



ChessCode

基于 AR 的编程教育平台

第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛

段晗祈 刘明熹 徐啟航 吴佳威



華東師範大學

EAST CHINA NORMAL UNIVERSITY

目录

1 执行总结	3
2 项目进展	6
3 立项背景	9
4 项目内容	11
5 项目特色	12
6 项目计划	12
7 项目预期成果	13
8 项目团队	14
9 调研报告	14
10 技术实现	17
11 继续研发方向	18
12 竞品分析	20
13 商业模式及风险应对	22

1 执行总结

01 立项背景



研究背景

- CS4ALL (全民编程)
 - 编程教育正在经历从专业化、精细化到通识化、规模化的转型。
 - 加快推动普及计算机编程教育已成为热点问题。
- 少儿编程
 - 少儿编程是一门高度依赖工具的教育，用户的教育周期相对较长，每个年龄段都对应不同的学习目标和方向。
 - 将AR与图形化编程结合，为少儿编程提供一种新模式。
- 商业前景
 - 随着编程学科进入课堂的政策逐步实施和落地，编程教育拥有不断增长的业务空间，具有可观的商业价值。

01 立项背景

研究现状

CS4ALL的发展

- 目前，国外的CS4ALL教育事业已经取得早期成效。纽约市启动了一项为期10年的CS4ALL计划，旨在为所有公立学校学生提供高质量的计算机科学教育。
- 国内的CS4ALL教育事业仍处于起步阶段，并且主要以编程教学软件为介入点，缺少完善成熟的教育平台。

少儿编程市场

- 在“双减”政策之后，教育机构开始寻找转型方向，其中少儿编程逐渐颇受青睐。
- 目前少儿编程市场尚处于基础发展阶段，师资力量缺乏，教材良莠不齐，教学方式也有待探究。

AR技术现状

- AR交互技术正在为人们的生活、学习、工作、娱乐带来全新变化。其沉浸性、交互性、自主性提高了用户的临场感
- 如今VR/AR技术发展迅速，已被应用于多种行业，如医学、建筑、军事等等，其应用范围仍在不断扩大。



01 立项背景



研究意义

- 探索将AR技术运用于编程教育场景的可行性，发挥其沉浸感强、交互性好的优点。
- 增强少儿编程的趣味性、益智性、启发性，尝试为少儿编程教育寻找一条可行的道路。



02 研究内容



设计并开发一个中小学生学习场景下、以AR交互作为主要操作方式的可视化编程教育平台



中小学生学习场景



AR交互



可视化编程



可扩展编程教育平台

02 研究内容



01

编程方式

使用AR交互方式可视化地进行逻辑编程及运行结果展示；

02

代码行为

将可视化编程内容映射到元宇宙中，操纵对象进行一定行动；

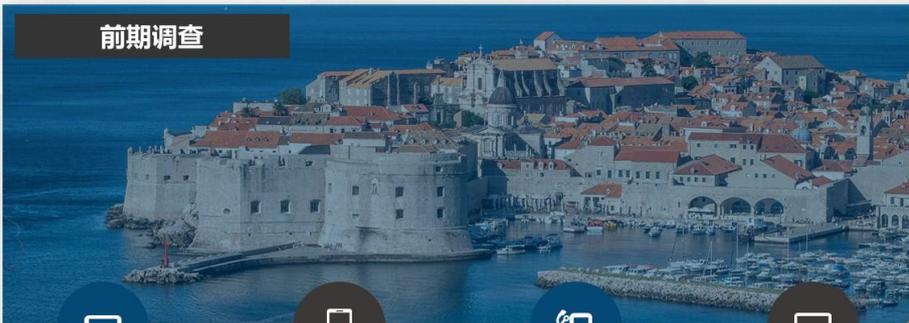
03

教学方式

每个逻辑题目要求用户利用编程操纵对象完成设定的任务。

03 研究方式

前期调查



问卷调查



访谈调查



数据分析



功能设计

使用问卷调查、访谈等方式调查可视化编程教学的需求与现状，并基于调查结果进行功能设计

03 研究方式

应用开发

Autodesk Maya

Maya是一款三维计算机动画、建模、仿真和渲染软件。Maya其基于教育计划，对在校学生提供免费教育版本，并且开放大量线上教学内容，因此作为我们的3D模型开发软件。

02

Adobe Photoshop

Adobe Photoshop是一款成熟的图像处理软件，我们使用其作为模型材质设计、界面设计等平面美术创作工具。

03

虚幻引擎 4

- ▶ 虚幻引擎 (Unreal Engine) 是站在行业前端的3D创作工具。其最初由游戏引擎发展而来，如今在教育实训、新闻传媒、影视、建筑设计、汽车模拟等领域都具有广泛应用。
- ▶ 虚幻引擎具备强大的可拓展性，并且具有繁荣的社区。其提供了一个便利、完善且面向开发者友好的3D渲染框架。在此框架上，开发者可以重点关注逻辑开发，同时具备极高的自由度与开发效率。
- ▶ 虚幻引擎在AR项目的开发上具有完善的功能，具有相比传统开发平台更优化的流程，更便捷的操作，更通用的工具，因此作为我们的应用开发平台。



01

04 项目特色

利用AR方式展现应用的内容，将不同的交互组件映射到生活场景中

01

使用户利用可视化手段进行编程，脱离代码，解决用户对图形化信息的敏感性跟与代码类编程的枯燥感之间的矛盾

02

简化逻辑编程细节，在保证逻辑思维训练效果的基础上降低少儿的学习门槛

03



04

交互方式具备兼容性，可移植至VR平台或使用键盘和鼠标操作的传统电子教育平台

05

平台框架具备可拓展性，可开发更多类型的编程课程内容

06

作为结合3D的教育平台，未来可以作为教育系统元宇宙的组件

05 研究计划



06 预期成果

软件开发
开发一个基于AR的少儿场景下的编程教育平台。



设计与专利

基于AR与可视化编程教育结合的方案，申请发明专利或进行计算机软件著作权登记。

调研报告
▶ 可视化编程教育需求调研；
▶ 用户使用应用前后的编程思维能力变化调研。



论文

▶ 基于应用软件的设计方案撰写论文；
▶ 基于调研报告分析AR可视化编程教学对少儿思维能力的影

2 项目进展

01 调研结果



调研对象

正处于幼儿园或小学阶段的儿童的父母



覆盖地域

国内的一二线城市到小城市



问卷数量

共回收有效问卷 81 份

01 调研结果

课外教育

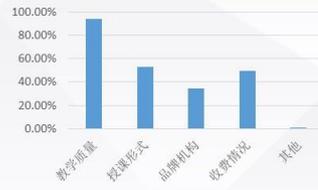
孩子是否接受过课外教育



孩子接受课外教育的原因



家长挑选课程的影响因素



- ▶ 绝大部分幼儿园到小学儿童接受过课外教育。
- ▶ 课外教育课程的设计需要以用户为本，兼顾儿童的兴趣和家长的期望。
- ▶ 课外教育课程需要严格把关教学质量，同时在授课形式和收费方式上做进一步探索。

01 调研结果

AR可视化编程教育

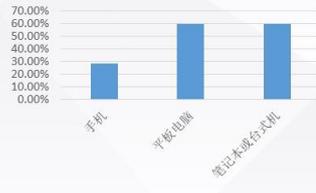
孩子是否接受过课外教育



希望孩子在编程教育中的收获



愿意为孩子提供的学习设备



- ▶ 约三分之二的儿童未接受过编程教育，市场具备挖掘空间。
- ▶ 编程教育课程设计重点培养孩子的创造力和逻辑思维能力，并以算法教育为辅。
- ▶ 编程教育形式以及软件主要以大屏设备为用户设备进行开发。

02 开发进度

可视化编程实现



“棋盘”3D界面



指令框界面

“棋盘”数据板块

指令数据板块

LOGO

02 开发进度

AR模块集成



01

动作捕捉

使用平板设备的传感器和相机，ARCore可以感知手机的位置和姿态，并反映在虚拟物体上。

02

环境感知

感知平面，用于在虚拟空间中准确定位和复现这个平面。

03

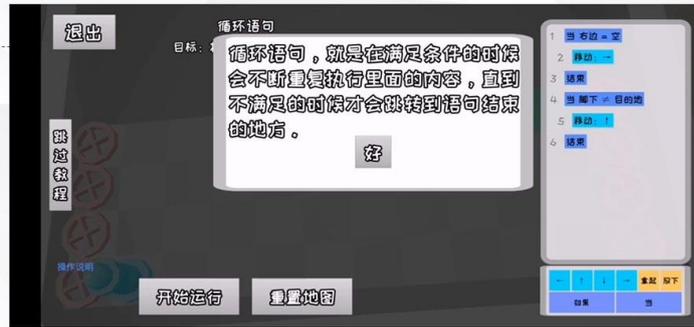
光源感知

使用平板设备的光传感器，感知环境光，对应调整虚拟物体的亮度、阴影和材质，融入环境。

LOGO

02 开发进度

教学内容设计



01

教学方式

将课程的内容有引导、渐进式地展开；对新知识进行详尽的指导，对已学习内容扩展和融会贯通。

02

教学内容

目前已经设计课程介绍、顺序执行、条件语句与循环语句等课程内容。

LOGO

03 创新方向

目前创新点

用户角度

- > 编程过程可视化
- > 编程运行结果可视化
- > 融合AR技术

开发角度

- > 打通教育与3D设计领域之间的壁垒
- > 具备跨平台可移植性
- > 教育系统元宇宙组件



LOGO

03 创新方向

后续开发计划与创新方向



扩展丰富课程内容



优化用户界面



扩大目标群体



优化AR体验

LOGO

3 立项背景

(一) 研究目的

- a) 当今世界已经步入了信息化时代，加快推动普及计算机编程教育也已成为一个热点问题。在此过程中，编程教育正在经历从专业化、精细化到通识化、规模化的转型，与此同时，编程学习者也逐渐低龄化。基于上述背景及 CS4ALL (CS For All) 的概念，我们希望通过将 AR 与图形化编程结合，实现一个灵活可扩展，方便快捷适配各种编程课程内容的 AR 编程教育平台。ChessCode 将侧重于研究与开发儿童编程的应用场景。
- b) 少儿编程是一门高度依赖工具的教育，用户的教育周期相对较长，每个年龄段都对应不同的学习目标和方向，将 AR 与图形化编程结合，为少儿编程提供一种新模式。利用 AR 技术，实施模拟仿真处理，将虚拟信息内容在真实世界中加以有效应用，给学习者带来的视觉观感，突破平面呈现，更有助于激发少儿对编程的兴趣，提高少儿的创造力、想象力、逻辑能力。
- c) 随着编程学科进入中高考的政策逐步渗透和落地，编程教育将比艺术、体育类纯素质培训学科更受高年级学生欢迎，带来更大的业务增长空间，具有较高的商业价值。

(二) 研究现状

- a) 目前，国外的 CS4ALL 教育事业已经取得早期成效。纽约市启动了一项为期 10 年的 CS4ALL 计划，目标到 2025 年培训 5000 名计算机科学教学方向的高质量教师，旨在为所有公立学校学生提供高质量的计算

机科学教育，并且在对项目约 1500 名教师进行的在线调查中，深入了解了项目发展质量、教师信心、教师教学能力等方面的早期结果，以及在不同经济条件的学校中项目的发展和困难的差异。这些调研数据为其他地区开展类似工作提供了指导。而国内的 CS4ALL 教育事业仍处于起步阶段，并且主要以少儿编程软件为介入点，缺少完善成熟的教育平台。

- b) 我们关注到，在“双减”政策之后，一大批机构开始寻找转型方向，其中少儿编程变颇受资本青睐。2021 年 7 月 28 日，猿辅导就正式推出 STEAM 科学教育产品“南瓜科学”，被认为是“第一个转型动作”。今年 8 月，广州罡得教育也宣布关闭所有门店，其创始人转身进入少儿编程行业。不过作为一个新兴产业，目前少儿编程市场尚处于基础发展阶段，师资缺乏且良莠不齐，教材缺乏统一标准。如何打造高质量的少儿编程软件，是当前我们需要思考的问题。
- c) 另外，近年来 VR/AR 作为新媒体的一项崭新的交互技术，为人们的生活、学习、工作、娱乐带来了全新变化。由于其沉浸性、交互性、自主性的特点加强了我们的临场感，使那些虚拟的场景产生具有真实感的体验。相比于 VR, AR 在各行各业的应用更为广泛，它移动性好，更像是一种工具。有人认为 AR 技术将会成为更佳日常化的移动设备应用的一部分。现如今 VR/AR 技术发展迅速，已被广泛应用于多种行业，如医学、建筑、军事等等。随着 VR/AR 技术的成熟，其应用范围也将更为广泛，在更多领域发挥作用，VR/AR 平台普及后，必将迅速扩张爆发出巨大的交互活力。

(三) 研究意义

我们将 AR 技术运用于编程教育场景，发挥其沉浸感强、交互性好的优点，同时增强少儿编程的趣味性、益智性、启发性，尝试为少儿编程教育寻找一条可行的道路。

4 项目内容

(一) 研究内容：设计并开发一个中小學生场景下、以 AR 交互作为主要操作方式的可视化编程教育平台，具体包含以下内容：

- a) 使用 AR 交互方式可视化地进行逻辑编程及运行结果展示；
- b) 将可视化编程内容映射到元宇宙中，操纵对象进行一定行动；
- c) 每个逻辑题目要求用户利用编程操纵对象完成设定的任务。

(二) 关键问题

- a) 如何设计一个完善的、灵活性高的图形化编程方案；
- b) 如何实现操作方式合理、用户体验良好的 AR 交互方式；
- c) 如何设计一个可视化编程内容与元宇宙内组件行为的映射方式；
- d) 如何设计编程问题，起到良好的编程思维教育效果。

(三) 研究方法

- a) 使用问卷调查、访谈等方式调查可视化编程教学的需求与现状；
- b) 使用 UE4 等引擎类软件进行项目应用的开发；
- c) 使用 Maya 等建模软件进行 3D 建模。

5 项目特色

- a) 创新性地使用 AR 方式展现应用的平面内容，将不同的交互组件映射到生活场景中，提高教学的趣味性和用户的沉浸感；
- b) 使用户利用可视化手段进行编程，脱离代码，解决大众对图形化信息的敏感性与对代码类编程的枯燥感之间的矛盾，在少儿场景下，易于少儿了解、掌握编程思维；
- c) 简化逻辑编程细节，在保证逻辑思维训练效果的基础上降低少儿的学习门槛；
- d) 交互方式具备可拓展性，可移植至 VR 平台或使用键盘和鼠标操作的传统电子教育平台；
- e) 作为结合 3D 的教育平台，易于开发更多类型的编程课程内容，未来可以作为教育系统的元宇宙的组件。

6 项目计划

- a) 需求调研与初步设计：对中小學生群体及其家长群体进行问卷调查，调查应用潜在用户对可视化编程教学的需求，并基于调查结果进行初步的功能设计。
- b) 应用框架和模块设计：搭建应用的基本框架，设计应用的基本模块，开发出最小可运行单元。
- c) 应用开发与调试：丰富完善应用的功能，同时对应用的稳定性和性能进行调试，开发出早期发行版本。
- d) 应用场景测试和版本迭代：召集测试用户，对应用进行内测，优化已有功能，修复漏洞，针对用户反馈进行各功能的进一步完善，开发出软件的首

个正式发行版本。

- e) 用户使用效果调研：对应用进行公测，并设计调查问卷，调研用户使用应用学习一段时间前后思维能力的提升情况，撰写调研报告。

7 项目预期成果

- a) 软件开发：开发一个基于 AR 的少儿场景下的编程教育平台，与线下教育机构达成合作，进行软件的投放。
- b) 设计与专利：基于 AR 与可视化编程教育结合的方案，申请发明专利，或进行计算机软件著作权登记。
- c) 调研报告：
 - 1. 可视化编程教育需求调研；
 - 2. 用户使用应用前后的编程思维能力调研。
- d) 论文：
 - 1. 基于应用软件的设计方案撰写论文；
 - 2. 基于调研报告分析 AR 可视化编程教学对少儿思维能力的影响。

8 项目团队

姓名	主要任务	履历
段晗祈	统筹安排、框架设计、编程流程开发	华东师范大学数据科学与工程学院本科生，荣获 2019-2020 学年度国家奖学金，第七届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛上海赛区银奖，美国大学生数学建模竞赛 S 奖。擅长 UE4 引擎开发，熟悉大数据分析流程，了解深度学习及其在计算机视觉、自然语言处理等领域的基础应用，掌握 c/c++，javascript，python 等多种编程语言。曾基于树莓派进行便携式教学工具的研发，正在 Steam 平台发售使用 UE4 开发的独立游戏。
刘明熹	AR 开发、内容设计	华东师范大学数据科学与工程学院本科生，连续两年获得华东师范大学奖学金一等奖，熟练掌握 c++ 编程以及 UE4 开发，有软件平台开发经验，能够参与产品开发。
吴佳威	问卷调研、美术设计、AR 开发	华东师范大学数据科学与工程学院本科生，有软件平台开发经验，曾获国家奖学金，美国大学生数学建模大赛 F 奖，华为云智慧校园创新大赛三等奖，第七届华东师范大学“互联网+”大学生创新创业大赛校赛三等奖等。
徐启航	框架设计、编程地图开发	华东师范大学数据科学与工程学院本科生，熟练掌握多种前端、后端框架开发，有两年软件开发经验。连续两年获得学院三等奖学金，曾获数学建模美赛 S 奖

9 调研报告

我们针对身边幼儿园及小学的小朋友家长进行调查，调查共分为“信息采集”、“课外教育”、“编程教育”、“编程教育 + AR”四个部分。

我们采用五分制来调研家长对于课外教育、编程教育、AR 等的接纳度，调查结果显示，“是否支持孩子进行课外课程的学习”的平均分值为：3.8 分；“是否支持孩子接受编程思维教育”的平均分值为：3.99 分；家长对于将“AR 技术融合进少儿在线编程教育中”的态度平均分值为：4.05 分。可以看到绝大多数家长对于孩子进行课外编程教育的支持度还是比较高的。

对于课外教育花销问题，调查范围内没有一个家长觉得教育机构的定价是“不贵，不会给生活开销带来压力”的，可见教育支出对于绝大多数家庭必不可少以及略有压力的经济支出。

我们在调研中发现家长大多数更青睐于线下机构授课，因此我们计划接下来尝试与线下实体教学机构合作，尝试教学软件的线下投放。此外，部分家长对于 AR 可视化编程教育普遍存在的一点担忧就是可能会影响孩子的视力。

基于AR的编程教育平台的调查

最近更新日期

2022-04-07 14:47

答卷总数
81

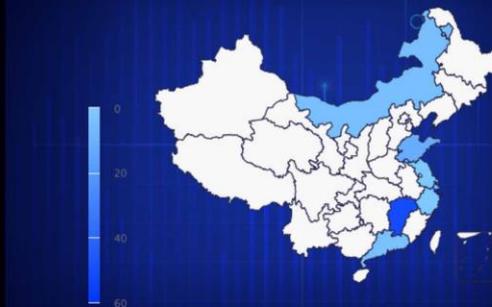
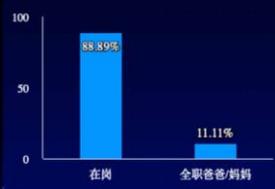
访问人次
0

完成率
0%

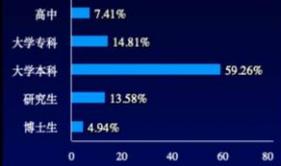
1. 您的性别



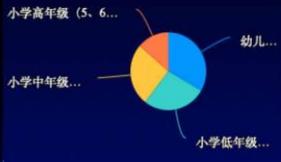
2. 您的职业



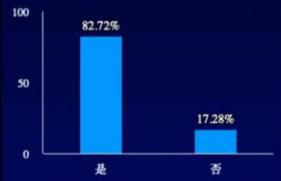
3. 您的受教育程度



5. 您孩子的年龄段



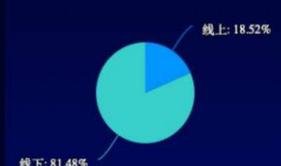
7. 您的孩子是否接受过课外教育



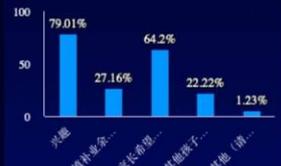
8. 您的孩子每周接受课外教育的时长



9. 您青睐的授课形式



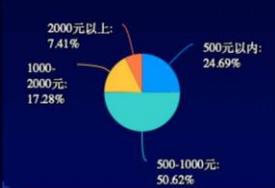
10. 您认为您的孩子/您所在城市的孩子会因为什么



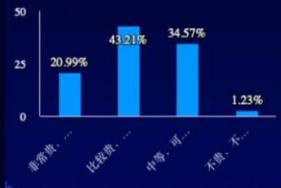
11. 您为孩子挑选课外课程的影响因素



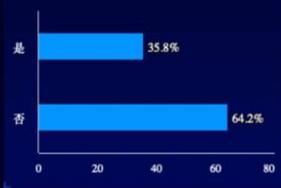
12. 您愿意每个月为孩子课外教育花费



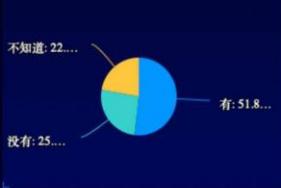
13. 您认为目前教育机构的定价



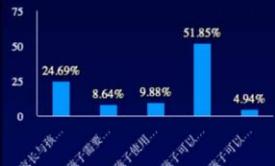
15. 您的孩子是否接受过编程教育



16. 您是否了解到身边有其他孩子在学习编程思维



17. 您希望编程思维教育的题目达到何种难度



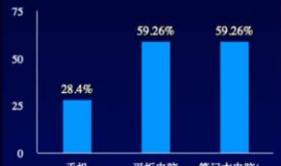
18. 您希望孩子在可视化编程教育的过程中收获到



19. 您是否使用或了解过AR技术



21. 您愿意为孩子提供什么学习设备



调研报告海报

10 技术实现

(一) 如何使用图形界面操纵指令

我们的设计使用拖拽的方式进行图形化编程，是最符合人的自然思维方式的交互方法之一。我们通过设置不同交互区，响应拖拽开始与拖拽结束的事件，并根据事件发生的屏幕所属交互区来区分新建指令、删除指令、修改指令、调整指令位置等交互目的，并调用底层接口在数据层面进行实现。

(二) 条件和循环语句的实现

条件和循环语句一方面在指令内容上涉及到整体语句块的移动，另一方面在指令执行上需要进行条件是否满足的判别，其情况分支较多，我们经过了长时间测试，基本解决了分支执行带来的逻辑问题。

(三) AR 部署

我们已经利用识别平面并在其上使用 3D 渲染的方式实现了基础的 AR 部署方式，并计划更加全面地利用 AR 的优势点，如开发自定义课程功能，用户利用绘制图标或者贴纸的方式，在实物的纸上进行“棋盘”的设计，由软件进行 AR 识别并生成 3D 影像，达到沙盒实践的效果。

11 继续研发方向

(一) 扩展丰富每章节关卡及内容

目前 ChessCode 仅针对编程思维设计了几个简单的关卡，逻辑部分仅包括判断分支和循环分支。这对于训练编程思维来说是不够全面的，并不能显著提升学生的编程思维水平。因此我们计划将更多的编程逻辑加入到后续的关卡设计中，如与、或、非，以及切换语句等。此外，如何增加后续关卡的趣味性、益智性也是值得讨论和改进的。我们计划让学生掌握了一些基础的编程逻辑之后，通过引入一些经典的编程问题来考察学生的掌握情况以及对已有知识点的发散能力。

(二) 优化用户界面

为了提高对目标年龄段用户的吸引力，并优化用户对界面的操作体验，我们计划在开发的过程中倾听用户反馈，并采用部分外包的形式设计用户界面、丰富 2D 和 3D 美术资源。

(三) 扩大目标群体

我们将继续致力于扩展教学内容的通用性，在教学内容中将编程中的思维，发散至日常生活中逻辑问题的处理能力中，提高各兴趣爱好的目标年龄段的用户的兴趣以及能从教学中获得的知识量。

(四) 完善平台其他相关课程体系

我们计划完善平台的可扩展性，为其他相关课程体系预留接口，利用已实现的可视化编程方式进行更多内容的教学，如经典算法教学等。

(五) 优化用户的 AR 体验

1) 加入平面扫描过程的展示，让用户清晰的看到那些平面是被扫描到的。效果如下图。



平台扫描示例

2) 加入模型的平移、缩放和旋转功能。

单纯的模型的平移、缩放和旋转功能目前已经实现，但在配合编程逻辑的实现过程中遇到了困难，后续会在这一方面进行突破。

3) 使 AR 与图像识别相融合。

我们希望在扫描平面的过程中，可以识别到实体的棋盘（可以是手绘的也可以是打印的，需要符合我们定制的规则），我们只需将虚拟的棋子等部件放置于其上便可进行可视化编程。

12 竞品分析

(一) Scratch

Scratch 产品分析

产品介绍	Scratch 是麻省理工学院的“终身幼儿园团队”在 2007 年发布的一种图形化编程工具，主要面对全球青少年开放，是图形化编程工具当中最广为人知的一种形式，所有人都可以在软件中创作自己的程序。	
产品特色	Scratch 建立程序的过程，用到涂鸦、录音、找图片这些有趣的过程。孩子的成品可以通过软件直接发布到官方网站上。官方网站给每个注册用户开通了一个个人空间，放置发布的程序。 用户发布后的程序，在官网可以找到。制作中的程序只能在软件环境下运行，发布后的程序则是在网页内运行的。就是说，孩子们的作品可以通过网络被无数人看到。官方网站具有交友和评论的功能。国内亦有类似官网发布程序后在网页内运行的网站，方便国内爱好者和孩子们对作品进行交流。	
产品缺点	Scratch 的沙盒性较强，但教学性较弱，较难提供系统性的教学内容。并且其内容的学习和分享依赖于网站，用户需要在网站和软件间切换。	
产品评价	Scratch 经过多轮更新迭代，其内容和运营上都已比较成熟。其使用者可以不会写代码，就能制作出自己的编程作品。因为 Scratch 构成程序的命令和参数都是通过积木形状的实现，小朋友用鼠标拖动模块到程序编辑栏就可以进行编程 借鉴与启发： 无代码编程的方式非常适合少儿编程，可以将学习内容集中于逻辑思维。用户作品的分享对学习兴趣和积极性、以及教学成果都有提高，是重要的社交类功能，可以整合进软件中。	

（二）编程猫

编程猫产品分析

产品介绍	<p>编程猫是中国本土的编程教育软件，是深圳点猫科技有限公司自主研发的一款图形化编程工具平台，面向 7-16 岁青少儿，专注研发适合中国儿童的编程教学体系，以“工具+内容+服务”产品形态培养孩子逻辑思维、计算思维和创造性思维，提升综合学习能力。旗下明星课程类型包括小火箭编程课、探月少儿编程课、深空编程个性化班课。</p>	
产品特点	<p>编程猫采用 MCC (Matrix Computational-thinking Curriculum) 矩阵式计算思维课程体系，适合中国 4-16 岁孩子的编程学习。课程体系强调跨学科融合的重要性，鼓励孩子用编程来解决学科问题。MCC 有以学生为中心的教学环境，以建构主义为准则的课程流程，以项目式学习为方向的课程内容。</p>	
产品缺点	<p>编程猫的用户编程方式同样为通过指令操作界面内物体进行行动，但没有融入 AR 技术，无法给予儿童更好的体验感和沉浸感，难以诱导孩子形成现实世界三维空间中的物体逻辑关系概念。</p>	
产品评价	<p>编程猫集“教、学、练、测、评、管”等各教育教学环节功能于一体，通过大数据、人工智能技术整合数据，提供全面、科学的编程教学统计分析，为智慧教育创新发展赋能。</p> <p>借鉴与启发：形成完善的教学流程闭环，是教学平台的重要要求，可以显著提高教学效果、优化社交体验、增强用户粘性。完善的平台建设是编程教学平台的重要一环。</p>	

13 商业模式及风险应对

（一） 预期商业模式

a. 收入来源

我们计划与课外兴趣培训机构达成合作，在课内内容培训逐渐被取缔的同时，使用课外编程兴趣教学填补少儿课余兴趣学习时间的空白，实验性地将本软件平台作为一项基于 AR 的编程兴趣教学工具，采用开兴趣培训班的形式建立初期用户群体，并将平台的开发迭代和用户群体的拓展相辅相成，扩大平台影响力，达到以企业用户作为核心，同时支持个人用户使用的平台成果，发挥多方面的经济效应和社会效应。

b. 成本结构

ChessCode 的成本结构主要划分为技术成本和管理成本。技术成本上，前期将投入大量资金进行平台相关软件的全栈开发，进行用户前端程序以及服务器后端程序的开发，后期同样需要进行软件方面的维护和迭代，以及云计算资源的维护。管理成本上，项目需要维护专业的团队，在技术、行政、教育咨询以及客户对接等方面需要进行经营管理。

（二） 风险应对

a. 政策风险分析及应对

目前“双减”政策禁止了培训机构对课内教学内容开设辅导班，因此培训机构纷纷将目光投向课外兴趣培养。本项目的编程思维教学目前属于课外兴趣，可以正常开展。

当下有趋势将编程教育纳入课内学习范围。如果编程教育属于课内学习范围，其课外教学必然受“双减”政策的制约。为应对这种情况，考虑到当下还没有成熟统一的编程教育平台，我们将着眼于与教育部门进行合作，争取将我们的产品竞争成为将来课内编程学习的教具之一，通过合作对象的转变实现政策变化风险的应对方案。

b. 技术研发风险分析及应对

技术研发风险主要体现在技术团队规模不足，人员流动可能导致关键岗位空缺。目前团队成员各司其职，虽然可以满足产品开发需要，但取代性较弱。但是在接下来的发展中，随着产品规模的扩大和迭代的增加，我们也将扩大技术团队规模，规避人员流动对产品开发带来的负面影响。

c. 竞争风险分析及应对

目前课外兴趣教育行业已有众多团队和产品，为了降低竞争对我们的项目带来的用户流失风险，我们需要抓紧 AR+可视化编程教育的创新点，获得具有粘着性的用户，并且保持平台的迭代更新，扩大技术团队，达成一定的团队规模，以保持该创新点下的技术壁垒。