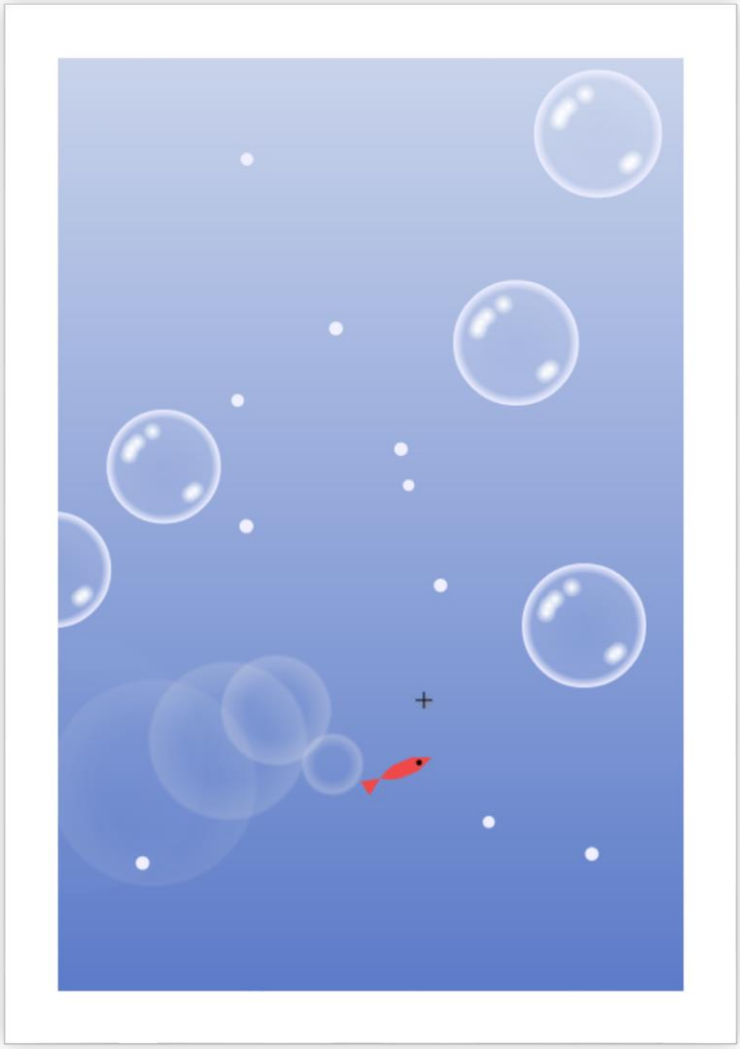


前端课程综合实验说明文档

创意游戏设计

周伯威|20120122221|zhou_bw@yeah.net

林杨湄|20120132791|linym012@163.com

目录

1. 游戏介绍

游戏发布链接为 http://zbww.github.io/fe/g/

1.1 游戏方法

移动鼠标控制屏幕上的小鱼，需要躲避飞来的各种物体(下称"子弹")。若吃到钻石，可以随机获得一种特殊能力。游戏并没有尽头，设有 8 个 level，难度依次递增。开始时小鱼共有五条生命，当这些生命耗尽时游戏结束。

1.2 子弹介绍

玩家在游戏中共会遇到四种子弹，下面逐一介绍其特性(括号内为其在代码中的代号):

① 小泡泡(ball): 半径为 4~5.2 像素，颜色为#eef 的圆形，在屏幕右侧边界随机生成，运动方向为左方±5°，速度适中，密度大，较容易躲避，每个 level 都会出现。

② 大泡泡(bigBall): 半径为 40~48 像素，颜色为#eef 的圆形，运动特性与小泡泡相同，但速度略慢，密度低，躲避难度中等，在 2、5、6、MAX 等级出现。

③ 蝴蝶(butterfly): 看起来很大的一种子弹，但实际判定点为中心的一个圆形，半径为 8 像素，蝴蝶的颜色使用一定规则随机生成，路径为圆弧，速度快，密度低，躲避难度高，在 3、6、7、MAX 等级出现。

④ 星星(star): 黄色的六角星，判定点是半径为 6 的圆形，路径为直线，但方向为追踪小鱼的方向，速度快，密度中等，躲避难度高，在 4、5、7、MAX 等级出现。

1.3 小鱼介绍

小鱼(plane)是一个红色的多边形，眼睛为黑色圆形，尾部可摆动，身后会出现水波纹，以上特点在下文中将详细说明。除此之外，小鱼的中弹判定点是和小泡泡大小相近的圆形。

1.4 技能介绍

游戏过程中共可随机获得六种技能，现列举如下:

① Score++ (func_addScore): 分数随机增加 3000~6000。

② Speed Down (func_slow): 将当前屏幕的子弹和即将出现的子弹速度减半，一个重要细节是子弹的生成速度也将减半，否则全屏幕将充满先前的子弹。

③ 1 UP (func_oneUp): 生命值加一。

④ Superfish (func_wudi): 无敌 6000 毫秒，此期间小鱼出现保护罩，同时闪烁。

⑤ Big Bomb (func_clear): 清除当前屏幕的子弹。

⑥ Mini World (func_small): 除了小泡泡外的三种子弹以及小鱼，外观与判定点的尺寸均减半。

2. 设计思路

2.1 游戏类型设计

经过一下午的思考，我们决定制作一款弹幕射击类游戏。在最初的版本中，玩家控制的对象被设计为飞机形状，机头可以朝向各个方位，子弹也被设计成随机位置与随机方向，此外，飞机本身也可进行射击。但这样一来，游戏的结构混乱，可玩性很低，我们便将其类型定位为横版弹幕躲避类游戏，同时也将飞机换成了小鱼的形状。

2.2 子弹种类设计

既然是弹幕躲避类游戏，就必然要设计多种不同的子弹。为了使攻击没有死角，除星星外的子弹弹道、速度均为随机生成。在只有两种泡泡的时候，玩家只需上下躲避即可，为避免这种玩法，我们设计了蝴蝶弹，其运行轨迹为上下交错的圆弧，蝴蝶弹的出现使游戏难度大大增加。星星弹是追踪小鱼发射的，这样设计使得小鱼不能在一定范围内过久停留。

虽然只设计了四种子弹，但其丰富的特性足以使游戏的可玩性达到专业水准。

2.3 游戏的名字

不是我想的。

3. 实现过程

3.1 时钟周期

在本游戏中，时钟(clock)是很重要的一个全局变量。

游戏采用了 60fps 的绘图速率，每一帧使 clock 加一。很多函数，比如背景变化、鱼尾摆动、子弹生成均与该时钟有关。下面举例说明:

① 鱼尾摆动: 是随时钟做正弦运动的，其角度为 8*cos(7*clock)。

② 子弹生成: 两种泡泡为随机生成，在每个 clock 周期内将生成一个随机数，若该随机数小于某值则添加子弹。蝴蝶与星星均为每隔一定时间生成一次，星星出现的位置还随 clock 做正弦变化。

3.2 函数编写

此次实验的代码中，函数均采取了一定规则来书写:

① 画单个子弹的函数: 形如 drawOneBall()

② 画同一类子弹的函数: 形如 drawBalls()

③ 添加新子弹的函数: 形如 addBall()

④ 计算子弹移动的函数: 形如 ballMove()

⑤执行某种特殊技能的函数: 形如 func_small()

这样，游戏对于不同类型的子弹、技能能够采取统一的方式书写函数，也方便了新子弹/技能的添加。

在代码的前半部分，有一个预处理函数，该函数能保证在每次重新开始时能够完全重置变量等。

3.3 特殊技能的实现

① 加分: 直接增加全局变量 score 的数值。score 表示额外增加的分数，最终的分数为 10*(score+clock)。

② 速度减慢: 代码对于子弹的速度控制，有形如 ballSpeed 的全局变量，速度减慢会使该变量减半。对于已经生成的子弹，速度减慢调整的是已有子弹的 speed 参数(对于蝴蝶是角速度参数)。此外，形如 ballDensity 的控制子弹生成密度的全局变量也应减半。使用计时器来控制减慢效果持续时间。

③ 生命增加: 直接增加全局变量 life 的数值。

④ 无敌: 增加计时器，取消鱼的中弹判定，时间满后恢复。与无敌同时出现的光环、闪烁现象则靠全局变量 wudi 来控制绘图函数做出相应调整。

⑤ 清屏: 清空当前子弹数组即可。

⑥ 缩小: 修改控制子弹、鱼的大小的全局变量，并重新生成各个图形的形状参数。使用计时器控制效果持续时间。

3.4 子弹移动

为了产生动画效果，每一帧重绘时，子弹都应移动位置，这时便需要逐一进行位置的计算。对于两种泡泡以及星星，子弹的新位置即是其旧位置加上相应的速度。蝴蝶弹的运动轨迹是圆弧，其圆心固定，则新的方位角为旧的方位角加上角速度，以此来计算新位置。

重新计算完所有子弹的位置后便可交由绘图函数进行绘制。

3.5 碰撞事件判定

上文提到，本游戏中，所有物体的判定点均为圆形。采取这种方法，既降低了躲避难度又降低了代码编写难度。

为节约时间提升效率，碰撞事件并不是在每一帧内单独循环一次计算，而是加在了物体移动函数(如 ballMove)中进行: 枚举当前屏幕中，某类型的全部子弹，判断中心点到鱼中心点的距离是否小于临界距离。如果距离足够小，则执行 kill()函数，进行进一步的判断。

3.6 难度均衡化

游戏大致制作好的时候，小鱼的生命只有一条，而且关卡的设计是每一关都新增加一种子弹，第四关即是四种子弹同时出现。显然，这样的设计过难，无法带来较好的游戏体验。

为了降低难度，我先是将四种子弹分散到了八个等级中，在最后一级才使它们同时出现。然后降低了各种子弹的参数，其中包括小泡泡的密度、蝴蝶的数量、蝴蝶的角速度、星星的大小、速度以及密度。与此同时，我也在一些地方尝试着增加了难度，包括加快泡泡速度、使星星瞄准小鱼的角度有 0/+5/-5 度的偏差。

至最终版本时，游戏难度已十分均衡: 刚上手的玩家可以玩到 level 3 左右，比较熟练的玩家则可以玩到 level MAX。

3.7 背景音乐选择

背景音乐非原创，为游戏《Child of Light》中的音乐《Pilgrims on a Long Journey》。

确定关卡时间时也考虑了背景音乐的因素: 当进入第二关时恰好为背景音乐节奏加快的时候。

此外，鱼身后的水波出现频率与音乐频率一致，在不同时间有不同的调整。

4. 技术难点

4.1 完全使用 CANVAS 画图

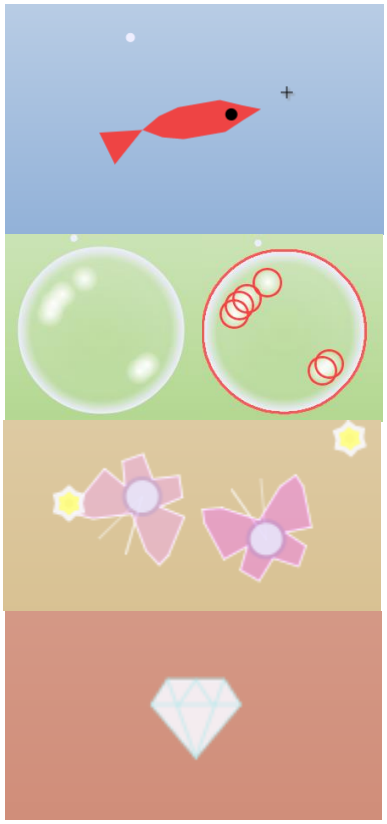
本游戏中，未使用任何外部图像资源，游戏界面的所有图形均为 Canvas 绘制，下面选择有代表性的进行说明:

① 小鱼: 以鱼身中心点为极点，鱼头方向为极轴，使用极坐标描述鱼的轮廓上各点的位置信息。使用极坐标的好处是便于旋转图像。鱼尾根据 clock 做周期性摆动，摆动角度为正弦函数。绘制摆动的鱼尾的方法同样为极坐标，将两点分别加减一个角度；为消除此方法造成的鱼尾的变形，我让鱼尾两点到极点的距离也做了正弦的变化。

② 大泡泡: 右面给出了画法的示意图。泡泡上的光斑较难绘制，我使用了如图所示的方法，将光斑拆解成六个圆形，每个圆形分别填充上径向渐变即可达到效果。

③ 蝴蝶: 绘制方法类似于小鱼，使用了极坐标确定位置。蝴蝶的颜色采取如下随机方法: 取 100~244 的随机数 t，将 t 与 244 与 255 三个数随机分配给 R、G、B。透明度 alpha 取 0.4。这种随机方法使得蝴蝶颜色十分柔和。

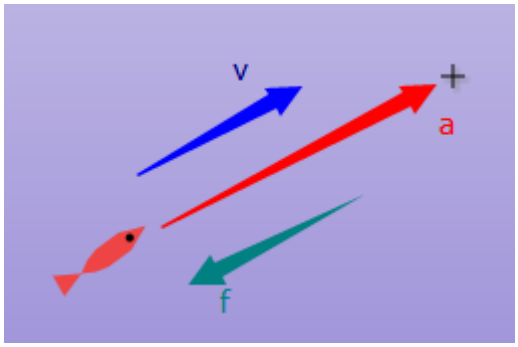
④ 钻石: 由于钻石不涉及到旋转，其绘制并未采用极坐标方法而使用了直角坐标。为了使钻石看起来更像可以吃的道具，我给它加上了周期性的闪烁，即，钻石的透明度随 clock 做正弦变化。



4.2 小鱼的运动特性

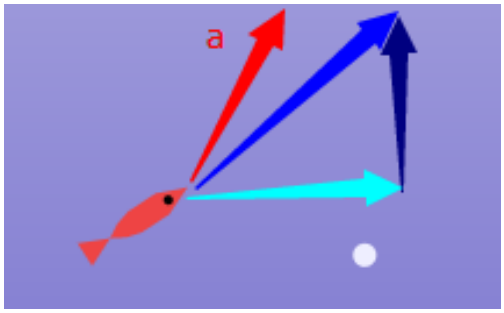
体验过本游戏后可以发现，使用鼠标操作小鱼可以获得非常好的体验。那么，这是如何实现的呢?

最初的设想是使小鱼和鼠标位置完全相同，但这样的游戏效果很差，运动真实性低。我便尝试将鱼的加速度设置为鱼头部(注意鱼的位置判定为鱼身中间)到鼠标指针的距离值，就像鼠标与鱼之间有一根弹簧一样。但这样一来鱼会绕着鼠标做简谐振动，无法稳定下来。



联系到物理学到的知识，我尝试对该振动添加一个过阻尼，即，添加一个与速度成正比且反向的阻力 f，通过调整比例，最终达到了完美的效果，鱼可以加速游动到指针位置，又不会游过。

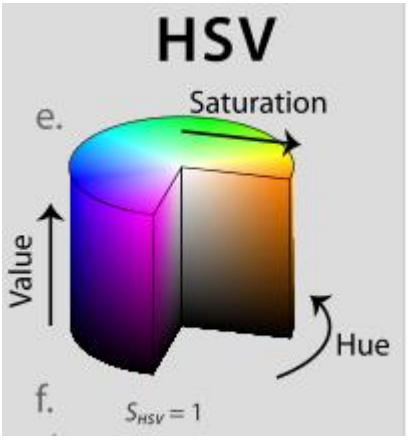
早先版本的鱼头是可以 360°旋转的，但这不符合游戏中鱼向右游动的设定。因此，我使用了这样的模型: 取加速度的竖直分量(图中#000080)，将该向量与一水平定长向量(#00FFFF)相加，得到的向量(#0000FF)即当做鱼头方向。这种方法能使鱼头十分平稳。



4.3 背景颜色的连续变化

早期版本中，背景颜色选取为比较单调的浅蓝色到深蓝色的渐变。我们认为使用颜色变化的背景比较符合"梦"的主题。但这样就面临一个问题: 构建时间到颜色的一个函数，使得颜色能随时间均匀变化。

我们想到了 HSV 颜色模型，固定饱和度与明度，使色相从 1°到 360°变化，这样就实现了颜色连续变化。我们的背景采取线性渐变，两个端点所固定的(S, V)分别为(0.14, 0.92)与(0.57, 0.77)，该渐变色看起来较为柔和。



5. 其他亮点与技术细节

- 游戏界面充满整个浏览器，且子弹密度并不会随分辨率改变而改变。
- 小鱼身后会出现水波，水波随时间变大、变透明，且运动速度与小泡泡速度相当。水波频率与音乐频率有关，这是由时钟控制实现的。
- 为增大游戏难度，钻石的掉落位置并不是均匀分布的，而是靠右侧分布较密集。
- 小鱼靠近左上角时，左上角的分数栏会逐渐变透明。
- 游戏可以暂停，暂停时，clock 变量停止。
- 使用 localStorage 来存储分数与排名。
- 对于大泡泡与蝴蝶，由于采用了复杂的绘图函数，在每一帧(16 毫秒)不能大量绘制，故采用了较少的这些子弹。
- 控制无敌的计时器开始前要清除已有计时器，否则上一个计时器停止时会强制结束无敌状态。但这一问题对变小、变慢无影响。
- 使用清屏、变小、变慢这三个道具时，我采用将屏幕闪烁两下的方式来提醒玩家游戏的变化。实现方法是将全局变量"flash"设置为 8，在绘图的时钟里，如果 flash 为 1、2、7、8，则将屏幕绘制为白色，如果 flash>0 则将其减一。这样便在 8 个时钟周期完成两次闪烁。
- 本游戏除背景音乐外，均为原创。

祝玩得愉快!