

# A Process of Educational Game Design Based on EFM Model

## 基于 EFM 模型的教育游戏设计流程

Minzhu Song

South China Institute of Software Engineering  
Guangzhou University  
Guangzhou, China  
song-mz@163.com

Sujing Zhang

Institute of Teacher Education  
Zhejiang Normal University  
Jinhua, China  
sjzhang@china.com

**Abstract**—To illustrate the application of EFM model to educational game design, this research constructed a process for “quality educational game” design through combing the process of instructional design and game design methods, and pointed out that if the game design based on EFM model, how to reflect the 7 necessary conditions of effective learning environment to the links of the process.

**Keywords**—educational game; design process; EFM model

### I. 引言

一个设计良好的教育游戏应该成为游戏化的有效学习环境，使游戏化学习过程具备激发学习动机，产生流体验的特质。EFM 教育游戏设计模型提出，针对有效学习环境的 7 个必备条件进行游戏设计，就能让学习者在游戏化学习过程中产生流体验，从而激发学习动机，实现游戏效应和教育效果的完美融合。[1]

Norman 定义了有效学习环境的 7 个必备条件：

- ①提供高度的交互和反馈；
- ②具有清晰的目标和明确的程序；
- ③具有激励机制；
- ④提供持续的挑战感，既不能难得让人失去信心和产生挫败感，也不能简单得让人感到厌倦；
- ⑤提供直接参与感，产生对环境的直接体验感和对任务的直接担任感；
- ⑥为使用者完成任务提供适当的工具，让他们得到帮助而不放弃；
- ⑦避免因为干扰和中断而破坏主观体验。[2]

EFM 教育游戏设计模型是针对优良的教育游戏而提出的，优良的教育游戏即专门为教学目的而设计的游戏，因此，优良教育游戏的设计过程可以看作是一种特殊的教学设计过程。结合教学设计的流程和游戏设计的方法，可以将优良教育游戏的设计流程模式整合如图 1 所示。在基于 EFM 模型设计教育游戏的过程中，只需在该流程模式的各个环节中恰当实现 7 个有效学习环境的必要条件即可。

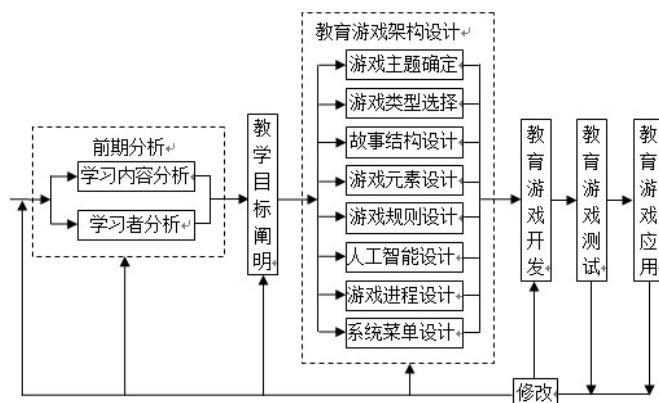


图 1. 优良教育游戏设计的一般流程模式

### II. 前期分析

基于 EFM 模型的教育游戏设计过程可以看作是一种特殊的教学设计过程，要想设计出有效的游戏化教学过程，科学的前期分析是关键。前期分析的内容一般应包括学习内容分析和学习者分析。

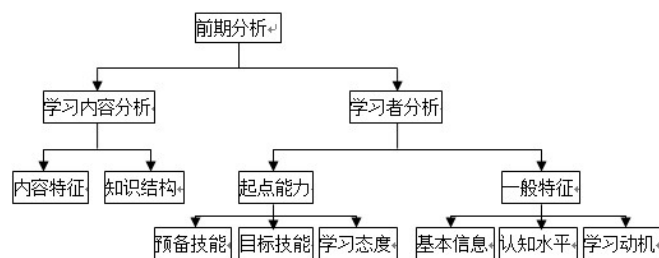


图 2. 前期分析的内容

#### A. 学习内容分析

##### (1) 学习内容的特征分析

不同的学习内容有着各自不同的特点，所适合采用的学习活动和学习过程也是不一样的，从而适宜选用的游戏

类型也不尽相同。从表 1 中可以看出，在教育游戏中，不同类型的学习内容有其适合融入的游戏类型和形式。

表 1. 游戏类型和学习活动的关系[3]

学习内容	学习用例	学习活动	可能的游戏类型
事实	法规、政策、产品说明	问题、记忆、联系、操作	比赛游戏、Flash 卡片游戏、记忆、动作、体育游戏
技巧	面谈、教学、销售、操作机器、工程管理	模仿、反馈、训练、反复练习、不断挑战	角色扮演游戏、冒险游戏、侦探游戏
判断	管理决策、时间选择、道德标准、雇佣人员	复习回顾、提问、选择、反馈、训练	角色扮演游戏、侦探游戏、多人冒险游戏、策略游戏
行为	监督、控制、树立榜样	模仿、反馈、提问	角色扮演游戏
理论	市场原理、学习的方法	逻辑、经验、提问	模拟游戏、建造游戏、结构游戏、事实测试游戏
推理	策略、战术、质量分析	问题、用例	智力游戏
处理	审计、决算、政策制定	系统分析、反构练习	策略游戏、冒险游戏、模拟游戏
过程	装配、银行告知合法过程	模仿、练习	定时游戏、折转游戏
创造	发明、产品设计	玩、记忆	智力游戏、创造游戏
语言	缩写词、外语、专业术语	模仿、反复练习、沉思	角色扮演游戏、折转游戏
系统	保健、市场、提炼	理解原理、完成任务	模拟游戏
观察	情绪、语气、士气、精神	观察、反馈	观测游戏、冒险游戏
交流	合适的语言、时间和内容	模仿、练习	角色扮演游戏、折转游戏

(2) 学习内容的知识结构分析

美国著名心理学家布鲁纳认为，知识结构指的是学科知识的内部联系和规律。按组成方式可以将知识结构分为并列结构，层级关系和网状结构。[4]

分析知识结构关系，是为了设计学习内容，确保知识点的排列组合能体现知识内容之间关系，体现学科的学习特点，反映学科的学习规律。如语文学习中字、词、句、篇循序渐进的过程；外语学习中的听、说、读、写四方面并进的学习。对于学习内容及其结构关系的设计是确定教学目标的关键依据，也是游戏结构设计的基础。

B. 学习者分析

EFM 模型旨在将教育游戏创建成以学习者为中心的游戏化学习环境。因此，基于 EFM 模型的教育游戏设计必须重视学习者的特征分析。

分析学习者的特征是指了解学习者的学习准备情况及其特点的活动，用于为后续的教育游戏设计工作提供依据。“学习准备”包括两个方面：一是学习者对从事特定的学科内容的学习已经具备的有关知识与技能的基础，以及对有关学习内容的认识和态度，称为“起点水平”或“起点能力”；[5]二是与学习者从事该游戏化学习活动相关的心理、生理和社会特点，包括年龄、性别、认知成熟度、生活经验、文化背景、学习动机等，这些被称作“一般特征”。因此，学习者的特征分析包括起点能力的预估和一般特征的鉴别两方面的工作。

在详细了解学习内容特征和学习者特征的基础上，可以对教育游戏的需求进行分析，从而为接下来教学目标的阐明和教育游戏的构架设计提供依据。

III. 教学目标阐明

本文所讨论的教育游戏是以教育为目的的游戏，对于基于 EFM 模型的教育游戏设计来讲，要以完成特定的教学目标为目的。

我国基础教育课程改革在借鉴国外各种教学目标分类理论的基础上，将课程目标具体分为三维目标。三维目标的提出扭转了原来对单一的“知识与技能”目标的追求，在肯定知识与技能掌握的基础上，倡导对知识思想文化内涵的理解，引导学生情感态度与价值观的形成。三维目标是拟定教育游戏的教学目标的一个重要借鉴。教育游戏在择定教学目标时，不仅应该强调知识学习与技能训练，还应该强调丰富自然的游戏化体验过程，以及正确的情感、态度与价值观的培养，游戏的教学目标应围绕着促进学生全面发展的宗旨而拟定。

教学目标阐明，就是指根据前期分析，将期望学习者达到的结果性或体验性目标加以明确化和具体化的过程，旨在确定学习者从起点行为到终点行为之间必须完成的任务及其任务间的关系。

IV. 基于 EFM 模型的教育游戏架构设计与策划

基于 EMF 模型的教育游戏设计，需要运用游戏策划和设计的方法与技术来表达学习环境设计。[6]在设计教育游戏的过程中，要将实现有效学习环境的 7 个必要条件映射到游戏策划和设计的方法与技术之中。

借鉴游戏架构设计与策划的方法，教育游戏的架构设计与策划一般包括游戏主题确定、游戏类型选择、故事结构设计、游戏元素设计、游戏规则设计、人工智能设计、游戏进程设计和系统菜单设计八个部分。

A. 游戏主题确定

对于游戏主题与学习内容的关系来说，同样的学习内容不同的设计者可能设计出不同的游戏主题，或者同一游戏主题可用于学习不同的学习内容。在明确了学习内容之后，设计者可以各显神通，设计出不同的游戏，但是游戏内容应该涵盖学习内容，并服务于教学目标。对于游戏主题的确定除了依据学习内容之外，还应该考虑到学习者的

特征,保证游戏主题能够满足大多数学习者的需要,为大多数学习者所喜欢。

通常,教育游戏中常见的主题类型有探索型主题、创造型主题和模拟型主题。

①探索型主题的教育游戏通常是在游戏中设置客体和事件的未知成分,游戏者在游戏过程中通过对未知成分的探索来激发兴趣和好奇心,获取有关的知识信息。该类主题适合选择角色扮演类游戏(RPG)、冒险类游戏等。

②创造型主题的教育游戏通常是让学习者在已有的水平上,运用自己已有的经验去解决和处理一些新的问题,在超越中获得喜悦和满足,丰富自己的知识和经验。该类主题适合选择角色扮演类游戏(RPG)、策略类游戏等。

③模拟型主题的教育游戏通常是通过设置一定的情境,让学习者重复别人的活动结构和象征意义,在模拟不同角色的过程中学习完成学习目标。该类主题适合选择运动类游戏、模拟类游戏等。

## B. 游戏类型选择

不同类型的游戏有其特有的游戏风格、游戏元素和游戏方式,针对的主玩家群体有所不同,适合表达的学习内容和学习活动也不一样。在设计教育游戏的过程中,游戏类型的选择要根据学习者的特征以及学习内容和学习模式来确定,可参见表1。

## C. 故事结构设计

故事情节是游戏中重要的趣味来源,能让玩家对游戏世界更加投入,但并不是说所有的游戏都需要故事情节,没有故事情节的游戏就不好玩,例如,很多动作类游戏都没有故事情节,但是依然很有吸引力。因此,对于游戏性来说,故事情节能使游戏增色不少,却没有绝对的必要性。是否需要为游戏设计故事情节,需要具体问题具体分析。

对于教育游戏来说,故事情节是营造情境、增加置入感的有效手段,也是教育性与娱乐性很好的融合剂。如果需要的话,在确定了教育游戏的主题和类型之后,接下来可以依据主题的特点、类型的风格、学习内容及其结构关系来设计游戏的故事结构。

非线性是游戏故事结构的主流趋势,游戏的非线性结构是指,游戏从开始到结束有多种方法可供玩家选择,玩家可以按照不同的路线前进。在一个故事背景下设计多选择性的游戏情节,允许游戏者可以按照自己的想法自由探究,怀着好奇心积极尝试,演绎自己选择的情节,这必然增加游戏的直接参与感。因此,设计非线性的故事结构是在教育游戏环境中实现有效学习环境的必备条件之一“直接参与感”的有效途径。非线性结构也为教育游戏中设计不同的难度级别提供了可能。设计者可以依据学习内容的知识结构和教学目标的层级结构,对包含了学习内容的游戏任务进行难易程度划分,不同的难度等级包含不同难度的游戏任务,学习者在进入游戏之前,可以根据自己的水平选择不同的难度级别,从而确保技能与挑战的平衡,这

也是实现有效学习环境的必备条件之一“适当的挑战”的有效途径。

在教育游戏的设计中可以通过不同的方式来达到非线性,并且这些方式往往组合使用:

- ①在游戏的剧情中设计多种可能性;
- ②允许玩家选择完成任务的顺序;
- ③对于同一任务,给玩家提供多种解决问题的途径;
- ④允许玩家可以不解决所有的问题,只要解决部分问题就算过关。

## D. 游戏元素设计

游戏的特点是具有交互性,游戏内可以与玩家进行某种方式交互的虚拟物体,叫做游戏元素,大体可以分为角色、道具和实体对象(场景中某些可以和玩家交互的物体)。在设计游戏元素时要考虑形象特征和属性特征两个部分。形象特征是指游戏元素的视觉体现,属性特征比如RPG中的角色属性一般包括等级、经验值、生命值等等。在属性特征中又可以细分为属性名称和取值范围两个部分。

在设计教育游戏时,要依据游戏的主题和类型,恰当设置游戏元素,三类游戏元素并不一定都需要出现在游戏中。但是,每一类被选中的游戏元素都必须有所用途,它们或有益于游戏内容与教学内容的有机结合,或有益于体现游戏的风格,或有益于加强游戏的趣味性,或有益于整个体验过程的顺畅性……游戏元素中的NPC角色(非玩家控制角色)、道具和实体对象在教育游戏中还可以充当重要的帮助工具,为学习者提供线索帮助他们完成任务,这也是实现有效学习环境的7个必备条件之一“适当的帮助”的有效途径之一。

## E. 游戏规则设计

游戏规则,又称游戏机制,只要涉及到游戏怎么玩的问题都是属于游戏规则需要阐明的内容。设计游戏规则时,一般包括角色行为规则设计、角色成长规则设计、道具相关规则设计等几个方面的内容。

### (1) 角色行为规则

角色行为规则也可以称为玩家操作规则,例如,游戏者按住“↑”、“↓”、“←”、“→”方向键,可在游戏地图内朝“上”、“下”、“左”、“右”自由移动。需要指出的是,基于EFM模型的教育游戏是专门为教育目的而设计的,应该是绿色的健康的游戏,因此角色的行为应该遵循教育所倡导的行为规范,不应该包含暴力等不良行为。同时游戏的操作应该是透明的,基本操作方法的设置应与市面上同类游戏的一般操作方法相近或相同,便于玩家快速上手并熟练操作。总之,游戏操作的透明性可保证游戏者最大程度地关注游戏任务,避免游戏化学习过程受到额外的干扰,这是实现有效学习环境的7个必备条件之一“避免干扰”的有效途径。

### (2) 角色成长规则

角色成长规则主要是描述玩家角色在游戏中成长的步骤、实现每步成长所需要的条件以及每个成长阶段的能力情况。基于 EFM 模型的教育游戏可以采用角色升级式的成长规则, 根据不同层次的教学目标设置玩家等级, 为学习者提供逐级奋斗目标; 在同一个等级中, 又可以根据一系列细分的子目标设置不同类别的经验值。学习者在追求经验值和等级提升的过程中, 最终实现整个学习目标。玩家对升级的追求是很好的激励机制, 这也是实现有效学习环境的 7 个必备条件之一“激励机制”的有效途径。

(3) 道具相关规则

道具设计的规则一般包括道具获取规则和道具使用限制。在游戏中对道具的获得和使用做一定的限制有助于游戏系统的平衡。同时, 道具可以作为完成任务的帮助工具, 也是很好的激励手段, 是实现有效学习环境的 7 个必备条件之“适当的帮助”和“激励机制”的有效途径之一。如“打造获得”这样的道具获取方式还可以增强“直接参与感”。

基于 EFM 模型的教育游戏设计, 强调体验学习, 在制定规则时应遵循知识内容本身所包含的科学规律, 这关系到学习的科学性以及学习者的最终学习效果。此外, 教育游戏规则的制定要符合学习者所在年龄阶段的心理和生理特征, 在阐明游戏玩法的同时, 还要尽量简单易懂, 使学习者能够在短时间内较为容易地理解和掌握游戏的规则。如果游戏规则相对于某认知水平的学习者来说过于复杂, 学生需要花费很长时间和精力去领会, 甚至最后还未能掌握, 那么只能导致他们放弃游戏。

F. 人工智能设计

玩家控制角色的行为规则, 在游戏规则中已经进行过设计, 但是非玩家控制角色 (NPC) 的行为规则如何设计呢? 在游戏中, 尤其是单机游戏中, 玩家面对的对象主要就是计算机控制的角色, 这些角色是否足够聪明, 会对玩家是否喜欢这款游戏造成直接的影响。玩家总是希望 NPC 具有一定的自主能力, 能够评估周围环境和敌我态势, 并做出最优判断。这种有“智能”的 NPC 能够大大增强游戏的挑战性和可玩性。比如, RTS 游戏中, 在战略层次, 由计算机控制的敌方要完成资源建设和管理、生产协调、部队的集结调动等复杂任务, 而在战术层次, 敌方部队又要完成寻径、队形组织、分配个人任务等活动。旧的编程方法显然无法胜任这些纷繁复杂的任务, 于是程序人员便借助了人工智能技术来解决这些问题。因此把 NPC 的行为规则设计称为游戏的人工智能 (Artificial Intelligence, 简称 AI) 设计。有些设计人员会把游戏的人工智能部分包含于游戏规则中, 但只要可能, 还是尽量把它们划分成两个部分, 因为这样更符合游戏开发团队的工作分工, 玩家控制角色的行为开发过程和 NPC 角色的 AI 实现通常是相互分离的。

当然, 不同类型的游戏对人工智能的应用比例不同, 如图 3 所示。同款游戏中, 不同的 NPC 角色, 玩家对他们的期待也截然不同, 如果是人物 NPC, 那么玩家对其 AI 就会有比较高的要求, 如果是某种昆虫, 玩家对其 AI

的要求或许就低的多了。因此, 设计教育游戏时, 要根据游戏的具体类型和主题来判断是否需要 AI 成分, 需要何种程度的 AI 水平。编写 AI 部分的文档时, 要尽力遵循与游戏规则部分完全相同的原则, 保证游戏的一致性。因此, 基于 EFM 模型的教育游戏的 AI 设计部分同样需要遵守知识内容所包含的科学规律。如果没法保证游戏的一致性, 那么教育游戏中的知识内容的科学性和权威性就会遭到质疑, 必然影响学习的效果。当然, 在某些无碍知识传授的部分, 可以适当夸张以渲染游戏气氛, 增加游戏的趣味性。AI 设计是实现有效学习环境的 7 个必要条件“适当”挑战性的有效途径。

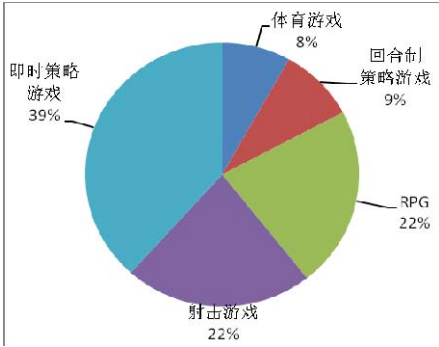


图 3 人工智能在不同游戏类型中的应用比例[7]

有限状态设计 FSM 是游戏业所使用的最古老也是最普遍的技术。简单地说, 一个 FSM 就是一个拥有一系列可能状态的实体, 其中的一个状态是当前状态。这个实体可以接受外部输入, 然后根据输入和当前状态来决定下一步该转换到一个什么目标状态, 转换完成后, 目标状态就成了新的当前状态。如此循环往复, 实体的状态就不断根据外部情况改变着。如可以把一个 NPC 看成一个 FSM 实体, 如图 4 所示。

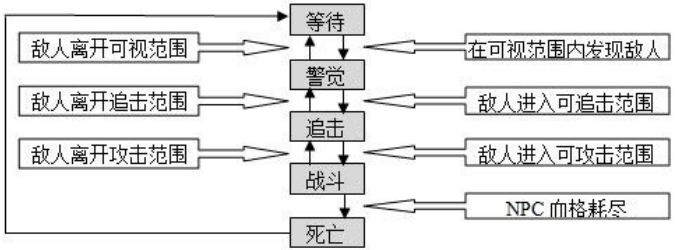


图 4 FSM 在游戏中的应用

由于是确定性行为系统, 采用 FSM 的游戏, NPC 决策速度比较快, 使得 FSM 这种古老的技术, 还在游戏 AI 领域有着广泛的应用。目前大多数 FPS 类型的游戏 AI, 都是基于 FSM 技术设计的, 如《Unreal》系列, 《半条命 2》等都是应用 FMS 技术的典范。

FSM 虽然有很多优点, 但它的致命弱点是: 只能处理确定情况。这很容易被玩家识破。为了引入不确定性, 使实体行为更多于变化, 于是出现了模糊状态设计 FuSM。在 FuSM 中, 即使知道了当前状态和外部输入, 也无法确定目标状态, 而是有几个可能的目标状态, 究竟转换到什么状态, 则由概率决定。如图 4 所示的 NPC 处于警觉状

态时，如果敌人迫近到可追逐范围内，可以设计 NPC 在 80% 的概率下进入追逐状态，20% 的概率下进入躲避状态。这就让人感到这个 NPC 是一个勇敢的 NPC，反之，则是一个胆怯的 NPC。《文明》是大规模使用 FuSM 的典范，游戏中不同文明种族之间的差异就是通过概率不同来实现的。

G. 游戏进程设计

游戏进程设计最主要的功能就是以游戏的表现方式对游戏主线进行描述，具体包括明确游戏任务要求，确定游戏场景，编写 NPC 对话内容，编写镜头脚本等详细的内容。也就是要把游戏故事、游戏元素、游戏规则、人工智能等内容，以游戏的表现方式串联起来进行描述。游戏进程部分很可能是设计文档中最长的内容。在这部分内容中，游戏设计人员需要把游戏分解为玩家经历的各种事件，并叙述它们是如何发展变化的。

进程在不同游戏中体现的方式各不相同，主要可分为关卡描述和非关卡描述两种。

不管游戏中是否具有清晰的关卡，大多数游戏进程都是以完成任务为主线的，一个大任务可以分解为若干个小任务，若干个小任务的完成，构成一个大任务的完成，而若干个大任务，就构成了整个游戏进程。因此在设计和描述游戏进程的时候，首先要明确每个小的游戏任务，并以故事流程的方式明确完成任务的必要情节或操作。

在教育游戏中，教育与游戏融合的关键点在于教学目标与游戏任务的有机整合。设计游戏进程时，可以将游戏任务的层级结构与教学目标的层级结构相关联，使教学目标蕴含在游戏任务之中，通过游戏任务激发游戏化学习活动，产生游戏化学习行为，而具体的游戏化学习行为在学习者的每次操作中得到落实。如图 5 所示。

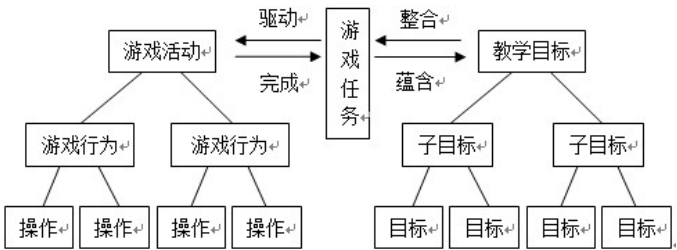


图 5. 教学目标在游戏活动中的实现方式

H. 系统菜单设计

此部分是描述系统主菜单和游戏者在游戏之中不同情况下面对的其它各种选项屏幕的设计。这些菜单实际上对

游戏功能设计没多大影响，因此，应当单独列出，甚至等到游戏开发出来以后，根据游戏的实际情况进行设计也不迟。系统菜单应设计得尽量清晰完整，以便保证玩家能方便得随时进行游戏设置和查看游戏进展，这也是保证操作的透明性，避免干扰游戏化学习活动的必要手段。

V. 开发、测试与修改

教育游戏的开发、测试与修改和一般软件的不同主要表现在测试环节，教育游戏的测试除了代码测试和用户测试以外，还包括两个方面：一是游戏性测试，这是一般游戏所普遍存在的；二是知识性测试，这是教育游戏所特有的。因此，教育游戏的测试过程除了找出程序本身存在的缺陷，还需要判断游戏是否好玩，是否能达到教学目标的要求。经过反复的测试与修改后，教育游戏的程序运行以及娱乐性和教育性都达到了理想的效果后，才可进行推广应用。

VI. 结论

需要指出的是，基于 EFM 模型的教育游戏设计流程的各个环节是相互联系、相互制约的，共同组成一个有机的教育游戏设计系统，各部分之间并非是简单的线性关系。人为地分解教育游戏设计过程的诸多要素，是为了更深入地了解、分析和掌握整个教育游戏设计过程和技术，而在实践中，还是要从教育游戏的整体功能出发，对各要素进行综合考虑，使其产生整体效应。

致谢

感谢老师的指导，同学的帮助和家人的支持。

REFERENCES

[1] Minzhu Song, Sujing Zhang, EFM: A Model for Educational Game Design. Edutainment 2008, LNCS 5093, 2008, pp. 509-517.

[2] Houser, R., Deloach, S., Learning from Games: Seven Principles of Effective Design. Technical Communication, 1998, 45(3), pp. 319-329.

[3] Aikui Tian, Research of Digital Instructional Game for Supporting Self-directed Learning. Shanghai: East China University, 2007, pp.106. (In Chinese).

[4] Hong Ye, School-based Educational Game Design. Shanghai: Shanghai Normal University, 2004, pp.34-38. (In Chinese).

[5] Kekang He, Yongbai Zhengz, Instructional System Design. Beijing: Beijing Normal University, 2002, pp. 55. (In Chinese).

[6] Minzhu Song, Sujing Zhang, EFM: A Model for Educational Game Design. Edutainment 2008, LNCS 5093, 2008, pp. 509-517.

[7] GAMFE, Game Framework and Mastemind. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007, pp. 249. (In Chinese).