**DOE Midterm Exam (2017/04/18)**

1. 어떤 사물을 바라볼 때 눈이 초점을 맞추는 데 걸리는 시간()이 거리에 따라 다른 지를 분석하고자 5명을 random으로 선정하여 4 거리에서 실험한 결과가 다음과 같다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 거리 (m) | 실험 대상(subject) | 합계 |
| 1 2 3 4 5 |
| 4  6  8  10 | 10 6 6 6 6  7 6 6 1 6  5 3 3 2 5  6 4 4 2 3 | 34  26  18  19 |
| 합 계 | 28 19 19 11 20 | 97 |

**Part A:** 이 실험에서 5명의 실험 결과를 각 거리 마다 5회의 반복 실험으로, 전체 20회의 실험 순서는 random 하게(**completely randomized design**) 실시되었다고 가정할 때 ANOVA 분석 결과는 다음의 표와 같다.

|  |  |
| --- | --- |
| Source | SS df MS F |
| Treatment  Error  Total | 32.95 (a) (b) (c)  51.60 (d) (e)  84.55 (f) (?) |

1. 위 실험에 맞는 모형(model)을 제시하고, 거리에 따라 초점을 맞추는 데 걸리는 시간에 차이가 있는 지를 검정하는 위 ANOVA의 가설을 제시하여라.

단, 거리(treatment) 효과를 로 표기할 것.

1. 위 표에서 F-통계량의 값 (c)을 구하고, 문항 i)의 가설에 대해 유의수준 에서 검정을 수행하라 (결론을 제시할 것).

**Part B:** 실제 위 실험은 각 실험 대상에서 4 거리에 대해 random으로 순서를 정해 실험이 수행되었다고 한다 (**RCBD** 적용). 이 경우에 대하여 아래의 각 문항에 답하라.

1. 이 실험에 맞는 모형과 가정, 그리고 가설을 제시하여라. (실험 대상을 Block으로, 그 효과를  로 표기할 것)
2. 을 구하여 이 실험에 맞는 ANOVA Table을 구하여라.
3. 4 거리에 대해 초점을 맞추는 데 걸리는 시간에 차이가 있는 지를 Fisher의 LSD 방법으로 분석하여라.
4. 의 추정값을 구하여라.
5. 유리유형(G)과 인광물질(P)의 유형이 TV tube의 밝기에 미치는 영향을 분석하려고 한다. 반응변수는 특정 밝기 수준에 도달하는 데 필요한 전류(Y)로 측정되었다. 실험결과와 ANOVA Table이 다음과 같다고 할 때, 괄호 안의 수치는 각 cell에서의 합이다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| G | P  1 2 3 | 합계 |
| 1 | 280 300 290  290 (855) 310 (905) 285 (865)  285 295 290 | 2,625 |
| 2 | 230 260 220  235 (705) 240 (735) 225 (675)  240 235 230 | 2,115 |
| 합계 | 1,560 1,640 1,240 |  |

1. 두 요인, 유리유형(G)와 인광물질(P)의 main effect (average) plot을 각각 작성하고, 수준별 모평균에 차이가 있는 지를 설명하라.
2. 두 요인 사이의 interaction effect plot을 작성하고, 그 effect가 있는 지를 설명하라.

※ 두 요인에 대한 factorial experiment의 ANOVA 결과는 다음과 같다.

|  |  |
| --- | --- |
| Source | SS df MS F p-값 |
| P  G  PG  Error  Total | 933.33 (a)  14450.00 (b)  133.33 (c)  633.33 (d)  16150.00 (e ) |

1. 위 ANOVA 분석에 타당한 모형과 가정(assumption)을 제시하여라.
2. 두 요인 간에 교호작용(interaction effect)이 있는 지를 검정하고자 한다. 타당한 가설을 제시하고, 검정을 수행하여라.
3. 4개 타이어의 마모 정도를 분석하고자 4대의 자동차에 RCBD의 방법으로 타이어를 장착하여 실험한 결과와 ANOVA table이 다음과 같다.

Car Brand ANOVA

A B C D 합계 Source df SS MS F

I 17 14 12 13 56 Brand (a) 30.69

II 14 14 12 11 51 Cars (b) 38.69

III 13 13 10 11 47 Error (c) 11.56

IV 13 8 9 9 39 Total (d) 80.94

합계 57 49 43 44 193

제곱합 823 625 469 492 2409

* 위 자료에서 car III의 D 타이어 자료가 missing이라고 가정하고 각 문항에 답하라.

1. Missing data (car III의 D 타이어)에 대한 추정치를 구하여라
2. 이 추정치를 대입하여 ANOVA를 다시 작성한다고 할 때, 세 요소 (Brand, Cars, Error)의 자유도(df)를 제시하여라.
3. 이 추정치를 사용하여 Brand의 제곱합()을 계산하여라.
4. 모든 실험 순서가 random으로 정해져 수행된 (completely randomized design) random effect model에 대해 아래의 각 문항에 답하여라. (※ 과정을 제시할 것)

, , 

단 이고  with 

1. 을 구하여라
2. 을 구하여라
3. de

C

C

C

c