Pontificia Universidad Católica de Chile
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística
ICT2223 - Modelos de Tráfico
8 de mayo del 2026

Ayudantía 4

Kai Hodali Petzold - kaihp@uc.cl

Pregunta 0: Conceptos

Respecto al modelo de aceptación de gaps:

a. Explique los supuestos del modelo y sus parámetros.

b. ¿Cómo calibraría estos parámetros?

c. Una vez que el primer vehículo de la vía no prioritaria toma la decisión de realizar la maniobra, ¿cuánto tiempo tarda en descargar y dejar disponible ese espacio para el vehículo siguiente?

d. ¿Cuál es la capacidad del movimiento no prioritario cuando el flujo prioritario es cero?

Pregunta 0: Conceptos

Respecto al modelo de aceptación de gaps:

a. Explique los supuestos del modelo y sus parámetros.

- Homogeneidad de los conductores: mismos valores de M y T y consistente en el tiempo.
- Estado de flujo libre en la vía prioritaria
- Existencia de al menos dos vehículos siempre en la vía no prioritaria

b. ¿Cómo calibraría estos parámetros?

- T no es fácil de calibrar en terreno; puede hacerse con simulación, modelos probabilísticos o el mayor tiempo observado en terreno.
- M se puede calcular como el promedio observado del tiempo que demora un vehículo en llegar a la línea de parada.

c. Una vez que el primer vehículo de la vía no prioritaria toma la decisión de realizar la maniobra, ¿cuánto tiempo tarda en descargar y dejar disponible ese espacio para el vehículo siguiente?

Se asume que el vehículo realiza la maniobra en 0 segundos ("desaparece").
Luego, el siguiente vehículo llega a la línea de detención en M segundos (move-up time)

I.e. Tiempo en salir vehículo antecesor: 0 s
Tiempo en estar listo vehículo siguiente: M

d. ¿Cuál es la capacidad del movimiento no prioritario cuando el flujo prioritario es cero?

$\frac{1}{M}$ pues si pasa 1 veh cada M tiempo, entonces su razón es el flujo máximo posible (no está limitado por el prioritario).

Pregunta 1 (C4 2025-1)

Suponga que los gaps en una vía prioritaria distribuyen según una distribución uniforme entre 2 y 18 segundos. El gap crítico en la vía no-prioritaria es 8 segundos. Estime la capacidad del movimiento no-prioritario considerando los siguientes dos casos, independientes entre sí (explique claramente sus cálculos y los supuestos realizados):

a. Sin necesidad de incluir nuevos parámetros en al estimación

gaps $\sim U(2,8)$

$T = 8s$

Considerar: $Q_{NP} = \bar{n} \cdot q_p = \frac{\bar{n}}{\bar{g}} = \frac{q_p}{E[m]+1}$

$\bar{g} = E[f(t)]$ → la esperanza de la distribución Uniforme es $\frac{a+b}{2} = \frac{2+18}{2} = 10$

I.e. el gap promedio será de 10 s.

Un gap es rechazado si $t < 8$.



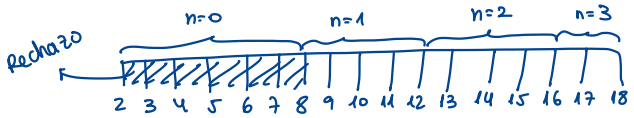
$\frac{6}{16} = 0.375$ probabilidad de rechazo

$E[m] = \frac{P_{rechazo}}{P_{acepto}} = \frac{0.375}{0.625} = 0.6$ → promedio cantidad de gaps a rechazar

$\therefore Q_{np} = \underbrace{\frac{1}{10}}_{(q_p)} \cdot \underbrace{\frac{1}{1.6}}_{(\frac{1}{1+E[m]})} \cdot 3600 = 225 \frac{veh}{h}$ //

b. Asumiendo que, además, sabe que el *move-up time* es de 4s.

Considerando $M = 4s$:



$E[n] = 0 \cdot P(0 \leq t < 8) + 1 \cdot P(8 \leq t < 12) + 2 \cdot P(12 \leq t < 16) + 3 \cdot P(16 \leq t < 18)$

$= \cancel{0 \cdot \frac{6}{16}}^{0} + 1 \cdot \frac{4}{16} + 2 \cdot \frac{4}{16} + 3 \cdot \frac{2}{16}$

$= \frac{4}{16} + \frac{8}{16} + \frac{6}{16}$

$= \frac{18}{16}$

$= 1.125$ veh en promedio por gap

$Q_{NP} = \frac{1.125}{10} = 0.1125 \frac{veh}{s} \cdot 3600 = 405 \frac{veh}{h}$ //

Pregunta 2 (C4 2025-1)

En una vía prioritaria se observan los siguientes siete gaps durante 70 segundos: 10, 14, 6, 9, 11, 4 y 16 (todos en segundos). Asuma un gap crítico de 8s y *move-up time* de 5s.

a. Determine la cantidad de vehículos de la vía no-prioritaria que descargan en cada gap y la capacidad de esa vía (en veh/h). Muestre sus cálculos.

$T = 8\,s$ $\quad M = 5\,s$

Δi	ε_i	i	n_i	d_i (resto)
0-10	10	10	1	5
10-24	24	14	2	4
24-30	30	6	0	6
30-39	39	9	1	4
39-50	50	11	1	6
50-54	54	4	0	4
54-70	70	16	2	6
		70	7	35
			↓ capacidad	↓ demora total

→ ej. $10 > 8$ pasa 1

$10 - 5 = 5 < 8$ no pasan más → total = 1

↓ resto (d_i)

ej. $16 > 8$ pasa 1

$16 - 5 = 11 > 8$ pasa otro

$11 - 5 = 6 < 8$ no pasan más → total = 2

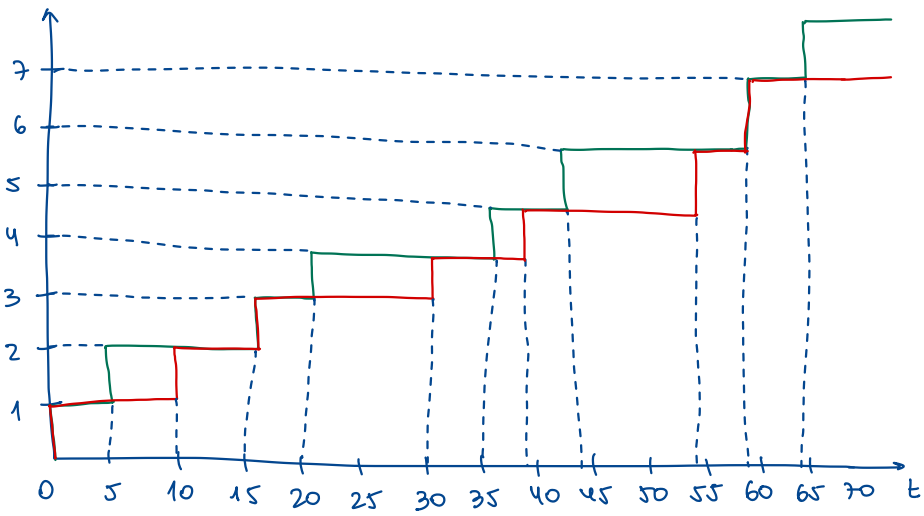
↓ resto (d_i)

&c.

$$\frac{70\ veh}{7\,s} = 0.1\ \frac{veh}{s} \cdot 3600 = 360\ \frac{veh}{h}\ //$$

b. Suponga que en todo momento hay al menos dos vehículos en cola. Grafique las curvas acumuladas que representan i) la llegada de vehículos a la primera posición de la cola y ii) la salida o descarga de vehículos desde ese punto. Determine la demora promedio, experimentada por los vehículos que alcanzan a descargar durante esos 70 segundos, en la línea de parada del movimiento no prioritaio. Muestre claramente sus cálculos.

	llega	sale
1.	$t = 0$	$t = 0$
2.	$t = 5$	$t = 10$
3.	$t = 15$	$t = 15$
4.	$t = 20$	$t = 30$
5.	$t = 35$	$t = 39$
6.	$t = 44$	$t = 54$
7.	$t = 59$	$t = 59$
8.	$t = 64$	—



Descargan 7 vehículos

Demora hasta veh 7: 29 s.

$$\text{Demora promedio} = \frac{\text{demora total}}{\text{nº veh afectados}} = \frac{29}{7} = 4.14\ s\ //$$

Pregunta 3 (A4 2025-1)

En un cruce de disco pare, el paso de vehículos en la vía de movimiento prioritario se puede modelar mediante un proceso Poisson, cuyo flujo es 720 veh/h, responda:

a. Si la probabilidad de observar un gap rechazable en la vía prioritaria es de 60 %, ¿cuál es la capacidad del movimiento no prioritario?

$1-p = P(\text{rechazar gap}) = 0.6$ | $q_p = 720 \frac{veh}{h}$

$p = P(\text{aceptar gap}) = 0.4$

$Q_{np} = \frac{q_p}{\bar{m}+1}$, $\bar{m}$ = proporción de gaps rechazados = $\frac{1-p}{p} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$

$\therefore Q_{np} = \frac{q_p}{\bar{m}+1} = \frac{720 \text{ veh/h}}{1.5+1} = 288 \text{ veh/h}$ //

b. Si los valores de M y T son 3 y 6 segundos, ¿cómo cambia la capacidad del movimiento no prioritario? ¿Cuál es la probabilidad de que cruce al menos un vehículo de la vía no prioritaria?

$M = 3s$
$T = 6s$

Tiempo entre gaps ~ Poisson ($\lambda = 720 \frac{veh}{h}$) → $\lambda = 0.2 \frac{veh}{s}$

$\therefore$ Tiempo de un gap ~ Exp(λ)

$Q_{np} = \frac{\bar{n}}{\bar{g}}$

$\bar{n} = 0 \cdot P(g<6) = 0$
$+1 \cdot P(6 \le g < 9)$ $+1 \cdot (P(g<9) - P(g<6))$
$+2 \cdot P(9 \le g < 12)$ $+2 \cdot (P(g<12) - P(g<9))$
$+3 \cdot P(12 \le g < 15)$ $+3 \cdot (P(g<15) - P(g<12))$
$+4 \cdot P(15 \le g < 18)$ $+4 \cdot (P(g<18) - P(g<15))$
$+5 \cdot P(18 \le g < 21)$ $+5 \cdot (P(g<21) - P(g<18))$
$+6 \cdot P(21 \le g < 24)$ $+6 \cdot (P(g<24) - P(g<21))$
$+7 \cdot P(g \ge 24)$ $+7 \cdot (1 - P(g<24))$

$= 0$
$+1\left((1-e^{-0.2\cdot 9}) - (1-e^{-0.2\cdot 6})\right)$
$+2\left((1-e^{-0.2\cdot 12}) - (1-e^{-0.2\cdot 9})\right)$
$+3\left((1-e^{-0.2\cdot 15}) - (1-e^{-0.2\cdot 12})\right)$
$+4\left((1-e^{-0.2\cdot 18}) - (1-e^{-0.2\cdot 15})\right)$
$+5\left((1-e^{-0.2\cdot 24}) - (1-e^{-0.2\cdot 18})\right)$
$+6\left((1-e^{-0.2\cdot 24}) - (1-e^{-0.2\cdot 21})\right)$
$+7\ e^{-0.2\cdot 24}$

$= 0$ $= 0.63739$
$+0.1358$
$+0.1491$
$+0.12279$
$+0.0899$
$+0.0616$
$+0.0406$
$+0.0576$

$\bar{g} = \frac{1}{q_p} = \frac{1}{720}$

$\rightarrow Q_{np} = \frac{\bar{n}}{\bar{g}} = \bar{n} \cdot q_p = 0.657 \text{ veh} \cdot 720 \frac{veh}{h}$

$= 473 \text{ veh/h}$ //

Probabilidad de que cruce al menos 1 veh no prioritario:

$P(g<T) = P(g>6s)$
$= e^{-\lambda t}$
$= e^{-0.2\cdot 6}$
$= 0.301$ //

Pregunta 4 (A4 2024-1)

Las Hormigas Exploradoras de Macul organizan expediciones a las cocinas del casino de las K todos los días en la mañana. Las hormigas construyeron un camino que les permite posicionarse directamente frente a un frasco de azúcar, pero para llegar a él deben cruzar un tramo de la cocina perpendicular a su camino. Luego de múltiples expediciones y un análisis profundo del comportamiento del personal de la cocina, determinaron la distribución de densidad, con t el tiempo medido en segundos:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{25} & , 0 \leq t < 15 \\ -\frac{t}{500} + \frac{7}{100} & , 15 \leq t \leq 35 \end{cases}$$

Las hormigas, para no ser pisadas, han calculado que el tiempo que necesitan para cruzar debe ser de al menos 10 segundos, y, por seguridad, las hormigas cruzan una a la vez y necesitan 8 segundos para prepararse (o armarse de valor) para cruzar.

Determine la capacidad de la vía de paso construida por las hormigas. ¿Se puede determinar la relación lineal que relaciona el flujo de personal en la cocina con el de las hormigas?

Flujo hormigas: Q_{np} , $M = 8s$ $T = 10s$

Flujo personas: g_p

$$\bar{n} = E[n] = \cancel{0 \cdot P(t \leq 10)}^{0} + 1 \cdot P(10 \leq t < 18) + 2 \cdot P(18 \leq t < 26) + 3 \cdot P(26 \leq t < 34) + 4 \cdot P(34 \leq t < 35)$$

$$= 1 \cdot P(10 \leq t < 18) + 2 \cdot P(18 \leq t < 26) + 3 \cdot P(26 \leq t < 34) + 4 \cdot P(34 \leq t < 35)$$

Calcular la probabilidad:

$$P(10 \leq t < 18) = \int_{10}^{15} \frac{1}{25}\,dt + \int_{15}^{18} -\frac{t}{500} + \frac{7}{100}\,dt = 0.311$$

$$P(18 \leq t < 26) = \int_{18}^{26} -\frac{t}{500} + \frac{7}{100}\,dt = 0.208$$

$$P(26 \leq t < 34) = \int_{26}^{34} -\frac{t}{500} + \frac{7}{100}\,dt = 0.08$$

$$P(34 \leq t < 35) = \int_{34}^{35} -\frac{t}{500} + \frac{7}{100}\,dt = 0.001$$

$$E[n] = 1 \cdot 0.311 + 2 \cdot 0.208 + 3 \cdot 0.08 + 4 \cdot 0.001$$

$$= 0.971 \text{ hormigas}$$

Gap promedio $\bar{g} = \frac{1}{g_p}$, $g_p = \frac{1}{E[f(t)]} \Rightarrow \bar{g} = E[f(t)]$

$$E[f(t)] = \int_0^{15} t \cdot \frac{1}{25}\,dt + \int_{15}^{35} t\left(-\frac{t}{500} + \frac{7}{100}\right)dt \rightarrow \text{definición de esperanza}$$

$$= 4.5 + \frac{26}{3}$$

$$= 13.167 \text{ s}$$

$$\therefore \bar{g} = 13.167 = \frac{79}{6} \text{ s}$$

$$\therefore Q_{np} = \frac{\bar{n}}{\bar{g}} = \frac{0.971 \text{ hormigas}}{79/6 \text{ s}} = 0.0737 \frac{\text{hormigas}}{\text{s}} \cdot 3600 = 265.49 \frac{\text{hormigas}}{\text{h}}$$