：

- 1、完成线下到线上创作的关联，使线下学生摆放的积木也可以实现“跑起来”的效果
- 2、将app内的编程创作操作实体化，提高学生的动手动脑能力，增强学习效果
- 3、减少学生使用电子产品的时间，符合家长诉求



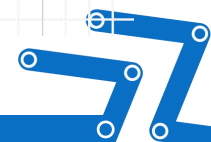
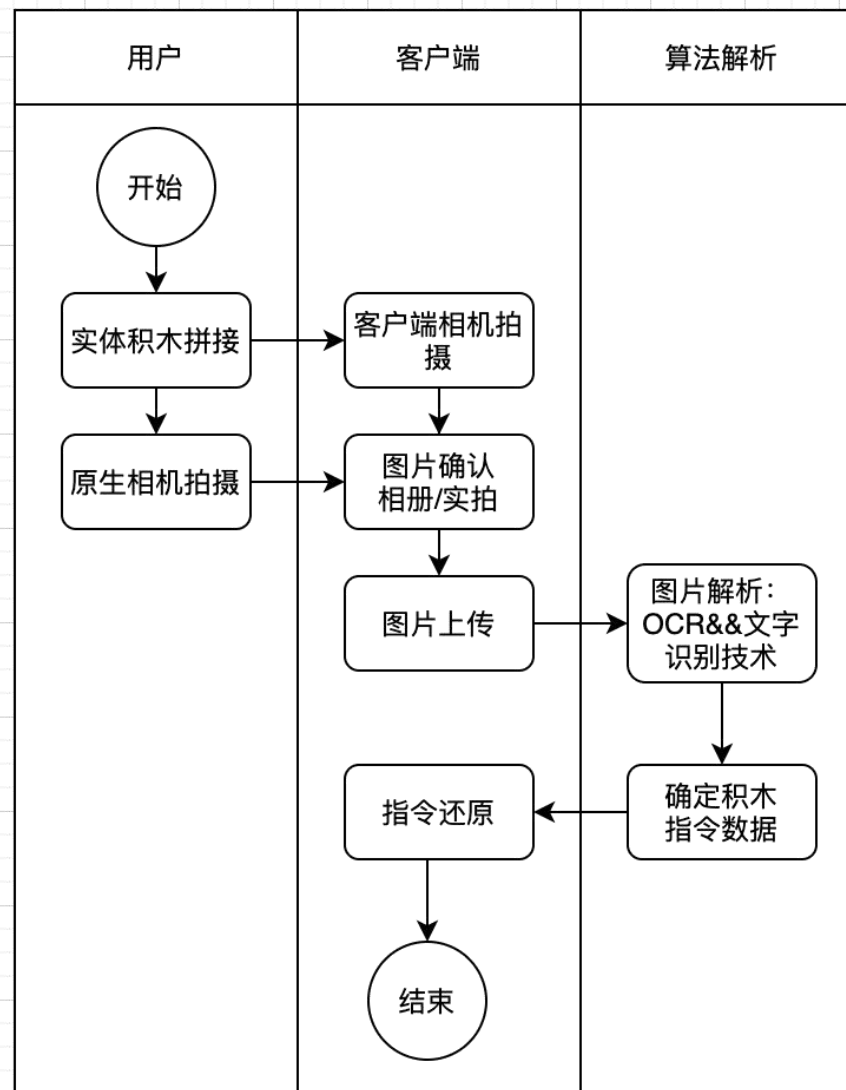






# 基于文字识别的OCR方案

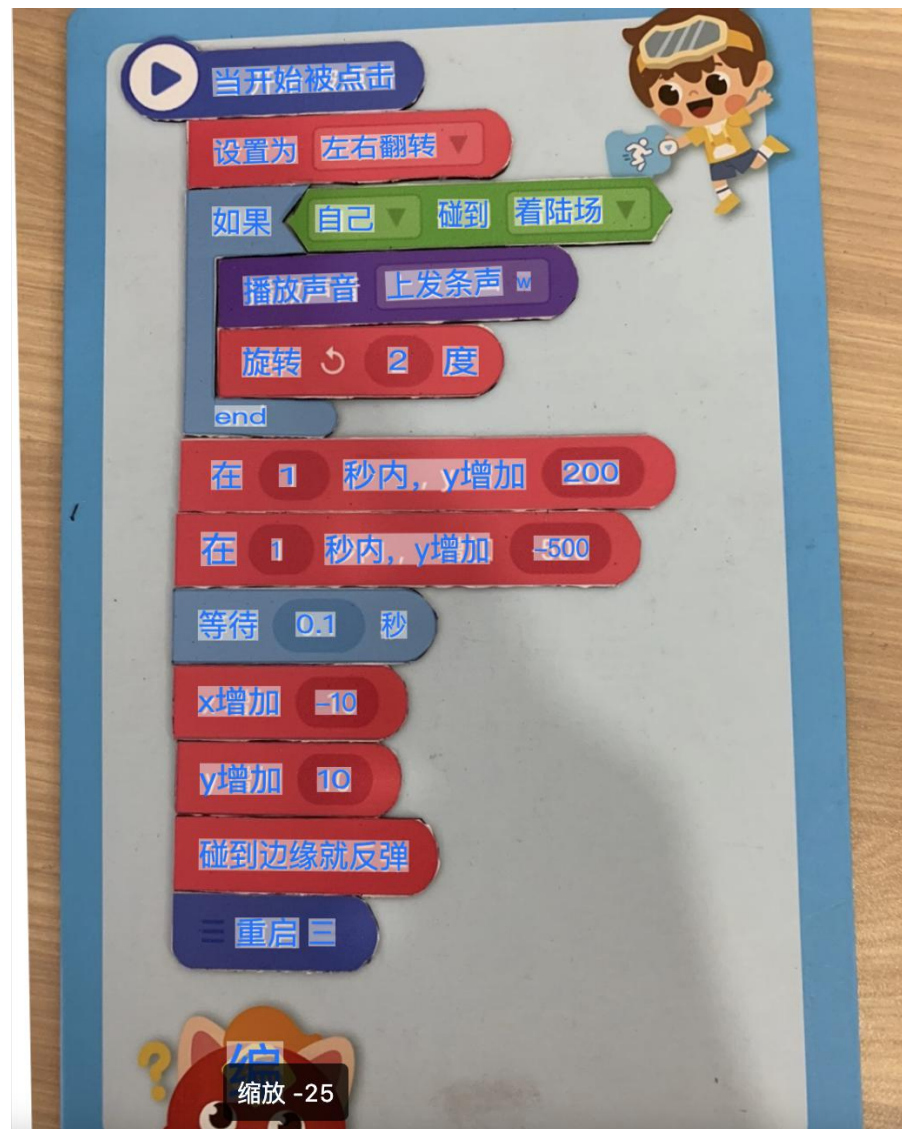
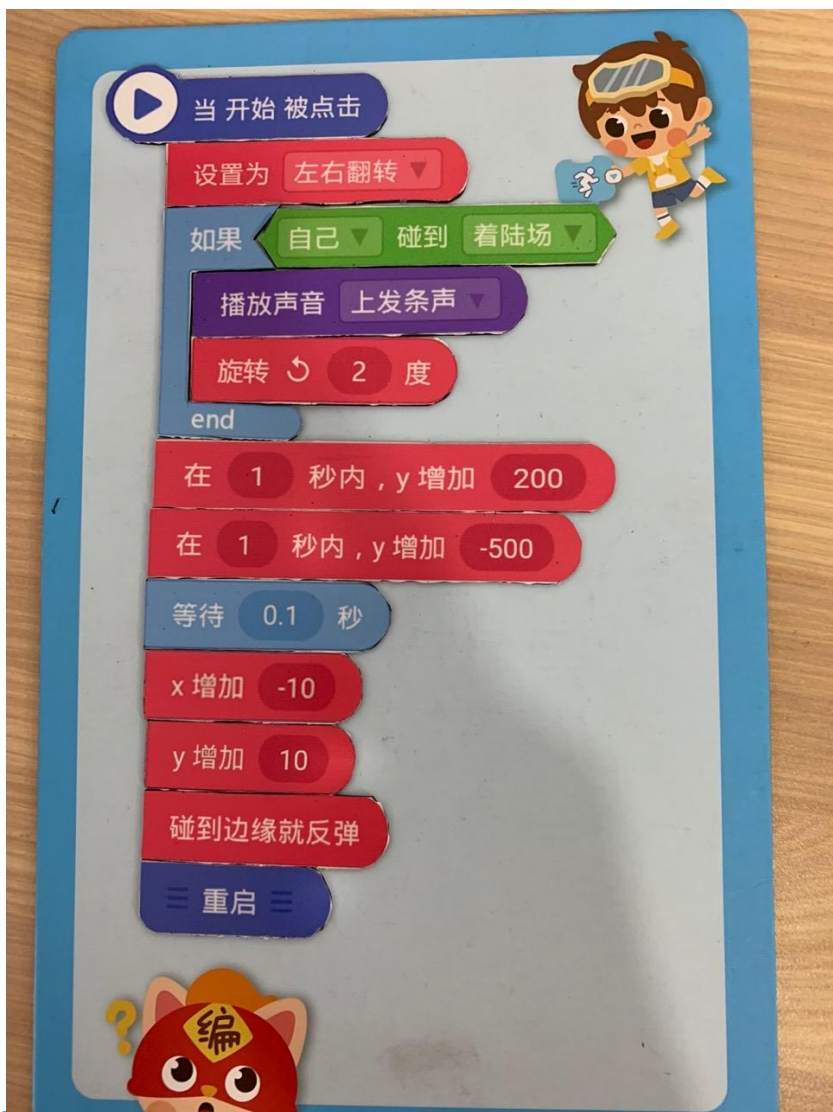
- 基于PaddleOCR工具库的轻量化文字识别模型
- 版面分析技术，还原文字识别结果的整体方向与排版
- 通过积木库比对和版面位置分析，还原积木内容，重建积木逻辑
- 基于积木拼接规则，生成可供app端展示使用的积木堆





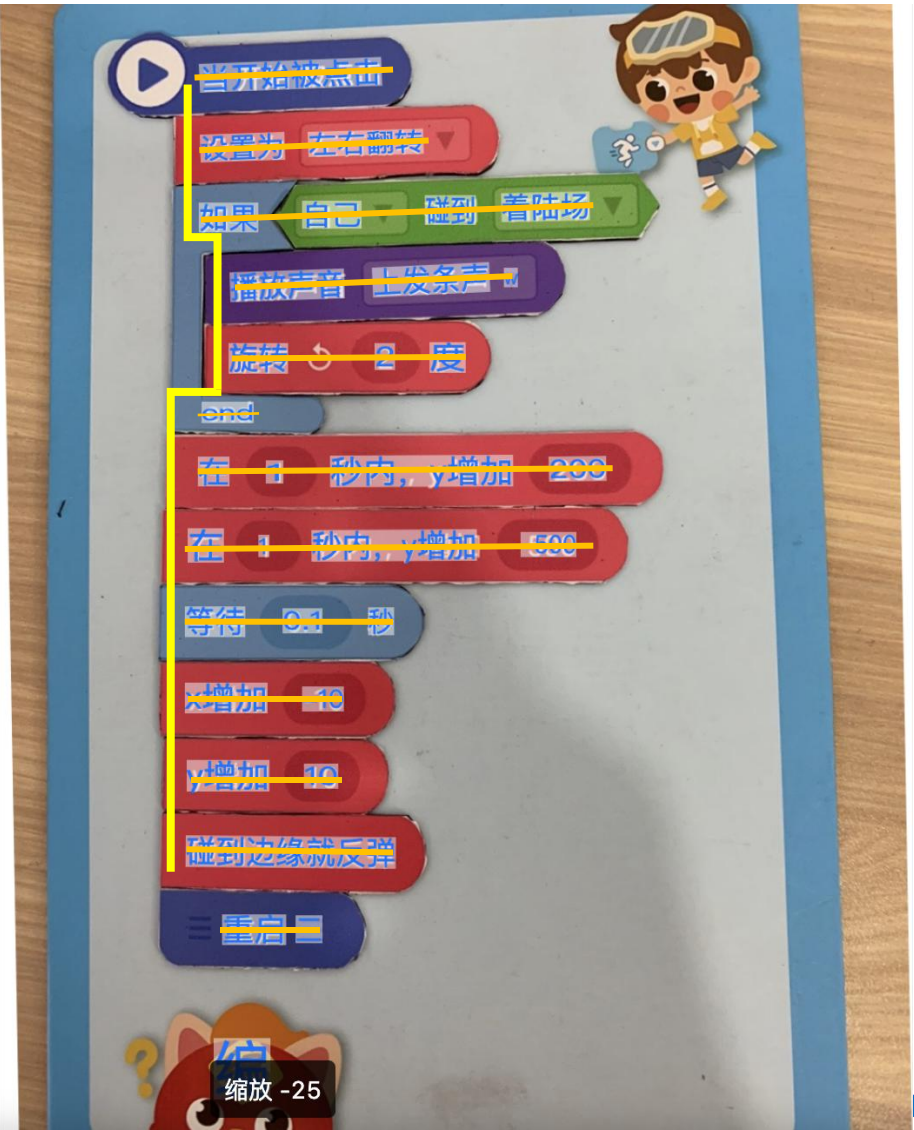
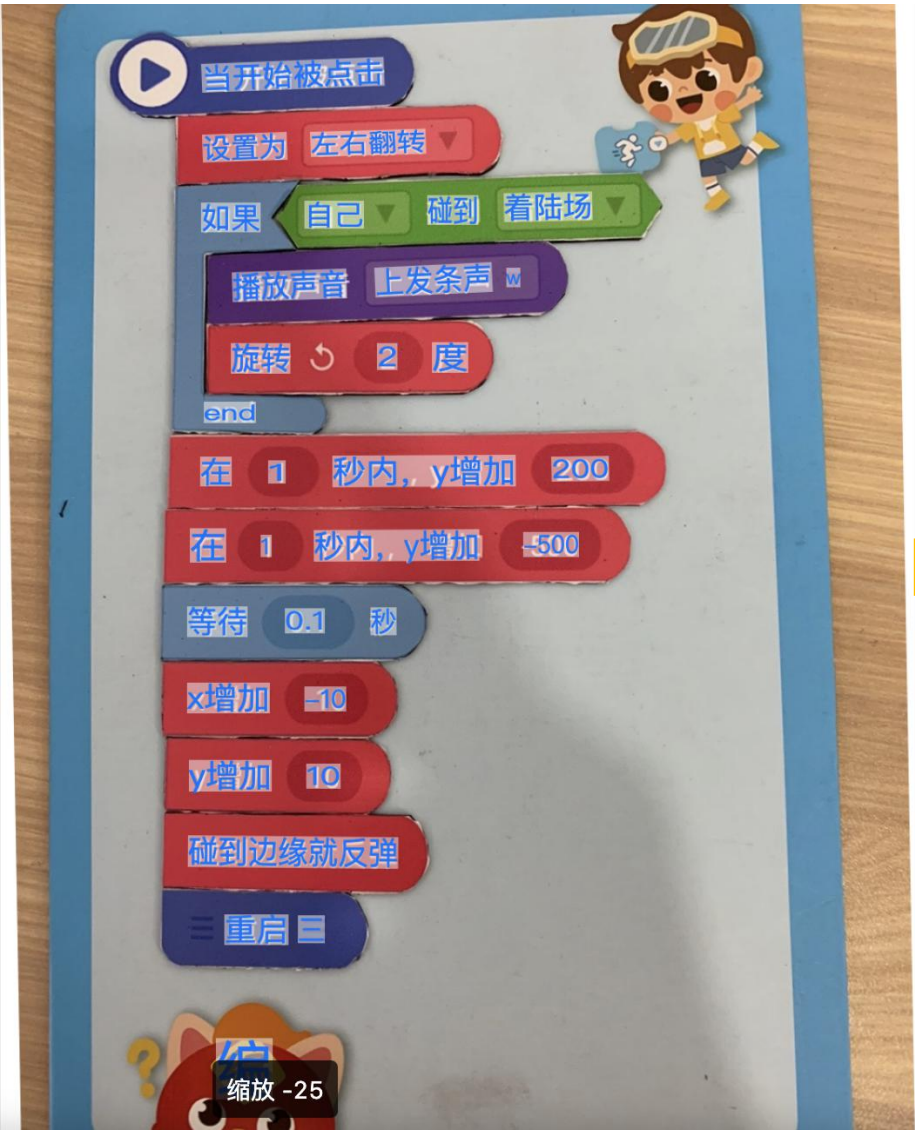


# OCR 识别结果

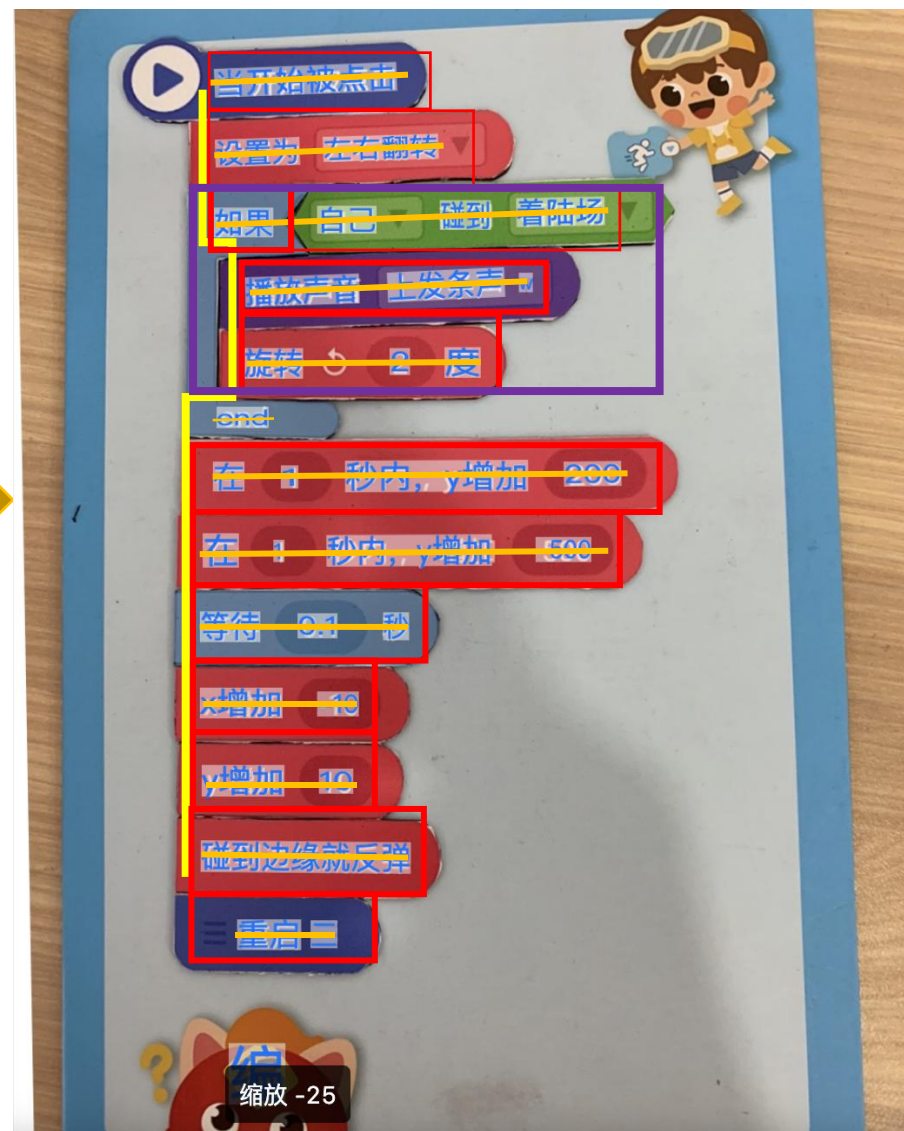




# 版面分析

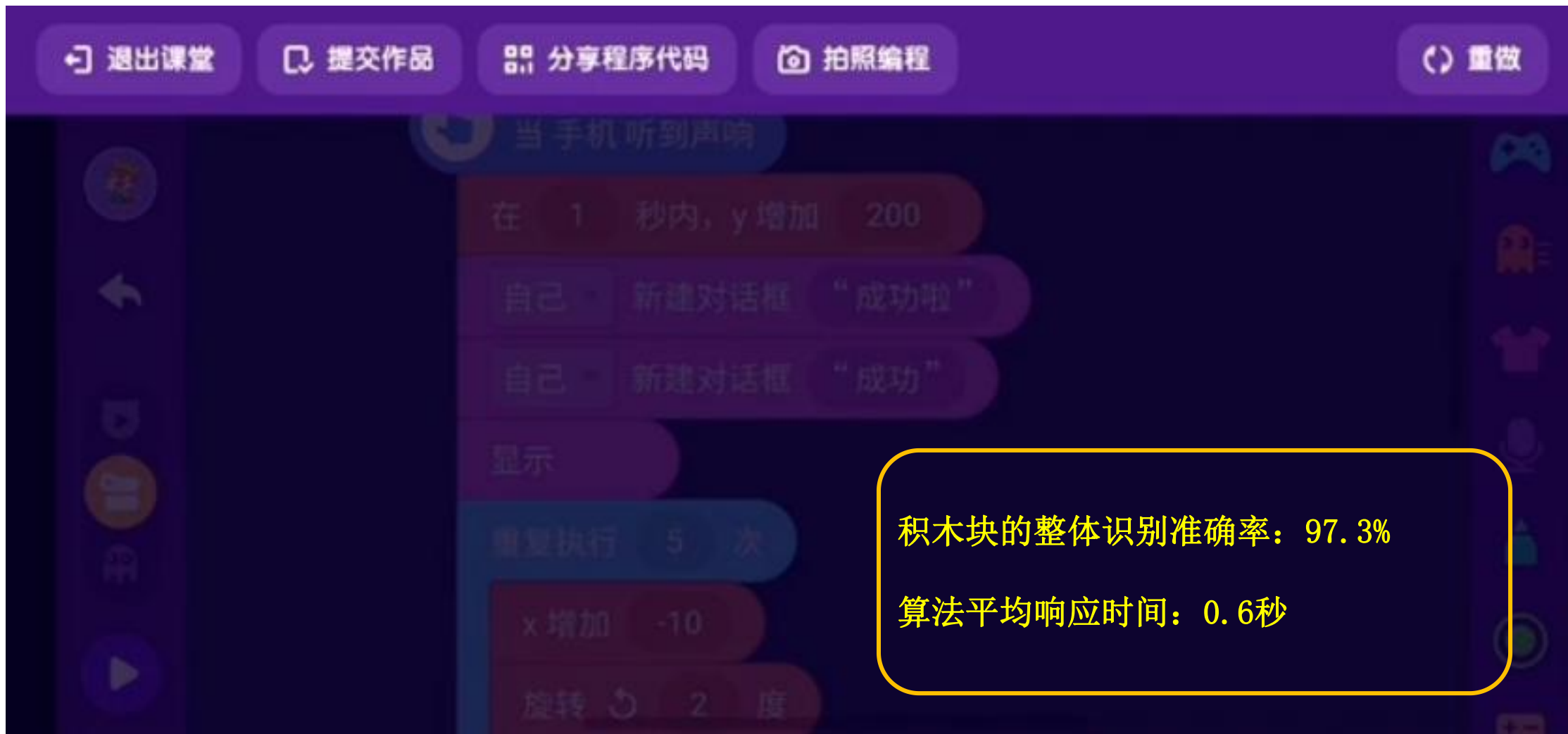








# 效果展示





# 课后：编程作业自动批改算法





编程猫各业务线学生每日提交的课后作业量巨大，月累计作业提交量可达数十万份，当前主要依靠第三方人工手动批改，目前存在以下问题：

- **收费高：**第三方公司作业批改收费1.5元~2元/份，每月可产生百万元批改费用
- **阶段性服务：**第三方公司目前有三家，外包人员大部分为在校生，寒暑假无法提供高效服务
- **算法模型覆盖率低：**体验课作业批改覆盖率10%，进阶课作业批改覆盖率3%





为此需要一套基于深度学习的编程作业批改模型来解决以上问题，深度学习批改模型优势如下：

- **批改费用低**，作业批改模型训练完成后无需额外费用，每年产生的服务器费不足千元
- **批改效率高**，每万份作业批改仅需30分钟即可完成，大大提高了批改效率及用户体验，降低了学生提交作业后的等待时间
- **模型现阶段覆盖率和准确率超过人工**

## 模型完全覆盖后每月预期可节省的费用

人工批改费用（单位：万）

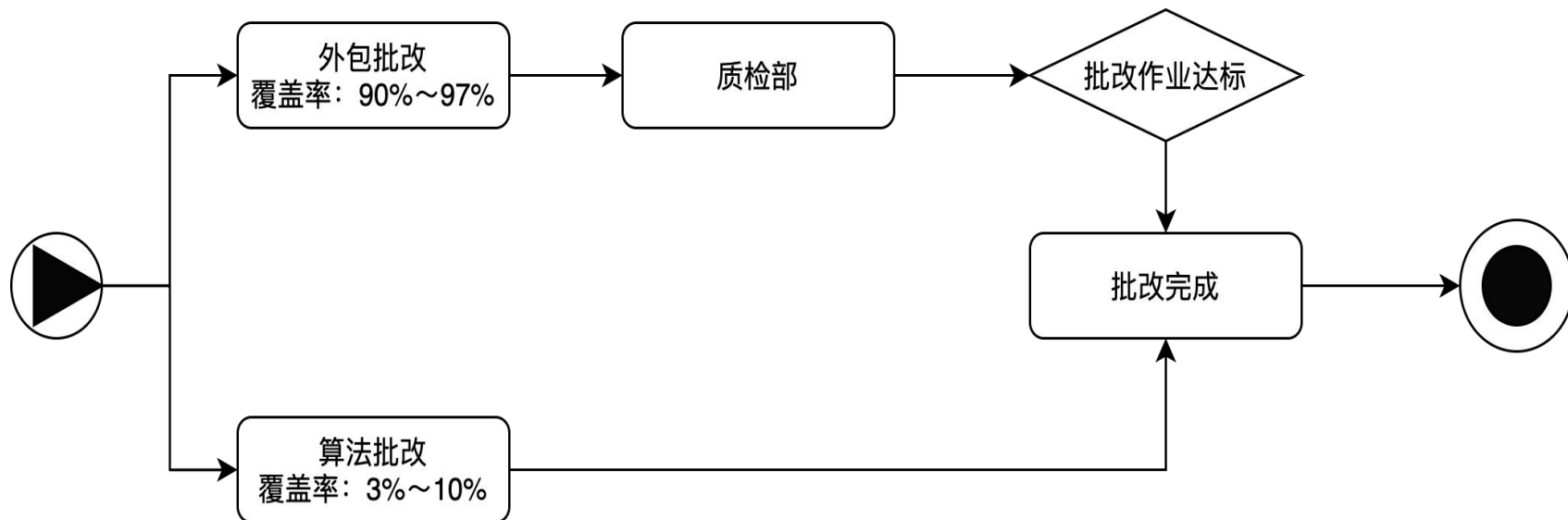
半年内数据汇总





当前三种批改方式：

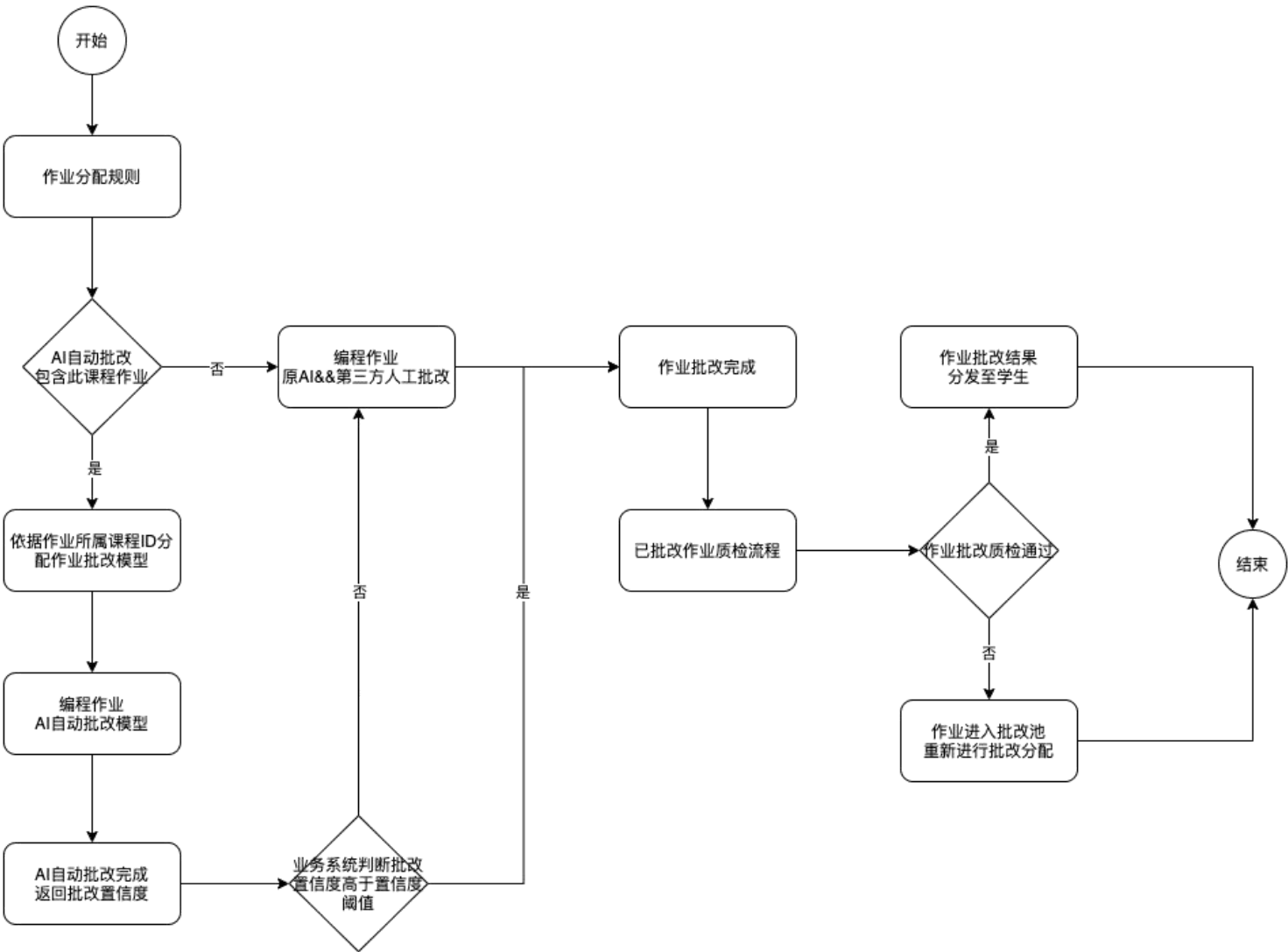
- ◆ 人工批改
- ◆ 1号AI批改：基于积木指令排列的完全匹配批改方案
- ◆ 2号AI批改：基于深度学习网络训练模型自动批改方案







# 技术流程

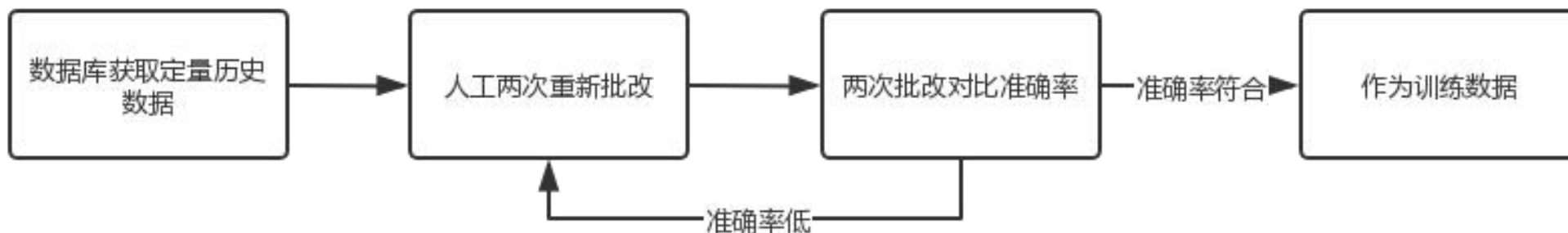
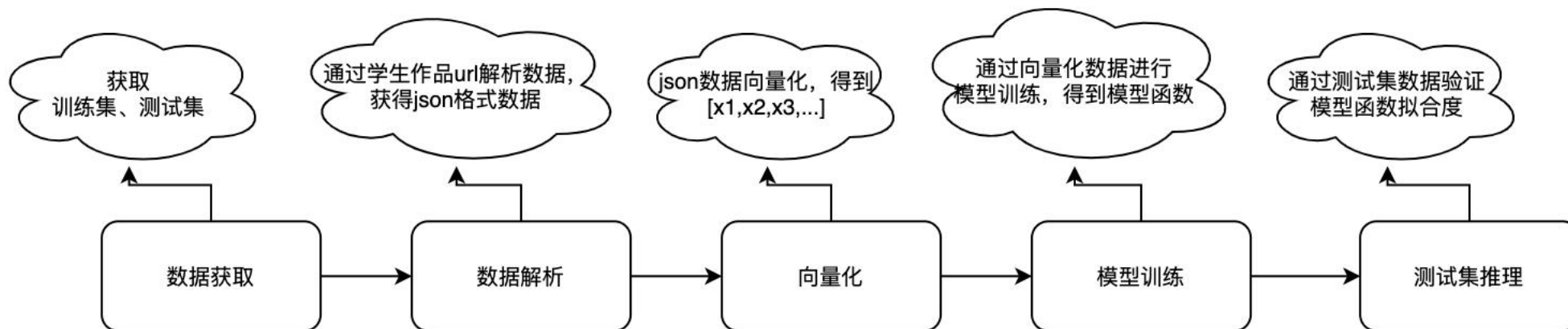


课程评估报告示例

课程ID	1016
课程名称	音乐按键
置信度 覆盖率 预测准确率	0.00   100.00%   63.1%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.10   99.90%   63.16%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.20   96.90%   64.91%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.30   88.60%   68.74%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.40   74.10%   74.90%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.50   60.10%   80.87%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.60   53.60%   83.77%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.70   48.50%   88.45%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.80   39.90%   92.98%
置信度 覆盖率 预测准确率	0.90   4.00%   95.00%



# 模型产出与数据清洗





学生提交的作业会生成对应的BCM文件，BCM文件中储存着作品的各种信息；所以需要分析BCM的各个字段，保留与目标有关的特征，去掉无关的特征。

学生提交的作业



模型眼中的作业

```
{
  "actors":⊕Object{...},
  "app_version":"2.3.0",
  "audios":⊕Object{...},
  "block_count":⊕Object{...},
  "broadcast":⊕Object{...},
  "procedures":⊕Object{...},
  "project_name":"新的作品",
  "scenes":⊕Object{...},
  "split_options":⊕Object{...},
  "styles":⊕Object{...},
  "variable":⊕Object{...}
}
```





通过分析前端展示作业及其对应的作业BCM数据，可从BCM文件中提取作业重要特征。



计时器

属性	详情
造型数	5
x	-122
y	16
方向	0.00
默认是否可见	是

当 开始 被点击

询问 “多少秒后闹钟响？” 并等待

等待 获得 答复 秒

下一个造型

播放声音 圣诞乐曲2

当 手机 被摇晃

重启

```
"actors":⊖{
  "actors_dict":⊖{
    "cab8bb73-7135-459b-a948-9100d5225a42":⊖{
      "blocksXML": "<block type='start_on_click'><next><block type='self_ask'>
<value name='text'><shadow type='text'><field name='TEXT'>多少秒后闹钟响? </field></shadow>
</value><next>.....<block type='restart'></block></next></block>",
      "current_style_id": "1a4fcd99-62b2-4e8e-92fc-03ba57eca46d",
      "hidden_in_edit": false,
      "id": "cab8bb73-7135-459b-a948-9100d5225a42",
      "locked": false,
      "name": "计时器",
      "rotation": 0,
      "scale": 99.72148048744329,
      "scene_id": "700824a5-44a8-4d03-a7e8-aa95d87e9b2a",
      "styles": ⊕Array[5],
      "visible": true,
      "x": -122,
      "y": 16
    }
  },
  "current_actor": "cab8bb73-7135-459b-a948-9100d5225a42"
},
```





重要特征(scenes):该字段储存着学生作品中编辑的场景及其场景下对应的积木、角色等，是判断角色是否存在于某场景、场景是否更好。



背景

属性	详情
造型数	1
x	0
y	0
方向	0.00
默认是否可见	是

```
"scenes":␣{  
  "current_scene":"700824a5-44a8-4d03-a7e8-aa95d87e9b2a",  
  "scenes_dict":␣{  
    "700824a5-44a8-4d03-a7e8-aa95d87e9b2a":␣{  
      "actors":␣[  
        "cab8bb73-7135-459b-a948-9100d5225a42"  
      ],  
      "blocksXML":"","  
      "current_style_id":"00a64d29-3865-4ba0-af65-78b8a1e4f6ab",  
      "id":"700824a5-44a8-4d03-a7e8-aa95d87e9b2a",  
      "name":"背景",  
      "styles":␣[  
        "00a64d29-3865-4ba0-af65-78b8a1e4f6ab"  
      ],  
      "visible":true  
    },  
  },  
  "scenes_order":␣[  
    "700824a5-44a8-4d03-a7e8-aa95d87e9b2a"  
  ],  
}
```

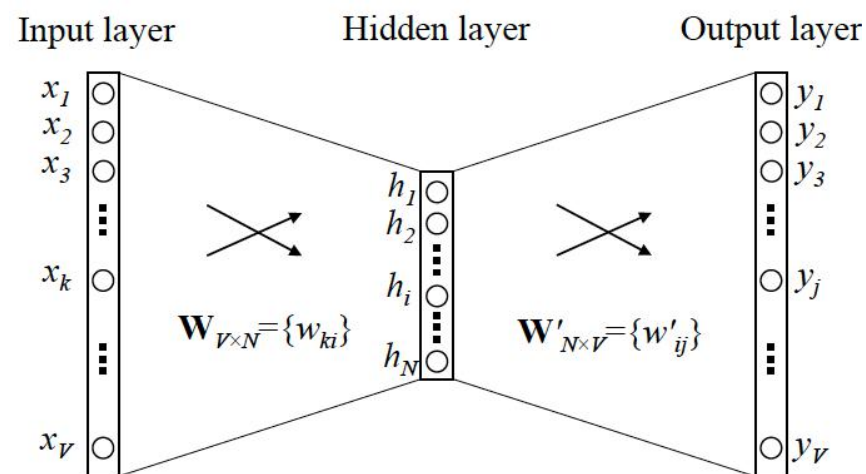




将重要特征拼接就将作业数据转为了一行, 再使用word2vec与训练模型为每个特征训练词向量。



特征1+特征2+……+特征N



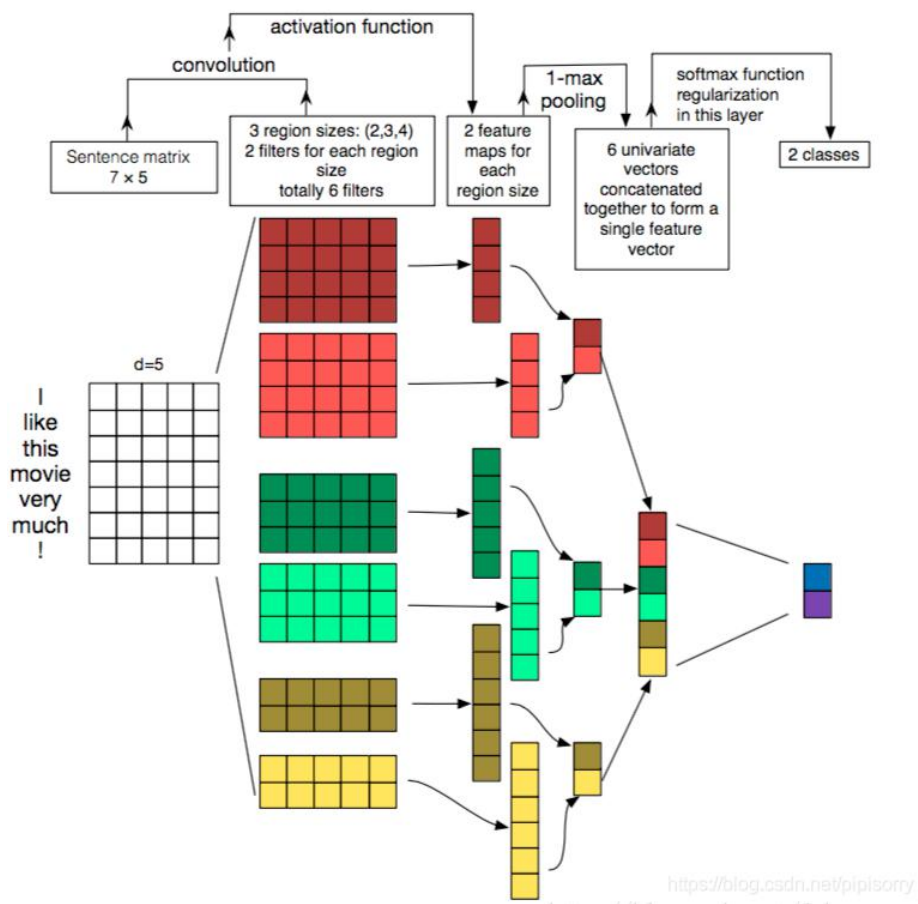
N维数组+N维数组+……+N维数组







训练模型采用TextCNN模型



- TextCNN最大优势网络结构简单，网络结构简单导致参数数目少，计算量少，训练速度快
- 卷积核可以捕获局部特征对关系，这对上下有关联的积木很有帮助





现已覆盖四节探月体验课：《研究所里的初次交锋》 《奔跑吧， 冒险队！ 》 《疯狂的反派》  
《勇往直前》， 后续将覆盖更多课程。

课程	覆盖率	准确率	现已批改
研究所里的初次交锋	100%	94.12%	13万+
奔跑吧， 冒险队！	100%	91.64%	10万+
疯狂的反派	100%	93.16%	11万+
勇往直前	100%	92.84%	1.7万+







1. 学习编程是为了更好的为学习AI打下必要的基础。
2. 在编程的专门教育场景中仍然有很多可能的应用。
3. “双减”政策指引教育对于素质而不是分数的关注。
4. 打造更多符合教育规律，惠及教育本质的产品与AI应用。





关注msup公众号  
获取更多AI落地实践

麦思博(msup)有限公司是一家面向技术型企业的培训咨询机构，携手2000余位中外客座导师，服务于技术团队的能力提升、软件工程效能和产品创新迭代，超过3000余家企业续约学习，是科技领域占有率第1的客座导师品牌，msup以整合全球领先经验实践为己任，为中国产业快速发展提供智库。