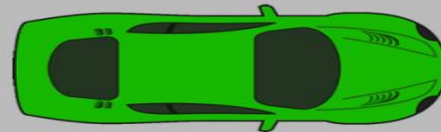
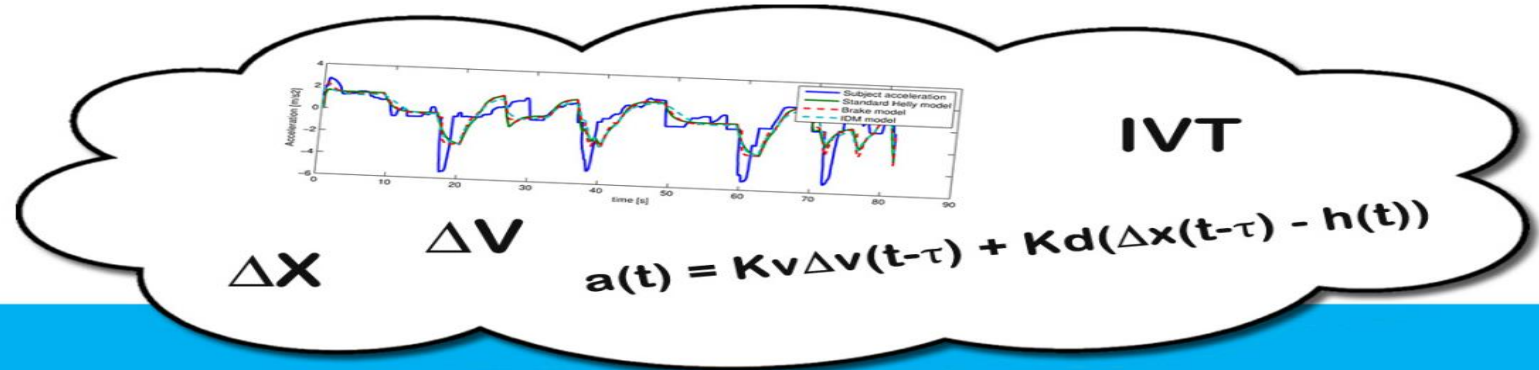


Traffic Simulation and Modeling

“Car Following Modeling”

المحاكاة والنمذجة المرورية

“مبدأ تتابع العربات”



مقدمة

تعتمد المحاكاة على تحليل الظواهر والنظم الموجودة في الواقع ببعديه الفراغي والزمني وذلك عن طريق موديلات (رموز وصيغ) رياضية ، فيزيائية ، اقتصادية وغيرها آخذين بعين الاعتبار قبل كل الشيء الهدف من التحليل.

إذاً موضوع المحاكاة هو النظام (System) المكون من مجموعة من الكتل (objects) المرتبطة مع بعضها بعلاقات محددة ومختارة. هذه الكتل تكون ذات خصائص وميزات معينة تدعى الحالات أو الصفات (attribute) التي يمكن أن يكون لكل كتلة منها عدة حالات.



مقدمة

الفاصل الزمني الحرج بين العربات :

من الضروري تحديد الفواصل الزمنية الحرجة بين العربات على الشارع الرئيسي بالإضافة إلى العوامل الأخرى مثل غزارة الحركة على الشارع الرئيسي، تركيب الحركة، هندسة التقاطع وتنظيم المرور عليه، حيث أن هذه العوامل تؤثر على سعة التقاطع وبشكل خاص سعة الشوارع الثانوية.

الفاصل الزمني h : Time headway وهو الفاصل الزمني بين عبور عربتين متتاليتين لنقطة معينة.

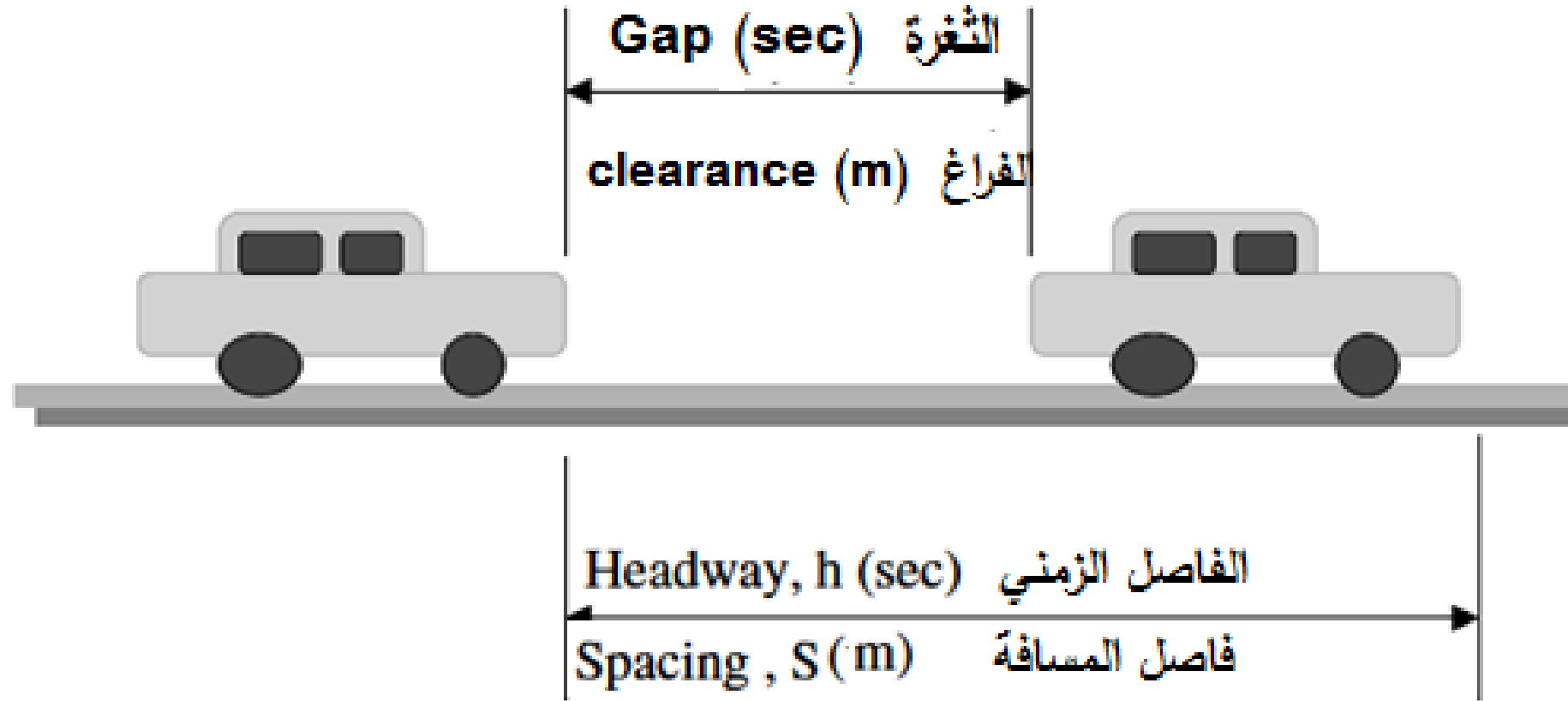


مقدمة

فاصل المسافة : Space headway s : المسافة بين عربتين متتاليتين في لحظة محددة.

الثغرة: وهي مشابهة جداً للفاصل الزمني ، باستثناء أنه يتم قياس الزمن بين عبور نهاية العربة الأولى وبداية العربة التالية، بينما يركز الفاصل الزمني على الزمن بين بدايات (مقدمة) العربات المتتالية، يوضح الشكل مفاهيم الفاصل والثغرة والفراغ





توضيح مفهوم الثغرة والفاصل



أنواع الموديلات المرورية



Microscopic Models الموديلات الميكروسكوبية:

تمثل هذه الموديلات خصائص وتفاعلات العربات المفردة، وينتج عنها مسارات العربات المتحركة عبر الشبكة. وتشمل العملية الخوارزميات والقواعد التي تصف حركة العربة وتفاعلها ضمن تيار المرور (التسارع، التباطؤ، تبديل الحارة المرورية والتجاوز).

Macroscopic Models: الموديلات الماكروسكوبية:

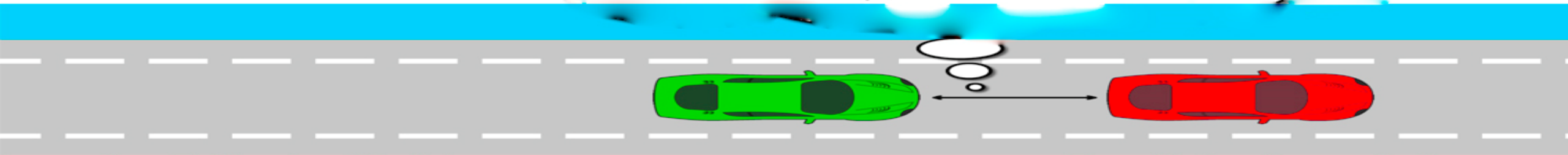
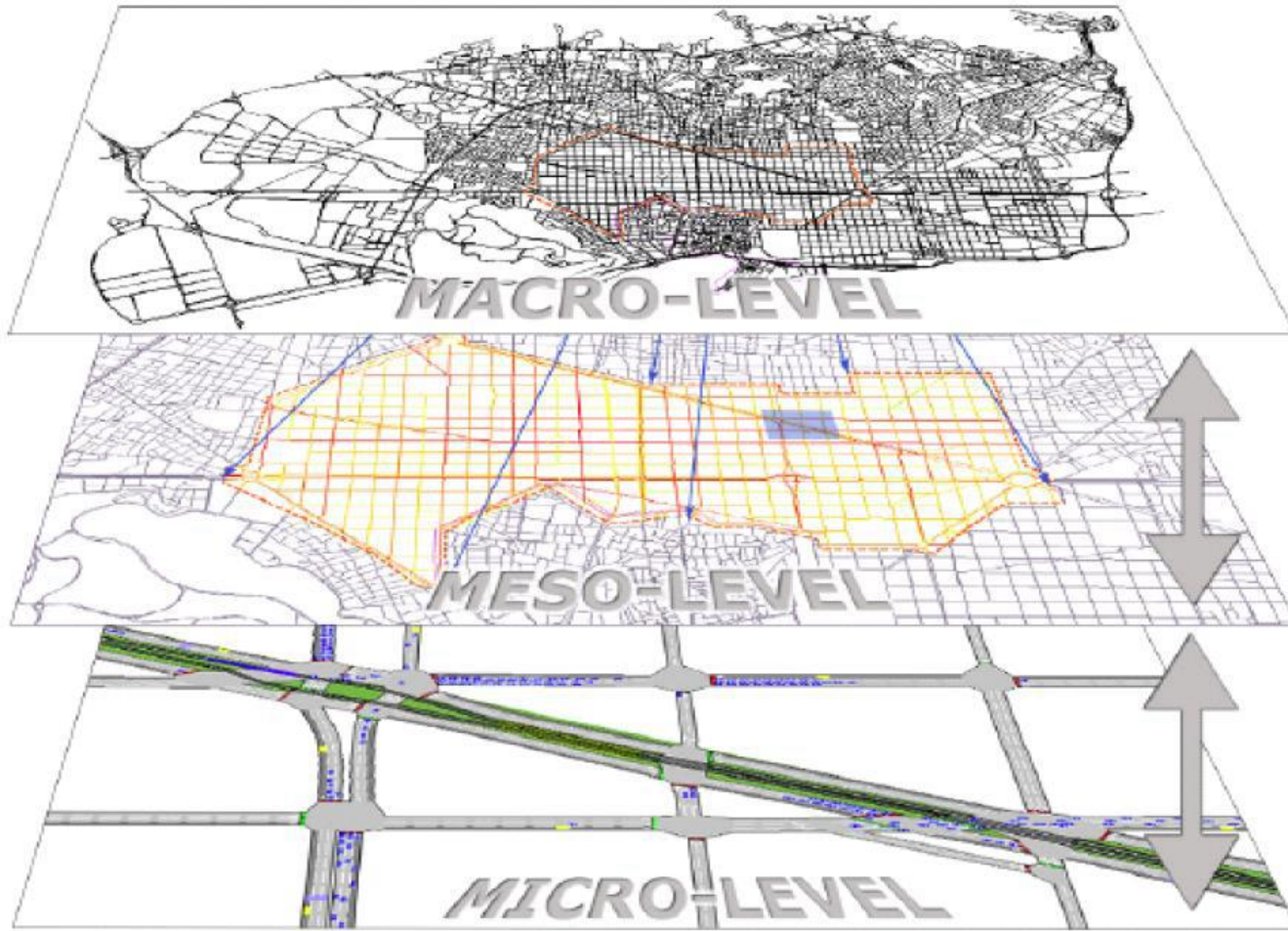
تمثل هذه الموديلات الجريان المروري وتأخذ بالاعتبار خصائص التيار المروري (السرعة، الغزارة والكثافة) وكذلك العلاقات بينها. تستخدم هذه الموديلات عادة معادلات تقليدية للجريان وحالة الاضطرابات التي تحصل ضمن النظام. تمكن من التنبؤ بالامتداد المكاني والزمني للازدحام المروري الذي قد ينجم عن الزيادة في الطلب المروري أو عن الحوادث التي تحصل على الشبكة، ولكن هذه الموديلات لا تمكن من نمذجة تفاعل العربات من أجل أشكال لتصاميم بديلة.

Mesoscopic Models الموديلات الميسوسكوبية:

تمثل هذه الموديلات العربات المفردة، ولكنها تصف أنشطة هذه العربات وتفاعلاتها على أساس العلاقات الميكروسكوبية، والاستخدام الأساسي لهذه الموديلات هو في تقييم أنظمة معلومات المسافرين (الركاب)



أنواع الموديلات المرورية

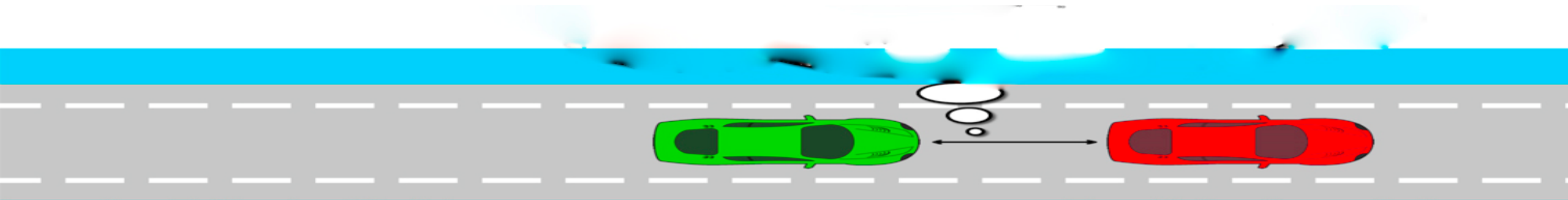
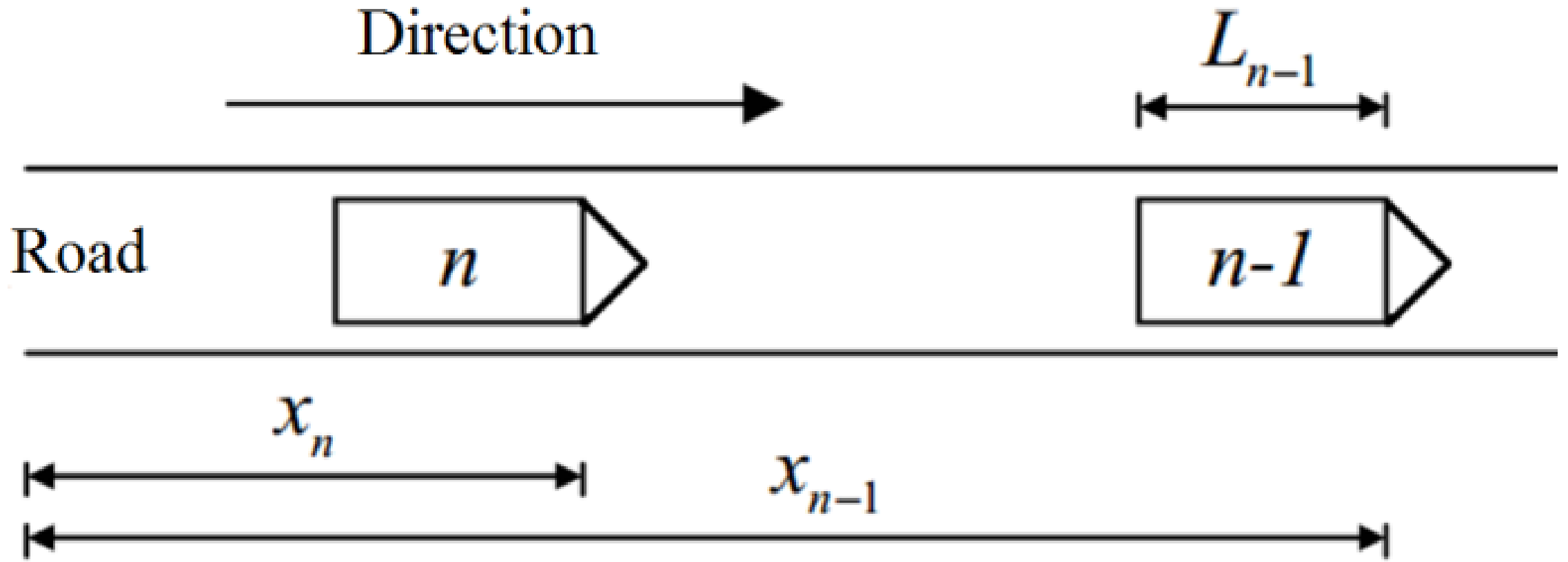


وتعتمد برامج النمذجة الميكروسكوبية على مبدأ تتابع العربات (Car Following) ويعبر عن هذه المبدأ من خلال سلوكية السائق أثناء الحركة أي ان التسارع والتباطؤ للعربات معتمد على العربة الامامية، يقوم السائق في هذه الحالة بالتسارع الى ان يصل الى مؤخرة العربة الامامية ثم يسير بسرعة تساوي سرعة العربة الامامية وفي حال تباطأت العربة الامامية تعود العربة اللاحقة لعملية التباطؤ.

تطورت هذه الموديلات لتصبح اكثر امانا وجودة في التحليل وإظهار النتائج ووضع الحلول للمشاكل المرورية، تطبيقات النمذجة الميكروسكوبية لقت رواجاً كبيراً في الفترة الحالية لاستخدامها كأدوات تحليل مرورية مساعدة

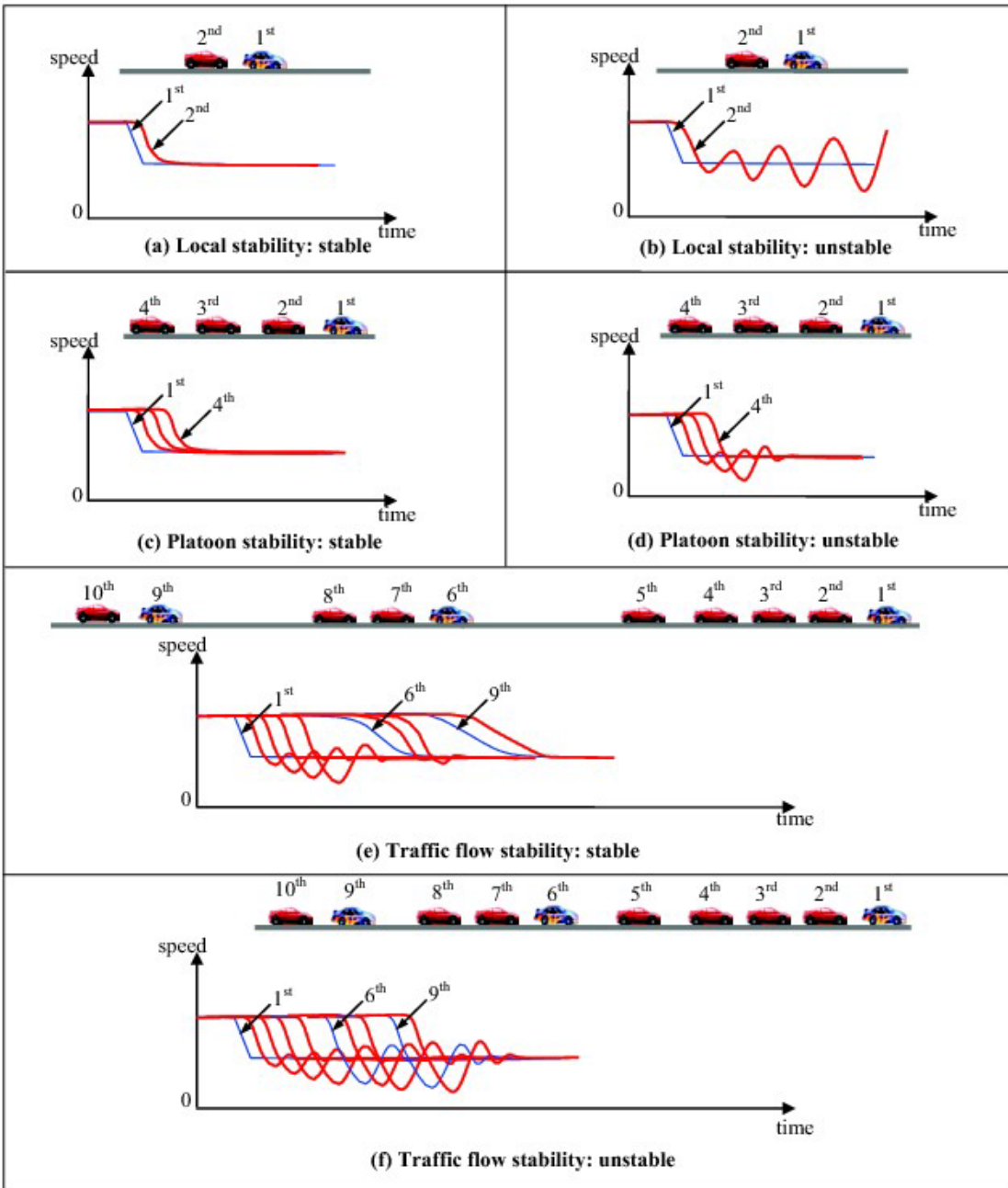
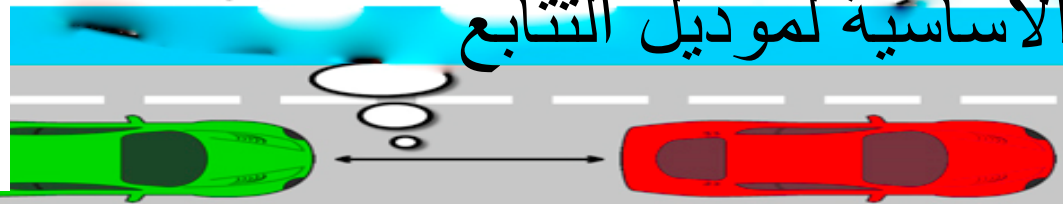


ماذا يقصد بمبدأ تتابع العربات؟

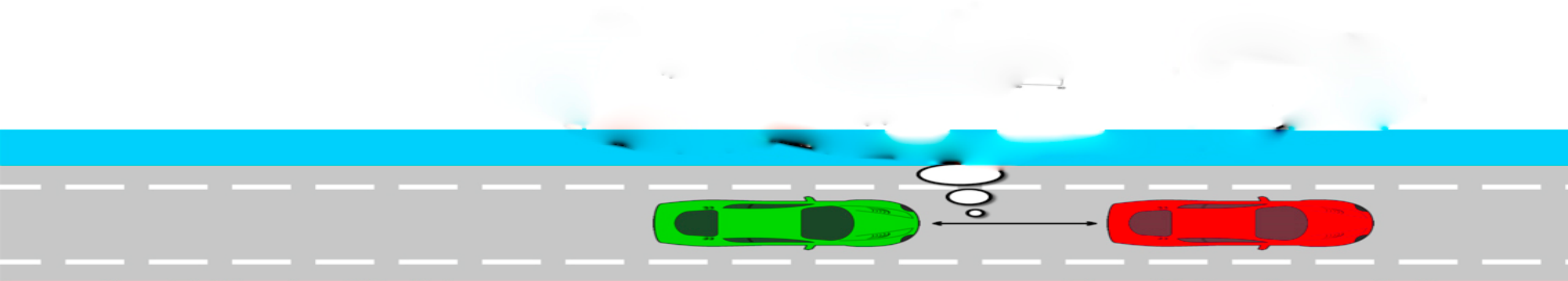
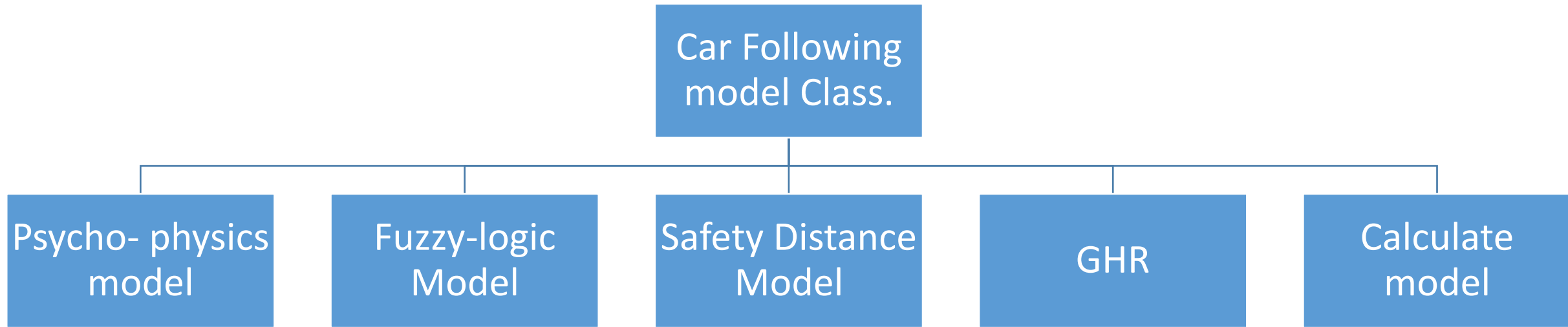


ماذا يقصد بمبدأ تتابع العربات؟

يعبر مبدأ تتابع العربات عن تفاعل العربات مع بعضها أثناء الحركة وتوزيعها على الحارة الواحدة أثناء الجريان المروري، ويحدد التتابع وفق الفاصل الزمني بين عربتين متتاليتين (المسافة، Headway، والسرعة والزمن والتسارع والتباطؤ). ويحاكي هذا الموديل سلوكية السائق أثناء حركة التتابع، والحركة ستتقيد بتسارع معين وفق العربة الامامية في نفس الحارة، والشكل التالي يوضح عملية التتابع والمفاتيح الأساسية لموديل التتابع



التصنيف العام للموديل؟



التصنيف العام للموديل؟

يعتمد الموديل العام (GHR) لتتابع العربات على توضيح العلاقة بين العربات التابعة والعربة التي تقود الحركة - العربة الامامية- وفقا لتابع توصيف الاستجابة بين العربات المتتابة، والبارامتر الأساس في عملية بناء فرضية الموديل هو التسارع، أي السرعة المستخدمة في لحظة التتابع والمسافة الفاصلة بين العربات المتتابة، ويحسب التسارع للعربات المتتابة وفقا للمعادلة التالية:

$$a_n(t) = \alpha * v_n^\beta(t) * \frac{v_{n-1}(t - T) - v_n(t - T)}{x_{n-1}(t - T) - x_n(t - T)^\gamma}$$

حيث:

$\alpha > 0$ ، والمعاملان β و γ هما اساسين وتعطى اوزان حسب الهدف من الموديل، اما x_{n-1}, v_{n-1} سرعة وموقع العربة الامامية.



التصنيف العام للموديل؟

- موديلات مسافة الامان

2- Safety Distance Models

يعد موديل Gipps أشهر موديل لهذا النوع، ويفترض هذا الموديل لكل سرعة تساوي 16 كم/سا من السرعة الافتراضية فان المسافة الفاصلة بين عربتين متتالين تساوي على الأقل طول العربة، في حال كانت الحركة مقيدة او الجريان حرا، فان العربات تخضع لتأثير التتابع، الفاصل الزمني بين العربات يعتبر امن، اذا كانت العربة الخلفية تتفاعل مع العربة الامامية أي في عمليات التسارع والتباطؤ دون الحاجة الى التفاعل الاضطراري، ولكن اذا كانت السرعات متساوية للعربات المتتابة في هذه الحالة لا يوجد تفاعل بين العربات ولا يوجد تتابع. وأهم تطبيقات هذا الموديل البرمجية: برنامجي SYNCHRO- SIMTRAFFIC



التصنيف العام للموديل؟

3- Psycho-physic models

- موديل سايكو-فيزيكس

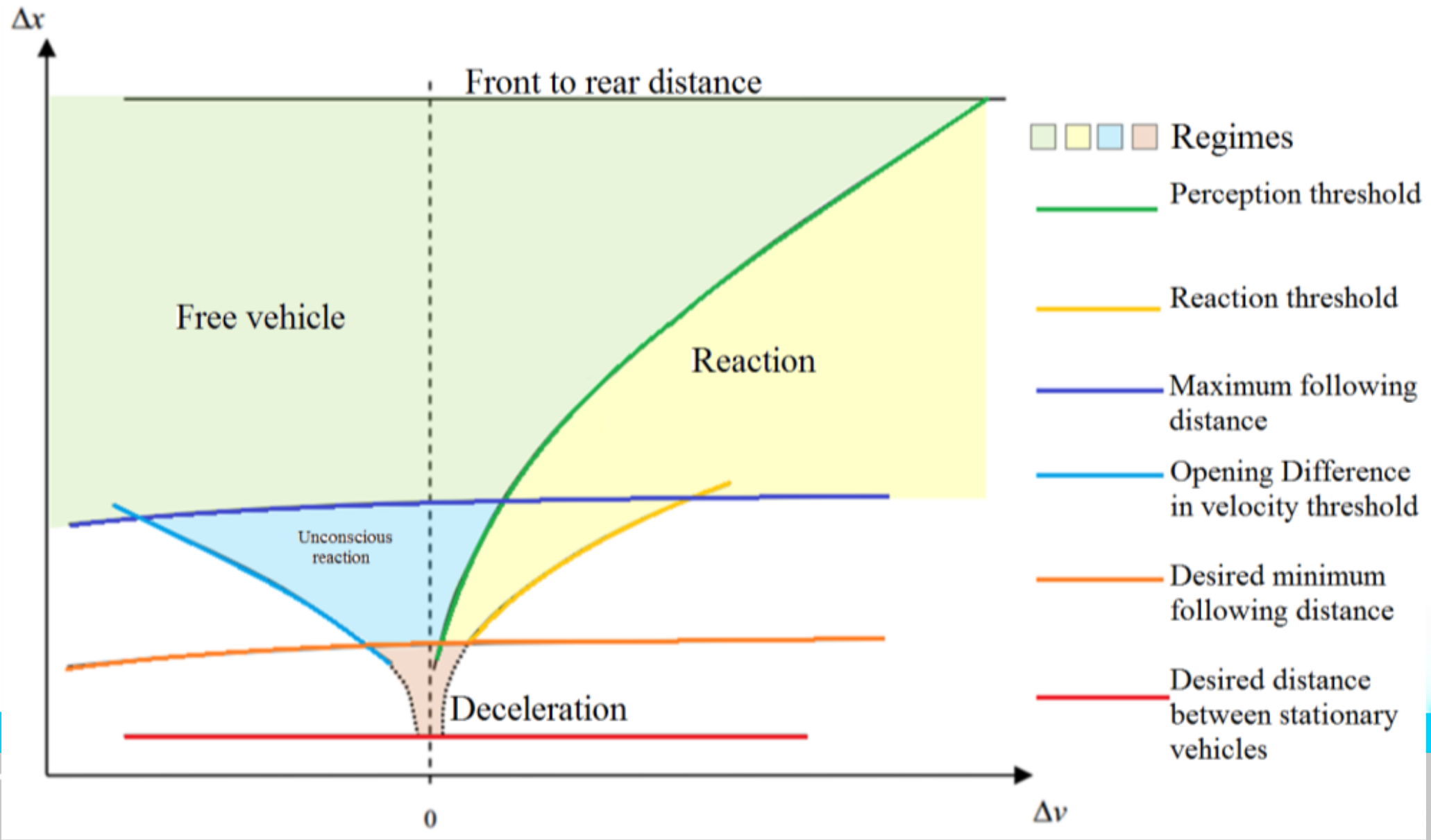
يفترض هذا الموديل ان تفاعل المتتابعين عشوائي ويخضع لتغير سرعة العربة الامامية، وهذا الموديل يعطي محاكاة تشبه كثيرا حالة الحركة المرورية، وأعتد الباحثين في تقديم وجهة نظر سيكولوجيه نفسية لتصرف السائقين أثناء القيادة وفقا لمتغيرين أساسين:

- بالنسبة للمسافات الكبيرة فان السائق للعربة الخلفية لا يتأثر بالعربة الامامية أي ان السرعات غير مختلفة

بالنسبة للمسافات الفاصلة الصغيرة لا تتأثر حركة السائق للعربة الخلفية الا في حالة وصول العربة الخلفية الى أقل مسافة فاصلة التي قد تؤدي الى تصادم. وأشهرها موديل ويدمان 1974



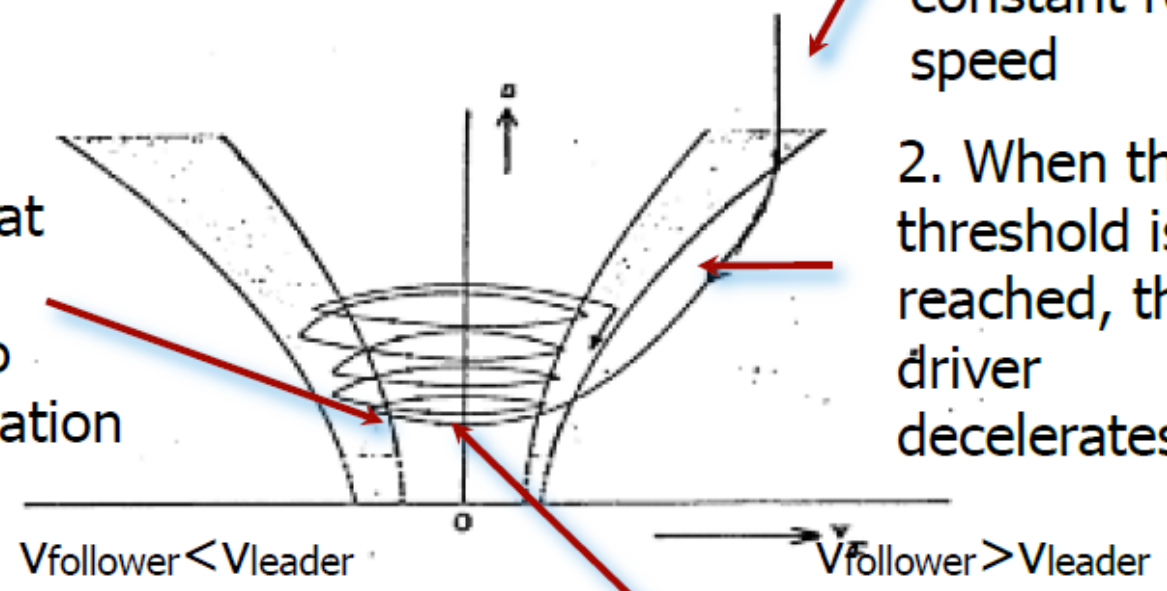
التصنيف العام للموديل؟



Principle by Wiedeman

1. A follower with a speed larger than the leader approaches with constant relative speed
2. When the threshold is reached, the driver decelerates

4. No notice that driver over-decelerates, so relative acceleration



3. Deceleration until $\Delta v = 0$



التصنيف العام للموديل؟

الحرمان المروري

عربات cars
عربات ثقيلة HG
باصات Buses
ترام
مشاة

التحكم بالإشارات المرورية

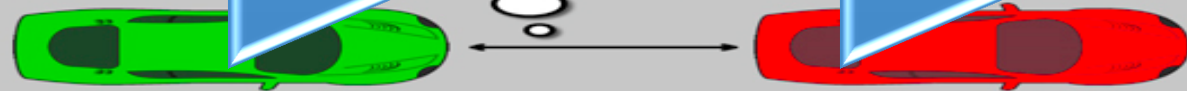
إشارات مسبقة الضبط
إشارات مرتبطة بالحركة
كليا

البيانات المتعلقة بالعربات

مخطط الإزاحة الزمنية
مخططات السرعة
بيانات العربات
أزمنة الرحلات
الغزارات المرورية
أزمنة التأخير
عدد التوقفات
الكثافة
معدل السرعة

البيانات المتعلقة بالتحكم

نسبة توزيع الزمن الأخضر
الأسباب لتغيير الإشارة
(حلول مرورية)



التصنيف العام للموديل؟

4 Fuzzy–logic models

موديل المنهج الضبابي

يعبر هذا الموديل عن اعدادات برمجية تعطي تنبئها للعربات المتتابة في حال تجاوزت مسافة الأمان واقتربت العربة الخلفية من العربة الامامية، لتعود بعد ذلك العربة الخلفية من حالة التسارع الى حالة التباطؤ.

يعتبر هذا الموديل امتداد لعمليات التطوير لمبدأ تتابع العربات وتطبيقات الثورة العلمية في مجال البرمجيات التطبيقية، يستطيع السائق تقدير وافترض السرعة للعربة الامامية، ويمكن ادخال تابع تعريفي اثناء بناء الموديل لتقييم حالة المرور والكثافة المرورية من أجل مراقبة الحركة المرورية وتحديد النقطة التي يبدأ فيها السائق في تقدير السرعة.

ان التطور الهائل في مجال البرمجيات أدى الى ظهور العديد من التطبيقات التي توظف هذا النوع من الموديلات في دراسة الحركة المرورية وتحديد فعالية التقييم، وإدخال مبدأ تتابع العربات كبارمترات أساسية في دراسة الحركة المرورية



التصنيف العام للموديل؟

الموديل الحسابي للتتابع العربات:

+ خطوات حساب التتابع وفق هذا الموديل:

1. تجميع بيانات الموديل والتي تتضمن: السرعة، طول القطاع، وتتم عملية التجميع وفق عداد سرعة مزود بتقنية GPS.

2. تفريغ البيانات وتصنيفها واعتماد زمن الانتقال-الزمن الذي تتغير فيه السرعة- استخدام المعادلات الحسابية



موديل تغيير الحارة

يتبع هذا الموديل أساساً لموديل تتابع العربات المقترح من العالم Gipps، وهو مُطبَّق في معظم برامج النمذجة الميكروسكوبية، إن سلوك السائق أثناء القيادة يعتمد على حالتين: إما أن يتابع سيره ضمن الحارة التي يقود عليها، ويحافظ فيها على سرعته المرغوبة، أو يحاول أن يغيّر الحارة لزيادة السرعة أو من أجل عمليات المناورة (الانعطاف)، ويأخذ هذا الموديل ثلاثة اختيارات:

- هل من الضروري تبديل الحارة المرورية؟

- هل يرغب السائق في تبديل الحارة المرورية؟

- هل من الممكن تبديل الحارة المرورية؟

تعتمد إجابة هذه الأسئلة على العديد من العوامل مثل: إمكانية الانعطاف في الحارة الحالية، الحالة المرورية في الحارة الحالية، المسافة بين العربات في الحارة الحالية، السرعة في الحارة الحالية، وإمكانية زيادة السرعة في الحارة التي سينتقل إليها السائق، الثغرات الزمنية المتوفرة والممكنة.



موديل تغيير الحارة

يوضح الشكل التالي آلية عمل موديل تغيير الحارة المروريّة، وقسمت إلى قطاعات مناورة أثناء تغيير الحارة المرورية وهي موضحة كالتالي:

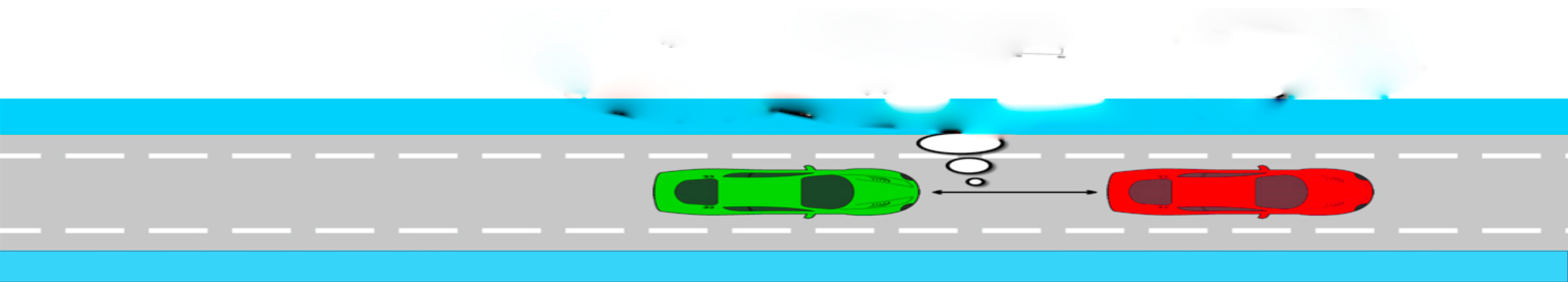
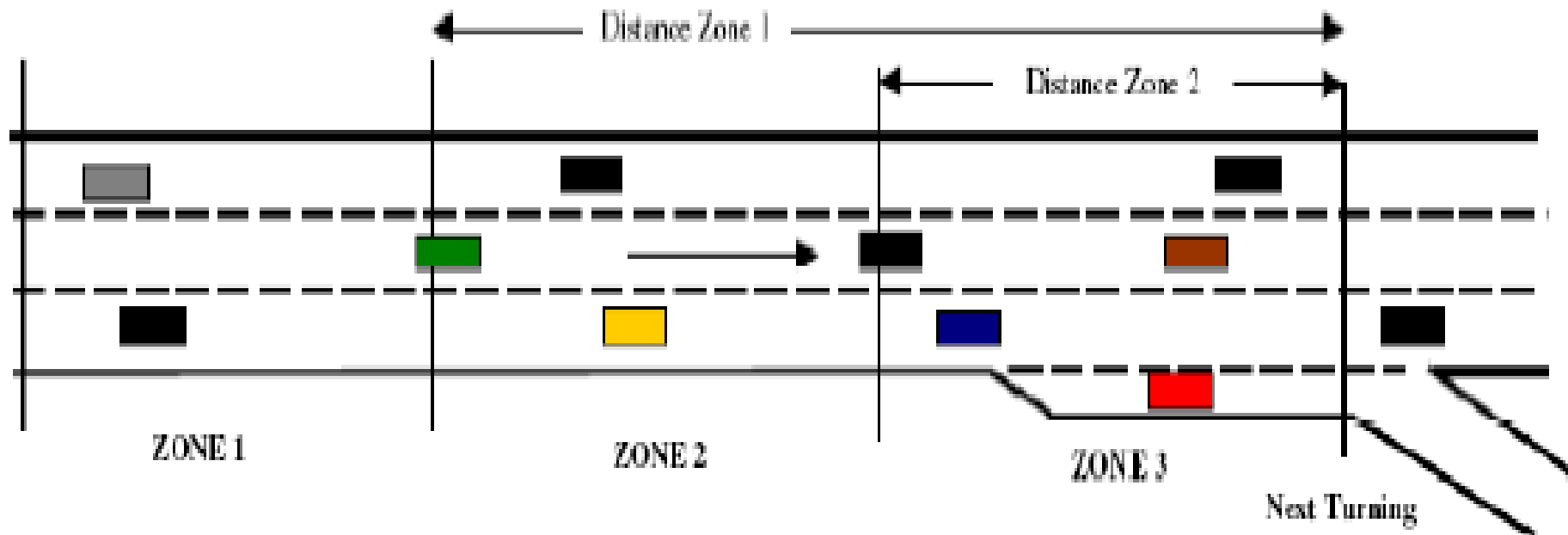
القطاع الأول: المسافة الأبعد عن الانعطاف التالي، قرار تبديل الحارة في هذه الحالة يعتمد بشكل رئيس على حالة الحركة المرورية، ولا تتأثر سلوكية السائق أو السرعة المرغوبة.

القطاع الثاني: يعدّ هذا القطاع قطاعاً متداخلاً لأنّ قرار تبديل الحارة يخضع للانعطاف المرغوب، وسلوك السائق يعتمد على البحث عن ثغرة زمنية.

القطاع الثالث: قطاع الانعطاف حيث تتباطأ فيه العربة أو قد تضطر إلى التوقف الكامل للوصول إلى نقطة الانعطاف.



موديل تغيير الحارة



بارامترات البناء

القيمة الافتراضية	البارامتر
16 قدم	طول العربة
6 قدم	عرض العربة
75 ميل/ساعه	السرعة الأعظمية
10 قدم/ثا ²	التسارع الأعظمي
10-3 قدم/ثا ²	التباطؤ
12-7 قدم/ثا ²	التباطؤ في حالة الزمن الأصفر
1.27-0.75	معامل السرعة
1.7-0.7 ثا	زمن رد فعل السائق أثناء الزمن الأصفر
0.8-0.2 ثا	زمن رد فعل السائق أثناء الأخضر
0.35 ثا	الفاصل الزمني أثناء التوقف
0.8 ثا	الفاصل الزمني عند السرعة 20 ميل/سا
2.20-0.8 ثا	الفاصل الزمني عندما تكون السرعة 20-80 ميل/سا
5-2 ثا	الثغرة الزمنية
0.1 ثا	تدریجة سرعة المحاكاة
4.5-2.5 ثا	زمن التتابع



SYNCHRO :

- Synchro : يستخدم للتحليل العملياتي وخوارزمية البحث عن القيم المثلى، مع إمكانية رسم للشبكات الطرقية.
- Simtraffic : يمكننا من نمذجة حركة المرور بشكل عملي وسهل الاستخدام.
- 3D Viewer : إظهار بشكل ثلاثي الأبعاد للنمذجة المرورية.
- Simtraffic CI : عبارة عن تطبيق يقوم بالتداخل والتفاعل مع وصلة المتحكم، بحيث يتم عمل نمذجة حقلية لنظام المرور.



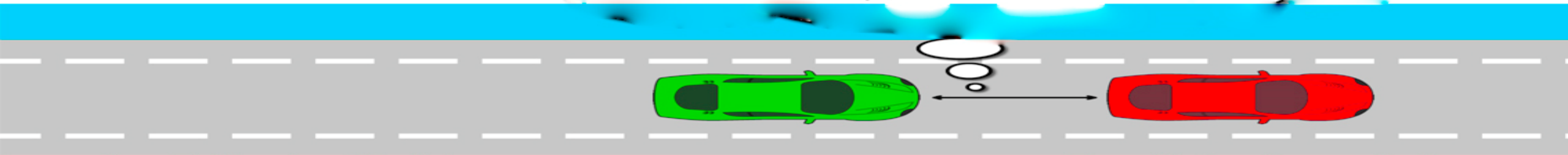
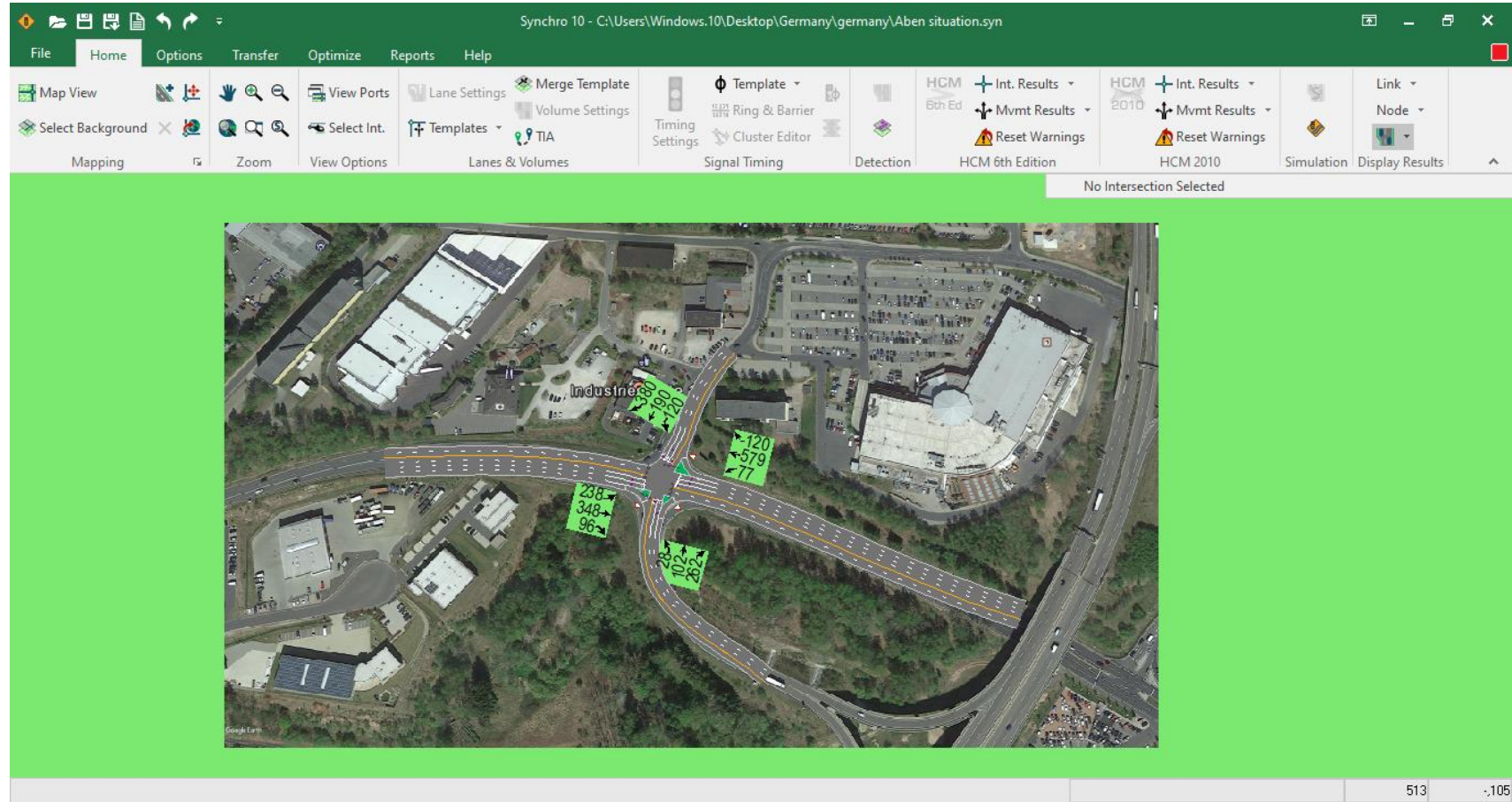
SYNCHRO :

– أهم الأعمال التي يؤديها البرنامج:

1. تحليل السعة
2. البحث عن القيم المثلى للتنسيق
3. الإشارات المرتبطة بالحركة
4. تحليل الدورات
5. إظهار مخططات التنسيق
6. محاكاة أنظمة المرور
7. التعامل مع قوالب ثلاثية الأبعاد
8. أجهزة التحكم
9. التحليل العملي باستخدام HCM
10. رسم الشبكات الطرقية



SYNCHRO :



كيف يمكن تقييم الحركة المرورية وفق
الموديلات الميكروسكوبية؟

