# **Trabajo práctico de campo**

## Agustin Croveto1, Maximiliano Tulian 2

1) E-mail: [agcrov@gmail.com](mailto:agcrov@gmail.com), Legajo: 39531

2) E-mail: [k39446@frro.utn.edu.ar](mailto:k39446@frro.utn.edu.ar), Legajo: 39446

Universidad Tecnológica Nacional

Zevallos 1341 Rosario, Santa Fe, Argentina

**Presentación**

Se propone analizar un sistema de cola simple con el objetivo de determinar el tipo de distribución que representa el tiempo entre arribos y el tiempo de servicio.

**Introducción**

La cola simple elegida es la del bar O’Connell’s ubicado en calle Pellegrini 784. El horario analizado fue el del HappyHour en el cual se presenta la máxima cantidad de clientes en cola.

Las variables que vamos a utilizar son A = Tiempo entre arribos de dos personas al bar, B = tiempo de atención de un cliente. Para determinar el comportamiento de las variables A y B se deben realizar los siguientes pasos:

1. Realizar una muestra del bar que sea representativa de la población.
2. Realizar el análisis descriptivo de las variables A y B.
3. Realizar las gráficas que representen las clases de cada una de las variables a analizar.
4. Plantear la hipótesis de que las variables se comportan de manera exponencial.
5. Realizar el test de Chi-cuadrado.
6. Obtener una conclusión en función al resultado del Test de Chi-cuadrado.

**Modelo del sistema**

****

Figura 1- Diagrama de cola simple de O’Connell’s

**Muestra**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Arribo** | **Partida** | **T servicio** | **Cola** | **T Espera** | **T entre arribos** |
| **1** | 0,00 | 1,03 | 1,03 | 8 | 0,00 | 0,00 |
| **2** | 1,20 | 3,11 | 1,91 | 8 | 0,17 | 1,20 |
| **3** | 3,24 | 4,09 | 0,85 | 9 | 0,13 | 2,04 |
| **4** | 3,41 | 4,50 | 0,41 | 10 | 0,68 | 0,17 |
| **5** | 4,55 | 5,20 | 0,65 | 7 | 0,05 | 1,14 |
| **6** | 5,00 | 5,58 | 0,38 | 7 | 0,20 | 0,45 |
| **7** | 7,27 | 8,57 | 1,30 | 8 | 1,69 | 2,27 |
| **8** | 9,05 | 10,08 | 1,03 | 1 | 0,48 | 1,78 |
| **9** | 10,40 | 12,23 | 1,83 | 8 | 0,32 | 1,35 |
| **10** | 11,19 | 13,05 | 0,82 | 9 | 1,04 | 0,79 |
| **11** | 11,58 | 13,30 | 0,25 | 10 | 1,47 | 0,39 |
| **12** | 12,37 | 15,19 | 1,89 | 11 | 0,93 | 0,79 |
| **13** | 13,21 | 15,50 | 0,31 | 11 | 1,98 | 0,84 |
| **14** | 14,41 | 16,35 | 0,85 | 11 | 1,09 | 1,20 |
| **15** | 14,50 | 17,40 | 1,05 | 12 | 1,85 | 0,09 |
| **16** | 16,00 | 18,35 | 0,95 | 11 | 1,40 | 1,50 |
| **17** | 16,50 | 19,50 | 1,15 | 11 | 1,85 | 0,50 |
| **18** | 18,30 | 20,30 | 0,80 | 10 | 1,20 | 1,80 |
| **19** | 19,39 | 21,15 | 0,85 | 8 | 0,91 | 1,09 |
| **20** | 21,12 | 21,58 | 0,43 | 7 | 0,03 | 1,73 |
| **21** | 21,28 | 23,02 | 1,44 | 8 | 0,30 | 0,16 |
| **22** | 21,50 | 26,26 | 3,24 | 9 | 1,52 | 0,22 |
| **23** | 25,52 | 26,57 | 0,31 | 9 | 0,74 | 4,02 |
| **24** | 26,41 | 28,04 | 1,47 | 9 | 0,16 | 0,89 |
| **25** | 27,57 | 30,16 | 2,12 | 9 | 0,47 | 1,16 |
| **26** | 28,20 | 31,20 | 1,04 | 9 | 1,96 | 0,63 |
| **27** | 28,36 | 33,17 | 1,97 | 10 | 2,84 | 0,16 |
| **28** | 30,32 | 33,48 | 0,31 | 9 | 2,85 | 1,96 |
| **29** | 30,51 | 34,28 | 0,80 | 11 | 2,97 | 0,19 |
| **30** | 31,40 | 35,13 | 0,85 | 11 | 2,88 | 0,89 |
| **31** | 31,53 | 35,30 | 0,17 | 12 | 3,60 | 0,13 |
| **32** | 33,26 | 36,15 | 0,85 | 9 | 2,04 | 1,73 |
| **33** | 35,43 | 36,52 | 0,37 | 9 | 0,72 | 2,17 |
| **34** | 36,00 | 37,08 | 0,56 | 10 | 0,52 | 0,57 |
| **35** | 36,31 | 38,11 | 1,03 | 10 | 0,77 | 0,31 |
| **36** | 36,43 | 38,44 | 0,33 | 11 | 1,68 | 0,12 |
| **37** | 37,20 | 41,20 | 2,76 | 10 | 1,24 | 0,77 |
| **38** | 40,24 | 41,54 | 0,34 | 9 | 0,96 | 3,04 |
| **39** | 42,49 | 43,00 | 0,51 | 8 | 0,95 | 2,25 |
| **40** | 43,47 | 44,00 | 0,53 | 7 | 0,47 | 0,98 |
| **41** | 44,22 | 44,35 | 0,13 | 7 | 0,22 | 0,75 |
| **42** | 45,17 | 45,42 | 0,25 | 8 | 0,82 | 0,95 |
| **43** | 45,54 | 46,16 | 0,62 | 8 | 0,12 | 0,37 |
| **44** | 46,01 | 48,14 | 1,98 | 9 | 0,15 | 0,47 |
| **45** | 46,52 | 49,57 | 1,43 | 9 | 1,62 | 0,51 |
| **46** | 47,08 | 51,31 | 1,74 | 10 | 2,49 | 0,56 |
| **47** | 48,33 | 53,25 | 1,94 | 9 | 2,98 | 1,25 |
| **48** | 50,06 | 53,38 | 0,13 | 10 | 3,19 | 1,73 |
| **49** | 50,50 | 57,14 | 3,76 | 11 | 2,88 | 0,44 |
| **50** | 51,17 | 57,20 | 0,06 | 12 | 5,97 | 0,67 |
| **51** | 53,25 | 57,33 | 0,13 | 12 | 3,95 | 2,08 |
| **52** | 53,51 | 59,34 | 2,01 | 12 | 3,82 | 0,26 |
| **53** | 54,09 | 60,13 | 0,79 | 11 | 5,25 | 0,58 |
| **54** | 55,40 | 61,10 | 0,97 | 12 | 4,73 | 1,31 |
| **55** | 56,17 | 61,21 | 0,11 | 13 | 4,93 | 0,77 |
| **56** | 58,36 | 61,34 | 0,13 | 11 | 2,85 | 2,19 |
| **57** | 59,09 | 63,56 | 2,22 | 12 | 2,25 | 0,73 |
| **58** | 59,46 | 65,15 | 1,59 | 12 | 4,10 | 0,37 |
| **59** | 61,34 | 65,44 | 0,29 | 9 | 3,81 | 1,88 |
| **60** | 62,07 | 66,46 | 1,02 | 10 | 3,37 | 0,73 |
| **61** | 63,41 | 66,53 | 0,07 | 11 | 3,05 | 1,34 |
| **62** | 63,48 | 67,56 | 1,03 | 12 | 3,05 | 0,07 |
| **63** | 65,31 | 68,17 | 0,61 | 11 | 2,25 | 1,83 |
| **64** | 66,39 | 69,41 | 1,24 | 11 | 1,78 | 1,08 |
| **65** | 67,31 | 71,15 | 1,74 | 10 | 2,10 | 0,92 |
| **66** | 68,16 | 71,50 | 0,35 | 9 | 2,99 | 0,85 |
| **67** | 68,42 | 72,05 | 0,55 | 10 | 3,08 | 0,26 |
| **68** | 68,56 | 72,35 | 0,30 | 11 | 3,49 | 0,14 |
| **69** | 71,22 | 74,58 | 2,23 | 10 | 1,13 | 2,66 |
| **70** | 71,32 | 76,56 | 1,98 | 11 | 3,26 | 0,10 |
| **71** | 72,27 | 77,30 | 0,74 | 10 | 4,29 | 0,95 |
| **72** | 75,21 | 78,22 | 0,92 | 9 | 2,09 | 2,94 |
| **73** | 75,25 | 79,20 | 0,98 | 10 | 2,97 | 0,04 |
| **74** | 76,02 | 79,58 | 0,38 | 11 | 3,18 | 0,77 |
| **75** | 77,33 | 80,48 | 0,90 | 10 | 2,25 | 1,31 |
| **76** | 78,05 | 81,57 | 1,09 | 11 | 2,43 | 0,72 |
| **77** | 79,04 | 83,16 | 1,59 | 11 | 2,53 | 0,99 |
| **78** | 80,33 | 84,24 | 1,08 | 12 | 2,83 | 1,29 |
| **79** | 81,21 | 84,42 | 0,18 | 13 | 3,03 | 0,88 |
| **80** | 81,40 | 86,17 | 1,75 | 13 | 3,02 | 0,19 |
| **81** | 82,14 | 86,36 | 0,19 | 14 | 4,03 | 0,74 |
| **82** | 84,54 | 87,39 | 1,03 | 14 | 1,82 | 2,40 |
| **83** | 85,09 | 87,55 | 0,16 | 12 | 2,30 | 0,55 |
| **84** | 85,58 | 89,01 | 1,46 | 13 | 1,97 | 0,49 |
| **85** | 87,47 | 89,31 | 0,30 | 14 | 1,54 | 1,89 |
| **86** | 88,02 | 90,13 | 0,82 | 12 | 1,29 | 0,55 |
| **87** | 88,14 | 91,53 | 1,40 | 12 | 1,99 | 0,12 |
| **88** | 88,24 | 93,20 | 1,67 | 13 | 3,29 | 0,10 |
| **89** | 88,40 | 93,43 | 0,23 | 14 | 4,80 | 0,16 |
| **90** | 89,41 | 94,30 | 0,87 | 15 | 4,02 | 1,01 |
| **91** | 89,53 | 94,49 | 0,19 | 14 | 4,77 | 0,12 |
| **92** | 90,19 | 95,07 | 0,58 | 15 | 4,30 | 0,66 |
| **93** | 90,54 | 96,31 | 1,24 | 15 | 4,53 | 0,35 |
| **94** | 93,07 | 97,07 | 0,76 | 16 | 3,24 | 2,53 |
| **95** | 93,33 | 98,20 | 1,13 | 14 | 3,74 | 0,26 |
| **96** | 95,58 | 99,27 | 1,07 | 16 | 2,62 | 2,25 |
| **97** | 96,40 | 101,03 | 1,76 | 13 | 2,87 | 0,82 |
| **98** | 97,42 | 101,44 | 0,41 | 13 | 3,61 | 1,02 |
| **99** | 98,38 | 102,01 | 0,57 | 13 | 3,06 | 0,96 |
| **100** | 101,12 | 103,27 | 1,26 | 13 | 0,89 | 2,74 |

**Análisis descriptivo de la variable A (Tiempo entre arribos al bar)**

|  |  |
| --- | --- |
| *Tiempo de Arribos* | |
| Media | 1,0112 |
| Error típico | 0,081072 |
| Mediana | 0,805 |
| Moda | 0,79 |
| Desviación estándar | 0,81072 |
| Varianza de la muestra | 0,657267 |
| Curtosis | 1,117721 |
| Coeficiente de asimetría | 1,122198 |
| Rango | 4,02 |
| Mínimo | 0 |
| Máximo | 4,02 |
| Suma | 101,12 |
| Cuenta | 100 |

|  |  |
| --- | --- |
| *Intervalos T Arribos* | *Frequencia* |
| 0,804 | 50 |
| 1,608 | 27 |
| 2,412 | 17 |
| 3,216 | 5 |
| 4,02 | 1 |

**Gráfica**

Figura 2 – Frecuencia de las clases de la variable A

**Test de Chi-Cuadrado**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Clase*** | ***F. Absoluta*** | ***F.Relativa*** | ***F.r.Acumulada*** | ***(-ln(1-frA))/(*ʎ)** | ***Oi*** | ***Ei*** | ***(Ei-0i)^2*** | ***((Ei-Oi)^2)/Ei*** |
| 0,500 | 30 | 0,3 | 0,3 | 0,349 | 30 | 23 | 49 | 2,13 |
| 1,000 | 27 | 0,27 | 0,57 | 0,826 | 27 | 23 | 16 | 0,70 |
| 1,500 | 22 | 0,22 | 0,79 | 1,527 | 22 | 33 | 121 | 0,00 |
| 2,000 | 14 | 0,14 | 0,93 | 2,602 | 14 | 18 | 16 | 0,89 |
| 2,500 | 4 | 0,04 | 0,97 | 3,431 | 4 | 2 | 4 | 2,00 |
| 3,760 | 3 | 0,03 | 1 | 3,760 | 3 | 1 | 4 | 4,00 |
| **Total** | **100** | **1** | **1** | **x^2** | | | | **9,71** |
|  |  |  |  | **x^2 de tabla** | | | | 11,07 |

**Conclusión**

Dado que el Chi cuadrado obtenido es menor que el de la tabla, el Test no da prueba de que la hipótesis nula no es correcta”. Por lo tanto podemos considerar que la variable A tiene una distribución exponencial.

**Análisis descriptivo de la variable B (Tiempo entre arribos al bar)**

|  |  |
| --- | --- |
| *Tiempo de Servicio* | |
| Media | 0,9785 |
| Error típico | 0,07169 |
| Mediana | 0,85 |
| Moda | 0,85 |
| Desviación estándar | 0,716905 |
| Varianza de la muestra | 0,513952 |
| Curtosis | 1,8388 |
| Coeficiente de asimetría | 1,163536 |
| Rango | 3,7 |
| Mínimo | 0,06 |
| Máximo | 3,76 |
| Suma | 97,85 |
| Cuenta | 100 |

|  |  |
| --- | --- |
| *Intervalos Servicio* | *Frecuencia* |
| 0,500 | 30 |
| 1,000 | 27 |
| 1,500 | 22 |
| 2,000 | 14 |
| 2,500 | 4 |
| 3,760 | 3 |

**Gráfica**

Figura 3 – Frecuencia de las clases de la variable B

**Test de Chi-Cuadrado**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Clase*** | ***F. Absoluta*** | ***F.Relativa*** | ***F.r.Acumulada*** | ***(-ln(1-frA))/(*ʎ)** | ***Oi*** | ***Ei*** | ***(Ei-0i)^2*** | ***((Ei-Oi)^2)/Ei*** |
| **0,80** | 50 | 0,50 | 0,50 | 0,70 | 50 | 40 | 100 | 2,5 |
| **1,61** | 27 | 0,27 | 0,77 | 1,49 | 27 | 36 | 81 | 2,3 |
| **2,41** | 17 | 0,17 | 0,94 | 2,84 | 17 | 21 | 16 | 0,8 |
| **3,22** | 5 | 0,05 | 0,99 | 4,66 | 5 | 3 | 4 | 1,3 |
| **4,02** | 1 | 0,01 | 1,00 | 4,02 | 1 | 0 | 1 | 0,0 |
| **Total** | **100** | **1** | **1** | **X^2** | | | | **6,85** |
|  |  |  |  | **X^2 de tabla** | | | | 9,49 |

**Conclusión**

Dado que el Chi cuadrado obtenido es menor que el de la tabla, el Test no da prueba de que la hipótesis nula no es correcta”. Por lo tanto podemos considerar que la variable B tiene una distribución exponencial.