

# 통 계 계 산 입 문

- 효율적인 버스 배차 간격 -

## I . 문제 제기

서울 272번 간선버스



첫차시간

04:15      막차시간 22:30      배차간격 3~5분

주요노선

면목동 - 면목본동주민센터 - 중랑교(중) - 제기동서울약령시장 - 성북구청 - 창경궁서울대학교  
병원 - 이대부고 - 사천교밀 - 남가좌동 | [버스노선 전체보기](#)

부가정보

[대중교통 길찾기](#)

버스 시간표에 의하면 272번 간선버스의 배차간격은 3~5분이다. 그러나 실제적으로는 평균이 5분이고 표준편차가 3분인 정규분포를 따른다. 한편 승객이 272번 간선버스를 승차하기 위해 성대입구 정류소에 도착하는 시간은 평균 2분인 지수분포를 따른다고 하자. 마지막으로 성대입구 정류소에 도착하는 버스의 공석수는 평균 7인 포아송 분포를 따른다고 하자.  
(단, 버스는 입석을 허용하지 않는다.)

목적 : 연속적으로 12시간에 해당하는 시뮬레이션을 수행한 후 결과를 알아봄

- 1) 총 도착한 버스의 수
- 2) 각 버스의 비어있는 공석의 수
- 3) 총 도착한 승객의 수
- 4) 초과되는 승객의 수

가. 시뮬레이션 실험의 설계

1. 최초의 시각은 0
2. 총 시뮬레이션 시간(버스의 운행시간)은 12시간(720분)으로 한다.
3. 필요한 변수

변 수	변 수 설 명	변 수	변 수 설 명
b1	버스 도착시간	c1	승객 도착시간
b2	버스의 총 운행시간	c2	승객의 누적 도착시간
b3	버스의 수	c3	승객의 수
e1	각 버스의 빈자리		
e2	각 버스의 누적 빈자리		

나. 난수 추출

변수	함 수 식	설 명
b1	1) append(b1, rnorm(1, mean=5, sd=3))	평균 5, 표준편차 3인 정규분포
e1	2) rpois(b3, 7)	평균 7인 포아송분포를 따름
c1	3) append(c1 rexp(1, 1/2))	평균 2인 지수분포를 따름

## Ⅱ. 프로그램 짜기

```
f=function(n){
```

```
#1. 12시간동안 도착하는 버스의 수
```

```
b1=NULL
```

```
b2=0
```

```
while (b2 < 720)
```

```
{ b1=append(b1, rnorm(1, n, 3))
```

```
  b2=sum(b1)
```

```
}
```

```
b3=length(b1)-1
```

#2. 각 버스의 비어있는 공석의 수

```
e1=rpois(b3, 7)
```

```
e2=sum(e1)
```

#3. 12시간동안 도착하는 승객의 수

```
c1=NULL
```

```
c2=0
```

```
while (c2 < 720)
```

```
{ c1=append(c1, rexp(1, 0.5))
```

```
  c2=sum(c1)
```

```
}
```

```
c3=length(c1)-1
```

#4. 초과되는 승객의 수

```
q=c3-e2
```

```
print(b3)
```

```
print(e2)
```

```
print(c3)
```

```
print(q)
```

```
}
```

\* 문제점 - 버스가 1개 지나갈때마다 오는 승객수와 남은 승객수를 계산해야하나  
너무 어려워서 그냥 총 버스의 공석과 총 오는 승객수로 계산했다

### Ⅲ. 적 용

1. 평균 5일 경우 초과되는 승객의 수  
f(5)

시행횟수	버스의 수	공석의 수	승객의 수	초과승객
1	161	1125	336	-789
2	151	1120	351	-769
3	141	1044	384	-660
4	141	990	362	-628
5	138	968	376	-592
6	141	949	376	-573
7	137	989	374	-615
8	141	1036	364	-672
9	139	940	337	-603
10	141	942	361	-581
평균	143.10	1,010.30	362.10	-648.20

위의 경우를 살펴보면 공석 숫자가 평균 648개나 남는 것을 알 수 있다.  
따라서 버스 수가 과도하게 많은 것을 알 수 있다.  
그렇다면 버스 사이의 간격을 몇분으로 늘려야 가장 적당할까?

- 평균 간격이 10분인 경우  
f(10)

시행횟수	버스의 수	공석의 수	승객의 수	초과승객
1	65	479	356	-123
2	70	483	366	-117
3	70	525	376	-149
4	71	509	392	-117
5	69	497	363	-134
6	71	491	371	-120
7	74	478	388	-90
8	75	527	351	-176
9	69	510	353	-157
10	66	455	363	-92
평균	70.00	495.40	367.90	-127.50

10분의 경우도 공석 숫자가 남는 것을 알 수 있다.

평균의 변화에 따른 초과승객의 변화

	12분	13분	14분	15분	16분
1	-31	22	14	55	95
2	-31	-48	4	10	60
3	-60	2	46	-13	30
4	-49	16	-7	12	67
5	-66	3	1	23	110
6	-82	-24	-9	54	78
7	-77	-72	-32	44	63
8	-51	17	-19	58	38
9	-74	-26	10	-26	30
10	-98	3	-30	17	55
평균	-61.90	-10.70	-2.20	23.40	62.60

따라서 배차간격을 14분으로 했을 경우 가장 효율적이라고 말할 수 있다.

\* 평균 14분일때 초과승객의 표본으로부터 평균과 표준편차를 구해보자

```
f1=function(n){
c1=NULL
while(length(c1)<n) {
c1=append(c1, f(14))
}
a=mean(c1)
b=sqrt(var(c1))
return(a,b)
}
f1(10000)
```

결과값 : 평균 3.5652  
표준편차 28.60568

```
ff=function(n){
a=0.975
xm=3.5652
s=28.60568
t2=qt(a, n-1)
err=t2*s/sqrt(n)
U=xm+err
L=xm-err
return(c(L,U))
}
ff(10000)
```

모평균의 신뢰구간  
(3.004509, 4.125871)

한계점 : 문제를 시작함에 있어서 우리는 제약조건으로 (단, 버스는 입석을 허용하지 않는다.)를 배경으로 하였다. 그러나 현실적으로 볼 때 버스는 좌석이 비어있지 않더라도 입석으로 타는 손님이 많다. 그러므로 위의 결과가 현실을 명확히 반영하였다고는 보기힘들다.

## 목 차

### I. 문제 제기

서울 272번 간선버스

가. 시뮬레이션 실험의 설계

나. 난수 추출

### II. 프로그램 짜기

### III. 적 용

1. 평균 5일 경우 초과되는 승객의 수