

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

Memorista: **Manuel Olguín**
Prof. Guía: **Sandra Céspedes**



Ciencias de la Computación
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

16 de agosto 2017

2017-08-16

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

Memorista: Manuel Olguín
Prof. Guía: Sandra Céspedes



16 de agosto 2017

Organización de la defensa

1. Objetivos

2. Motivación y Background

3. Solución, Diseño e Implementación

4. Validación y Resultados

5. Conclusiones

2017-08-16

└ Organización de la defensa

1. Objetivos

2. Motivación y Background

3. Solución, Diseño e Implementación

4. Validación y Resultados

5. Conclusiones

Organización de la defensa

1. Objetivos

2. Motivación y Background

3. Solución, Diseño e Implementación

4. Validación y Resultados

5. Conclusiones

Objetivos

└ Objetivos

2017-08-16

Objetivos

Objetivo principal: desarrollo de un framework de integración entre un simulador de redes, OMNeT++ y un microsimulador de tráfico, Quadstone Paramics, de tal manera que exista comunicación bidireccional entre ambos.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

2017-08-16

└ Objetivos

└ Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte;
- 2. Identificar una solución viable;
- 3. Diseñar la solución;
- 4. Implementar el mecanismo;
- 5. Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

2017-08-16

└ Objetivos

└ Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte;
- 2. Identificar una solución viable;
- 3. Diseñar la solución;
- 4. Implementar el mecanismo;
- 5. Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

2017-08-16

└ Objetivos

└ Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte;
- 2. Identificar una solución viable;
- 3. Diseñar la solución;
- 4. Implementar el mecanismo;
- 5. Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

2017-08-16

└ Objetivos

└ Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte;
- 2. Identificar una solución viable;
- 3. Diseñar la solución;
- 4. Implementar el mecanismo;
- 5. Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

2017-08-16

└ Objetivos

└ Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte;
- 2. Identificar una solución viable;
- 3. Diseñar la solución;
- 4. Implementar el mecanismo;
- 5. Validar su funcionamiento.

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

Motivación y Background

└ Motivación y Background

2017-08-16

Motivación y Background

¿Qué son los Sistemas Inteligentes de Transporte?

Motivación y Background

2017-08-16

¿Qué son los Sistemas Inteligentes de Transporte?

"Intelligent Transport Systems' or 'ITS' means systems in which information and communication technologies are applied in the field of road transport, including infrastructure, vehicles and users, and in traffic management and mobility management, as well as for interfaces with other modes of transport"

Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport, 2010 O.J. L 207/1, European Parliament, 2010

Sistemas Inteligentes de Transporte



Figura 1: Aplicaciones en un ITS (fuente: ETSI [2])

2017-08-16

└ Motivación y Background

└ Sistemas Inteligentes de Transporte



ETSI: European Telecommunications Standards Institute

Efectos bidireccionales de la integración:

- efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;
- efectos de la topología de la red sobre las comunicaciones.

2017-08-16

Motivación y Background

Sistemas Inteligentes de Transporte

Efectos:

- comunicación -> transporte
- transporte -> comunicación

Efectos bidireccionales de la integración:
• efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;
• efectos de la topología de la red sobre las comunicaciones.

Efectos bidireccionales de la integración:

- efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;
- efectos de la topología de la red sobre las comunicaciones.

2017-08-16

Motivación y Background

Sistemas Inteligentes de Transporte

Efectos:

- comunicación -> transporte
- transporte -> comunicación

Efectos bidireccionales de la integración:

- efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;
- efectos de la topología de la red sobre las comunicaciones.

2017-08-16

Motivación y Background

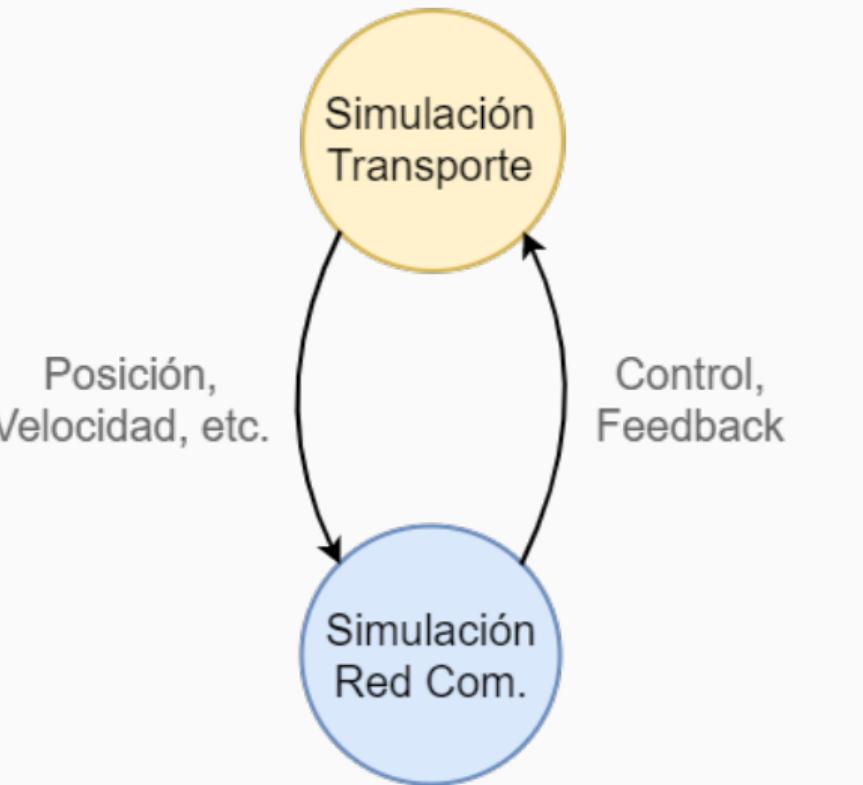
Sistemas Inteligentes de Transporte

Efectos:

- comunicación -> transporte
- transporte -> comunicación

Efectos bidireccionales de la integración:
• efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;
• efectos de la topología de la red sobre las comunicaciones.

Simulaciones Bidireccionales



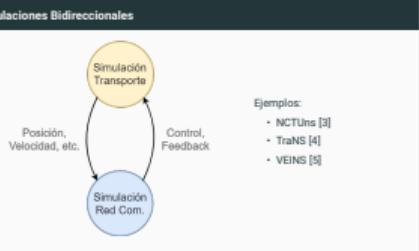
Ejemplos:

- NCTUns [3]
- TraNS [4]
- VEINS [5]

Motivación y Background

Simulaciones Bidireccionales

2017-08-16



¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

Motivación y Background

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

2017-08-16

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

① Inexistencia de solución que integre Paramics:

- Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
- Simulador de alto renombre.

② Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

2017-08-16

Motivación y Background

└ ¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

No existe solución que integre Paramics, brecha entre Comunicaciones y Transporte.

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

- ❶ Inexistencia de solución que integre Paramics:
 - Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
 - Simulador de alto renombre.
- ❷ Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

① Inexistencia de solución que integre Paramics:

- Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
- Simulador de alto renombre.

② Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

Motivación y Background

↳ ¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

No existe solución que integre Paramics, brecha entre Comunicaciones y Transporte.

2017-08-16

↳ ¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

- ❶ Inexistencia de solución que integre Paramics:
 - Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
 - Simulador de alto renombre.
- ❷ Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

① Inexistencia de solución que integre Paramics:

- Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
- Simulador de alto renombre.

② Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

Motivación y Background

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

2017-08-16

No existe solución que integre Paramics, brecha entre Comunicaciones y Transporte.

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

- ➊ Inexistencia de solución que integre Paramics:
 - Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
 - Simulador de alto renombre.
- ➋ Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

Solución, Diseño e Implementación

└ Solución, Diseño e Implementación

2017-08-16

Solución, Diseño e Implementación

¿Cómo integrar Paramics con un simulador de redes?

Solución, Diseño e Implementación

2017-08-

¿Cómo integrar Paramics con un simulador de redes?

TraCI

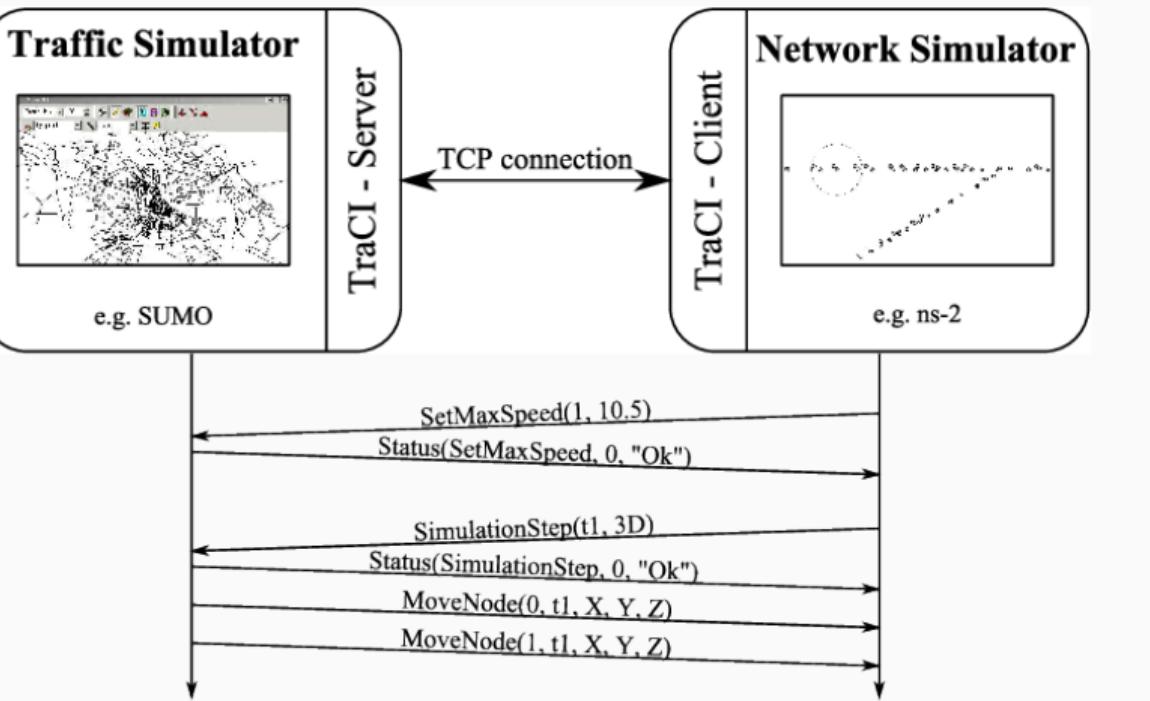


Figura 2: Arquitectura general de TraCI - Traffic Control Interface (Wegener et al. [6])

2017-08-16

Solución, Diseño e Implementación

TraCI

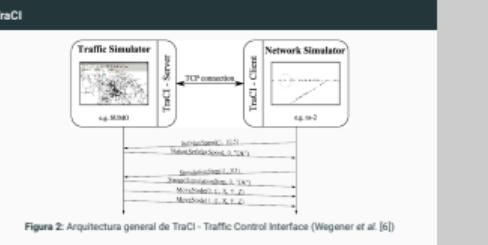


Figura 2: Arquitectura general de TraCI - Traffic Control Interface (Wegener et al. [6])

A. Wegener, M. Piórkowski Michał and Raya, H. Hellbrück y col., «TraCI: An Interface for Coupling Road Traffic and Network Simulators», en *Proceedings of the 11th Communications and Networking Simulation Symposium*, ép. CNS '08, Ottawa, Canada: ACM, 2008, págs. 155-163, ISBN: 1-56555-318-7. DOI: 10.1145/1400713.1400740. dirección: <http://doi.acm.org/10.1145/1400713.1400740>

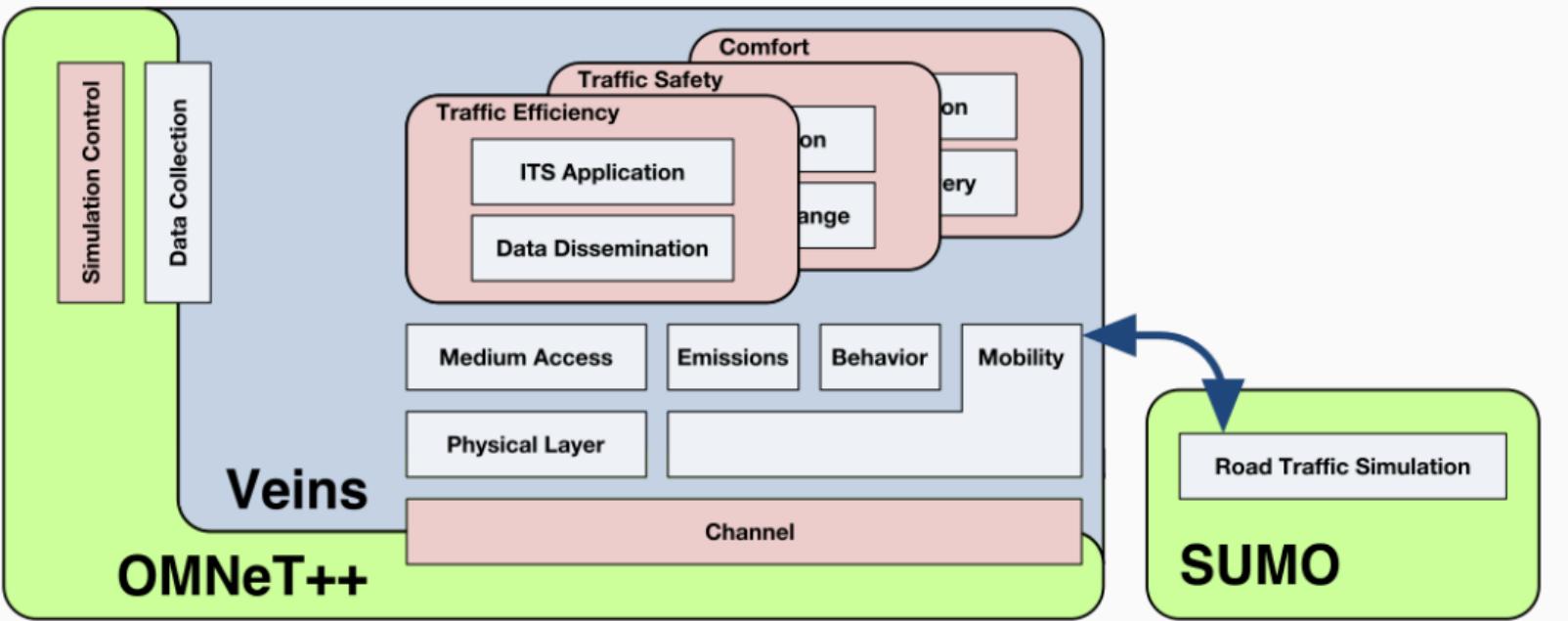


Figura 3: Arquitectura de VEINS (Sommer et al [5])

2017-08-16

Solución, Diseño e Implementación

VEINS

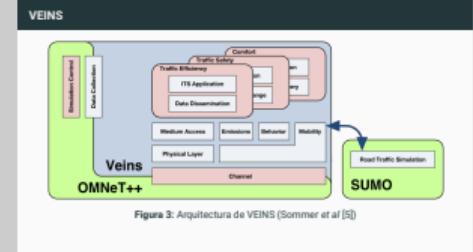
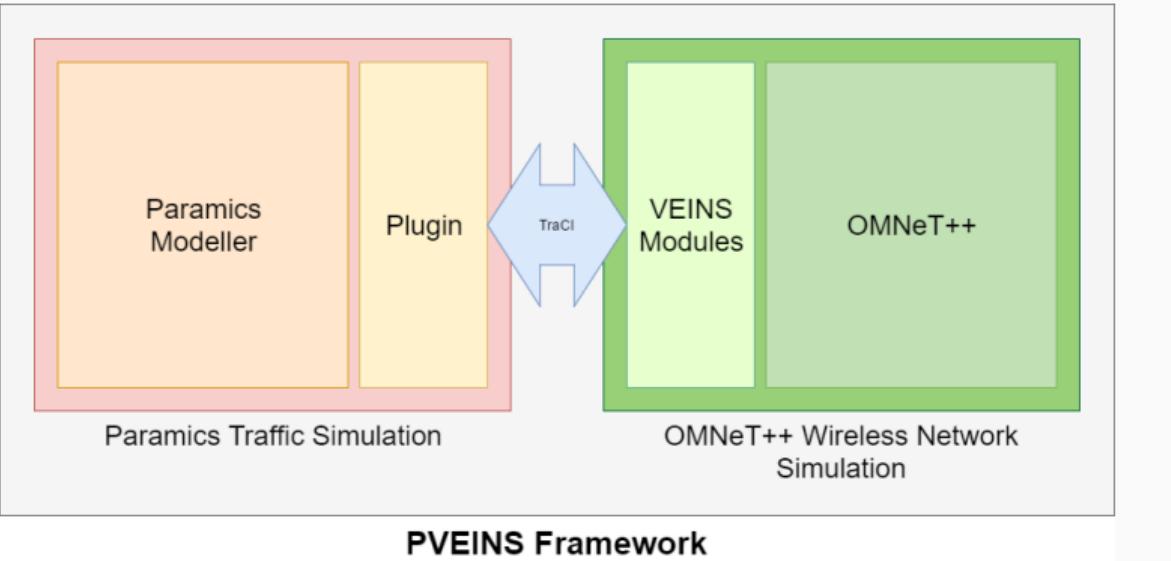


Figura 3: Arquitectura de VEINS (Sommer et al [5])

- C. Sommer, R. German y F. Dressler, «Bidirectionally Coupled Network and Road Traffic Simulation for Improved IVC Analysis», *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 10, n.º 1, págs. 3-15, ene. de 2011, ISSN: 1536-1233. doi: 10.1109/TMC.2010.133
- OMNeT++ + SUMO
- Comunicación por socket TCP
- Mayoritariamente FOSS

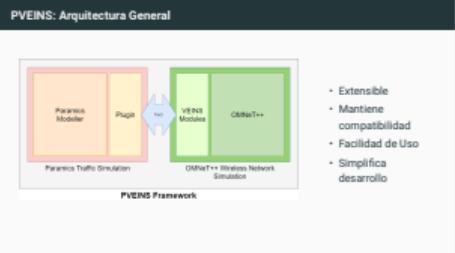
PVEINS: Arquitectura General



- Extensible
- Mantiene compatibilidad
- Facilidad de Uso
- Simplifica desarrollo

2017-08-16

- └ Solución, Diseño e Implementación
 - └ PVEINS: Arquitectura General



Implementación y Desarrollo



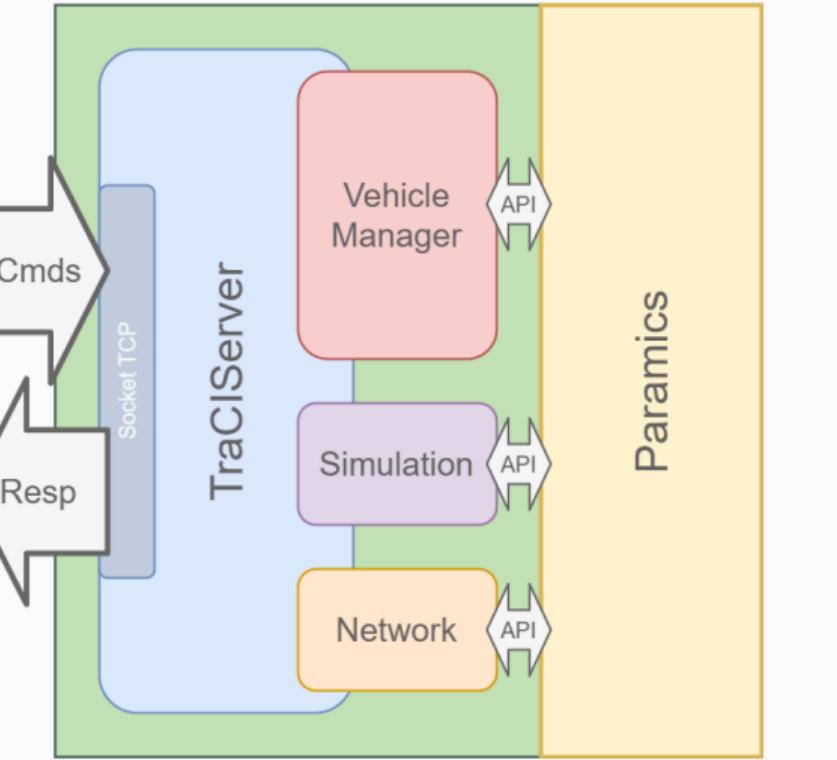
2017-08-16

- └ Solución, Diseño e Implementación
 - └ Implementación y Desarrollo



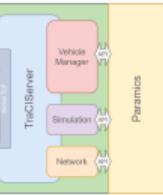
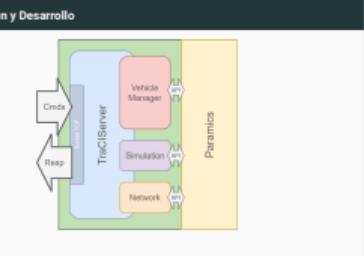
Implementación y Desarrollo

Implementación y Desarrollo



2017-08-16

- └ Solución, Diseño e Implementación
 - └ Implementación y Desarrollo



Implementación y Desarrollo

- Desarrollo iterativo.
- Buenas prácticas y documentación.
- Git.

```
113 void traci_api::TraCIServer::postStep()
114 {
115     // after each step, have VehicleManager update its internal state
116     VehicleManager::getInstance()->handleDelayedTriggers();
117
118     if (multiple_timestep && Simulation::getInstance()->getCurrentTimeMilliseconds() < target_time)
119         return;
120
121     // after a finishing a simulation step command (completely), collect subscription results and
122     // check if there are commands remaining in the incoming storage
123     this->writeStatusResponse(CMD_SIMSTEP, STATUS_OK, "");
124
125     // handle subscriptions after simstep command
126     tcpip::Storage subscriptions;
127     this->processSubscriptions(subscriptions);
128     outgoing.writeStorage(subscriptions);
129
130     // finish parsing the message we got before the simstep command
131     tcpip::Storage cmdStore;
132     /* Multiple commands may arrive at once in one message,
133      * divide them into multiple storages for easy handling */
134     while (incoming_size > 0 && incoming.valid_pos())
135     {
136         uint8_t cmdlen = incoming.readUnsignedByte();
137         cmdStore.writeUnsignedByte(cmdlen);
```

Solución, Diseño e Implementación

Implementación y Desarrollo

2017-08-16

- Desarrollo iterativo.
- Buenas prácticas y documentación.
- Git.

Implementación y Desarrollo

The slide contains a bulleted list of development practices:

- Desarrollo iterativo.
- Buenas prácticas y documentación.
- Git.

At the bottom of the slide, there is a small section of text that appears to be part of a larger document or code snippet, likely related to the development process.

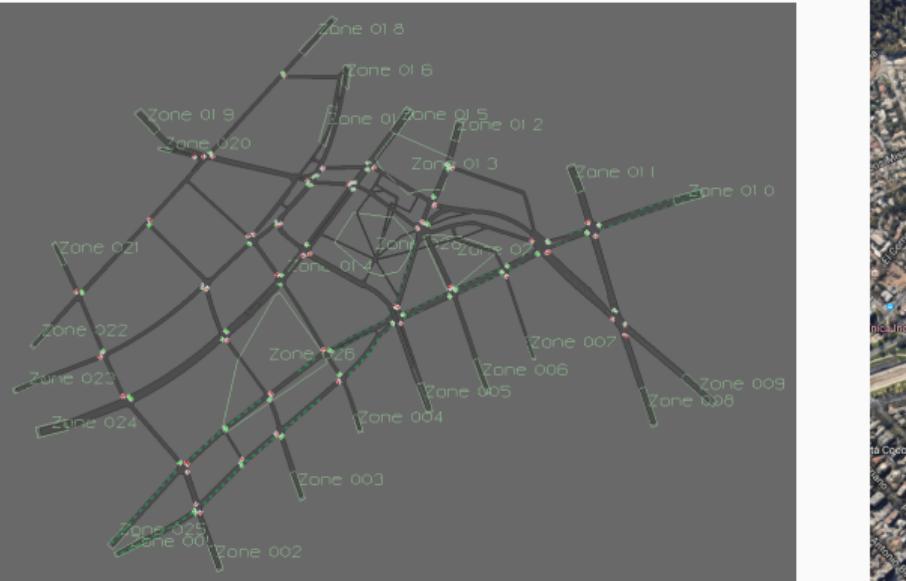
Validación y Resultados

└ Validación y Resultados

2017-08-16

Validación y Resultados

El Escenario

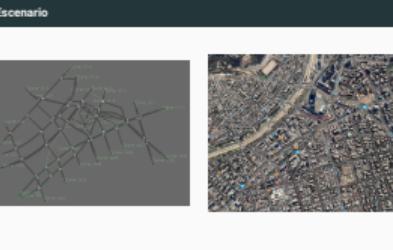


2017-08-16

└ Validación y Resultados

└ El Escenario

V. Zúñiga Alarcón, «Uso de Herramientas de Microsimulación para la Definición de Estrategias de Control de Tránsito para la Ciudad de Santiago», memoria de Ing. Civil, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2010. dirección:
<http://www.repository.uchile.cl/handle/2250/103923>
Explicar bien escenario! (Accidente, comunicación)



Demo

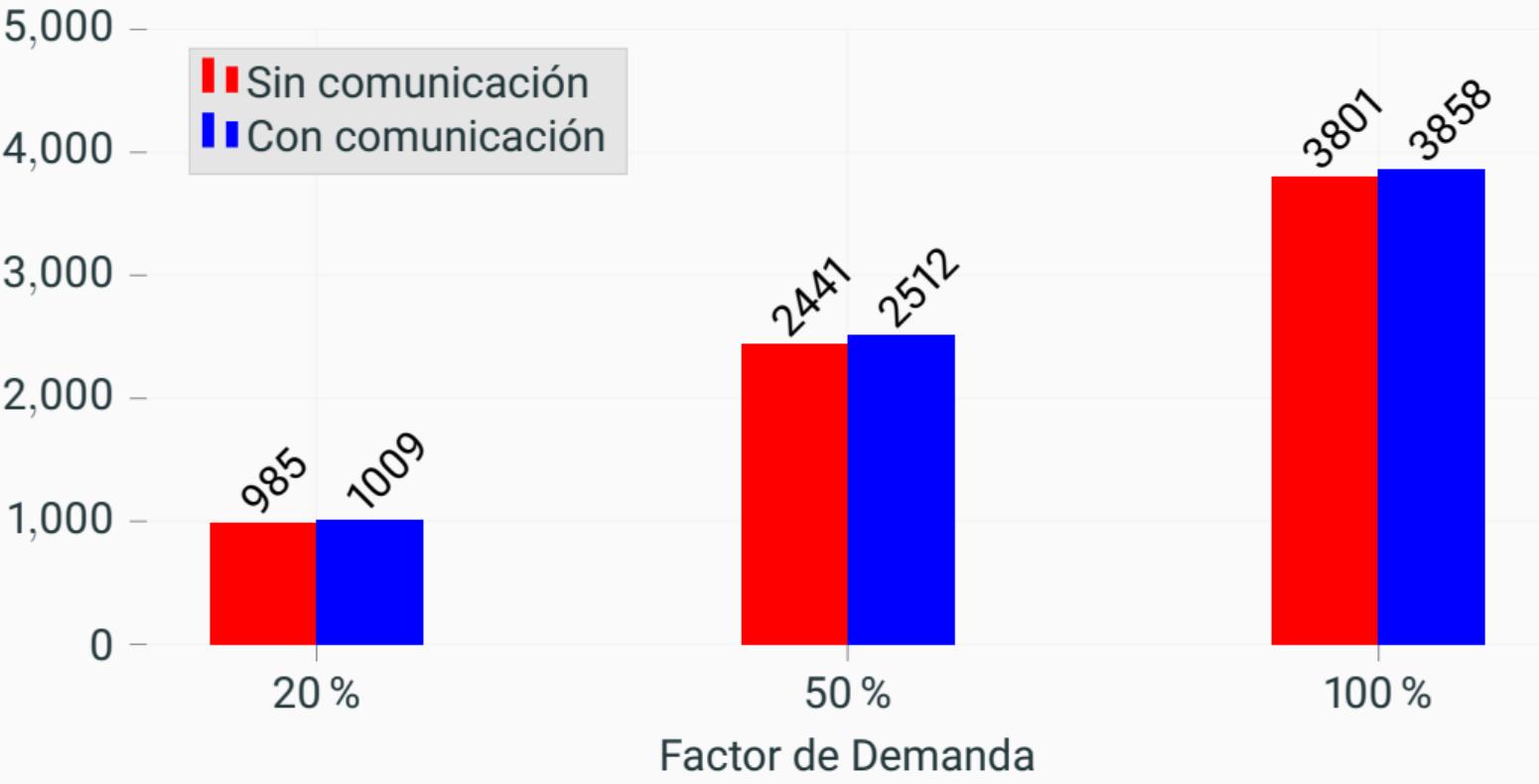
└ Validación y Resultados

2017-08-16

Demo

Demo

Resultados: Nro. Vehículos que alcanzaron destino



2017-08-16

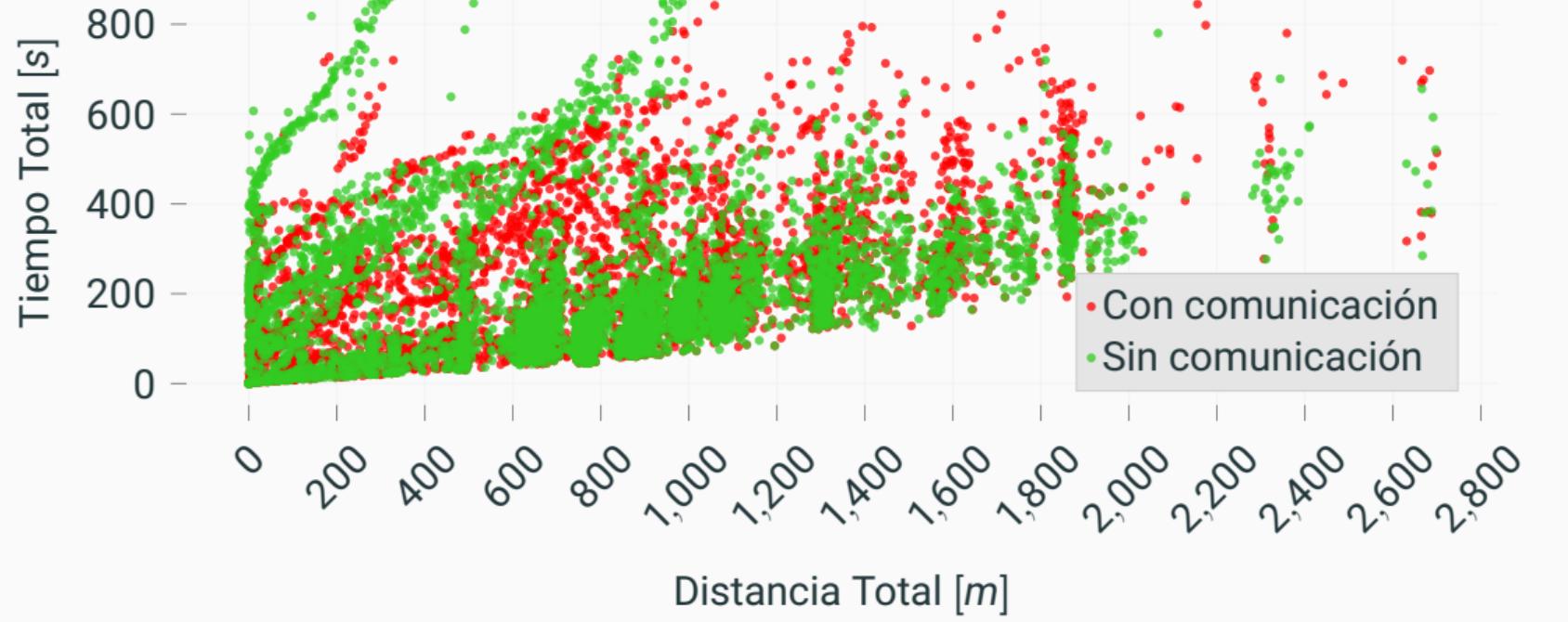
Validación y Resultados

Resultados: Nro. Vehículos que alcanzaron destino



- Explicar Factor de Demanda.
- Comportamiento consistente para los 3 casos.
- Razones de diferencia casi “despreciable”:
 1. Accidente pequeño, escenario grande.
 2. Tiempo de simulación corto.

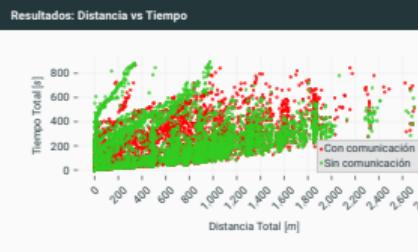
Resultados: Distancia vs Tiempo



2017-08-16

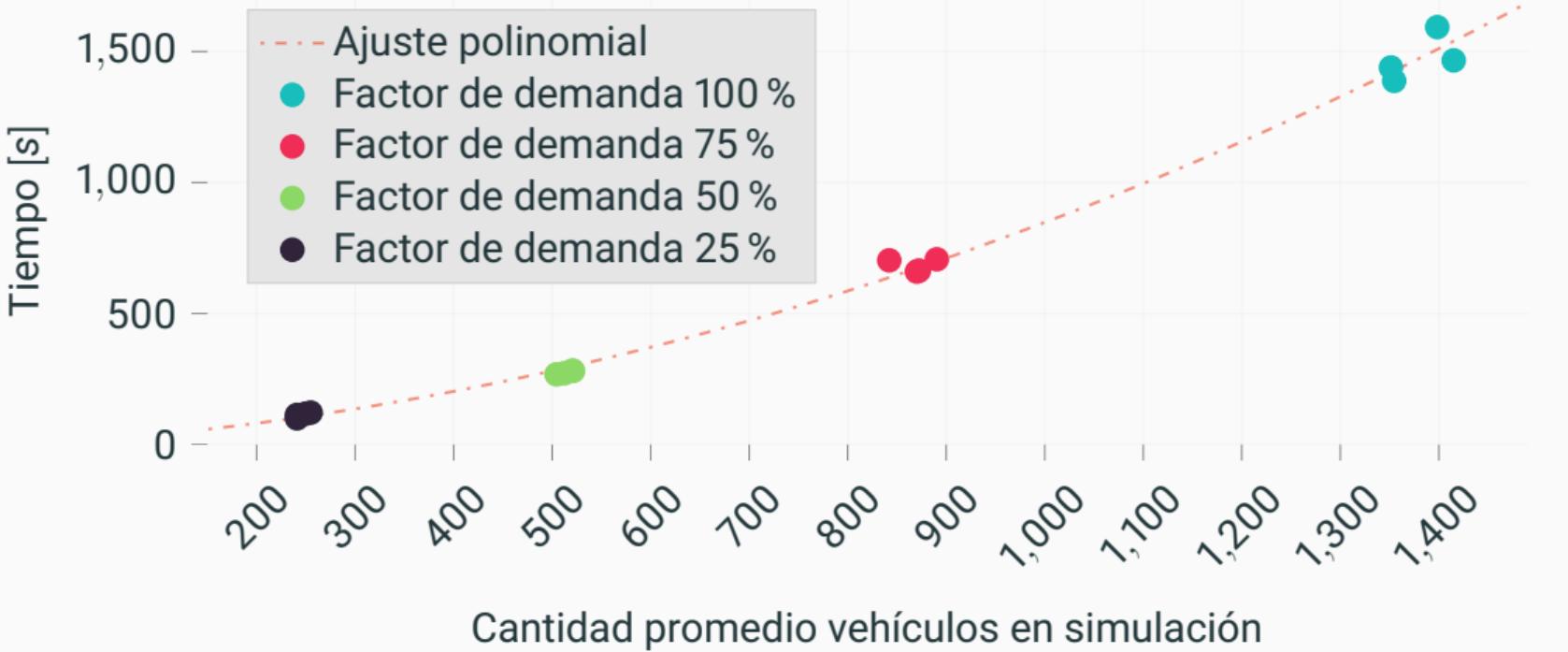
Validación y Resultados

Resultados: Distancia vs Tiempo



- Gráfico de dispersión distancia vs tiempo.
- Notar “ramas” que presentan comportamiento anómalo.

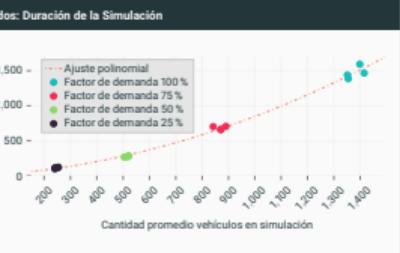
Resultados: Duración de la Simulación



2017-08-16

Validación y Resultados

Resultados: Duración de la Simulación



- Ser breve.
- Hablar de comportamiento exponencial - grafo!
- Explicar que al fin y al cabo igual es bueno.

Otros Resultados

- Uso de recursos del sistema: 600 mb, 20 % capacidad del procesador.
- Se puede ampliar a estudiar la red de comunicaciones.

2017-08-16

└ Validación y Resultados

└ Otros Resultados

- Uso de recursos del sistema: 600 mb, 20 % capacidad del procesador.
- Se puede ampliar a estudiar la red de comunicaciones.

Otros Resultados

Conclusiones

└ Conclusiones

2017-08-16

Conclusiones

Cumplimiento de Objetivos

2017-08-16

└ Conclusiones

└ Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓
- ⑤ Validar su funcionamiento. ✓

- 1. Establecer el estado del arte; ✓
- 2. Identificar una solución viable; ✓
- 3. Diseñar la solución; ✓
- 4. Implementar el mecanismo; ✓
- 5. Validar su funcionamiento. ✓

Cumplimiento de Objetivos	
① Establecer el estado del arte;	✓
② Identificar una solución viable;	✓
③ Diseñar la solución;	✓
④ Implementar el mecanismo;	✓
⑤ Validar su funcionamiento.	✓

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

✓

✓

✓

✓

✓

- 1. Establecer el estado del arte;
- 2. Identificar una solución viable;
- 3. Diseñar la solución;
- 4. Implementar el mecanismo;
- 5. Validar su funcionamiento.

✓

✓

✓

✓

✓

Conclusiones

Cumplimiento de Objetivos

2017-08-16

Cumplimiento de Objetivos	
① Establecer el estado del arte;	✓
② Identificar una solución viable;	✓
③ Diseñar la solución;	✓
④ Implementar el mecanismo;	✓
⑤ Validar su funcionamiento.	✓

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓
- ⑤ Validar su funcionamiento. ✓

2017-08-16

Conclusiones

Cumplimiento de Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte; ✓
- 2. Identificar una solución viable; ✓
- 3. Diseñar la solución; ✓
- 4. Implementar el mecanismo; ✓
- 5. Validar su funcionamiento. ✓

Cumplimiento de Objetivos	
① Establecer el estado del arte;	✓
② Identificar una solución viable;	✓
③ Diseñar la solución;	✓
④ Implementar el mecanismo;	✓
⑤ Validar su funcionamiento.	✓

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓
- ⑤ Validar su funcionamiento. ✓

2017-08-16

Conclusiones

Cumplimiento de Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte; ✓
- 2. Identificar una solución viable; ✓
- 3. Diseñar la solución; ✓
- 4. Implementar el mecanismo; ✓
- 5. Validar su funcionamiento. ✓

Cumplimiento de Objetivos	
① Establecer el estado del arte;	✓
② Identificar una solución viable;	✓
③ Diseñar la solución;	✓
④ Implementar el mecanismo;	✓
⑤ Validar su funcionamiento.	✓

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓
- ⑤ Validar su funcionamiento. ✓

2017-08-16

Conclusiones

Cumplimiento de Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte; ✓
- 2. Identificar una solución viable; ✓
- 3. Diseñar la solución; ✓
- 4. Implementar el mecanismo; ✓
- 5. Validar su funcionamiento. ✓

Cumplimiento de Objetivos	
① Establecer el estado del arte;	✓
② Identificar una solución viable;	✓
③ Diseñar la solución;	✓
④ Implementar el mecanismo;	✓
⑤ Validar su funcionamiento.	✓

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓
- ⑤ Validar su funcionamiento. ✓

2017-08-16

Conclusiones

Cumplimiento de Objetivos

- 1. Establecer el estado del arte; ✓
- 2. Identificar una solución viable; ✓
- 3. Diseñar la solución; ✓
- 4. Implementar el mecanismo; ✓
- 5. Validar su funcionamiento. ✓

Cumplimiento de Objetivos	
① Establecer el estado del arte;	✓
② Identificar una solución viable;	✓
③ Diseñar la solución;	✓
④ Implementar el mecanismo;	✓
⑤ Validar su funcionamiento.	✓

Aprendizajes y comentarios finales

- Trabajar con software propietario es difícil.
- Aprendizaje en un área específica, alejada de lo “común”.
- M. Olguín, C. E. Cortés, S. Céspedes, J. Bustos, *An Integrated Framework for IVC Simulation under Realistic Transport Environments, 97th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2018.*

2017-08-16

└ Conclusiones

└ Aprendizajes y comentarios finales

- Desafío: Software propietario.
- Salir de zona de “confort” en CS.
- Mencionar Paper!



Aprendizajes y comentarios finales

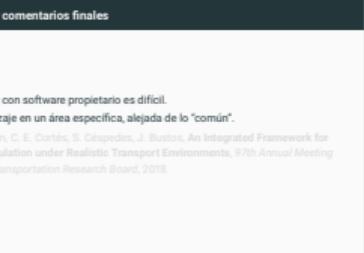
- Trabajar con software propietario es difícil.
- Aprendizaje en un área específica, alejada de lo “común”.
- M. Olguín, C. E. Cortés, S. Céspedes, J. Bustos, *An Integrated Framework for IVC Simulation under Realistic Transport Environments, 97th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2018.*

2017-08-16

└ Conclusiones

└ Aprendizajes y comentarios finales

- Desafío: Software propietario.
- Salir de zona de “confort” en CS.
- Mencionar Paper!



Aprendizajes y comentarios finales

- Trabajar con software propietario es difícil.
- Aprendizaje en un área específica, alejada de lo “común”.
- M. Olguín, C. E. Cortés, S. Céspedes, J. Bustos, **An Integrated Framework for IVC Simulation under Realistic Transport Environments, 97th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2018.**

2017-08-16

└ Conclusiones

└ Aprendizajes y comentarios finales

- Desafío: Software propietario.
- Salir de zona de “confort” en CS.
- Mencionar Paper!

- Trabajar con software propietario es difícil.
- Aprendizaje en un área específica, alejada de lo “común”.
- M. Olguín, C. E. Cortés, S. Céspedes, J. Bustos, **An Integrated Framework for IVC Simulation under Realistic Transport Environments, 97th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2018.**

Aprendizajes y comentarios finales

Gracias!

└ Conclusiones

2017-08-16

- Agradecer profes (todos, comisión y Cristián!)
- Agradecer familia y amigos.
- Preguntas?

Gracias!

Integrantes

Profesora Guía:

Sandra Céspedes, DIE

Comisión:

Javier Bustos, DCC

Nancy Hitschfeld, DCC

Mención Adicional:

Cristián Cortés, DIC



└ Conclusiones

└ Integrantes

2017-08-16

Presentar miembros comisión.

Integrantes



Referencias i

-  *Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport, 2010 O.J. L 207/1, European Parliament, 2010.*
-  (Jun. de 2017). European Telecommunication Standards Institute, dirección:
<http://www.etsi.org/>.
-  S. Y. Wang y C. C. Lin, «NCTUns 6.0: A Simulator for Advanced Wireless Vehicular Network Research», en *2010 IEEE 71st Vehicular Technology Conference*, mayo de 2010, págs. 1-2. doi:
10.1109/VETECS.2010.5494212.

- 2017-08-16
- └ Conclusiones
 - └ Referencias

Referencias i

- Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport, 2010 O.J. L 207/1, European Parliament, 2010.
- (Jun. de 2017). European Telecommunication Standards Institute, dirección:
<http://www.etsi.org/>.
- S. Y. Wang y C. C. Lin, «NCTUns 6.0: A Simulator for Advanced Wireless Vehicular Network Research», en *2010 IEEE 71st Vehicular Technology Conference*, mayo de 2010, págs. 1-2. doi:
10.1109/VETECS.2010.5494212.

Referencias ii

-  M. Piorkowski, M. Raya, A. L. Lugo, P. Papadimitratos, M. Grossglauser y J.-P. Hubaux, «TrANS: realistic joint traffic and network simulator for VANETs», *ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review*, vol. 12, n.^o 1, págs. 31-33, 2008.
-  C. Sommer, R. German y F. Dressler, «Bidirectionally Coupled Network and Road Traffic Simulation for Improved IVC Analysis», *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 10, n.^o 1, págs. 3-15, ene. de 2011, ISSN: 1536-1233. doi: 10.1109/TMC.2010.133.

- 2017-08-16
- └ Conclusiones
 - └ Referencias

Referencias ii

-  M. Piorkowski, M. Raya, A. L. Lugo, P. Papadimitratos, M. Grossglauser y J.-P. Hubaux, «TrANS: realistic joint traffic and network simulator for VANETs», *ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review*, vol. 12, n.^o 1, págs. 31-33, 2008.
-  C. Sommer, R. German y F. Dressler, «Bidirectionally Coupled Network and Road Traffic Simulation for Improved IVC Analysis», *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 10, n.^o 1, págs. 3-15, ene. de 2011, ISSN: 1536-1233. doi: 10.1109/TMC.2010.133.

Referencias iii



A. Wegener, M. Piórkowski Michał and Raya, H. Hellbrück, S. Fischer y J.-P. Hubaux, «TraCI: An Interface for Coupling Road Traffic and Network Simulators», en *Proceedings of the 11th Communications and Networking Simulation Symposium*, ép. CNS '08, Ottawa, Canada: ACM, 2008, págs. 155-163, ISBN: 1-56555-318-7. DOI: 10.1145/1400713.1400740. dirección: <http://doi.acm.org/10.1145/1400713.1400740>.



V. Zúñiga Alarcón, «Uso de Herramientas de Microsimulación para la Definición de Estrategias de Control de Tránsito para la Ciudad de Santiago», memoria de Ing. Civil, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2010. dirección:
<http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/103923>.

2017-08-16

Conclusiones

Referencias

Referencias iii

- A. Wegener, M. Piórkowski Michał and Raya, H. Hellbrück, S. Fischer y J.-P. Hubaux, «TraCI: An Interface for Coupling Road Traffic and Network Simulators», en *Proceedings of the 11th Communications and Networking Simulation Symposium*, ép. CNS '08, Ottawa, Canada: ACM, 2008, págs. 155-163, ISBN: 1-56555-318-7. DOI: 10.1145/1400713.1400740. dirección: <http://doi.acm.org/10.1145/1400713.1400740>.
- V. Zúñiga Alarcón, «Uso de Herramientas de Microsimulación para la Definición de Estrategias de Control de Tránsito para la Ciudad de Santiago», memoria de Ing. Civil, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2010. dirección: <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/103923>.

Referencias iv



M. M. Mubasher y J. S. W. ul Qounain, «Systematic literature review of vehicular traffic flow simulators», en *2015 International Conference on Open Source Software Computing (OSSCOM)*, sep. de 2015, págs. 1-6. doi: [10.1109/OSSCOM.2015.7372687](https://doi.org/10.1109/OSSCOM.2015.7372687).



C. Sommer y F. Dressler, «Progressing toward realistic mobility models in VANET simulations», *IEEE Communications Magazine*, vol. 46, n.º 11, págs. 132-137, nov. de 2008, ISSN: 0163-6804. doi: [10.1109/MCOM.2008.4689256](https://doi.org/10.1109/MCOM.2008.4689256).

2017-08-16

Conclusions

Referencias

Referencias iv

M. M. Mubasher y J. S. W. ul Qounain, «Systematic literature review of vehicular traffic flow simulators», en *2015 International Conference on Open Source Software Computing (OSSCOM)*, sep. de 2015, págs. 1-6. doi: [10.1109/OSSCOM.2015.7372687](https://doi.org/10.1109/OSSCOM.2015.7372687).

C. Sommer y F. Dressler, «Progressing toward realistic mobility models in VANET simulations», *IEEE Communications Magazine*, vol. 46, n.º 11, págs. 132-137, nov. de 2008, ISSN: 0163-6804. doi: [10.1109/MCOM.2008.4689256](https://doi.org/10.1109/MCOM.2008.4689256).

*"Intelligent Transport Systems' or 'ITS' means systems in which information and communication technologies are applied in the field of road transport, including infrastructure, vehicles and users, and in traffic management and mobility management, as well as for interfaces with other modes of transport"*¹

¹Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport [1]

Conclusions

2017-08-16

*"Intelligent Transport Systems' or 'ITS' means systems in which information and communication technologies are applied in the field of road transport, including infrastructure, vehicles and users, and in traffic management and mobility management, as well as for interfaces with other modes of transport"*¹

¹Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport [1]

Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte

<i>Simulator Name</i>	<i>Number of Occurrences in Literature</i>	<i>License Type</i>
VISSIM	15	Commercial Software
PARAMICS	12	Commercial Software
CORSIM	10	FOSS
AIMSUN	9	Commercial Software
SUMO	5	FOSS

Figura 4: Simuladores de transporte utilizados en el área de transportes
(Mubasher et al. [8])

2017-08-16

Conclusiones

Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte

Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte		
<i>Simulator Name</i>	<i>Number of Occurrences in Literature</i>	<i>License Type</i>
VISSIM	15	Commercial Software
PARAMICS	12	Commercial Software
CORSIM	10	FOSS
AIMSUN	9	Commercial Software
SUMO	5	FOSS

Figura 4: Simuladores de transporte utilizados en el área de transportes
(Mubasher et al. [8])

Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte

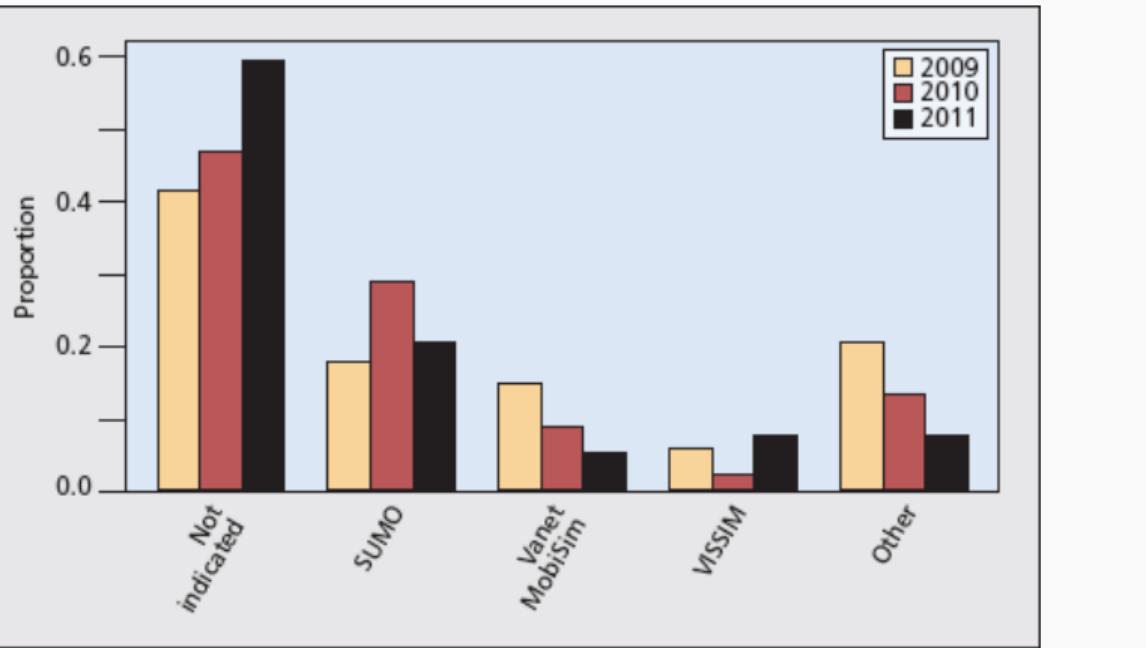
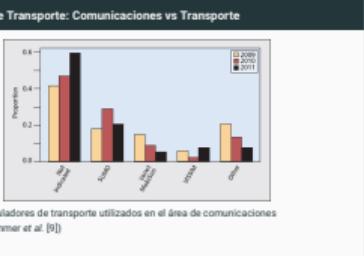


Figura 5: Simuladores de transporte utilizados en el área de comunicaciones
(Sommer et al. [9])

2017-08-16

Conclusions

Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte



Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte

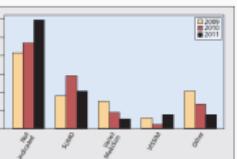
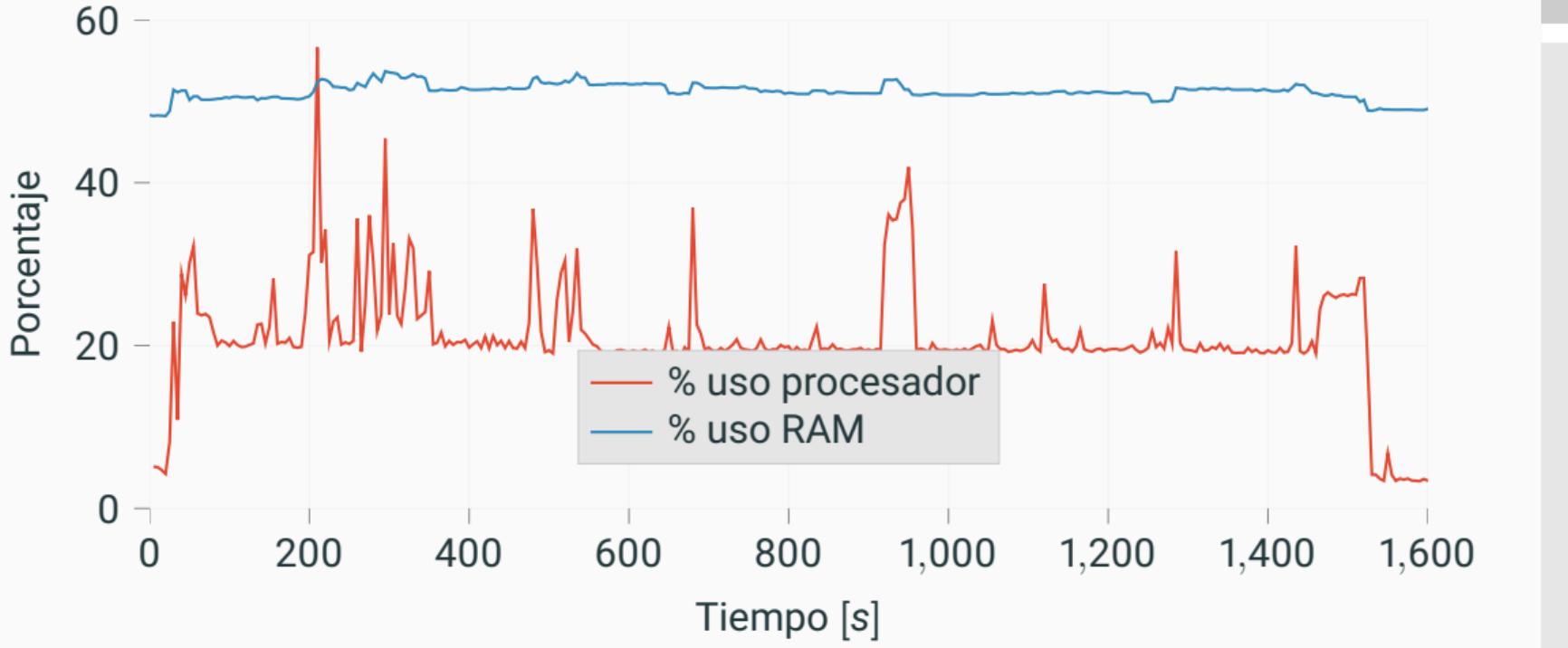


Figura 5: Simuladores de transporte utilizados en el área de comunicaciones
(Sommer et al. [9])

Resultados: Carga sobre el Sistema



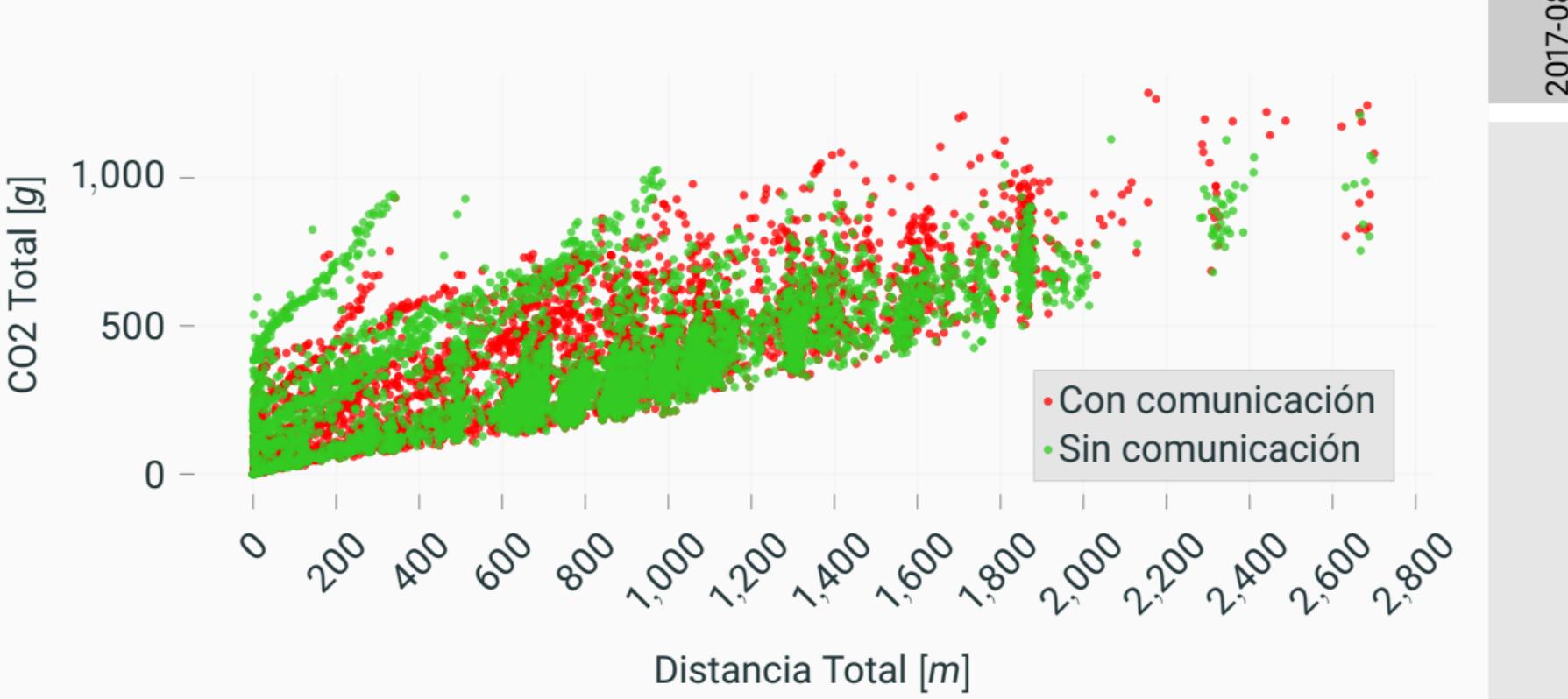
2017-08-16

Conclusiones

Resultados: Carga sobre el Sistema



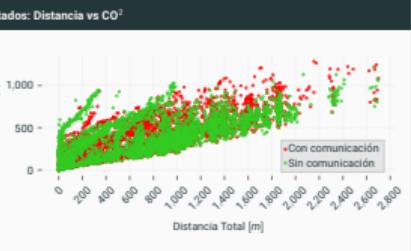
Resultados: Distancia vs CO²



2017-08-16

Conclusiones

Resultados: Distancia vs CO²



Idea: Reemplazar
SUMO...

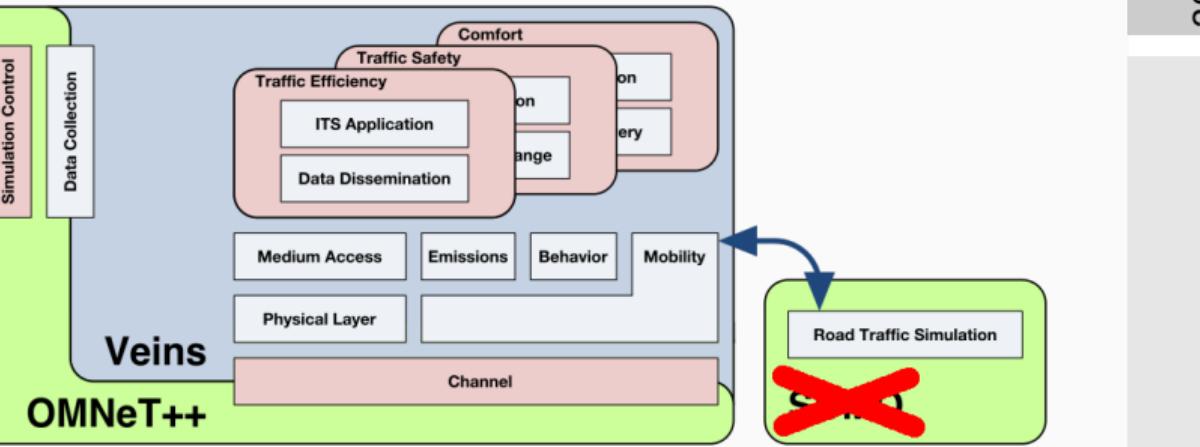
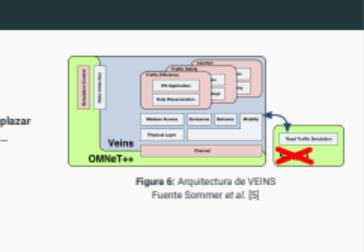


Figura 6: Arquitectura de VEINS
Fuente Sommer et al. [5]

2017-08-16

└ Conclusions

└ VEINS



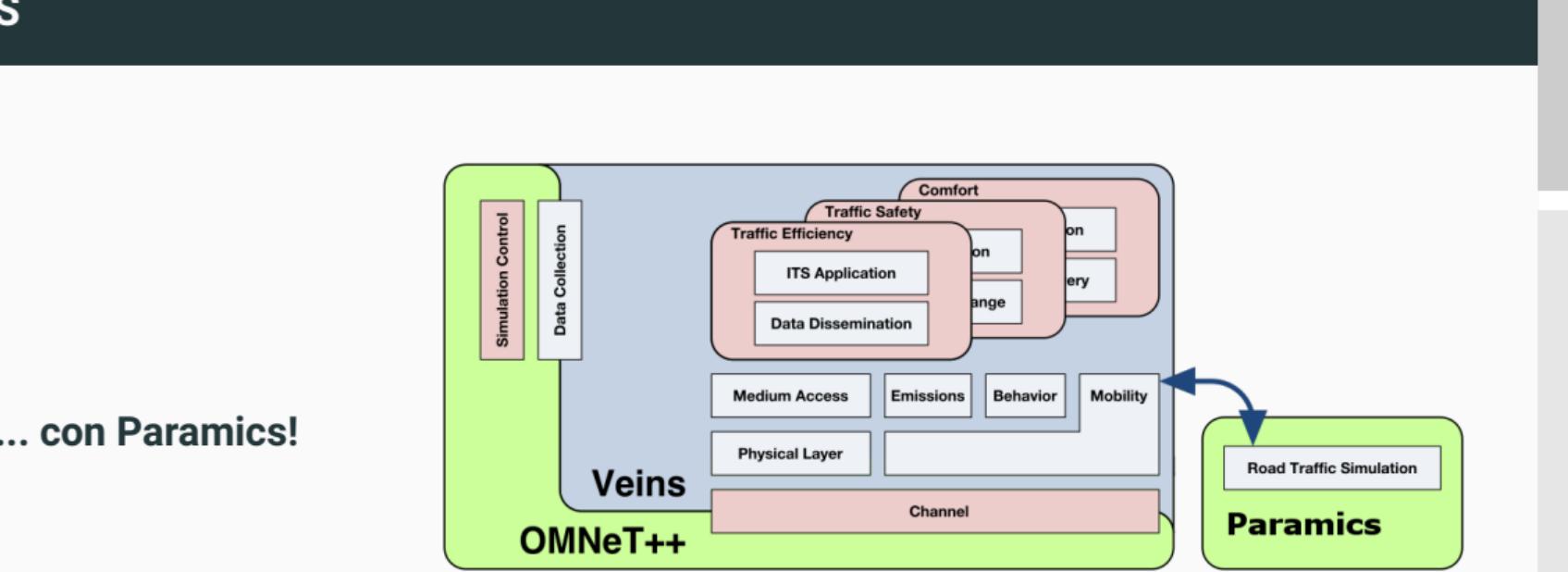


Figura 7: Arquitectura de VEINS
Fuente Sommer et al. [5]

2017-08-16

└ Conclusions
└ VEINS

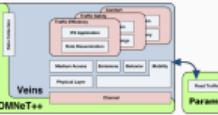
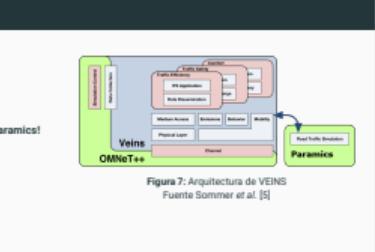


Figura 7: Arquitectura de VEINS
Fuente Sommer et al. [5]

Simulaciones Bidireccionales: Evolución

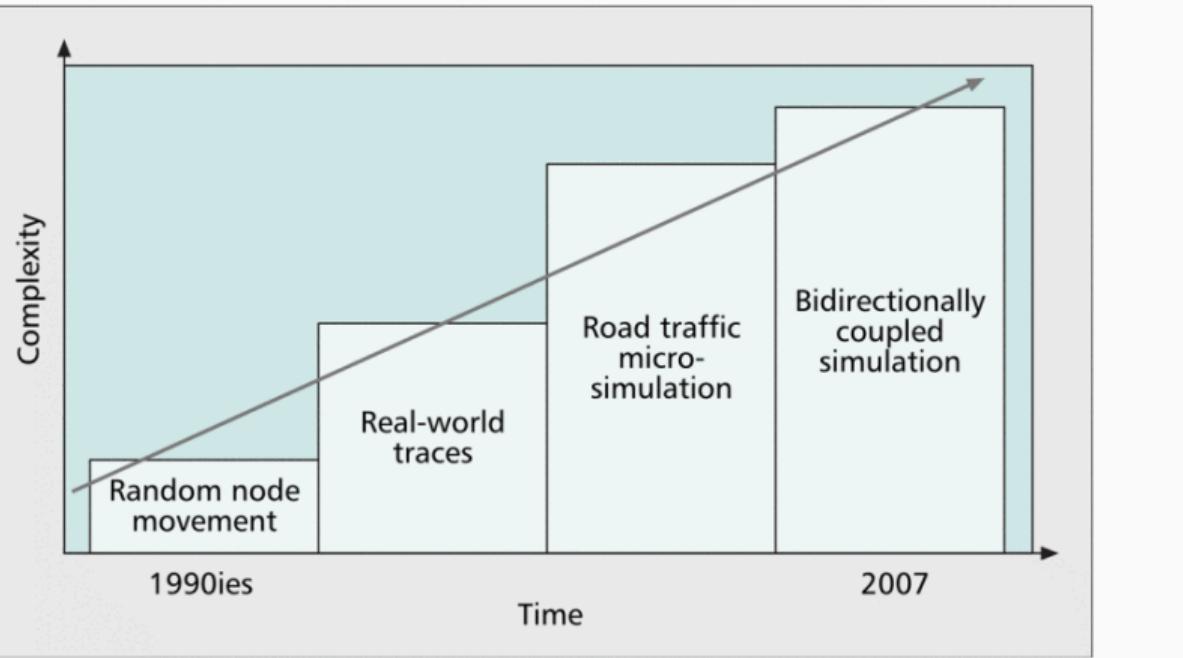


Figura 8: Evolución de las simulaciones bidireccionales (fuente Sommer et al [9])

2017-08-16

Conclusiones

Simulaciones Bidireccionales: Evolución

