感谢审稿人和编辑们为本文指出的问题，这些意见能帮助我们提高这篇文章的质量。我们仔细阅读后对本文做出了修改，具体的回复和修改如下：

**意见1：**在英文缩写第一次出现时，建议给出其中文名称和英文全称，例如“DQN”等

**答复：**感谢审稿人提出的宝贵意见，我们在以下部分添加了英文全称（按照出现顺序排序）：（1）摘要处第一次出现的DQN添加了Deep Q-Learning （2）在引言处第一次出现DASH处添加了“Dynamic Adaptive Streaming over HTTP，基于HTTP传输的动态自适应流”（3）在相关工作处第一次出现“边缘数据缓存”处添加了英文全称“Mobile Edge Data Caching

”（4）在相关工作处第一次出现“潜在语义索引”和“协同过滤”处添加了英文全称“Latent Semantic Indexing”和“Collaborative Filtering”(4)在引言处第一次出现“用户体验质量”和“组合多臂老虎机”处添加了英文全称“Quality of Experience”和“Combinatorial Multi-Armed Bandit”

意见2-4：

（1）将3.2 问题形式化第二段中“传输时延定义为”改为“传输时延定义为” 。

（2）将4.1 状态空间第二段中改为，以与后文一致。

（3）将4.2 动作空间第一段中“动作和缓存状态间存在(2)中所示关系”改为“动作和缓存状态间存在(4)中所示关系”

**答复：**感谢审稿人对细节问题做出的指正，我们按照要求修改了对应部分的笔误，并且加以检查，确认更正部分没有问题。

意见5：5.1 基于DQN的边缘缓存策略中loss函数的公式不正确

**答复：**感谢审稿人指出的公式上的问题，此处应当是均方差公式，在公式输入过程中出现了笔误，我们按照正确的格式修改了公式，如下所示:



意见6：前文考虑了边缘服务器从云服务器下载高比特率版本的视频情况下的总服务时延，其中包括转化时延，而后面设置奖励函数，时，未考虑转化时延，请解释原因或进行修改。

**答复：**感谢审稿人提出的问题，此处我们实际上在奖励函数中考虑到了转化时延，但是此处的表述缺少详细的介绍，因此公式的含义可能出现偏差，我们在4.3部分添加了更详细的解释，对公式中的每一个表达式进行了更详细的介绍。

对应的，在3.2中我们对需要从云服务器获取资源的场景做了修改，之前的表述为下载对应资源高比特率版本，我们更正为了“从云服务下载所请求的视频k的指定版本”，以避免出现认为一定要选用高比特率版本进行转码的误解。

特别的，对于的情况，此时边缘服务器的动作是从云端服务器获取到了用户所请求的内功的指定比特率版本，因此无需再进行额外的转码操作，相应的在公式中也不会出现转化时延。在后面的a=-1的情况中我们对转化时延进行了考虑，这一点在修改后的公式说明里进行了详细的介绍。

意见7：深度强化学习算法包括A2C,A3C，DDPG等等，请作者解释为什么使用DQN来解决所提出的问题？DQN的优点是什么？

**答复：**感谢审稿人提出的问题，我们对此的解释如下：首先审稿人提到的三种强化学习算法的确也是主流的深度强化学习算法，但是它们主要针对的问题往往有连续的动作空间，在本文所解决的问题中，动作空间是离散的，边缘服务器对于缓存内容的操作只存在添加缓存，移除缓存和保持不变三种动作（对应着文中所述的a=1，a=-1和a=0三种情况）。虽然前面三种方法同样也可以改成离散的动作空间，但是会对准确率造成一些影响，所以综合考虑后我们决定使用DQN作为解决文中所提到的问题的算法。我们在文章中第5节同样添加了关于这一部分的描述。

意见8：论文格式需要认真修改，比如中文论文引用格式，字母斜体等等

**答复：**感谢审稿人对细节处提出的修改意见，我们仔细核对了论文中的引用格式，同时对所有用到公式和字母的地方统一更换成了斜体表示，保证了全文公式格式的一致性。

意见9：论文强调全景视频场景，但全文并没有体现全景视频的特色，绪论中所说的视频数据包大这一特点在实际建模中也没有很好体现，码率选择也是较为常见的建模思路。因此，论文建模和方法上并无创新。

**答复：**感谢审稿人提出的问题，关于全景视频的特色，文中提到全景视频传输场景往往存在多比特率的视频资源，这同样也和全景视频的传输数据量大的特点息息相关，正是因为其数据量大，带宽需求也响应的变大了，而用户在异构网络下不同的网络状况决定了他们所能提供的带宽状况是多样化的。针对这种多样化，全景视频传输网络为同一视频提供了不同比特率等级的内容，可以根据用户的状态和需求动态调控。

我们的模型创新性的加入了对于多比特率视频内容的考虑，在缓存策略中特别考虑了同一视频的不同比特率等级内容之间的转码问题，我们认为这一点是全景视频传输场景的特色之一。但是考虑到创新性可能没有突出描述的问题，我们对引言部分做出了小的修改以更突出针对全景视频场景做出的创新。目前本文在此方面的创新性在引言和相关工作的最后部分都有更明确的体现。

意见10：论文对比算法较为简单，没有和最新的方法进行对比，DQN解决此类问题的思路也没有学术创新

**答复：**感谢审稿人指出的问题，我们的实验部分选择了与Popular和Random两种基本的算法进行对比，这是因为根据调研我们得知同样针对本文研究场景（全景视频传输）所提出最新的方法通常考虑的是视频内容的缓存策略，而没有考虑到其特殊的多比特率内容的资源结构和转码带来的时延开销，因此直接与这些方法进行对比并不合适。同时，如同在意见9的答复中提到的，本文选用DQN仅仅作为解决建模问题的算法，创新本身并不在DQN的算法上，我们认为本文的贡献和创新点在于考虑到了全景视频的多比特率内容资源结构，并且将转码过程加入到了缓存策略的考虑当中，这一点在意见6的答复中同样得到了体现。

意见11：论文结果图中，节省时间的单位有时候为毫秒，有时候为秒，请确认其正确性

**答复：**感谢审稿人提出的细节问题，我们仔细核对了绘图代码，发现的确存在坐标轴单位输入的笔误，在图6.4中纵坐标轴正确的单位应该是秒(s)而不是毫秒（ms），我们现已将图片更改为正确单位。