Using unity3D to facilitate mobile augmented reality game development

使用unity3D进行移动增强现实游戏开发

摘要

移动增强现实（手机AR）使得诸如3D模型、动画和注解等虚拟内容能够在任何空间内放置在真实世界的物体之上。我们使用手机AR开发calory battle AR exergame来应对全球儿童肥胖症。在这个游戏中，玩家在现实世界的环境中找到并消除虚拟卡路里炸弹。一般来说，我们开发了两个版本的游戏，第一个是在没有第三方游戏引擎的情况下创建的，它带来了许多挑战。为了探索解决方式，我们使用了unity3D游戏引擎创建了一个新版本的游戏。通过使用unity3D，简化了游戏的开发过程。在针对儿童和大学生的混合方法可用性评估证明，在unity3D版本中，特别是与AR的交互和用户界面都得到了促进。这一研究产生了三个重要的贡献：1、一种新颖的移动AR游戏以激励孩子们运动；2、使用unity3D重新实现游戏；3、比较两个版本游戏的可用性评估结果。我们希望诸如unity3D的游戏引擎未来将会成为AR游戏设计的基础。

章节一 说明

现如今，无处不在的技术迅速发展并广泛传播着。因此，发达国家的许多公民开始使用智能手机，拨打电话已经成为了次级需求。智能手机平台，如iOS和Android，不仅提供高度复杂的计算和环境传感基础设施，还提供包含各种应用和服务的开放市场，以使用户受益。随着智能手机的普及，人类与无处不在的技术之间的相互作用得到了更多的关注。增强这种交互的方法之一就是增强现实（AR），其中虚拟内容被放在真实世界的相机视图上。AR可以提供额外的情境信息，使得更多的交互体验更加真实。在写这篇论文时，就有上百甚至上千种AR应用可供智能手机使用了。在旅游、购物、教育和娱乐业等领域也有大量对增强现实的研究。早期AR应用程序要求用户携带计算机和头戴式显示器，但在本次研究中，我们专注于通过智能手机等手持设备实现移动增强现实。手机AR支持使用不显眼的收集、管理和使用情境信息，并根据用户的上下文提供AR增强服务。

英国、韩国和新西兰等发达国家面临的巨大挑战之一，就是所有年龄组的肥胖率都在上升，而体力活动率却在下降。据世界卫生组织统计，自1980年以来全球肥胖人数几乎翻了一番，2011年超过四千万五岁以下儿童超重。为了应对这一挑战，我们已经开始利用智能手机和移动增强现实技术为儿童和年轻人开发游戏（锻炼游戏），来让锻炼变得更加有趣。Exergame是为玩家提供体育锻炼的视频游戏，可以通过诸如Nintendo Wii, Xbox Kinect, PlayStation EyeToy等系统参与exergame。本文中我们将重点关注移动exergame，如GeoBoids, Walk2Build, SmartRabbit。

在本文中，我们将介绍我们在开发移动AR exergame的calory battle AR时的经验和挑战。具体来讲，我们展示了游戏的两个原型的开发：一个没有现有的3D引擎，另一个有unity3D引擎。第二个原型是由本科生在动画制作课程中创作的，以缓解第一个原型开发中遇到的挑战。我们还分析了之前关于AR系统的研究，在两个版本的游戏之间进行可用性研究并讨论了这些研究结果。

章节二 背景

A．增强现实系统

在早起的增强现实系统中，用户携带计算机和/或某种形式的头戴式显示器（HMD）。MARS、Studierstube、AR Quake、AR Pacman就是这种早期AR系统的例子。MARS（移动增强现实系统）由具有3D图形加速、GPS、透视HMD、无线LAN和其他组件的计算机组成。Studierstube是一种可穿戴的增强现实系统，它使用户通过笔和pad与增强对象进行交互。用户背着笔记本电脑，带着视频输出设备和网络摄像头的头盔，使用笔和pad，通过标记和相机进行光学跟踪。AR Quake和AR Pacman也是使用增强现实技术的游戏案例。具体来讲，这些是增强现实对流行的街机游戏的改编，两种游戏都使用可穿戴计算机进行数据处理，并要求使用可穿透HMD来给用户显示信息。

AR Phone，MobiAR和GeoBoids是基于手持设备而非可穿戴计算机和HMD的移动AR示例。因此，用户不必需要携带特殊硬件来提供移动性。AR phone正在研究使用具有有限处理能力的移动电话在智能环境中提供增强现实接口。在AR phone系统中是在AR服务器上进行诸如图像处理的高处理任务，并且电话只执行观察者（窗口）的角色。MobiAR是Android应用程序，提供增强现实的旅游信息。当用户通过MobiAR观察现实世界时，视图会增强他们的位置信息。通过多媒体内容，用户可以访问有用的信息来规划他们在城市中的路线。GeoBoids是一款在智能手机上使用AR的exergame。游戏提供Field和Arcade模式，玩家必须在户外真实的世界环境中搜索和捕捉虚拟GeoBoids生物。玩家和增强现实对象之间的交互很简单，只需在智能手机屏幕上触摸或滑动就可以了。据我们所知，GeoBoids和Calory Battle AR是使用移动AR的exergames的唯一研究成果。

B.AR开发和使用中的挑战

过去的增强现实系统受到移动技术和IT基础设施的限制。这些限制导致开发者和用户遇到如下的许多挑战。

首先，使用诸如HMD的特殊AR硬件存在一些问题。HMD干扰视觉观点并可能给用户带来不便。另外，如果HMD分辨率过低，将会导致难以识别增强对象和与现实世界不同的视线失真。此外，特殊硬件比智能手机等普通设备更难获得。AR需要特殊硬件的最新例子是Google Glass，它是带有光学头戴式显示器的可穿戴计算机。尽管Google Glass技术高端且设计不引人注目，但目前对普通用户而言太过昂贵。谷歌眼镜的另一个问题是它的当前版本不能被戴普通眼镜的人使用。

其次，实现增强现实和建立移动计算接口需要开发人员花费大量的时间和精力。过去，移动设备的内存和数据处理能力明显低于今天。正如AR电话系统所示，大量数据处理任务可以交给执行必要计算的外部服务器。这个问题要求开发人员构建用于外部数据处理和通信的基础架构，这一行为反过来会对用户体验造成延迟。

由于这些限制，包含相机，高性能处理单元，高分辨率显示和情境检测功能的智能手机已经成为实现移动增强现实的潜在平台。然而，AR的应用仍然是一项复杂的任务。今天有许多AR库，例如Qualcomm的Vuforia，以缓解这个问题，但是他们通常缺乏对用于游戏目的的虚拟对象的处理和交互的直接支持。这反过来会增加移动AR游戏开发的时间。

在下一节中，我们将介绍一种克服上述限制的移动AR exergame Calory Battle AR。此外，在开发过程的第二阶段，我们探索了Unity 3D游戏引擎与AR的结合来加速开发并丰富3D环境。

章节三 Calory Battle AR游戏开发

A.第一个原型的概念和实践

Calory Battle AR是一款基于Android的增强现实手机游戏，旨在促进儿童体育活动，同时它也支持成年人使用。它和基于控制台的exergame（例如Nintendo Wii游戏）的不同在于它是以现实世界为背景的，所以包括了通过敬请探索的额外需要。游戏可以轻松放置在不同的位置，因为它不需要除了Android智能手机和表示增强现实内容的打印图标之外的任何设备。

Calory Battle AR故事的特征是露水，好人、火箭人和坏人。露水从我们的汗水中提取能量，它们为我们施放法术，使我们的身体更健康，头脑更清晰。Caloroids讨厌汗水，因此想要阻止我们出汗并变得不健康。玩家的角色是通过寻找和消除Caloroids在地理区域周围放置的卡路里炸弹来帮助露水。找炸弹有一个全球时间限制，所以玩家必须寻找到更多的炸弹。

图1显示了游戏流程的基本概念。玩家首先使用GPS地图定位炸弹。在现实世界中找到图像目标后，玩家开始分析屏幕，AR炸弹模型出现在目标上方。然后炸弹的倒数计时器随机在10-60秒内开始，在此期间玩家必须拆除炸弹，通过使用Multitool（另一种代表露珠的AR模型）以正确的顺序小心移除虚拟保险丝。保险丝外观有不健康的食物，如披萨和汉堡。玩家通过拆除炸弹和游戏结束时的剩余时间（即所有炸弹已被消除或爆炸）来获得积分。完成游戏后，玩家可以上传分数到排行网页上来和其他玩家对比分数。

B．第一个原型的挑战

Calory Battle AR的第一个原型是使用Vuforia AR库制作的，但没有使用任何第三方渲染或游戏引擎。这一设计决策导致了许多与加载，处理和展示AR内容的挑战。

在Vuforia中手动加载3D模型时，必须为其指定几个例如坐标、缩放和旋转的参数。这些参数会影响模型在图标顶部的显示方式。如果想要在用户交互之后旋转模型，必须由程序员手动完成。因此，动态地对内容进行更改是非常麻烦的。此外也没有物理引擎来支持逼真的游戏操纵效果。

加载模型之后，程序员调用OpenGL库来呈现它。缺少渲染引擎意味着缺少直接支持对模型做特殊效果所需的着色器。因此，模特外观缺乏最终的能让其看起来更逼真的艺术触感。最后，还不使用场景背景这一唯一的在图像目标上绘制的游戏对象的3D内容。

Vuforia AR库不支持动画。为了创建动画倒数计时器和炸弹爆炸效果，程序员需要手动交换图像来产生动画效果。对于简单和重复的动画，这不是一个大问题，但动态动画就不行了。

炸弹解除屏幕中交互的唯一方式是使用Multitool（或后退按钮）。添加更多交互模式需要将每个模式编程到游戏中。碰撞检测是游戏交互的先决条件，需要通过检查两个游戏对象的边界是否相交来手动完成。由于我们缺乏3D游戏编程经验，这一解决方案和加载渲染3D内容使得游戏加载和渲染表现不佳。

C．使用Unity 3D制作Calory Battle AR

为了解决上述的挑战，我们通过使用Unity 3D和Vuforia AR Extension for Unity创建了一个新版本的游戏。Unity 3D是一个功能丰富，完全集成的开发引擎，可以为创建交互3D内容提供开箱即用的功能。使用Unity可以发布到多个平台，如PC，Web，iOS，Android和Xbox。完整的工具集、直观的工作平台和Unity即时播放测试和编辑功能使开发人员节省了时间和精力。Vuforia AR Extension for Unity支持Unity的视觉检测和追踪功能，允许开发人员轻松制作AR应用和游戏。

Calory Battle AR的第一个原型和新的Unity版本共享相同的基本框架。玩家必须找到由地图指示的虚拟炸弹并通过AR交互来消除它们，与炸弹互动的方式是不同的。在第一个原型中，炸弹要使用multitool拆除，此交互使用两个不同的增强现实对象。然而，在用户反馈中发现两个物体之间的距离不清并且消除需要较高精度。Unity版本的游戏使用虚拟按钮来提供更直观，更友好的用户交互。虚拟按钮是在标记上绘制的、可以直接用手指按下的虚拟对象。另外，通过将浮动食物图像放置在每个按钮上，可以使用户更清楚地区分按钮。最后，使用静态室内地图代替GPS地图来演示游戏。

使用Unity 3D可以实现几项视觉改进。Unity的内置着色器可以让增强对象的图形表达变得更加精确。因此，增强的3D模型外观看起来会更逼真，并且通过即时播放测试和编辑功能快速进行图形修改。我们还可以通过Unity的内置物理引擎展示出更逼真的效果。虽然在这个游戏中没有动画，但是可以创建动画炸弹爆炸或其他效果。

Unity 3D有一些附加功能可用于开发。Unity的完整工具集可以使编写代码更加明确。开发人员可以直观地看到编程代码和游戏对象之间的关系。开发人员也不必仅仅通过代码来假设和调整，就可以检查对象如何立即对属性更改做出反应。此外，编程部分和图形部分之间的通信是平滑的，因为Unity增强了两个部分之间的链接。Unity的这些属性大大加快了游戏开发过程。Unity 3D还支持各种格式，比如. Max、.mb、.Fbx、.obj，从而允许与其他程序进行详细和系统的互动。

章节四 可用性评估

表一显示的是具有人口统计信息的评估设置。我们使用了混合方法问卷，其中包括具有李克特量表的开放式和多项选择题（5 =非常同意，1 =非常不同意）。调查问卷的预测试部分收集了参与者关于体育和游戏感受的背景信息。问卷的测试后半部分测量了参与者对动机、可用性、游戏活动和游戏适当性的看法。在评估中我们只分析了与可用性相关的叙述。研究人员进行评估，解释游戏概念以及如何拆炸弹，之后玩家填写测试前的调查问卷。在第一次原型评估中，玩家被分成两个队，他们在大学校园里有20分钟的时间来玩。在Unity版本评估中，玩家在大学校园内单独玩5分钟。研究人员观察并记录了游戏玩法。游戏结束后，玩家填写了测试后的问卷。

与第一个原型相比，Unity版本在可用性方面得到了更多积极的答案，如图3所示。通过使用虚拟按钮而不是Multitool，改进了Unity版本中消除炸弹的难度。而使用Multitool被几个玩家视为第一个原型中的挑战，例如：

* 当炸弹在地面上时，很难准确地推动保险丝。如果保险丝稍微高一些会更好。

大多数玩家都认为在Unity版本中玩很容易，但仍然存在一些玩家发现的问题：

* 用一只手拿着电话，很难通过屏幕匹配手指的位置。
* 图像目标上的反射光导致操作虚拟按钮时出错。

图4显示了清晰度的评估。前两个陈述仅用于评估Unity版本。在第一个原型中，人们认为地图清晰度较差。这是由于Google地图平铺分辨率暂时出现了问题。定性反馈也表明了这一点：

* 地图分辨率不好，所以有点难。

但是，Unity版本在地图屏幕方面获得了高分。这可能是因为Unity版本使用了一个非常简单的静态室内地图。这也解释了图3中地图阅读的容易程度之间的差异。

Unity版本清晰度的三维模型得到了玩家的积极评分，但有些人对第一个原型和Unity版本的炸弹形状仍然不满意：

* 设计炸弹更加逼真。
* 我认为炸弹的形状应该更像真正的炸弹。

我们在Unity版问卷中添加了问题来用于评估玩家是否喜欢虚拟按钮。所有游戏控制功能都得到了大多数玩家的赞赏，如图5所示。正如我们前面提到的，Unity版本减少了通过虚拟按钮拆除第一个原型炸弹的难度。

总体而言，Unity版本优于第一个原型，特别是在与AR内容和用户界面清晰度的交互方面，根据玩家对Unity版本调查问卷的反馈可知：

* 与无形的东西的互动是愉快的。
* 与增强现实互动的方式很有趣。

章节五 讨论

我们使用Unity 3D解决了第一个原型的部分挑战。对于其他问题，例如与炸弹的互动，则通过重新设计游戏互动来解决。虚拟按钮使玩家可以直接使用他们的手指进行更直观的交互。使用Unity的内置着色器对图形表达式进行了另一项改进。此外，Unity的完整工具集使编程更直观，更快速。但是，未来仍有一些问题需要解决。

首先，两个版本的游戏都有与Vuforia处理不同目标位置的方式相同的挑战。Vuforia跟踪的所有目标都有自己的坐标系，原点位于目标的中心。在常规3D游戏中，坐标系统对所有对象通常是均匀的，这使得例如碰撞检测变得更容易。在第一个原型中，我们必须采用目标A的模型视图矩阵，将其反转，然后将其与目标B的转置模型视图矩阵相乘。这创建了一个偏移矩阵，可以通过该矩阵乘3D空间中的点来生成另一个目标坐标空间中的坐标。这需要更多的计算量，这些计算是碰撞检测常见的，因此矩阵计算算法需要高度优化。

其次，如用户对清晰度的反馈所示，应更改卡路里炸弹的设计。在Unity版本中炸弹的纹理质量得到了改善，但其设计仍然不能令一些用户满意。用户几乎没有意识到炸弹的形状与脂肪类似（正如游戏故事所暗示的那样）。我们还应该强调游戏的背景故事，以传达炸弹形状的含义。

第三，玩家的定性反馈所确定的两个可用性挑战，与单独玩耍时解除炸弹的难度以及由反射光引起的虚拟按钮错误有关。通过鼓励玩家组建团队，可以解决其中的第一个挑战。当一个玩家持有移动设备时，另一个玩家可以以更高的稳定性执行拆除。第二个挑战涉及增强现实对合适光照条件的固有要求。这可以通过将图像目标仔细定位到具有足够亮度和无反射的位置来解决。

第四，每当游戏重新开始时，高分都会消失。因此，游戏不是在游戏中保存高分，而是计算等级（A，B，C或D），以便玩家可以相互竞争，但这种竞争只能在本地完成。要解决此问题，需要具有数据库的Web服务器以实现持久和可共享的高分功能。

最后，地图太不灵活，无法在其他地方玩。Unity版本中没有GPS或室内定位功能，因此播放器的位置未在地图上显示。地图的图像是静态的，因此应该为每个游戏位置进行自定义。例如，解决方案是使地图适合于使用GPS的玩家位置。

章节六 结论

基于智能手机的移动AR解决了AR系统过去所面临的挑战，包括头戴式显示器和计算机背包的不便，以及外部数据处理基础设施的需求。我们描述了两种版本的Calory Battle AR exergame，它利用移动AR作为可视化和交互的手段。在Calory Battle AR中，玩家的角色是在现实世界环境中查找和消除虚拟卡路里炸弹。游戏的第一个原型是在没有第三方渲染或游戏引擎的情况下创建的。这导致了与3D数据处理和呈现相关的许多挑战。为了解决这些挑战，我们使用Unity3D游戏引擎设计了一个新版本的游戏。与第一个原型开发相比，游戏开发过程明显更快，并且所需的编程要少得多。可用性评估表明Unity版本优于第一个原型，特别是在与AR内容和用户界面清晰度的交互方面。改善用户体验的一个方面是虚拟按钮。它们使玩家可以直接使用他们的手指进行更真实的互动。使用Unity的内置着色器也增强了图形表达。

这项研究产生了三个重要贡献。首先，我们提出了移动AR exergame。这很重要，因为只有很少的最新的exergames利用了增强现实的功能。其次，我们使用Unity 3D来实现Calory Battle AR的版本。在此过程中，我们分析了开发移动AR游戏的挑战以及Unity 3D如何解决其中的一些挑战的问题。这些体验对寻求促进AR游戏开发过程，同时丰富AR内容可视化和交互的其他AR游戏开发者是有益的。第三，我们展示了比较两种版本的Calory Battle AR的可用性评估结果。可用性评估得出了有趣的结果，例如用手指进行去除比使用多功能工具进行去除更舒服。

尽管使用Unity 3D解决了许多挑战，但正如讨论中所建议的那样，未来的研究仍有几个问题需要解决。Unity游戏的版本是从零开始作为概念来验证开发的，因此它缺少一些功能，比如GPS、多个AR对象之间的碰撞检测，最重要的是游戏内容管理方面的灵活性。在未来的研究中，我们寻求整合这两个版本，但因为底层系统是完全不同的，这项任务需要付出巨大的努力。最后，应该扩大用户评估范围，以涵盖更大的样本量，并通过更详细的工具进行深度优化。