

# Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System 论文阅读笔记

---

之前看过一点分布式算法：[Distributed Computing — Principles, Algorithms, and System 笔记](#)，看这篇就比较轻松了。

**happens-before relation:**  $a \rightarrow b$ , event  $a$  happens before event  $b$  if

- $a$  和  $b$  在同一进程，并且  $a$  sequences before  $b$
- $a$  和  $b$  在不同进程，并且  $a$  synchronizes before  $b$ ，即  $a$  是一个消息发送事件， $b$  是一个消息接收事件
- $\rightarrow$  具有传递性

*happens-before* 是偏序关系 (partial ordering)，称  $a$  与  $b$  是并发的，即  $a \parallel b$ ，如果  $a \rightarrow b$  并且  $b \rightarrow a$ 。

## Logical Clock

---

logical clock 是每一个进程自己的递增的 counter (递增步幅不定)，当一个事件发生时就产生一个 timestamp,  $C_i(a)$ 。

如果  $a \rightarrow b$ ，那么

- $a$  和  $b$  在同一进程，有  $C(a) < C(b)$
- 进程  $p_i$  的发送事件  $a$  和进程  $p_j$  的接受事件  $b$ ，有  $C_i(a) < C_j(b)$

于是有

$$a \rightarrow b \Rightarrow C(a) < C(b)$$

反之不成立

## Ordering the Events Totally

---

在进程间定义全序关系  $\prec$ ，可以任意指定

定义事件全序关系  $a \Rightarrow b$ ，事件  $a \in p_i$ ，事件  $b \in p_j$ ，如果

- $C_i(a) < C_j(b)$  或者
- $C_i(a) = C_j(b) \wedge p_i \prec p_j$

于是有  $a \rightarrow b$  推出  $a \Rightarrow b$

有句话他在 intro(Ref[1]) 中强调了：

The synchronization is specified in terms of a State Machine.

(在 FIFO 通信模型中) A process can execute a command timestamped  $T$  when it has learned of all commands issued by all other processes with timestamps less than or equal to  $T$ .

## Physical Clocks

---

$C_i(t)$  表示进程  $p_i$  在物理时刻  $t$  时的进程逻辑时钟的值。

- $|C'_i(t) - 1| < k$
- $|C_i(t) - C_j(t)| < \epsilon$

为了保证：在物理时刻  $t$  从  $p_j$  发出的信息到达  $p_i$  的时钟  $C_i(t + t_0)$  一定比  $C_j(t)$  大，我们需要找到一个  $\mu$ ，使得  $C_i(t + \mu) - C_j(t) > 0$ ，其中  $\mu$  是比传输时间小的值。

粗略估计，当  $\mu \geq \frac{\epsilon}{1-k}$  时， $C_i(t + \mu) - C_j(t) > 0$  成立。（这保证了现实世界中的同步关系，即所有进程所组成的系统之外的 happens-before 关系）

最后给了个定理，没看懂说的啥，以后看吧。

## Reference

---

- [Lamport introduction](#)
- [Lamport's "Time, Clocks and the Ordering of events in a Distributed System."](#)
- [Lamport timestamps - Wiki](#)
- [论文笔记: Time, clocks, and the ordering of events in a distributed system](#)
- [Time and clocks and ordering of events in a distributed system](#)
- [【每周论文】Time, Clocks, and Ordering of Events in a Distributed System](#)
- [time-clocks原版英文PPT](#)
- [Week 7: Time, Clocks, and Ordering of Events in a Distributed System](#)