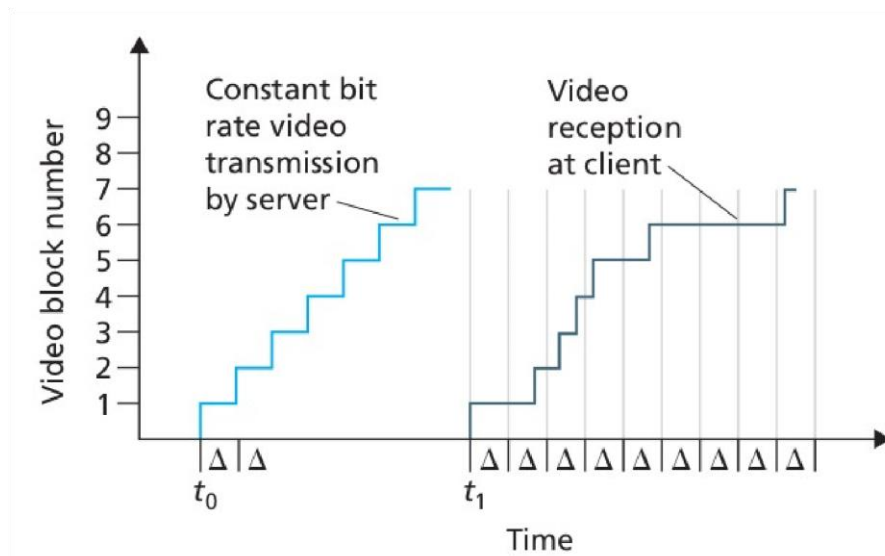


P1. Consider the figure below. Similar to our discussion of Figure 9.1, suppose that video is encoded at a fixed bit rate, and thus each video block contains video frames that are to be played out over the same fixed amount of time, Δ . The server transmits the first video block at t_0 , the second block at $t_0 + \Delta$, the third block at $t_0 + 2\Delta$, and so on. Once the client begins playout, each block should be played out Δ time units after the previous block.



- Suppose that the client begins playout as soon as the first block arrives at t_1 . In the figure below, how many blocks of video (including the first block) will have arrived at the client in time for their playout? Explain how you arrived at your answer.
- Suppose that the client begins playout now at $t_1 + \Delta$. How many blocks of video (including the first block) will have arrived at the client in time for their playout? Explain how you arrived at your answer.
- In the same scenario at (b) above, what is the largest number of blocks that is ever stored in the client buffer, awaiting playout? Explain how you arrived at your answer.
- What is the smallest playout delay at the client, such that every video block has arrived in time for its playout? Explain how you arrived at your answer.

(a) از آنجایی که کلاینت به محض دریافت اولین بلوک اطلاعات در زمان t_1 ، اقدام به پخش میکند با بازه زمانی فیکس Δ پس باید بسته ی دوم مثلاً قبل از $t_1 + \Delta$ دریافت شود تا بتواند بدون اشکال پخش شود. همین طور الی آخر. درحالی که همانطور که از نمودار پیداست، فقط بسته های ۱، ۴، ۵ و ۶ به هنگام رسیده اند.

(b) از آنجایی که کلاینت با یک دیلی Δ اقدام به پخش میکند، پس یعنی بسته دوم باید قبل از $t_1 + 2\Delta$ به کلاینت رسیده باشد و همین طور الی آخر. به این ترتیب طبق تصویر تنها بسته ی ۷ ام به موقع نرسیده یعنی بسته های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ به هنگام رسیده اند.

(c) از آنجایی که کلاینت با یک دلی Δ اقدام به پخش میکند و طبق تصویر فوق ، بلوک های ۳ و ۴ ویدیو " قبل از $t_1 + 3\Delta$ و بعد از $t_1 + 2\Delta$ " رسیده اند لذا در بافر سمت کلاینت ذخیره شده اند تا زمان پخش آنها برسد پس نهایت ۲ بلوک ویدیو (به طور معمول هم ۱ بلوک) در بافر کلاینت ذخیره شده است.

(d) حداقل playout باید $t_1 + 3\Delta$ باشد تا بلوک ۷ ام هم به موقع و بی مشکل پخش شود. زیرا بلوک ۷ ام در زمان $t_1 + 9\Delta$ میتواند پخش شود و با بررسی نمودار دریافتی کلاینت میتواند فهمید که بلوک ۶ ام در زمان $t_1 + 8\Delta$ و بلوک ۵ ام در زمان $t_1 + 7\Delta$ و بلوک اول در زمان $t_1 + 3\Delta$ میتواند پخش گردند بدون هیچ مشکلی پس $t_1 + 3\Delta$ میتواند حداقل playout مطلوب باشد برای سناریو فوق باشد.

P6. In the VoIP example in Section 9.3, let h be the total number of header byte added to each chunk, including UDP and IP header.

a. Assuming an IP datagram is emitted every 40 msecs, find the transmission rate in bits per second for the datagrams generated by one side of this application.

b. What is a typical value of h when RTP is used? How much time is required to transmit the header?

(a) همانطور که میدانیم ، نرخ نمونه برداری از صوت (طبق نرخ نایکوئیست) دو برابر بیشترین فرکانس موجود در صوت است که در نتیجه نرخ نمونه برداری 8Kbytes/sec است و میدانیم که $\Delta = 40 \text{ msec}$ است لذا دیتای صوتی در هر ۴۰ میلی ثانیه معادل ۳۲۰ کیلوبایت به ازای هر ثانیه است همچنین در صورت سوال گفته شده که اندازه هدر های پروتکل ها هم h بایت است لذا " در هر 40msec معادل $h + 320$ کیلوبایت " ارسال می شود. در نتیجه نرخ انتقال برابر است با :

$$\frac{(320 + h) * 8}{0/04} = 64 + 0/2h \text{ Kbps}$$

(b)

IP header:20 bytes, UDP header:8 bytes, RTP header:12 bytes \rightarrow Total header = 40 bytes

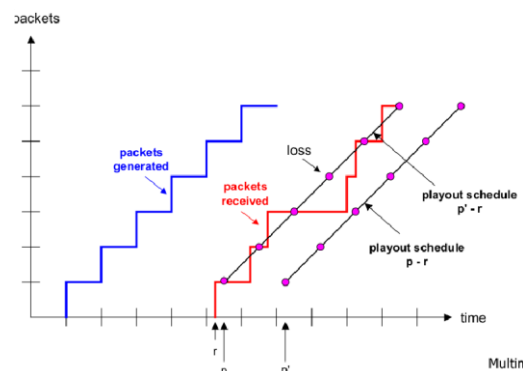
پس توجه به قسمت (a) و نتیجه فوق ، میتوان مدت زمان لازم برای انتقال هدر را محاسبه کرد:

$$h = 40\text{bytes} = 0.32\text{Kbits}$$

$$\text{Transmission rate} = 64 + 0.2 \times h = 64.064 \text{ Kbps}$$

$$\text{Time for header transmission} = \frac{h}{\text{transmission rate}} = \frac{4}{9} \text{ msec}$$

P10. With the fixed-delay strategy, the receiver attempts to play out each chunk exactly q msecs after the chunk is generated. So if a chunk is timestamped at the sender at time t , the receiver plays out the chunk at time $t + q$, assuming the chunk has arrived by that time. Packets that arrive after their scheduled playout times are discarded and considered lost. What is a good choice for q ?



برای انتخاب q دو حالت داریم:

۱. q بزرگ: packet loss کمتر میشود.

۲. q کوچک: تعامل فرستنده و گیرنده بهتر میشود.

مثلاً اگر $q = p$ بگیریم مشابه وضعیت خط سمت چپ تر را خواهیم داشت. و همان طور که در تصویر نیز مشخص است، گاهی ممکن است تاخیر داخل شبکه از حد انتظار ما فراتر برود و این موجب شود تا در بخش دچار مشکل بشویم ولی حداقل از لحاظ interactive بودن مکالمات، بهتر عمل کردیم.

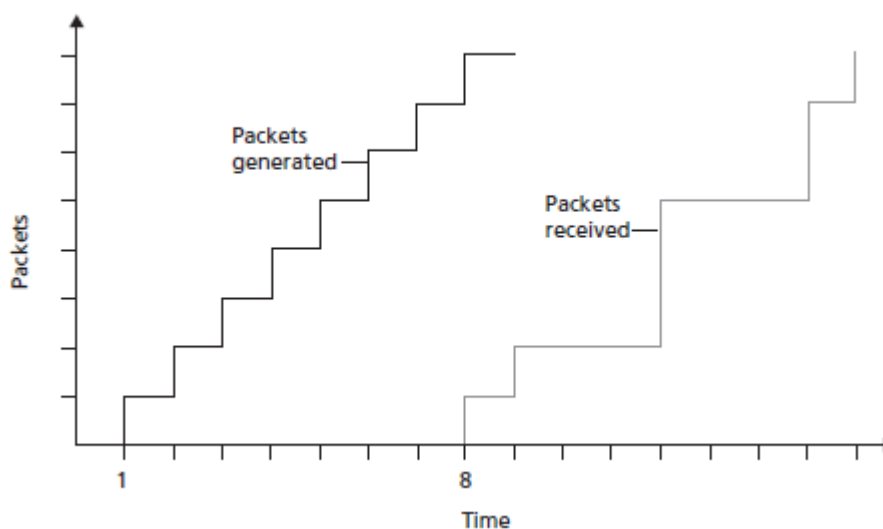
اگر $q = p'$ بگیریم مشابه وضعیت خط سمت راست تر را خواهیم داشت. همان طور که در تصویر هم پیداست، در این شیوه، به دلیل بافر کردن بسته ها، میتوانیم اون دلیلی زیاد را پوشش دهیم و پخش smooth تر خواهد شد ولی مکالمات از حالت interactive کمی خارج میشود. همچنین در این حالت هم ممکن بود مقدار دلیلی از حد فعلی بیشتر شود و ما باز هم دچار packet loss شویم.

البته بحث هایی صورت گرفته تا بتوانیم حداکثر تاخیر شبکه را حدس زده و تضمین دهیم که بسته ها از یک حدی، تاخیر بیشتری نخواهند داشت لذا میتوان با انتخاب q به بزرگی حداکثر تاخیر شبکه، مشکل packet loss را مرتفع ساخت که البته بحث interactive بودن مکالمات به شدت تحت تاثیر قرار میگیرد.

در حالت کلی چندان نمیتوانیم از پیش برای انتخاب بهترین q ممکن، اظهار نظر کنیم.

P11. Consider the figure below (which is similar to Figure 9.3). A sender begins sending packetized audio periodically at $t = 1$. The first packet arrives at the receiver at $t = 8$.

- What are the delays (from sender to receiver, ignoring any playout delays) of packets 2 through 8? Note that each vertical and horizontal line segment in the figure has a length of 1, 2, or 3 time units.
- If audio playout begins as soon as the first packet arrives at the receiver at $t = 8$, which of the first eight packets sent will *not* arrive in time for playout?
- If audio playout begins at $t = 9$, which of the first eight packets sent will not arrive in time for playout?
- What is the minimum playout delay at the receiver that results in all of the first eight packets arriving in time for their playout?



(a)

تاخیر بسته ۲ ام ۷ اسلات است.
تاخیر بسته ۳ ام ۹ اسلات است.
تاخیر بسته ۴ ام ۸ اسلات است.
تاخیر بسته ۵ ام ۷ اسلات است.
تاخیر بسته ۶ ام ۹ اسلات است.
تاخیر بسته ۷ ام ۸ اسلات است.
تاخیر بسته ۸ ام ۸ اسلات است.

(b) اگر پخش از $t = 8$ شروع شود بسته های ۳، ۴، ۶، ۷ و ۸ loss میشوند. (زیرا تاخیرشان از ۷ اسلات بیشتر است)

(c) اگر پخش از $t = 9$ شروع شود بسته های ۳ و ۶ loss میشوند. (زیرا تاخیرشان از " $9 - 1 = 8$ " اسلات بیشتر است)

(d) کمترین playout delay برای اینکه هیچ بسته ای گم نشود، ۱۰ اسلات است یعنی پخش اولین بسته از $t = 10$ شروع شود. (زیرا تمام تاخیرهای بسته ها از " $10 - 1 = 9$ " اسلات کمتر یا مساوی هستند و هیچ loss ای نخواهیم داشت)