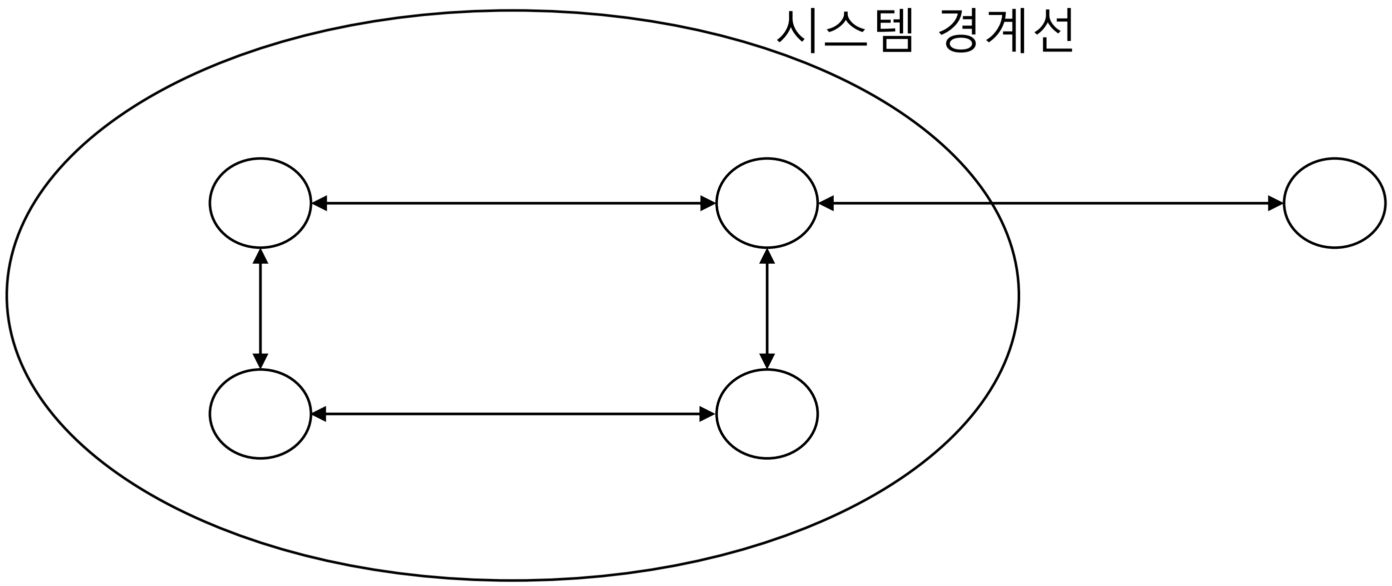
전산통계

Chapter 1. 시스템과 모형

1.1 시스템

- 문제가 주어진 환경, 상황, 갖추어야 할 조건 등을 구체적으로 정의한 후 에 문제 해결을 위한 논리적 구조를 파악 필요
- 시스템이란 서로 관련된 여러 개의 구성요소들의 집합체



- 시스템의 파악
  - 시스템의 구성요소들을 파악
  - 구성요소들 사이의 내적 관계를 파악
  - 시스템 내부와 외부를 구분하는 기준을 파악
  - 시스템 내부와 외부의 관계를 파악

- 시스템의 올바른 분석을 통하여 시스템의 문제점을 도출, 최적의 시스템 구성과 조건을 찾아내어 시스템을 개선할 수 있다.

- 구성요소 : 시스템을 구성하고 있는 부품
- 속성 : 구성요소들이 갖고 있는 논리적 또는 수치적 값으로 현재의 구성요소의 특징을 나타냄
- 외생변수 (exogenous variable) : 시스템 외부에서 주어진 값으로 시스템에 영향을 주지만 시스템 내부에서는 변경할 수 없는 변수
- 내생변수 (endogenous variable) : 외생변수의 영향을 받아 시스템 내부에서 변화하는 변수
- 상태 : 시스템이나 구성요소가 갖는 어느 한 시점에서 갖는 값
- 사건 : 시스템의 상태를 변화시키는 원인이 되는 행동

병원시스템에서 구성요소와 변수들

- 구성요소
  - 인적 구성요소 : 의사, 간호원, 행정직원, 환자 등
  - 물적 구성요소 : 건물의 형태, 부서, 입원실, 의료기기 등
- 속성
  - 인적 구성요소 : 전공 또는 부서, 직위, 이름, 성별, 나이 등
  - 물적 구성요소 : 부서의 종류, 입원실 침대의 수, 의료기기 수량
- 변수
  - 외생변수 : 환자가 병원에 오는 도착 간격시간, 진단과 치료에 필요한 처리시간
  - 내생변수 : 부서별 구성요소의 변화에 따른 환자의 총 시스템시간, 각 단계별 처리시간, 부서별 하루 진료 환자수

- 상태
  - 침대의 수, 대기 중인 환자의 수, 응급실 환자의 수
  - 환자의 대기시간, 환자의 신장
- 사건
  - 환자의 방문
  - 환자의 치료가 끝남
  - 대기상태에서 다음 단계의 치료 상태로 들어감

부서별 치료 단계별 환자의 대기 및 처리시간과 구성요소들의 상태를 조사하여 어떠한 구성과 흐름이 병원, 의사, 간호원, 환자에게 가장 최적인가를 찾아내는 것이 시스템 분석으로 목적

- 시스템의 상태는 시간에 따라 변화하기 때문에 변화 형태를 보고 시스템 구분 가능
- 시간의 흐름에 따라 각 상태에 있을 확률이 변화가 없을 때, 시스템이 고정된 상태
- 시간에 따라 확률이 변화할 때, 시스템이 일시적 상태

- 동일한 주사위를 반복해 던지는 실험
- 무한 모집단에서 유한개의 표본을 임의 추출하는 실험
- 이차원 확률보행 실험
- 우체국에서의 한 직원의 서비스 시간의 측정

- n개의 구성요소로 이루어져 있는 시스템

  - 각 구성요소의 현 상태를 작동(1)과 고장(0)으로 나타내고, 시스템의 현 상태도 작동(1)과 고장(0)으로 만 나타내는 경우

  - X_i를 i번째 구성요소의 상태변수라고 하면 $\mathrm{P}(X_i = 1) = p_i, \mathrm{P}(X_i = 0) = 1 - p_i$

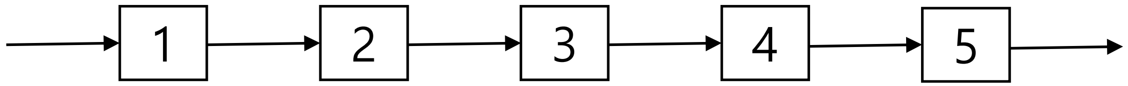
  - p_i (i번째 구성요소가 작동할 확률)를 i번째 구성요소의 신뢰도 (reliability)라고 한다.

  - 이들 변수들로 구성된 함수 Φ가 시스템의 상태를 나타내는 변수라고 할 때, $P(\Phi = 1)$을 시스템 신뢰도라고 한다.

- 직렬시스템
  - 각 구성요소의 상태변수가 서로 독립이라면

$$\Phi = \min\{X_1, X_2, \cdots, X_n\} = \prod_{i=1}^{n} X_i$$

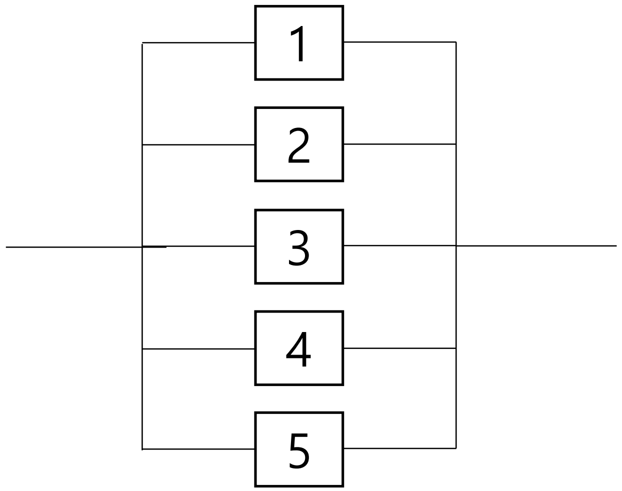
$$P(\Phi = 1) = \prod_{i=1}^{n} p_i$$



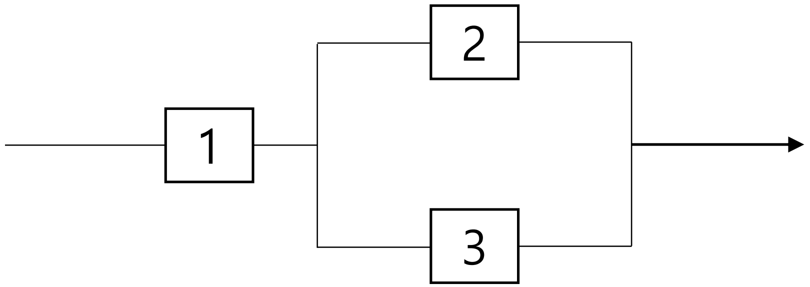
- 병렬시스템
  - 각 구성요소의 상태변수가 서로 독립이라면

$$\Phi = \max\{X_1, X_2, \cdots, X_n\} = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - X_i)$$

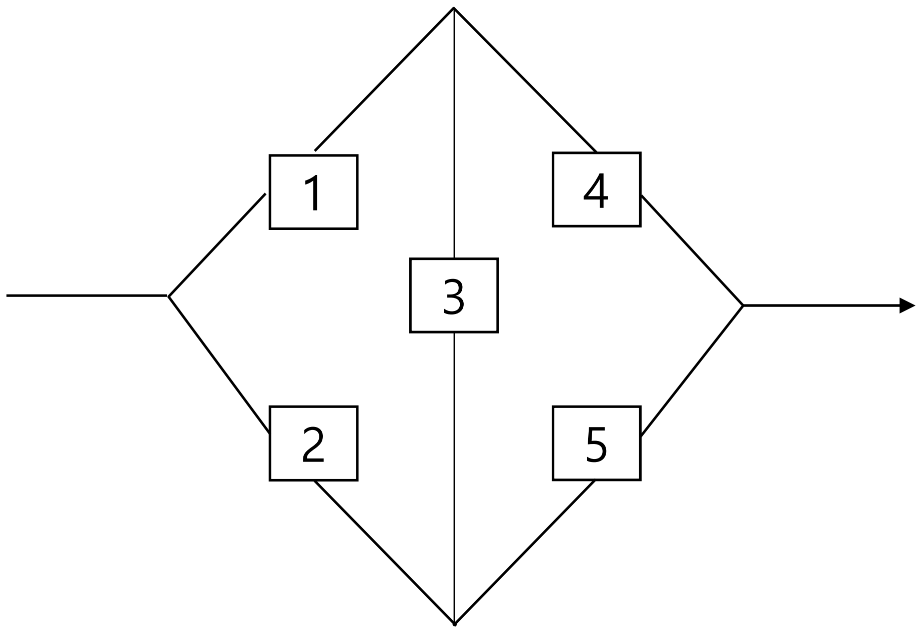
$$P(\Phi = 1) = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - p_i)$$

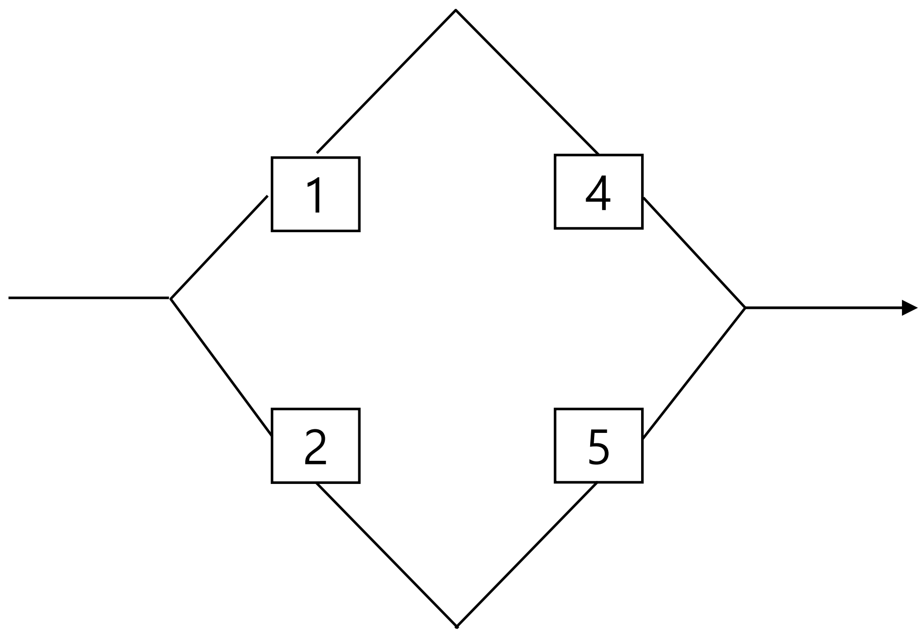


- $P(X_i = 1) = p_i, i = 1, 2, \cdots, n$ 일 때, 시스템을 이루고 있는 모든 구성요소들의 상태 변수는 서로 독립이다. 즉, $P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \cdots, X_n = x_n) = \prod_{i=1}^{n} P(X_i = x_i)$.
- 여기서 $x_i = 1\ or\ 0$.



$$P(\Phi = 1) = p_1 \times (1 - (1 - p_2)(1 - p_3))$$



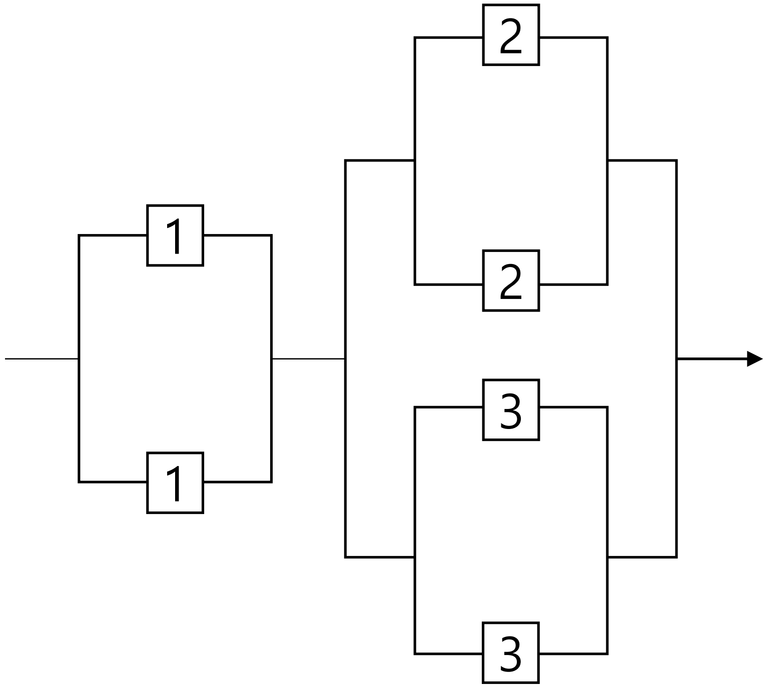


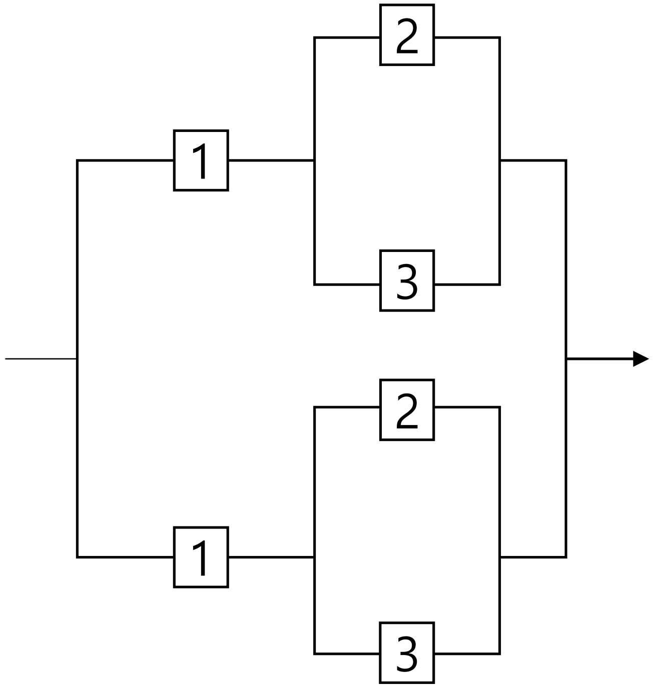
$$P(\Phi = 1) = P(\Phi = 1|X_3 = 1)P(X_3 = 1) + P(\Phi = 1|X_3 = 0)P(X_3 = 0)$$

$$P(\Phi = 1|X_3 = 1) = \big(1 - (1 - p_1)(1 - p_2)\big) \times \big(1 - (1 - p_4)(1 - p_5)\big)$$

$$P(\Phi = 1|X_3 = 0) = 1 - (1 - p_1 \cdot p_4) \times (1 - p_2 \cdot p_5)$$

- 모든 부품의 신뢰도가 같다고 가정하자. 즉, $P(X_i = 1) = p, i = 1,2,\cdots,n$.





- $h_1(p) = (1-(1-p)^2) \times \left(1-\left(1-(1-(1-p)^2)\right)^2\right)$
- $h_2(p) = 1-(1-p \times (1-(1-p)^2))^2$

```
> p<-seq(0,1,.001)
> h1<-(1-(1-p)^2)*(1-(1-(1-(1-p)^2))^2)
> h2<-1-(1-p*(1-(1-p)^2))^2
> h.dif<-h1-h2
> summary(h.dif)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.00000 0.01092 0.04970 0.05233 0.09299 0.11160
> result<-cbind(p, h1, h2, h.dif)
>
> x11()
> par(mfrow=c(1,2))
> plot(p, h1, ylab='h', type='l', col='red')
> text(.4, .7, 'h1')
> lines(p, h2)
> text(.4, .3, 'h2')
>
> plot(p, h.dif, type='l', ylim=c(0, .15), ylab='h1-h2')
```