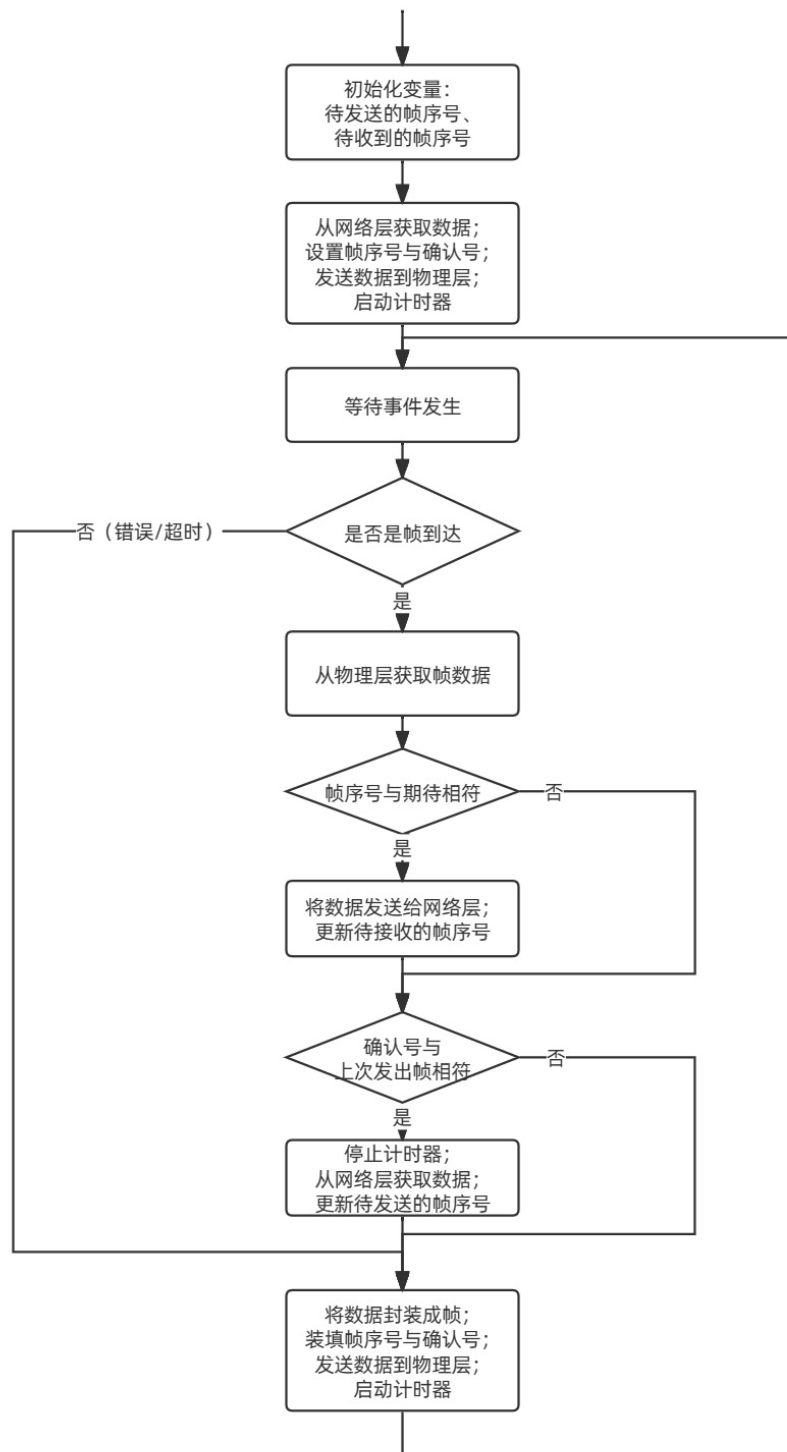


# 协议分析

2154312 郑博远

## 一、协议 4 分析。

### 1. 协议 4 流程图：



## 2. 协议 4 效率分析:

1. 协议 4 是全双工的, 即在同一条链上传输两个方向数据, 其相较于协议 2、3 能够更好地利用反向信道的传输能力;

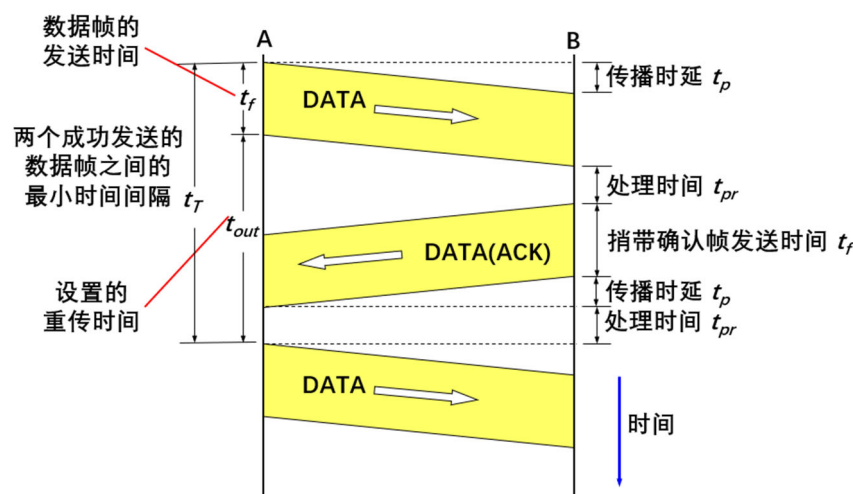
2. 协议 4 的发送窗口与接收窗口大小都为 1, 因此发送方必须在接收到确认帧之后才能发送下一个数据帧, 通信双方长时间都处于等待确认接受的空闲状态, 不能充分利用信道带宽;

3. 协议 4 采用停-等方案, 将确认 ack 信息通过数据帧进行捎带, 减少确认帧的单独传输, 从而有效利用信道的带宽, 提高传输效率;

4. 在协议 4 中, 若数据帧在传输过程中损坏或丢失, 接收方都不进行任何处理, 此时发送方需等待定时器超时后重新发送数据。因此, 会导致发送方发送数据的阻塞, 造成传输效率低下;

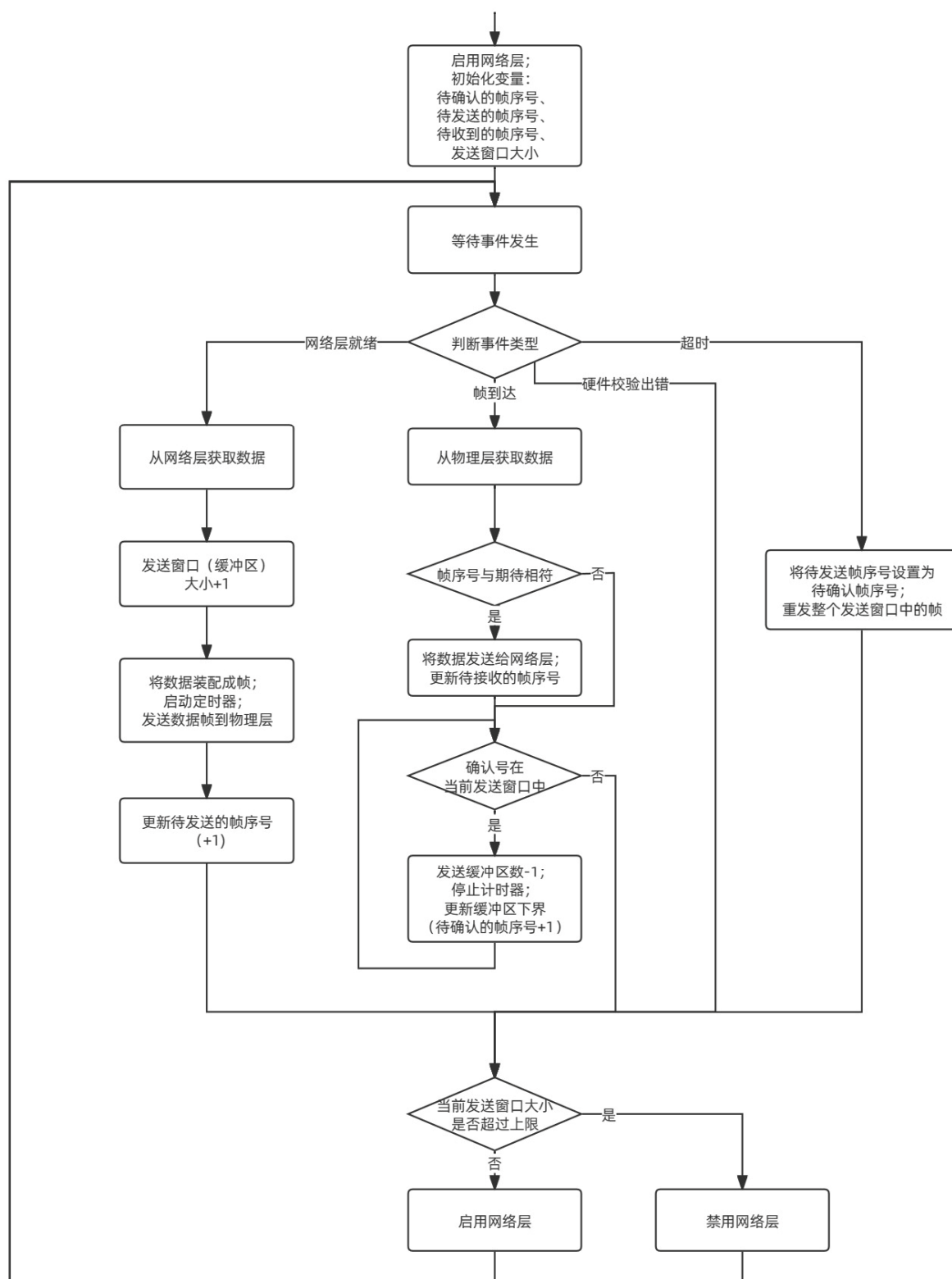
5. 若双方主机同时开始发送数据, 由于相互之间收到的第一个数据帧暂未得到确认, 会导致第一帧及后续每一帧都需再被重传一次。尽管不会导致传输错误, 但会引起数据帧的多次发送异常, 大幅降低该协议的传输效率;

6. 信道利用率分析: 假设收到后立即有数据帧发回。由于采用捎带方式进行确认,  $t_{out} = t_p + t_{pr} + t_f + t_p + t_{pr} \approx t_f + 2t_p$ 。两个发送成功的数据帧之间的最小时间间隔  $t_T = t_f + t_{out} = 2(t_f + t_p)$ , 正确传送一个数据帧所需的平均时间  $t_{av} = t_T + (1-p) \sum_{i=1}^{\infty} i p^i t_T = t_T / (1-p)$ 。由于捎带确认帧, 返回时也利用信道发送了数据, 因此信道利用率:  $\frac{2t_f}{t_{av}} = \frac{(1-p)t_f}{t_f + t_p}$ 。



## 二、协议 5 分析。

### 1. 协议 5 流程图：



## 2. 协议 5 效率分析:

1. 协议 5 的效率相较协议 4 有所改善。协议 5 扩大了发送窗口大小, 接收窗口仍然为 1。当链路带宽为  $B$ , 信息从发送方传输到接收方的延迟为  $D$  时, 只要发送方的滑动窗口大小  $\geq 2BD+1$ , 便能使得链路利用率达到 100%;

2. 协议 5 中, 当发送的数据帧达到发送窗口上限时, 须等待确认帧才能发送下一批数据帧。此时若接收方长时间没有数据帧发送, 则确认帧号长时间不能发出。在等待确认的期间, 发送方处于空闲状态, 浪费通信信道的带宽资源;

3. 在协议 5 中, 采用超时重发而对出错帧不确认, 并采用捎带的方式进行确认。若超时未收到确认, 则需要重新传输发送窗口内所有未确认的数据帧, 从而导致数据传输停顿, 很大程度上降低了该协议的传输效率。若传输错误率较高, 则将浪费大量的带宽用于重传, 因此适用于错误发生较少的情况;

4. 信道利用率分析: 考虑 A、B 双方通信, 发送窗口大小为  $N$ , A 先向 B 发送  $N$  帧, B 再向 A 发送  $N$  帧 (并捎带确认) 的情况。

当传输不出错时, 总耗时  $t = N \cdot t_f + t_f + 2t_p = (N + 1)t_f + 2t_p$ 。

假设第  $i$  帧传输出错, 则需对包括其在内的后  $N - i$  帧进行重传, 额外消耗:

$$t_i = (N - i)t_f + t_f + 2t_p$$

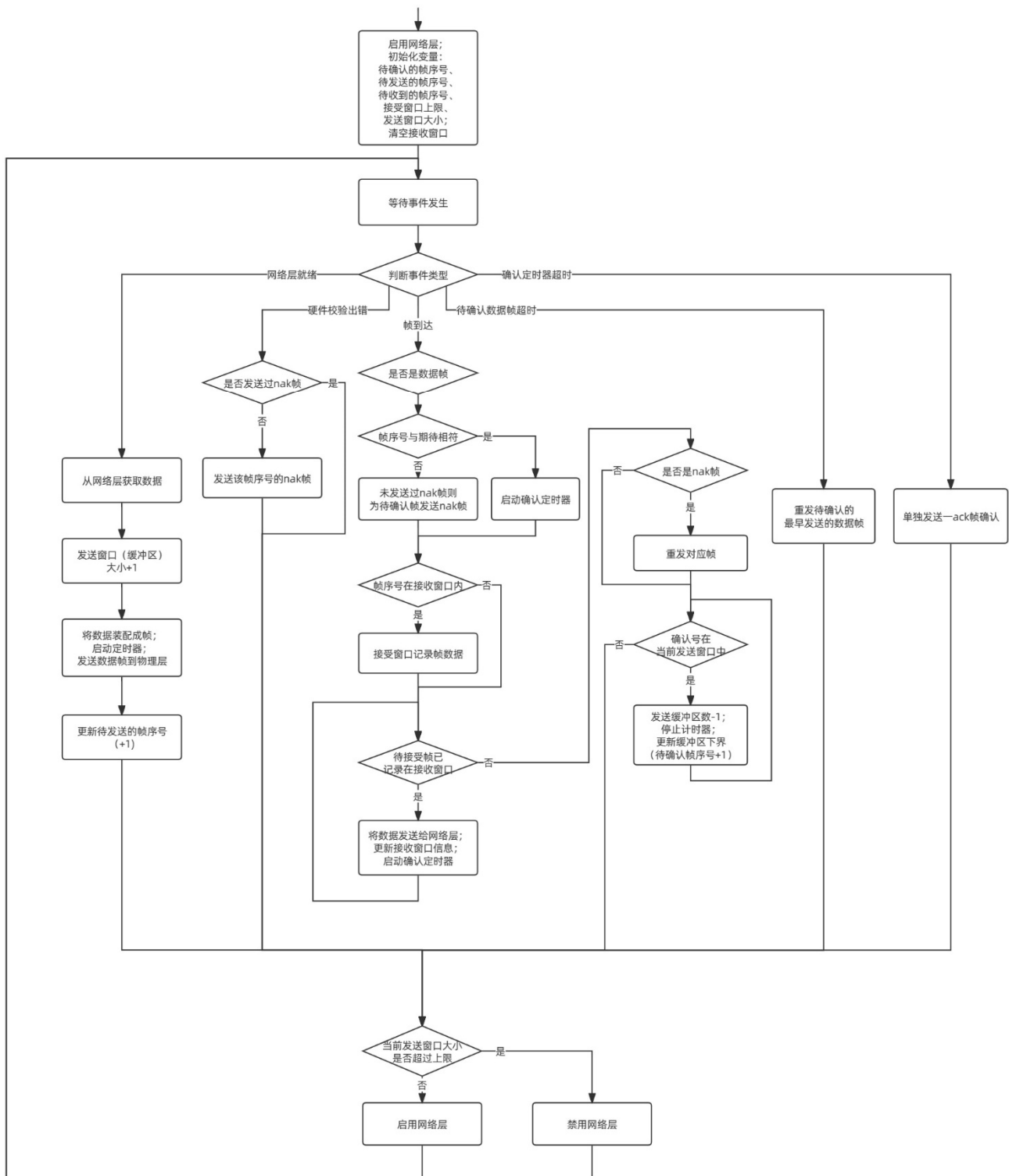
因此考虑传输错误率的平均每帧传输时间为:

$$t_{av} = t + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} (1 - p) \sum_j^{\infty} j p^j t_j$$

故, 信道利用率为  $\frac{2Nt_f}{t_{av}}$ 。

### 三、协议 6 分析。

#### 1. 协议 6 流程图：



## 2. 协议 6 效率分析:

1. 协议 6 中, 接收窗口的大小也得到扩大。发送方和接收方的滑动窗口大小都满足  $1 \leq \text{窗口大小} \leq 2^{n-1}$  ( $n$  为帧序号位数)。不仅发送方在不用等待确认的情况下连续发送多帧, 接收方也可以乱序接收数据帧, 从而提高了传输效率;

2. 协议 6 增加了否定确认 nak, 当收到一个错帧或非期望的帧时则发送 nak 帧。因此, 在协议 6 中发送方只需重传未收到确认的数据帧, 而不需要重传已经被正确接收的数据帧, 从而提高了网络的传输效率;

3. 协议 6 增加了确认定时器。当收到正确的帧且反向没有可捎带确认的数据帧时, 则启动确认定时器等待。如果在等待时间内有需要发送的数据帧则捎带确认; 如果等待超时了还没有等到数据帧, 则立即发送一个单独的 ack 帧。这样可以避免由于长时间没有数据帧发送而导致的传输效率降低;

4. 信道利用率分析: 考虑 A、B 双方通信, 发送窗口大小为  $N$ , A 先向 B 发送  $N$  帧, B 再向 A 发送  $N$  帧 (并捎带确认) 的情况。

当传输不出错时, 总耗时  $t = N \cdot t_f + t_f + 2t_p = (N + 1)t_f + 2t_p$ 。

假设第  $i$  帧传输出错, 则需对其进行重传, 额外消耗:

$$t_i = 2t_f + 2t_p$$

因此考虑传输错误率的平均每帧传输时间为:

$$t_{av} = t + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} (1-p) \sum_j^{\infty} j p^j t_j$$

故, 信道利用率为  $\frac{2Nt_f}{t_{av}}$ 。