



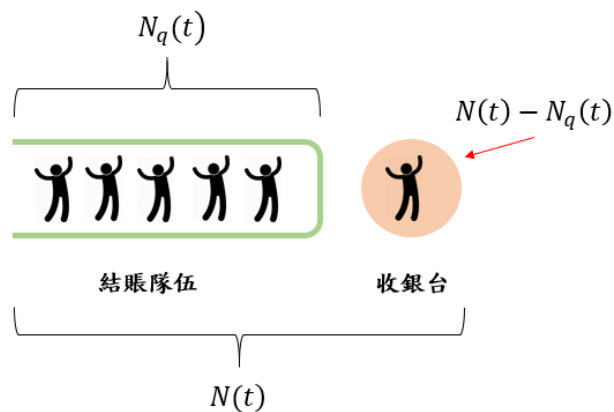
# Performance Measurement

## 1. 針對人數的計算

$N(t)$ : number of users in time  $t$  in system (  $t$  時刻系統的總人數)

$N_q(t)$ : number of users in the waiting area. (  $t$  時刻在排隊的人數)

$N(t) - N_q(t)$  : number of users being served (  $t$  時刻正在被服務的人數)



計算系統內總人數的期望值：

$$L = E[N] = \sum_{n=1}^{\infty} nP_n$$

$$P_n = \Pr\{ N(t) = n \}, \text{ where } t \rightarrow \infty$$

計算系統內總人數的期望值：

$$L_q = E[N_q] = \sum_{n=c+1}^{\infty} (n - c)P_n$$

✧  $c$  為在 server 的人數，即減去已經在收銀檯的那個人。

✧ 以上都是根據期望值的定義寫出。



## 2. 針對時間的計算

$T$  : total time that a user stays in the system.

$T_q$  : total time a user waiting before served.

**Mean system delay** (一進一出的總時間稱為系統延遲，即一個使用者從進入系統開始排隊到被服務後離開系統的總時間)

$$W = E[T]$$

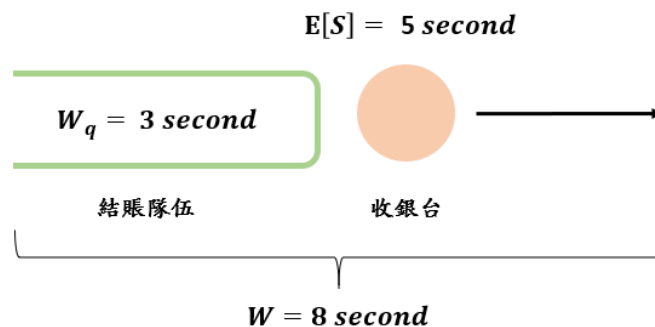
**Mean waiting time before served** (平均等待時間，即排隊的時間)

$$W_q = E[T_q]$$

**Mean service time** (平均等待時間，即排隊的時間)

$$W - W_q = E[S]$$

E.g. :



✧ 期望值並不是個難以理解的東西。

✧ 站在人的角度，會關心說我還要等多久（時間），或者是關心還有多少人在前面（人數），因此會有以上兩種評估系統的方式。