

Predictive Priority for Light Rail Transit

(Zlatkovic, Martin and Stevanovic)

Priorização preditiva para Veículo Leve sobre Trilhos

PTR3514 - Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS)

Beatriz Jankevicius da Costa Moura | 9344615

Natalia Naomy Ishikawa | 8589551

Amel Benketira-Iratni | 114561142

Ana Carolina Meirelles | 8995075

revisão da literatura



Revisão da Literatura

VLT: veículo leve sobre trilhos - para torná-los mais rápidos, seguros e confiáveis → prioridade (*priority*) ou antecipação (*preemption*);

TSP (*Transit Signal Priority*): estratégia operacional que facilita o deslocamento dos veículos em cruzamentos sinalizados. Benefícios: melhor aderência ao planejamento, confiabilidade e redução do tempo de viagem. Efeitos negativos: atraso no tráfego de veículos (mínimos);


Preempção (*Preemption*): interrompe o funcionamento normal para atender eventos especiais como veículos de emergência ou trens, sem demora.



Revisão da Literatura

- estudo em Baltimore mostrou que preempção não é a melhor maneira de dar prioridade para VLT. O tratamento prioritário para VLT constitui-se na detecção seguida pela ativação dessa solicitação → conceito de priorização preditiva
- Priorização preditiva usa estratégias de TSP e comunicação P2P em cruzamentos. Ele fornece solicitações para serviços de priorização com antecedência e utiliza informações de detecção para reduzir incerteza.
- estudos mostram vantagens na utilização de priorização preditiva
- o trabalho mostra como a priorização preditiva funciona e como diferentes estratégias de TSP podem ser combinadas com este conceito.
- Softwares de simulação são usados para analisar os benefícios e efeitos nas operações de VLT e estratégias de priorização preditiva

descrição
do trabalho



Descrição do Trabalho

- Linha de VLT da Universidade de Utah, que conecta o campus da universidade com o centro da cidade de Salt Lake. O corredor estudado tem 2 milhas de distância com 12 cruzamentos sinalizados;
- Durante as horas de pico, os cruzamentos operam em um padrão coordenado de oeste a leste, exceto na 700 E.
- Priorização preditiva incondicional dos trens é permitida em todos os cruzamentos, exceto na rua 700E por ser uma via arterial (poderia atrapalhar a coordenação desta via principal)

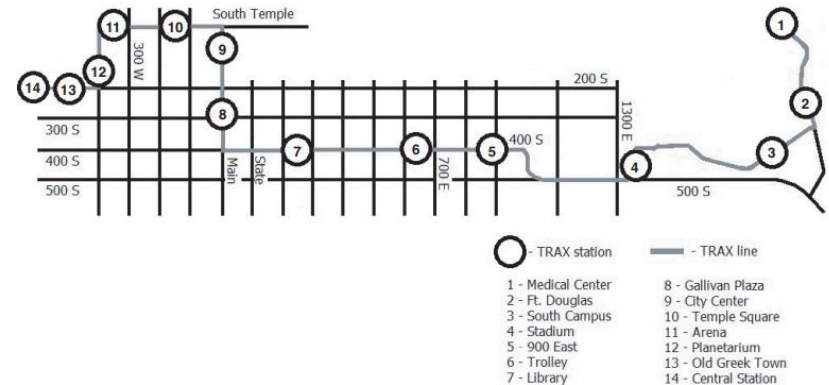


FIGURE 1 University TRAX line.

Descrição do Trabalho

- a priorização do VLT é alcançada utilizando o faseamento de sobreposição dos cruzamentos e uma série de comandos lógicos definidos pelo controle.

Para cada controle de cruzamento, as configurações de sinal têm 9 partes:

1. General intersection setup,
2. LRT priority setup,
3. Green extend or insertion phases or both,
4. Early phase termination,
5. Phase rotation strategy,
6. Queue jumping,
7. Peer-to-peer calls,
8. LRT signage, and
9. Shared lane logic

Descrição do Trabalho

1. General intersection setup
 - a. Entradas: descrição da atuação dos detectores
 - b. Saídas: faseamento e sobreposição dos cruzamentos
2. LRT priority setup
 - a. Entradas: check-in e check-outs
 - b. Saídas: “state phases” - “trem se aproximando” ou “fique fora do trilho”
3. Green extend/insertion phases
 - a. Extensão do sinal verde se trem se aproxima até que ele passe pelo ponto de check-out
 - b. Parada: tempo limite (90s - evitar falha no check-out) e/ou limitada ao tempo máximo das fases inseridas

Descrição do Trabalho

4. Early phase termination
 - a. Quando o sinal está vermelho para o trem e esse se aproxima
 - b. Limite:: tempo mínimo de sinal verde para os automóveis
5. Phase rotation strategy
 - a. Fasear os movimentos dos veículos ao longo da via juntamente com os sinais verdes para VLT (ex.: fases de viragem à esquerda intermediárias)
6. Queue jumping
 - a. Se tanto os veículos ao longo da via quanto o trem estão parados no sinal vermelho
 - b. Trem sai 5s antes
 - c. Segurança - tentativas de viragem

Descrição do Trabalho

7. Peer-to-peer calls
 - a. Comunicação entre interseções sem a necessidade de uma central
 - b. Avisa presença de trem e prepara sinais
8. LRT signage
 - a. “Trem se aproximando” / “Fique fora do trilho”
9. Shared lane logic
 - a. Vias compartilhadas entre a fila de carros que quer virar e o trem (1300 E, 1100 E, 700 E e State Street)
 - b. Virar à esquerda tem prioridade se existirem carros na via compartilhada que vão virar à esquerda

Obtenção dos dados

1. Contadores de movimentos nas interseções 1300 E, 700 E e State Street
2. Tempos de viagem de veículos e VLTs - determinação do nível de serviço (LOS)
 - a. Highway Capacity Manual - classe da via e velocidade média nos segmentos
 - b. Classe 3 com velocidade de fluxo livre de 35 mph
3. Demais interseções: Modelos no VISSIM elaborados por Fehr & Peers (2002)
4. Dados do campo foram usados para criar modelo de microssimulação e validar seus parâmetros

Modelos Simulados



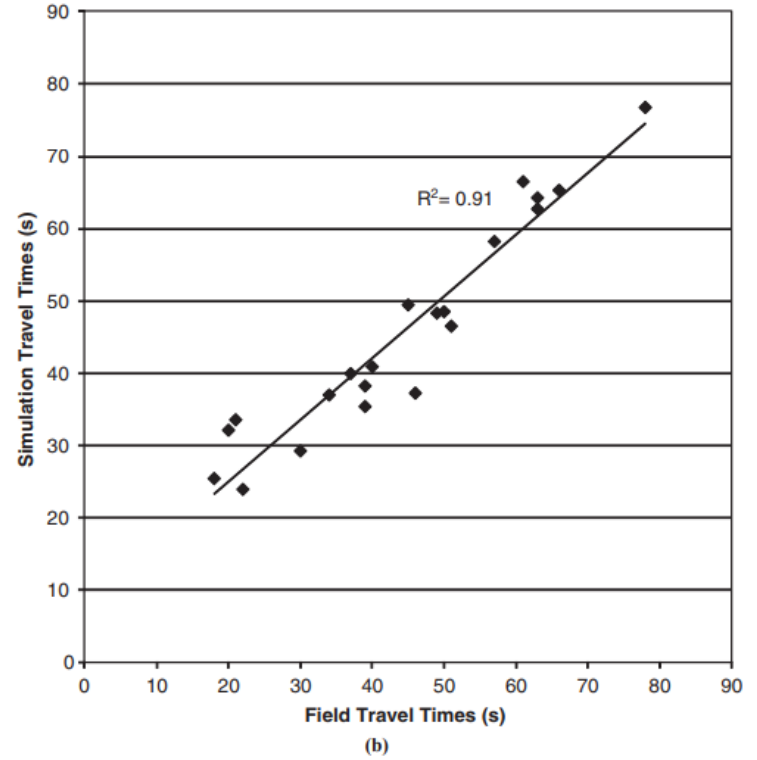
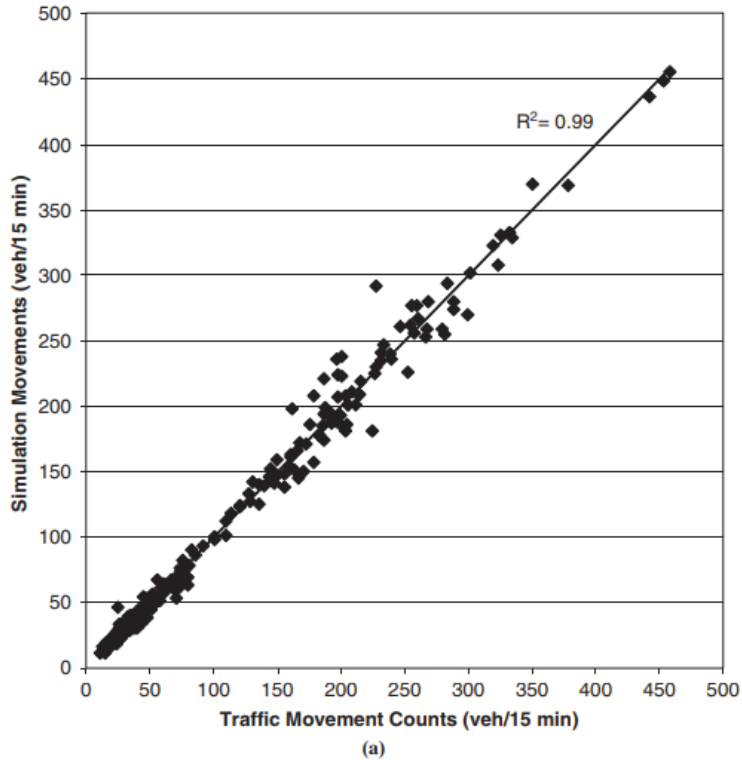
Modelos Simulados

1. **Base Case:** rede modelada, calibrada e validada com os dados de campo.
2. **Sem priorização:** rede modelada sem as priorizações existentes.
3. **700E:** rede existente com adição de priorização no cruzamento da 700E com a 400S.

Resultados e Discussão

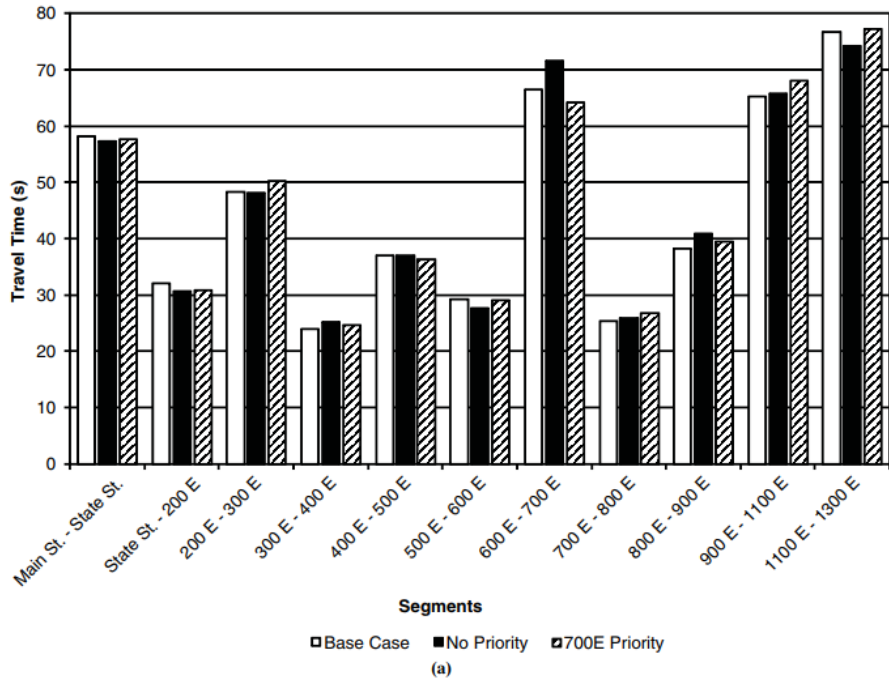


Base Case vs Dados de Campo

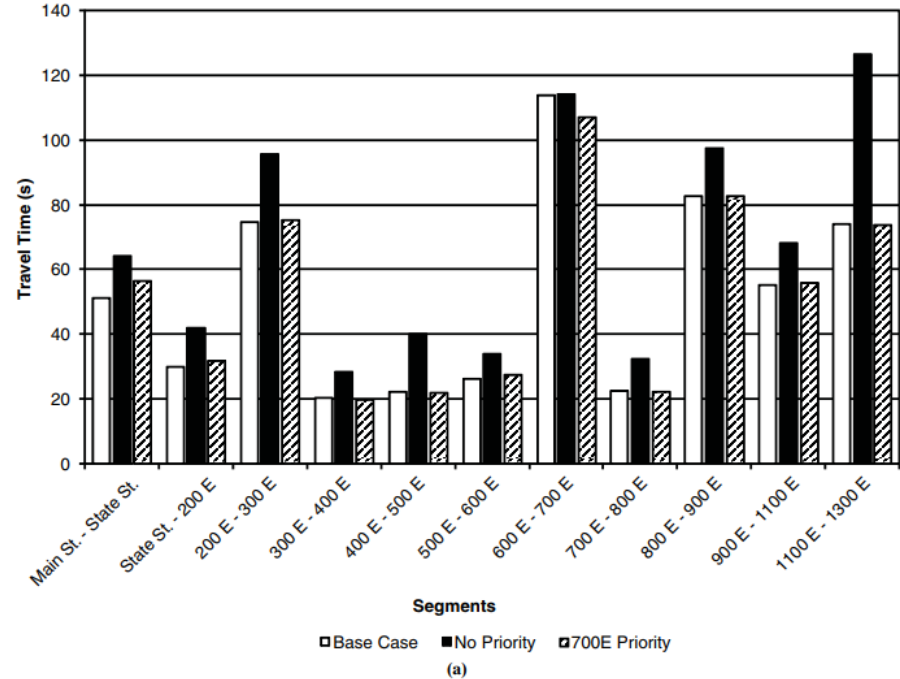


Tempo de Viagem: Zona Leste

Veicular

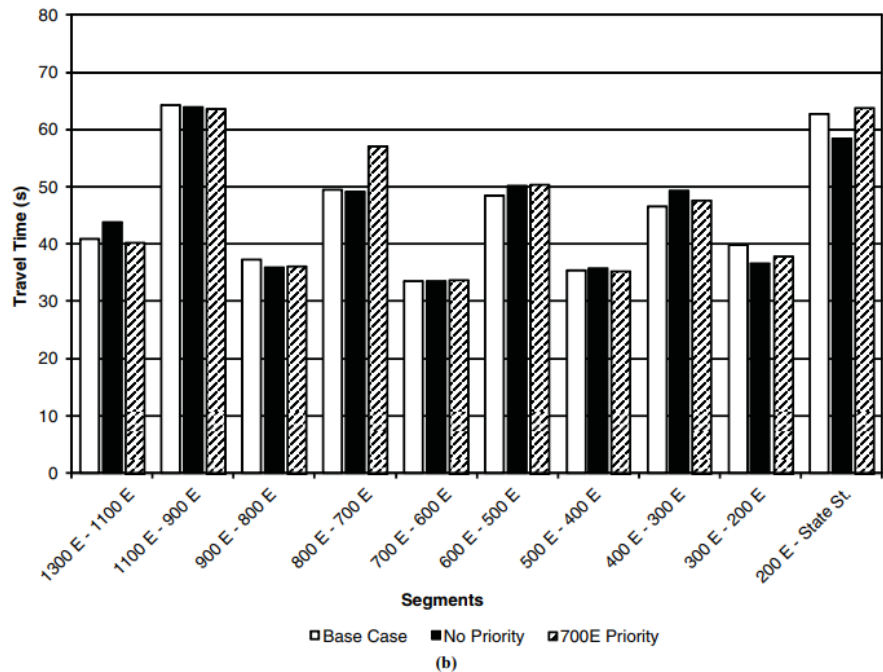


Tráfego

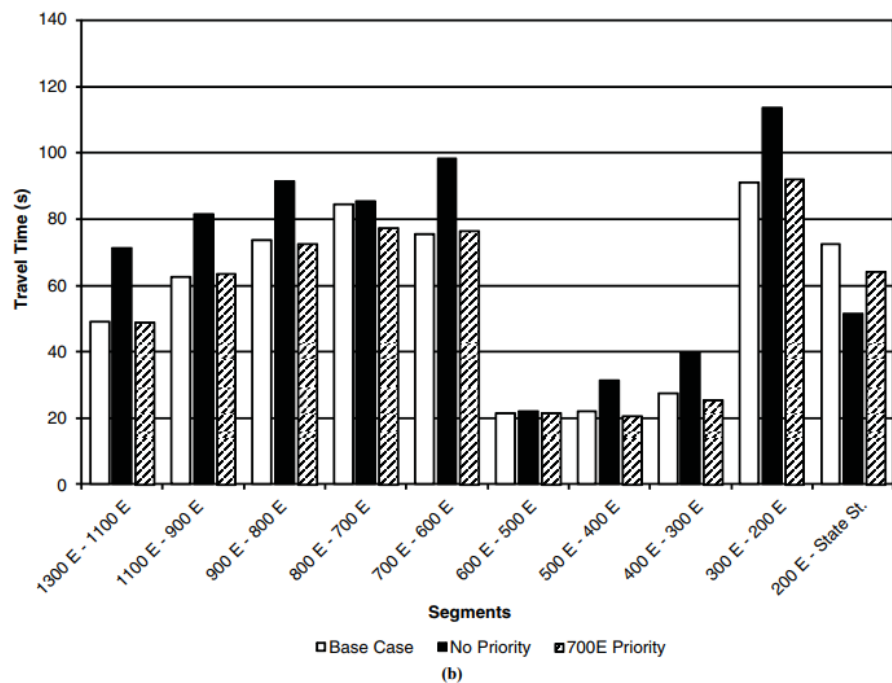


Tempo de Viagem: Zona Oeste

Veicular



Tráfego



Atrasos Médios por Cruzamento

TABLE 2 Average Intersection Delays

Intersection	Mode	Base Case		No Priority			700 E Priority		
		Delay (s)	LOS	Delay (s)	Change (s)	Change (%)	Delay (s)	Change (s)	Change (%)
State St.	Car	39.1	D	34.6	-4.5	-11.5	38.0	-1.1	-2.8
	LRT	37.0	D	36.1	-0.9	-2.4	35.3	-1.7	-4.6
	All	38.8	D	34.8	-4.0	-10.3	37.6	-1.2	-3.1
200 E	Car	30.8	C	27.4	-3.4	-11.0	31.3	0.5	1.6
	LRT	16.5	B	36.9	20.4	123.6	17.3	0.8	4.8
	All	28.6	C	28.8	0.2	0.7	29.2	0.6	2.1
300 E	Car	39.0	D	36.8	-2.2	-5.6	38.7	-0.3	-0.8
	LRT	14.5	B	31.8	17.3	119.3	14.3	-0.2	-1.4
	All	35.5	D	36.1	0.6	1.7	35.2	-0.3	-0.8
400 E	Car	14.1	B	13.7	-0.4	-2.8	14.1	0.0	0.0
	LRT	4.2	A	11.3	7.1	169.0	3.1	-1.1	-26.2
	All	12.7	B	13.3	0.6	4.7	12.5	-0.2	-1.6
500 E	Car	39.4	D	38.6	-0.8	-2.0	41.3	1.9	4.8
	LRT	2.2	A	11.3	9.1	413.6	2.0	-0.2	-9.1
	All	34.1	C	34.7	0.6	1.8	35.7	1.6	4.7
600 E	Car	22.6	C	20.4	-2.2	-9.7	22.0	-0.6	-2.7
	LRT	12.2	B	22.8	10.6	86.9	13.2	1.0	8.2
	All	21.0	C	20.8	-0.2	-1.0	20.7	-0.3	-1.4
700 E	Car	35.1	D	36.9	1.8	5.1	37.7	2.6	7.4
	LRT	63.1	E	56.6	-6.5	-10.3	56.7	-6.4	-10.1
	All	39.1	D	39.7	0.6	1.5	40.4	1.3	3.3
800 E	Car	25.1	C	21.9	-3.2	-12.7	25.2	0.1	0.4
	LRT	11.8	B	25.1	13.3	112.7	11.2	-0.6	-5.1
	All	23.2	C	22.4	-0.8	-3.4	23.2	0.0	0.0
900 E	Car	28.3	C	26.5	-1.8	-6.4	28.2	-0.1	-0.4
	LRT	12.1	B	25.6	13.5	111.6	12.4	0.3	2.5
	All	25.8	C	26.4	0.6	2.3	25.8	0.0	0.0
1,100 E	Car	26.1	C	24.8	-1.3	-5.0	26.0	-0.1	-0.4
	LRT	5.8	A	23.0	17.2	296.6	6.2	0.4	6.9
	All	23.0	C	24.5	1.5	6.5	22.9	-0.1	-0.4
1,300 E	Car	41.3	D	41.6	0.3	0.7	41.3	0.0	0.0
	LRT	36.3	D	88.5	52.2	143.8	31.5	-4.8	-13.2
	All	40.6	D	48.3	7.7	19.0	39.9	-0.7	-1.7
Total	Car	340.9	N/A	323.2	-17.7	-5.2	343.8	2.9	0.9
	LRT	215.7	N/A	369.0	153.3	71.1	203.2	-12.5	-5.8
	All	322.4	N/A	329.8	7.4	2.3	323.1	0.7	0.2

NOTE: N/A = not applicable.

Conclusão

A priorização de VLTs reduce atrasos sem causar grandes impactos no tráfego

- Primeira recomendação : Priority call (Chamada de priorização)
- Segunda recomendação : Tirar a estratégia de furar-fila