



Modellalapú szoftverfejlesztés

XII. előadás

Modellalapú tesztelés

Dr. Micskei Zoltán,
Dr. Majzik István,
Dr. Semeráth Oszkár

Mit jelent a modellalapú tesztelés?

- Modellalapú tesztelés = Model-Based Testing, MBT

“Testing based on or involving models” [ISTQB]

„Olyan tesztelési folyamat, ami modelleket használ”

Source of definition: ISTQB. “Foundation Level Certified Model-Based Tester Syllabus”, Version 2015

- Nem csak tesztgenerálás
- Nem feltétlen automatizált
- Nem csak modellalapú fejlesztésben

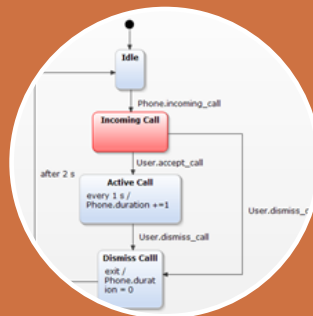
Miket fed a modellalapú tesztelés



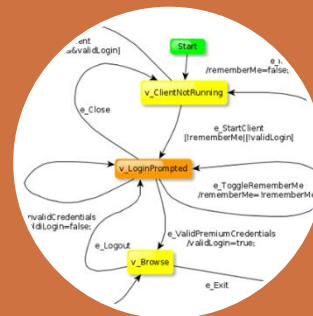
Megosztott
tudás



Specifikáció
ellenőrzés



Szimuláció



Tesztadat
generálás

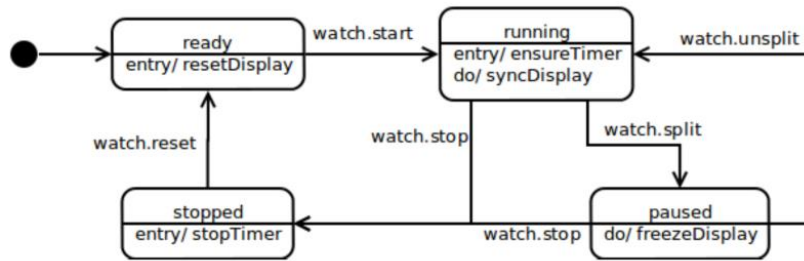


Végrehajtható
tesztek

Inkább informális

Inkább formális

Modellek használata tesztelés során

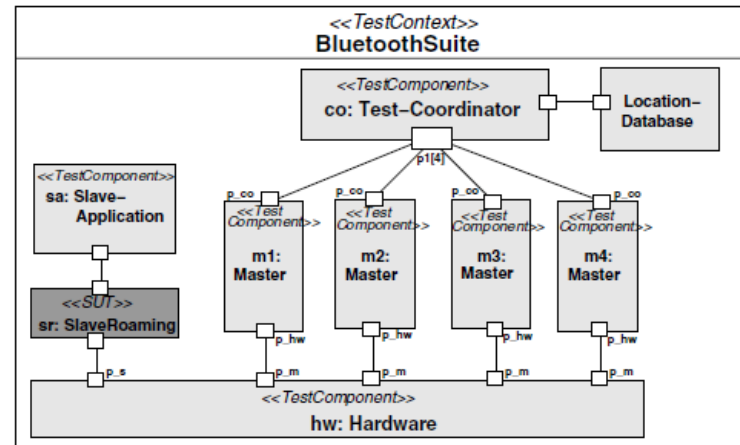


Behavior of SUT

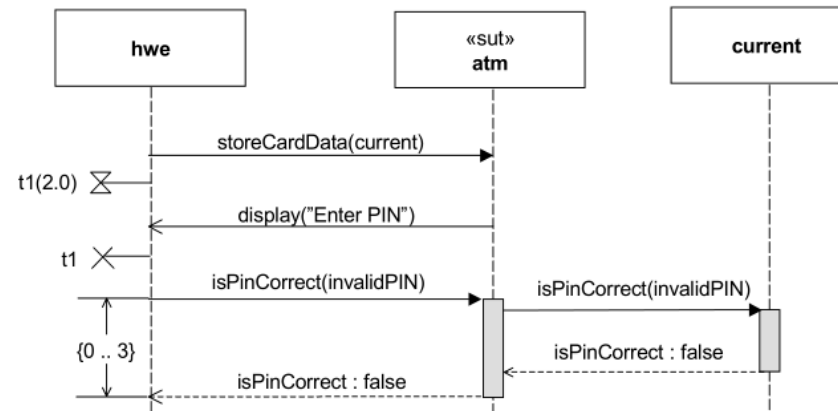
```

timer t;
t.start(5.0);
alt {
  [] i.receive("coffee") {
    Count := Count+1; }
  [] t.timeout { }
}
    
```

Test sequences



Test configuration



Test sequences

Modellek előnyei

- Kommunikáció a felek között
 - > A teszteseteket és az elvárt viselkedést a szakterület nyelvkészletével írjuk fel
- Korai tesztelés: modellezés → szimuláció → tesztelés
- Magasabb absztrakciós szint (komplexitás kezelése)
- Automatizálás (generálás / végrehajtás / optimalizálás / fedettségmérés / ...)

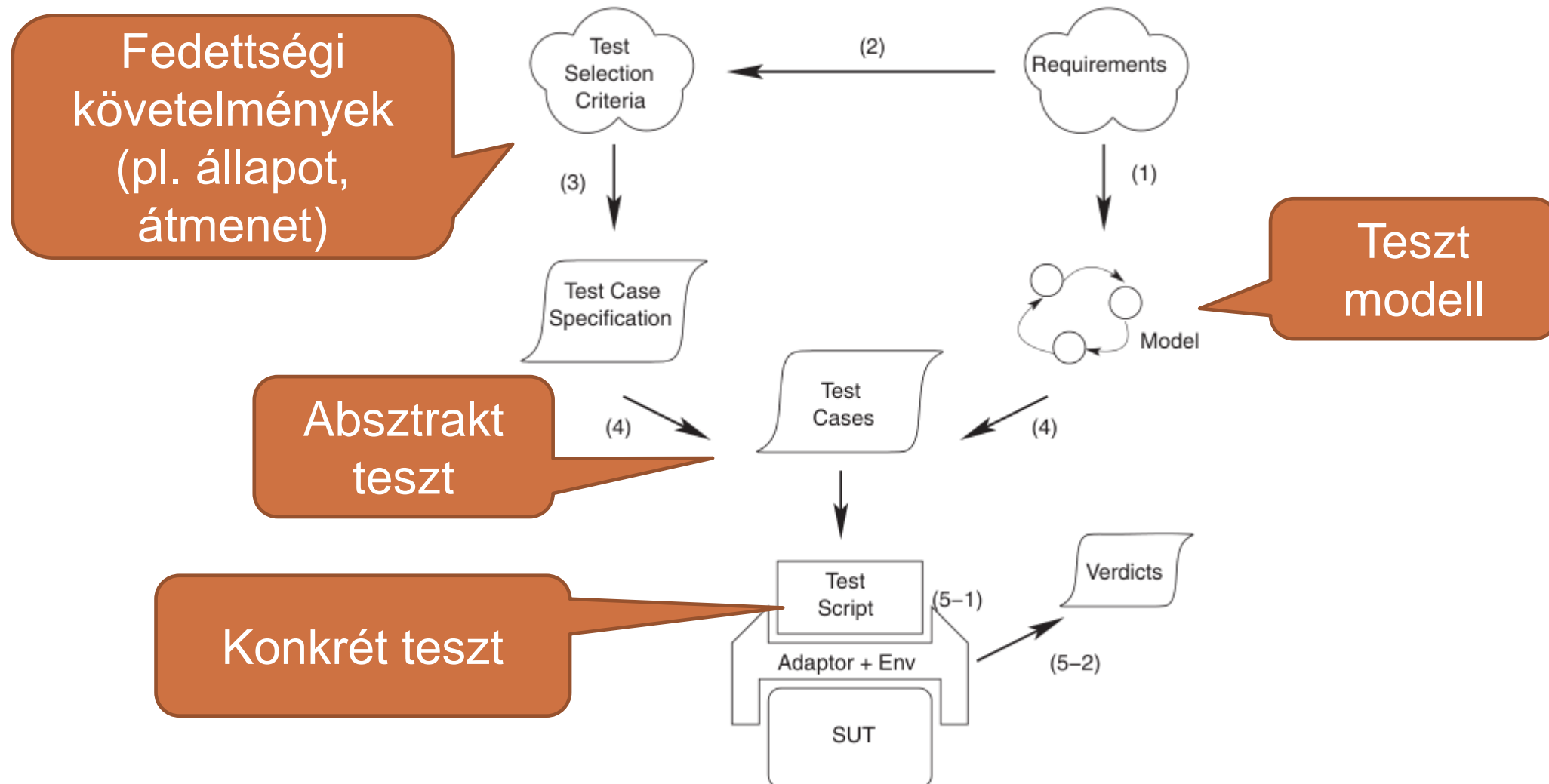
Tesztgenerálás

„A **Modellalapú tesztelés** magába foglalja azokat a folyamatokat és technikákat,

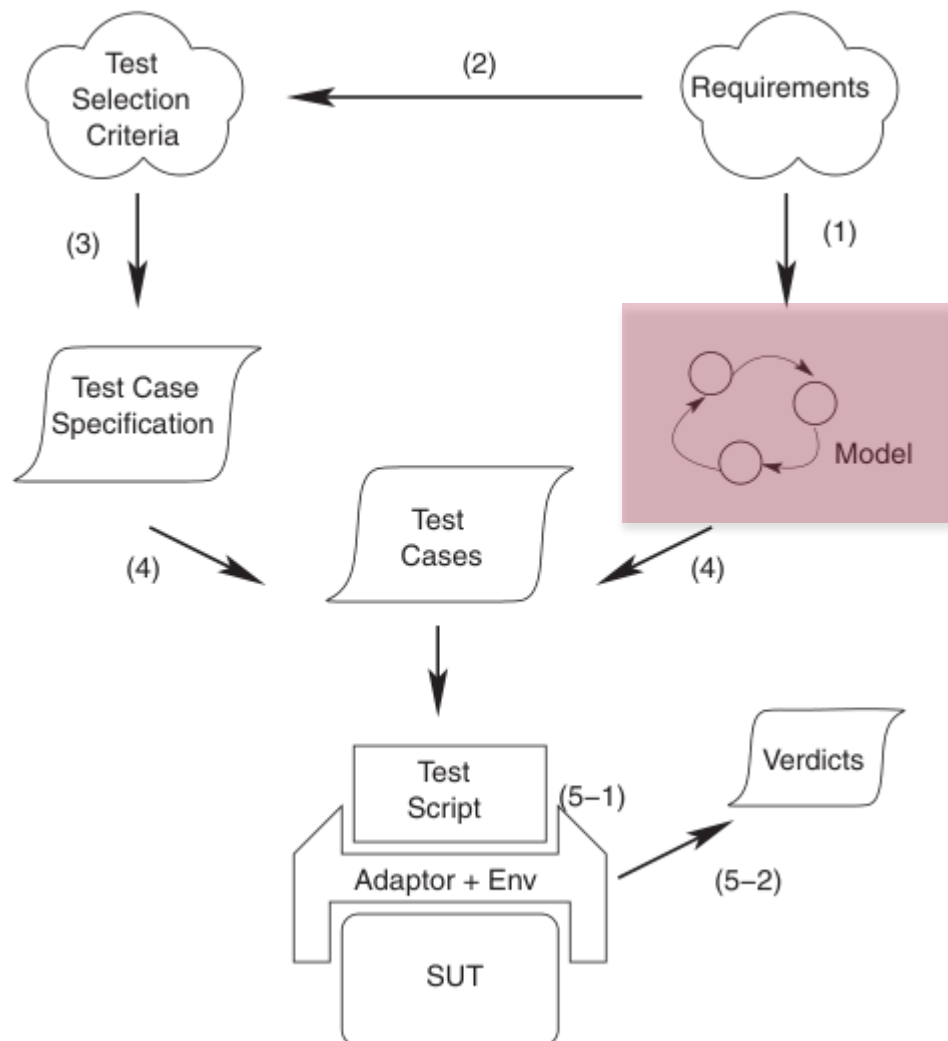
- Amelyek képesek **absztrakt teszteseteket** származtatni absztrakt modellekből,
- Amelyek képesek **konkrét teszteseteket** származtatni absztrakt tesztesetekből,
- Amelyek képesek manuálisan vagy automatizáltan **végrehajtani** a konkrét teszteseteket.

Source: M. Utting, A. Pretschner, B. Legeard. „A taxonomy of model-based testing approaches”, STVR 2012; 22:297–312

Tipikus tesztelési folyamat



Tipikus tesztelési folyamat

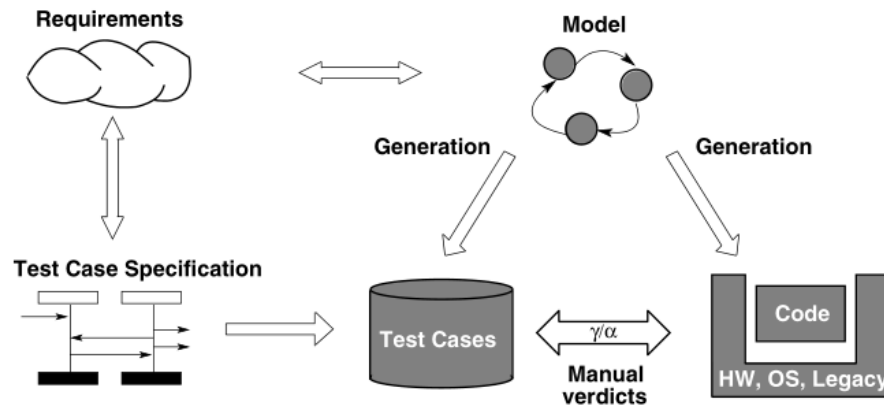


Kérdések a modellezéssel kapcsolatban

- Mit modellezzünk?
 - > Mi a teszt célja?
 - > Funkcionalitás / teljesítmény / ...
- Milyen absztrakciós szinten dolgozzunk
 - > Túl sok vagy túl kevés részlet
 - > Különböző modellek különböző célokhoz
- Mit tartalmazzanak a modellek?
 - > Struktúra / viselkedés

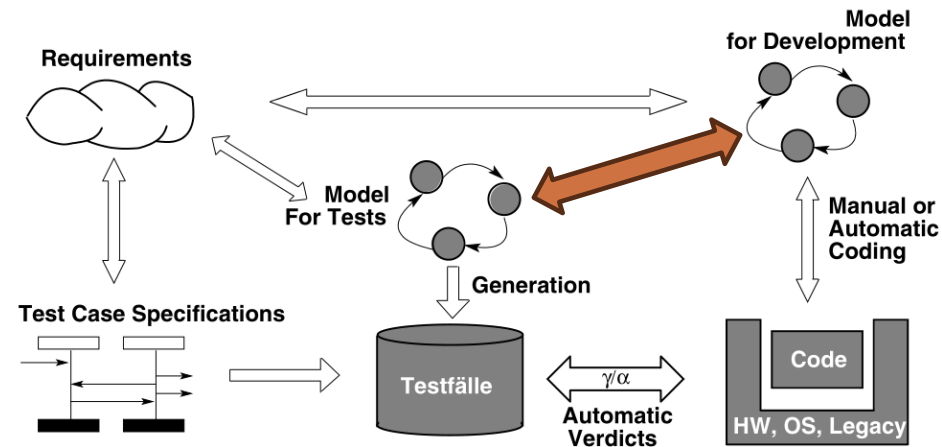
Modellek újrahasználata

Használhatjuk-e a tervezéshez használt modelleket?



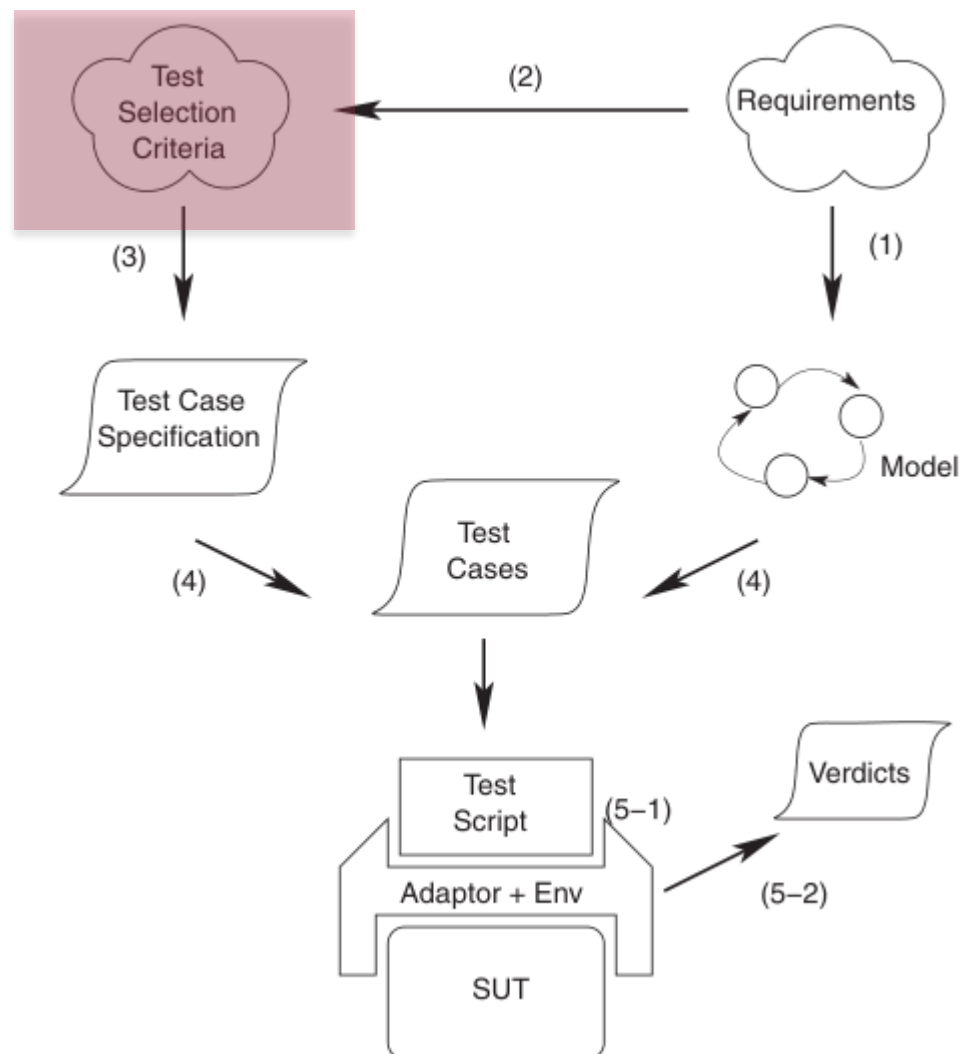
Megközelítés: Külön tervezési és tesztelési modell

Probléma: Mit tesztelünk itt?



A. Pretschner, J. Philipps. „Methodological Issues in Model-Based Testing”, Model-Based Testing of Reactive Systems, 2005.

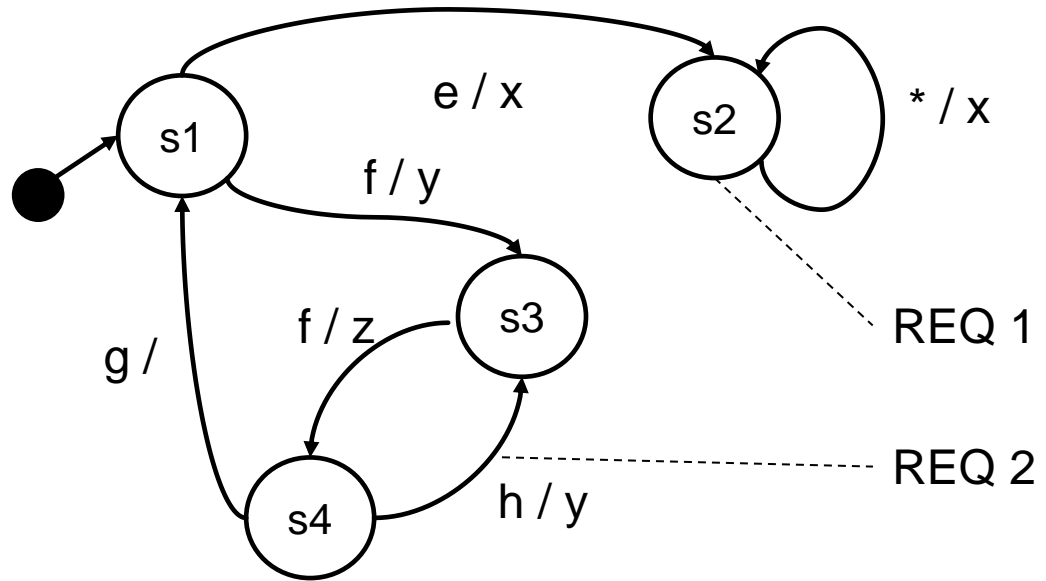
Tipikus tesztelési folyamat



Tipikus teszt kiválasztási kritériák

- Fedettség-alapú
 - > Modellhez csatolt követelmények
 - > Modellalapú tesztelés elemei (állapot, tranzíció, döntés)
 - > Adat-alapú
 - > Viselkedés-alapú
- Mintavételezés: random / sztochasztikus
- Szenárió vagy minta alapú
- Projekt-vezérelt (rizikók, erőforrás...)

Példa: teszt szelekció

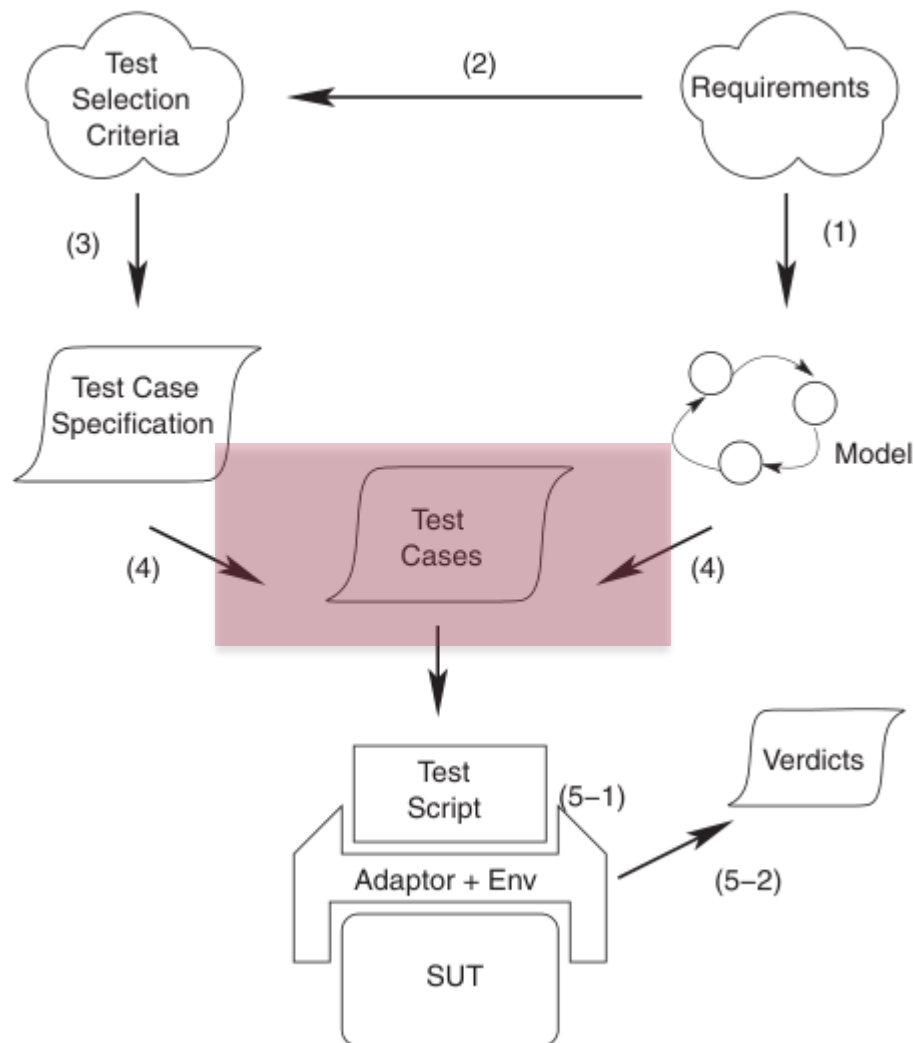


■ Válasszunk tesztkészletet

- > Követelmények
- > Állapotok
- > Tranzíciók

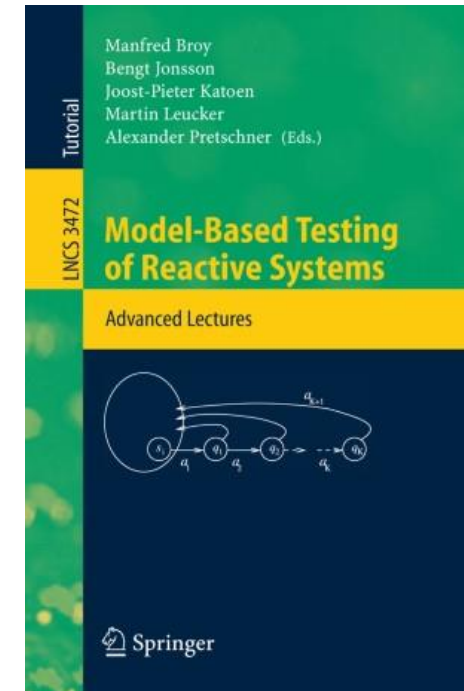
lefedésére

Tipikus tesztelési folyamat

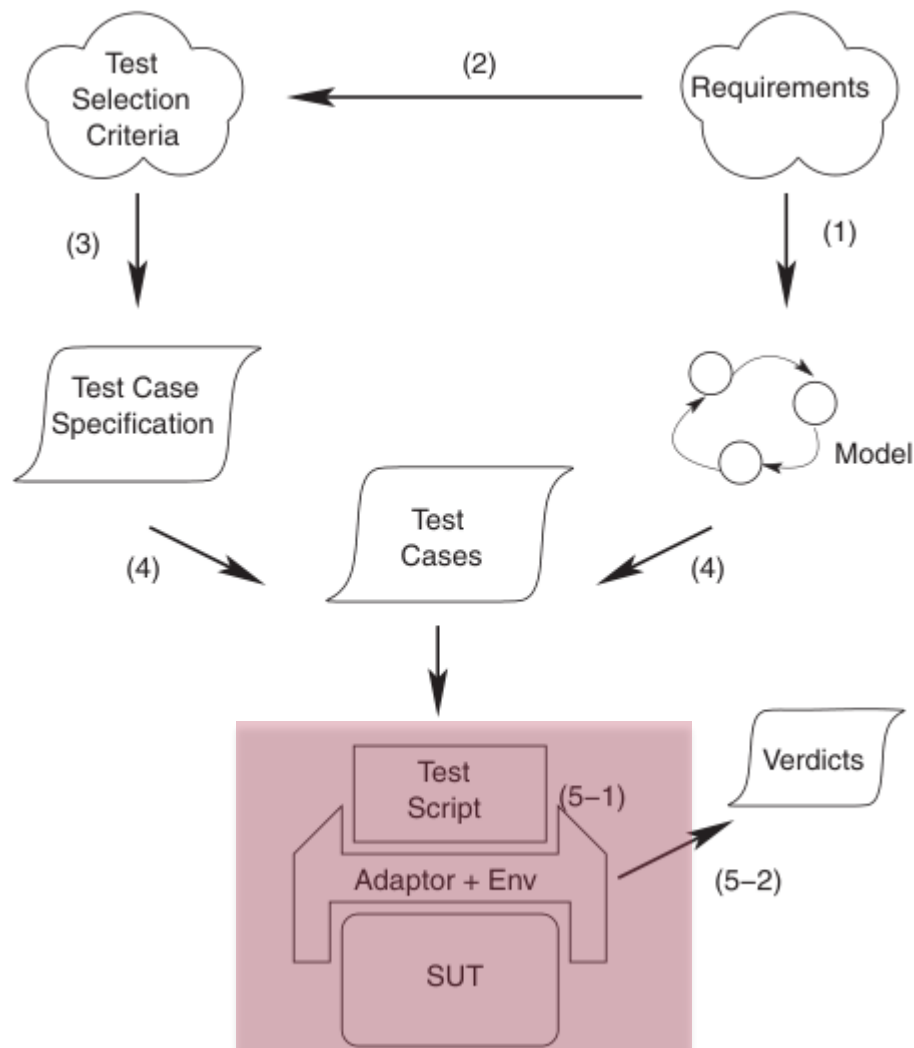


Tesztgenerálási módszerek (kategóriák)

- Gráfalapú algoritmusok
 - > Tranzíció fedettség → “New York Street Sweeper problem”
- Állapotgép tesztelő technikák
 - > Homing and synchronizing sequences,
(https://web.cecs.pdx.edu/~mperkows/CLASS_573/Kumar_2007/presentation.pdf)
 - > Állapot identifikáció és verifikáció,
 - > Konformancia tesztelés
- Labeled Transition System (LTS) alapú tesztelés
 - > Ekvivalencia ellenőrzés, preorder bejárás
- Modellellenőrző: visszaadja a trajektóriát tetszőleges elérhető állapothoz



Tipikus tesztelési folyamat



Absztrakt és Konkrét tesztek

■ Absztrakt teszteset

- > Logikai állítások konkrét értékek helyett (pl.: SLOW/FAST vs 122.35 km/h)
- > Magasszintű események / akciók

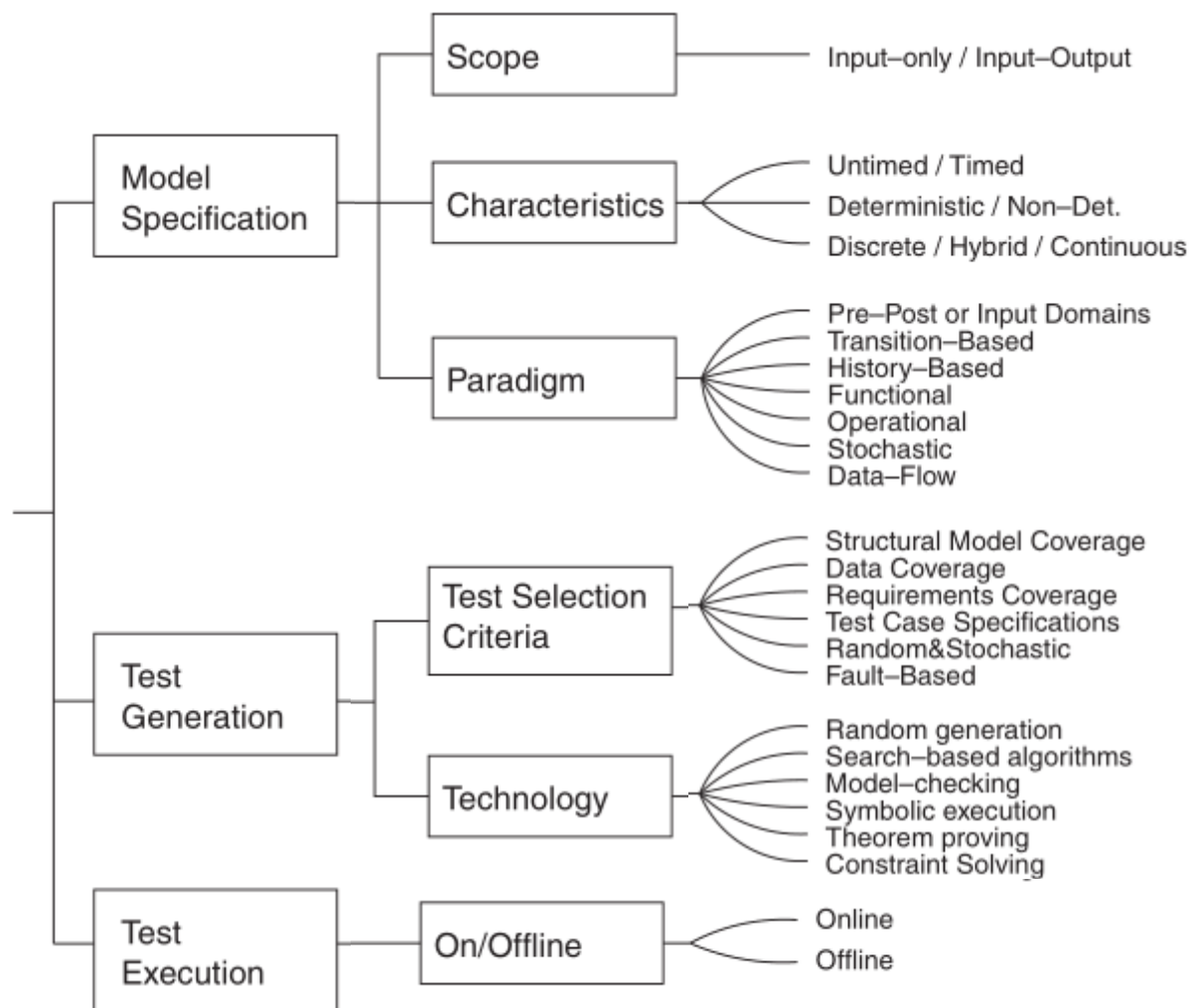
■ Konkrét teszteset

- > Olyan adat, ami elég precíz ahhoz, hogy kipróbálható legyen vele a rendszer
- > Tesztvégrehajtás (kézi vagy automatikus)

■ Végrehajtás:

- > olyan környezet, amelyben a konkrét teszt végrehajtható
- > SUT körül helyezkedik el

Taxonómia

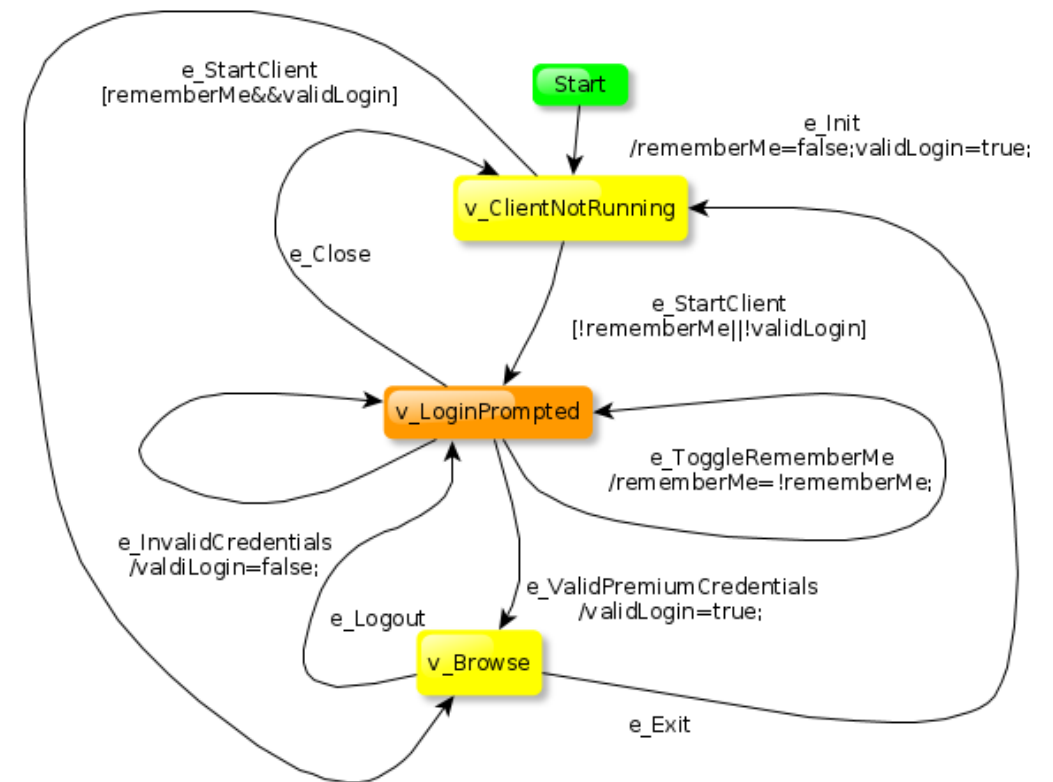


Eszközök

- Nézzünk pár példát!
- **Fast & easy:** egyszerű, open-source eszközök
- **Full fledged:** ipari eszközök, életciklus kezelés
- **Advanced:** saját modellezőkészlet

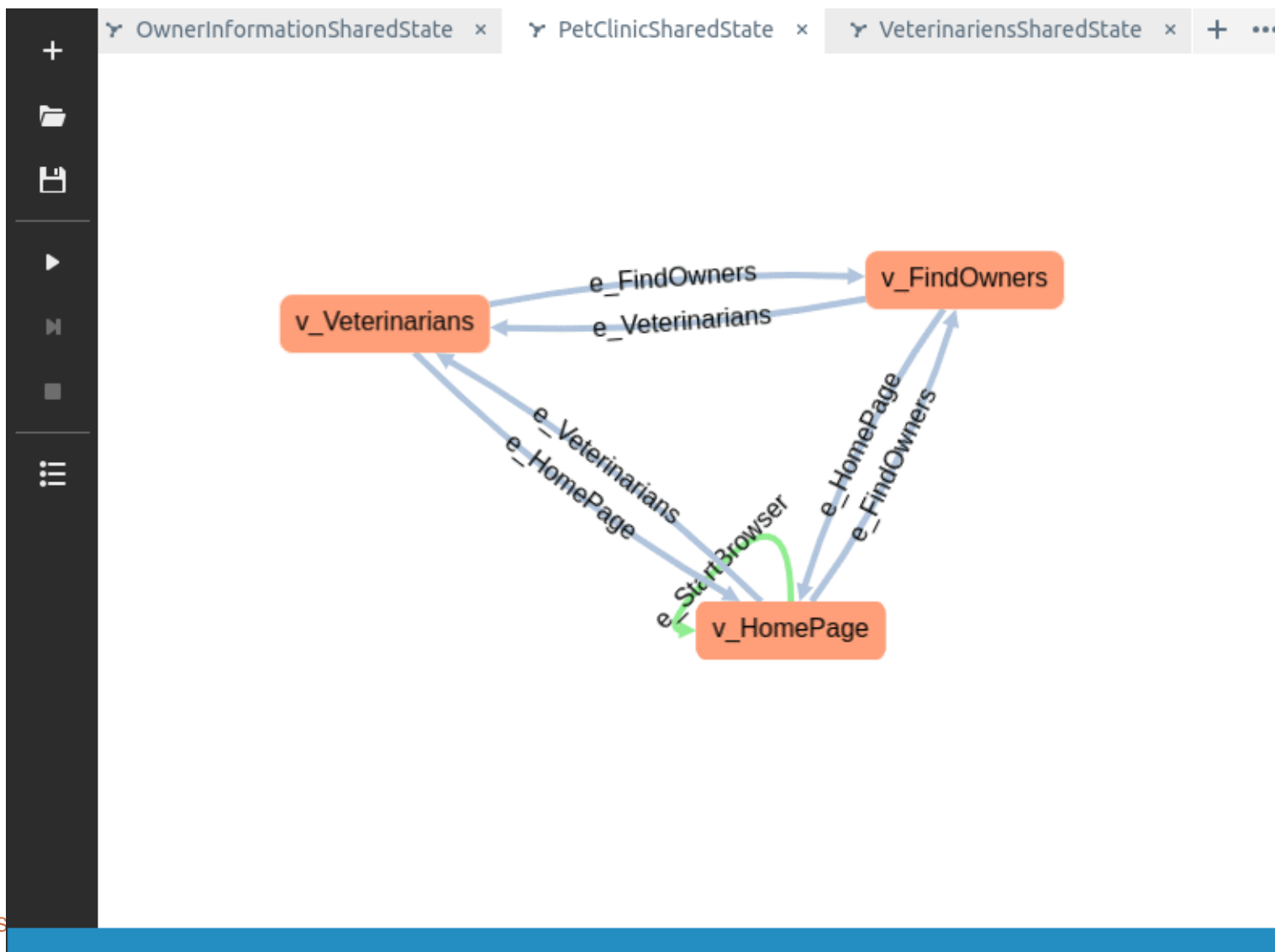
GraphWalker

- FSM model + simple guards
- Fedettség:
 - > state,
 - > transition,
 - > time limit (random walk)
- Gráfbejárás:
 - > random,
 - > A^* ,
 - > shortest path
- Generating JUnit test stubs (adapter)



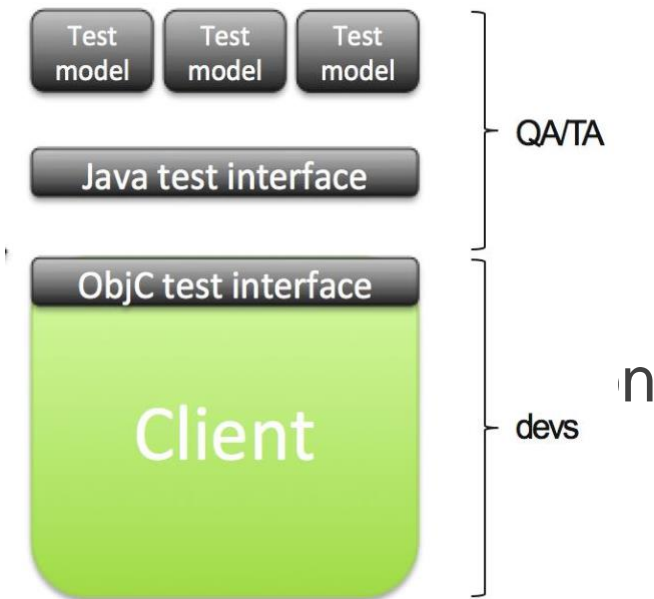
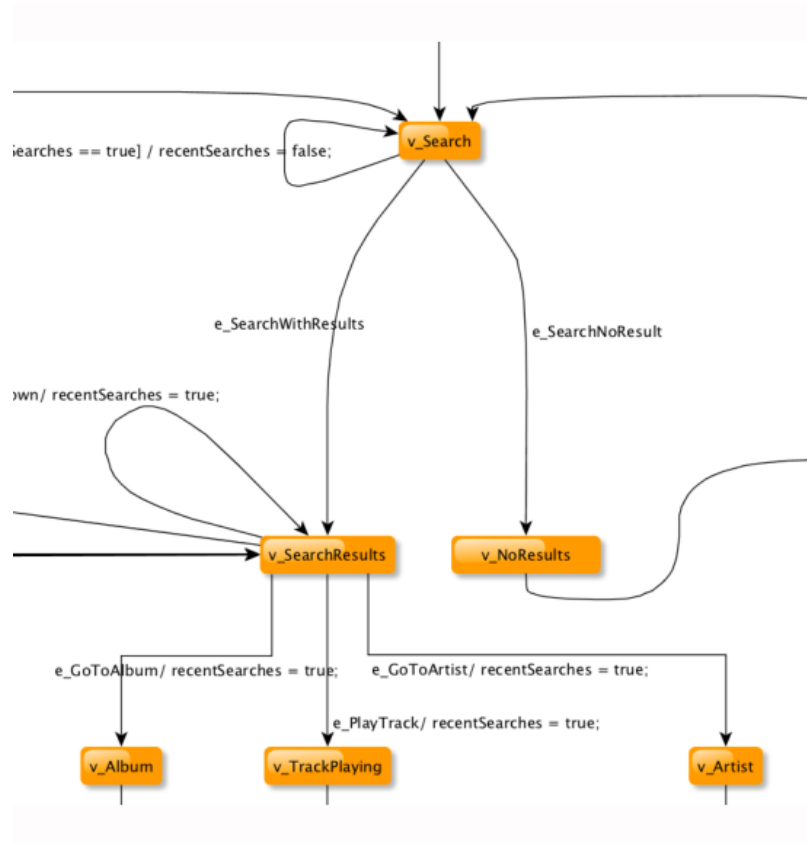
Source: [GraphWalker](#)

Online futtatás



Case study: Spotify

Model + GraphWalker

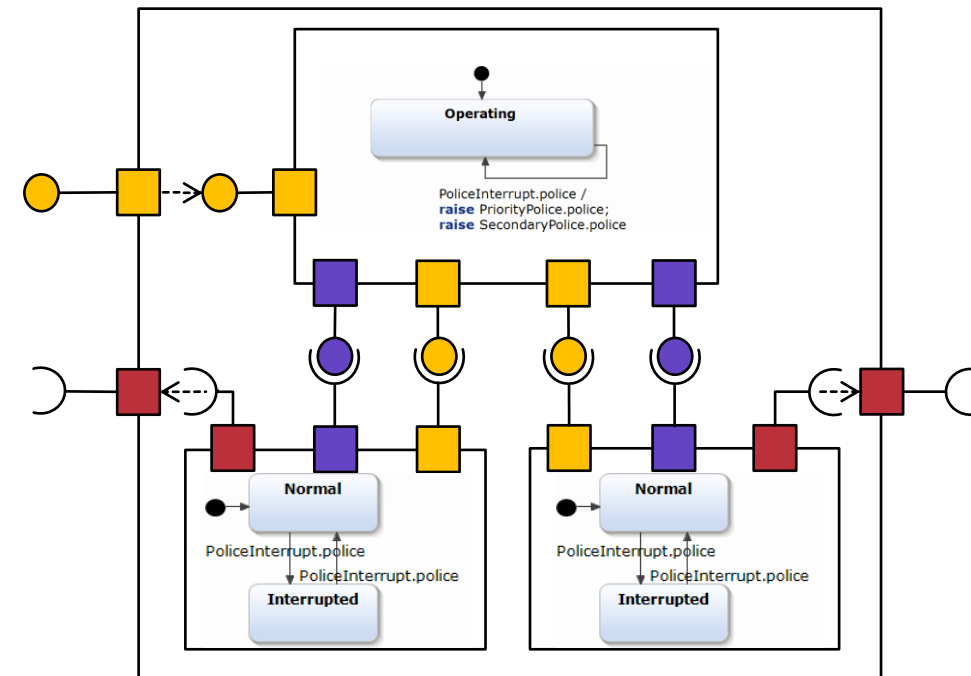


Case Study: web testing

[https://www.youtube.com/
watch?v=y251HEaTnus](https://www.youtube.com/watch?v=y251HEaTnus)

Példa: Gamma keretrendszer

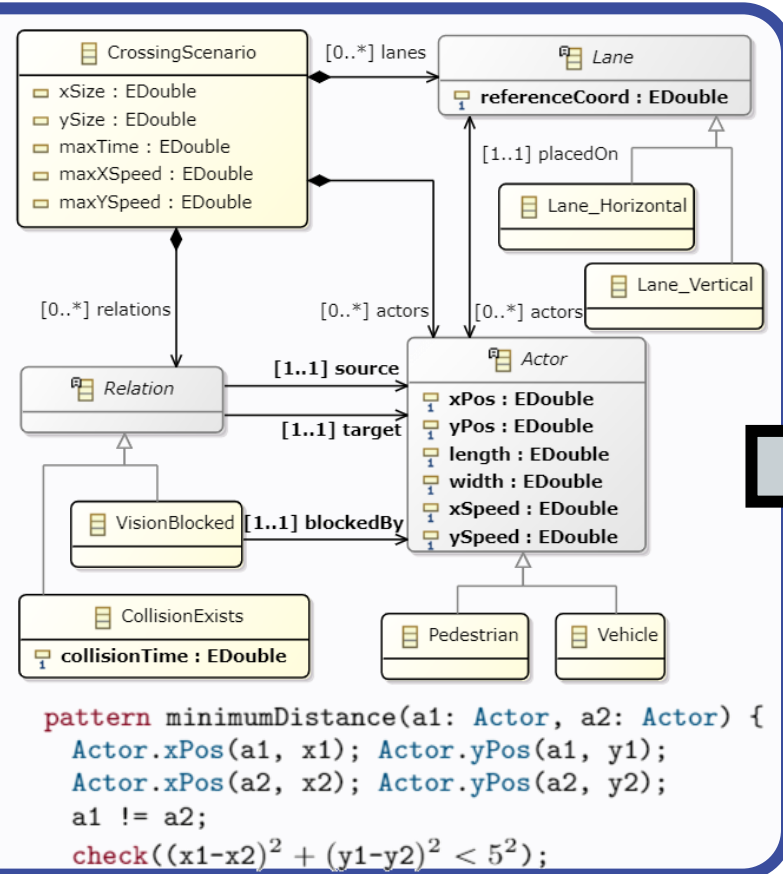
- UML/SysML-based *statecharts* (GSL) + *topology* (SysML *ibd*) *descriptions* (GCL)
- Fedettség kritérium
 - > State, transition, transition-pair
 - > Interaction
 - > Dataflow
- Bejárás: modellellenőrzőkkel
 - > UPPAAL
 - > Theta
- Absztract test cases (GTL) és konkrét JUnit tesztek
 - > Reflective Java API



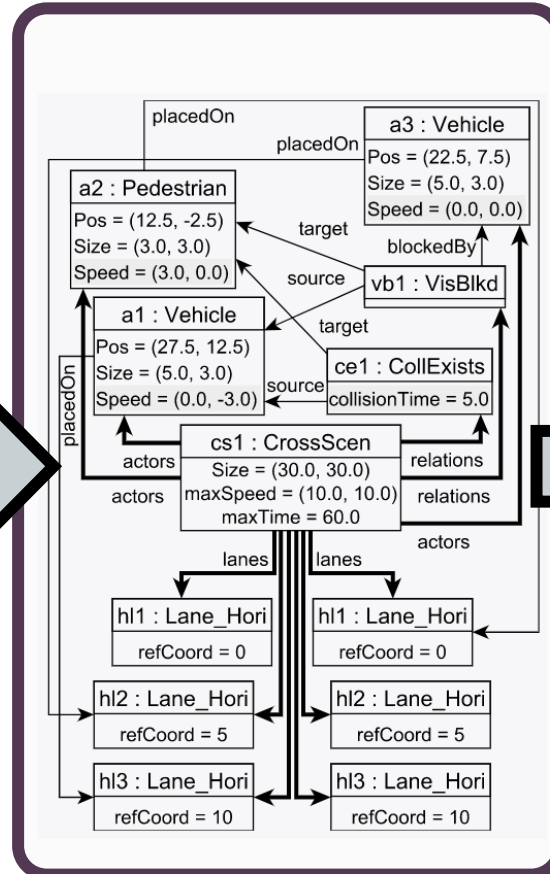
<https://github.com/ftsrg/gamma>

Case study: AV testing

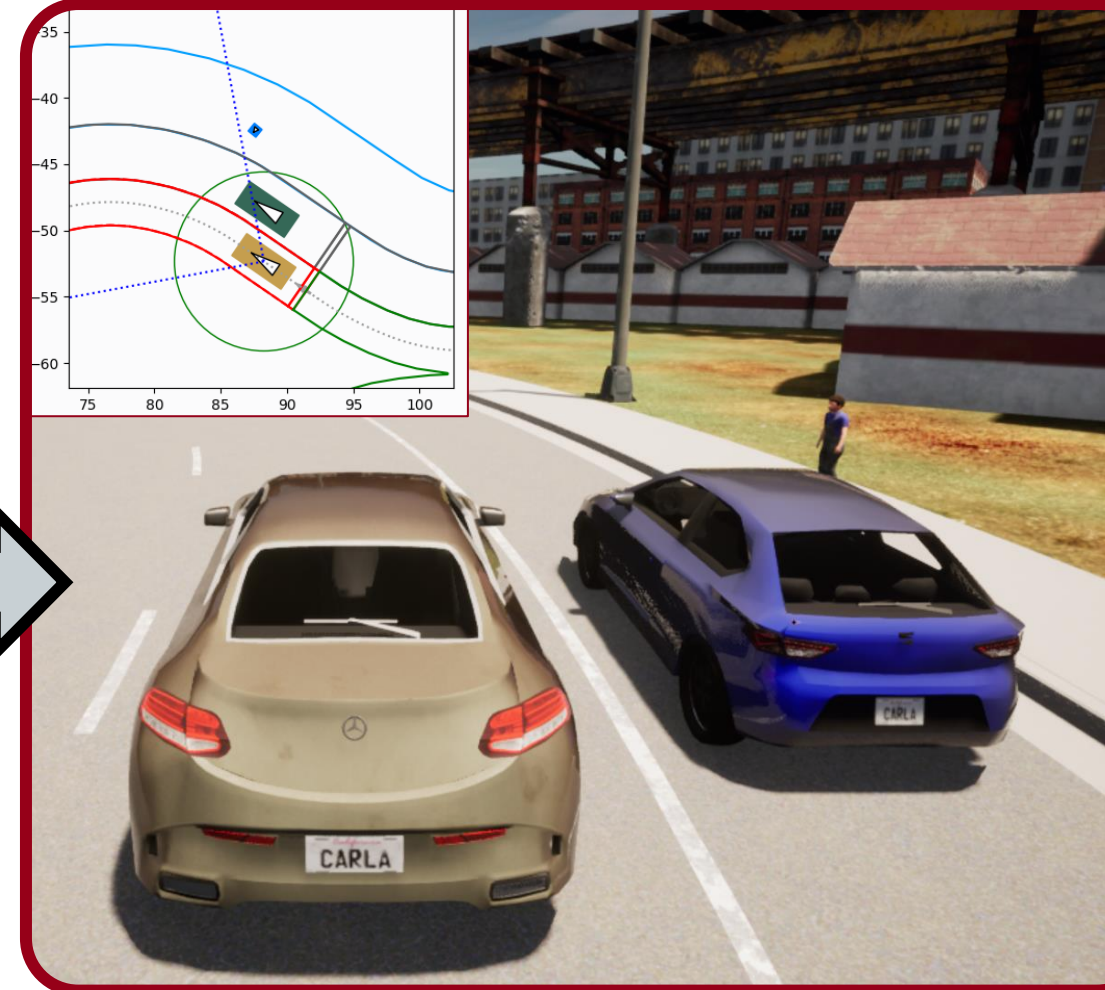
Modeling Dangerous Situations



Instantiating situations



Running the scenarios



■ Map

Situation

Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation

Real-world location



Map

Situation

Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation

Real-world location



Map Import OpenStreetMap



Map

Situation

Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation

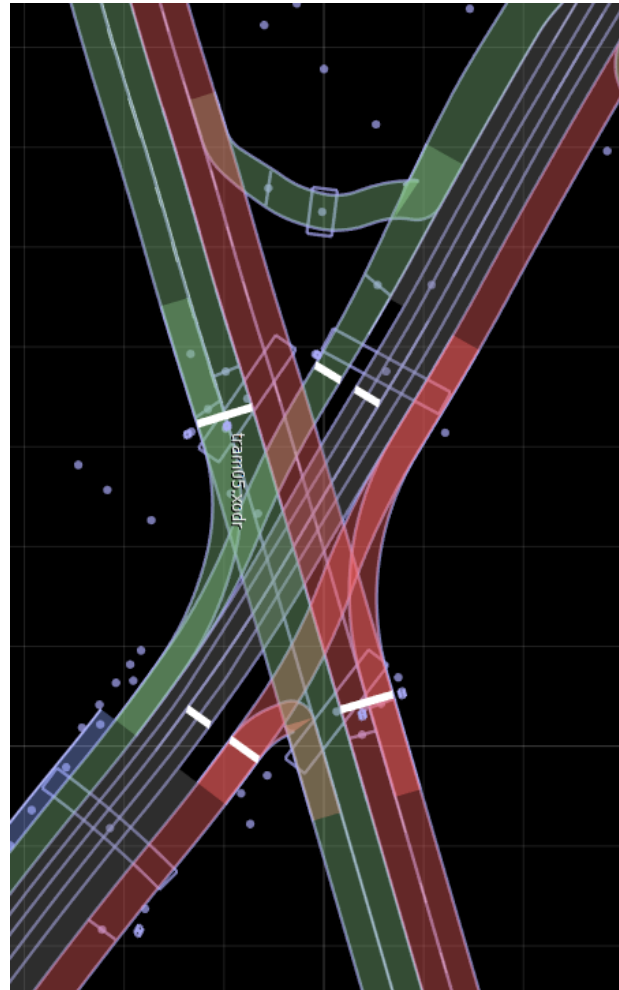
Real-world location



Map Import OpenStreetMap



Road topology import



Map

Situation

Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation



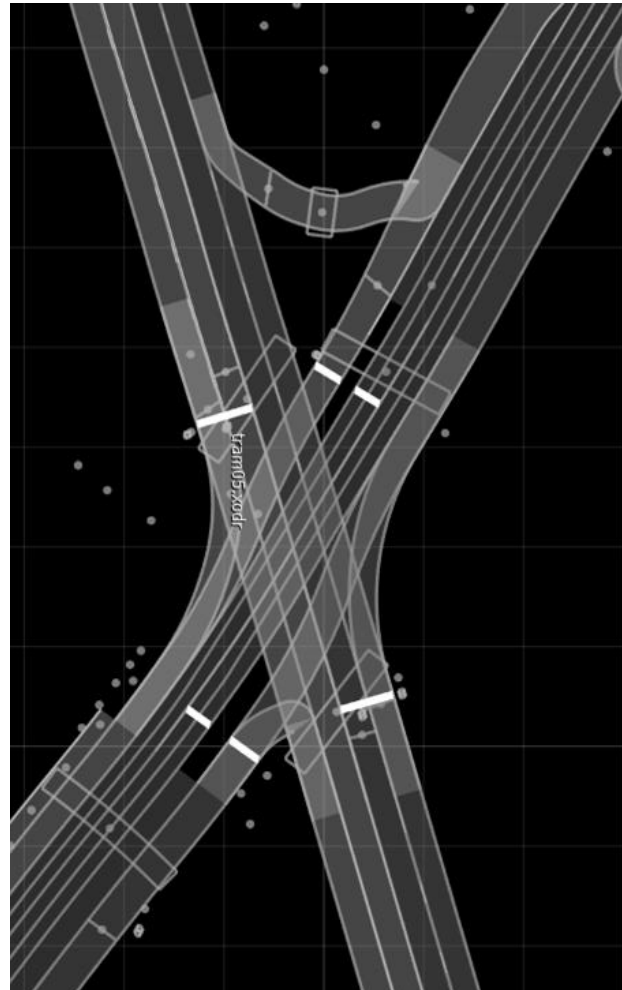
Real-world location



Map Import OpenStreetMap



Road topology import



Adding buildings, signs



Google Maps, Roadrunner



Map

Situation

Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation



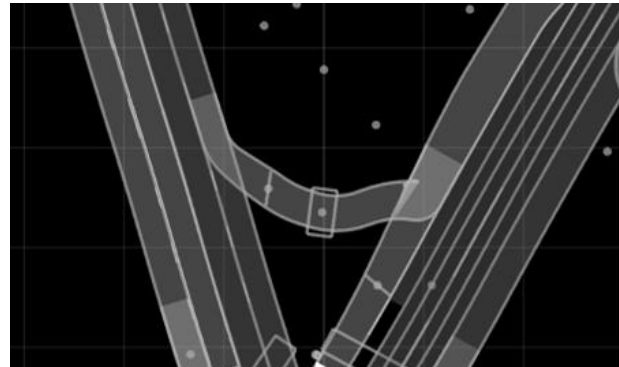
Real-world location



Map Import OpenStreetMap



Road topology import



Adding buildings, signs

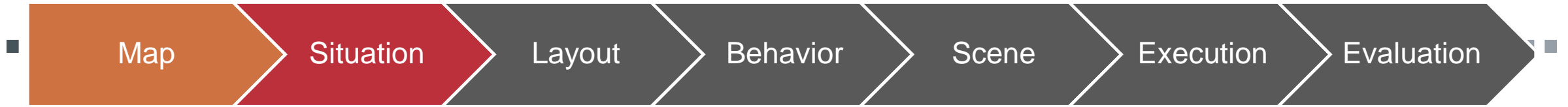


Google Maps, Roadrunner

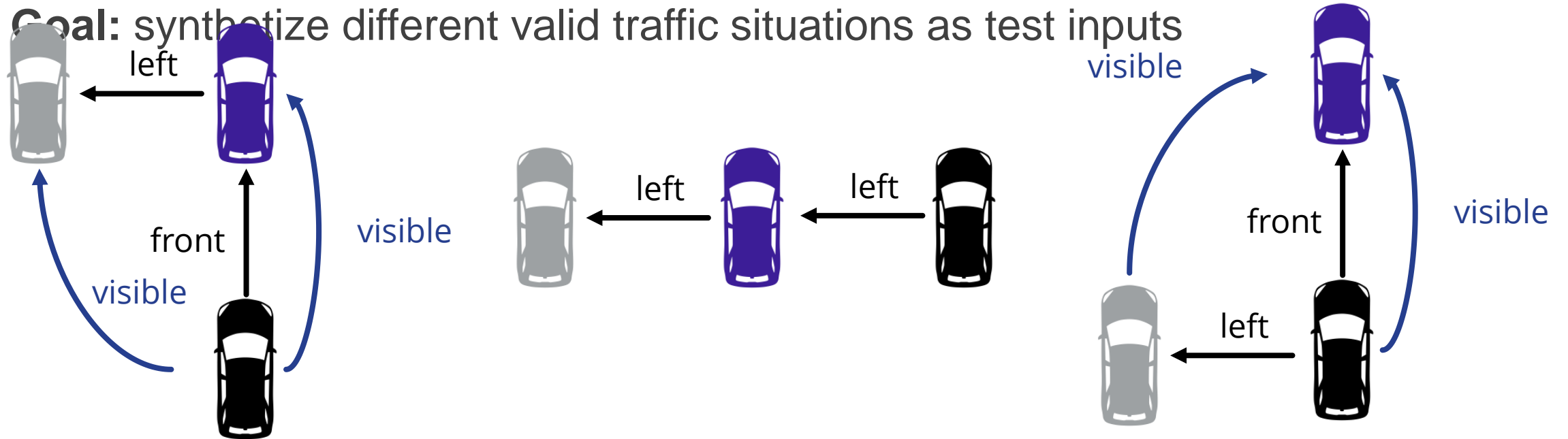


Import existing test track



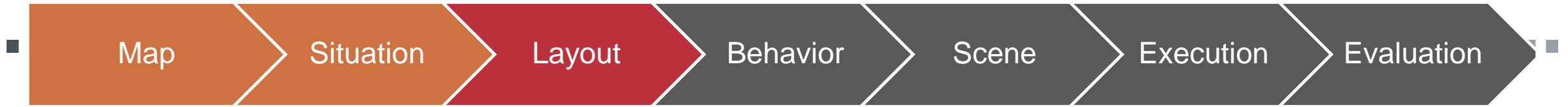


- **Goal:** synthesize different valid traffic situations as test inputs

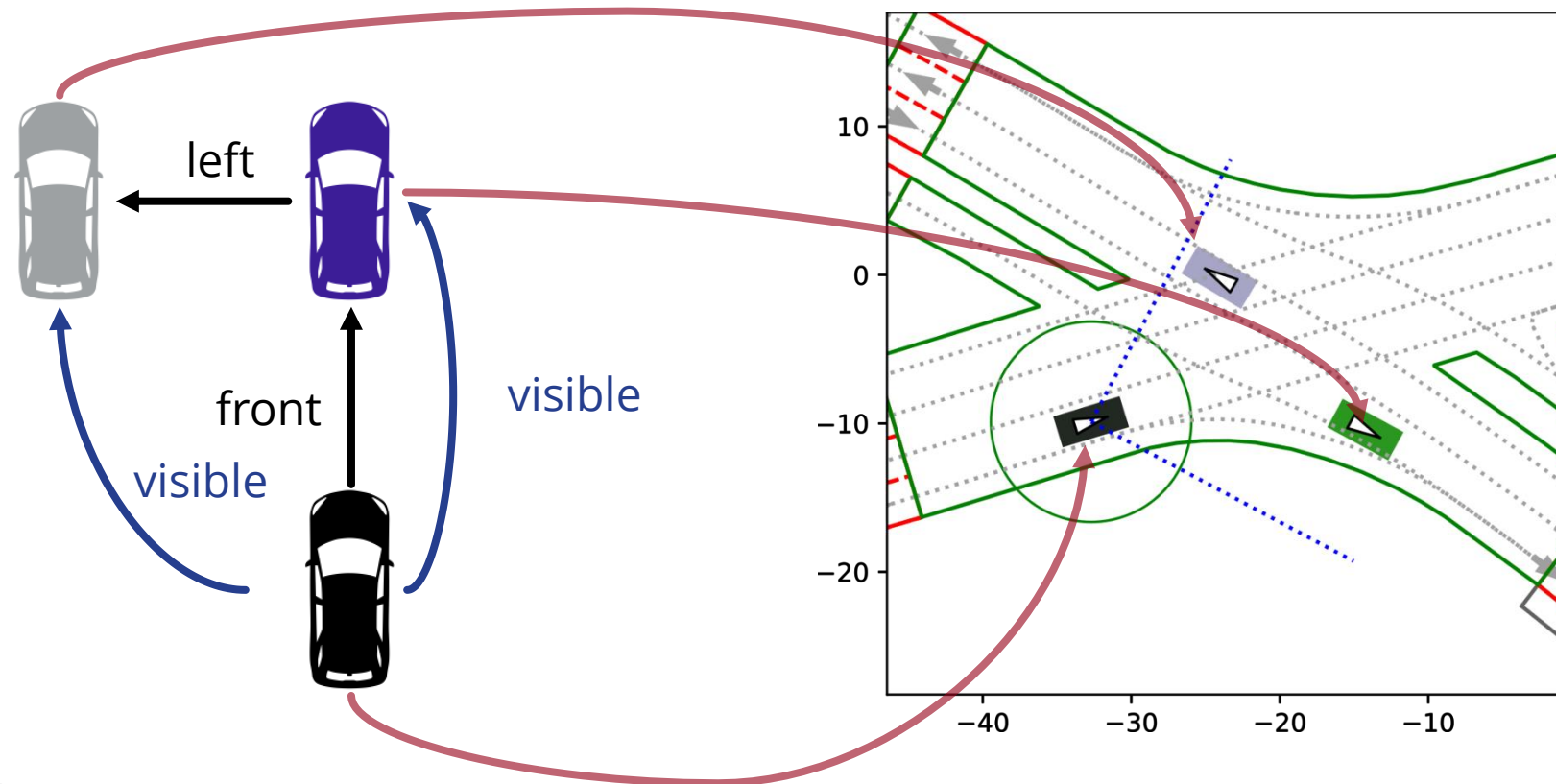


Structurally **different situations** \Rightarrow Semantically **different scenes**

- **Solution:** graph generation with VIATRA Solver / Refinery



- **Goal:** allocate the situation on the map



- **Solution:** Scenic probabilistic scenario specification language

Map

Situation

Layout

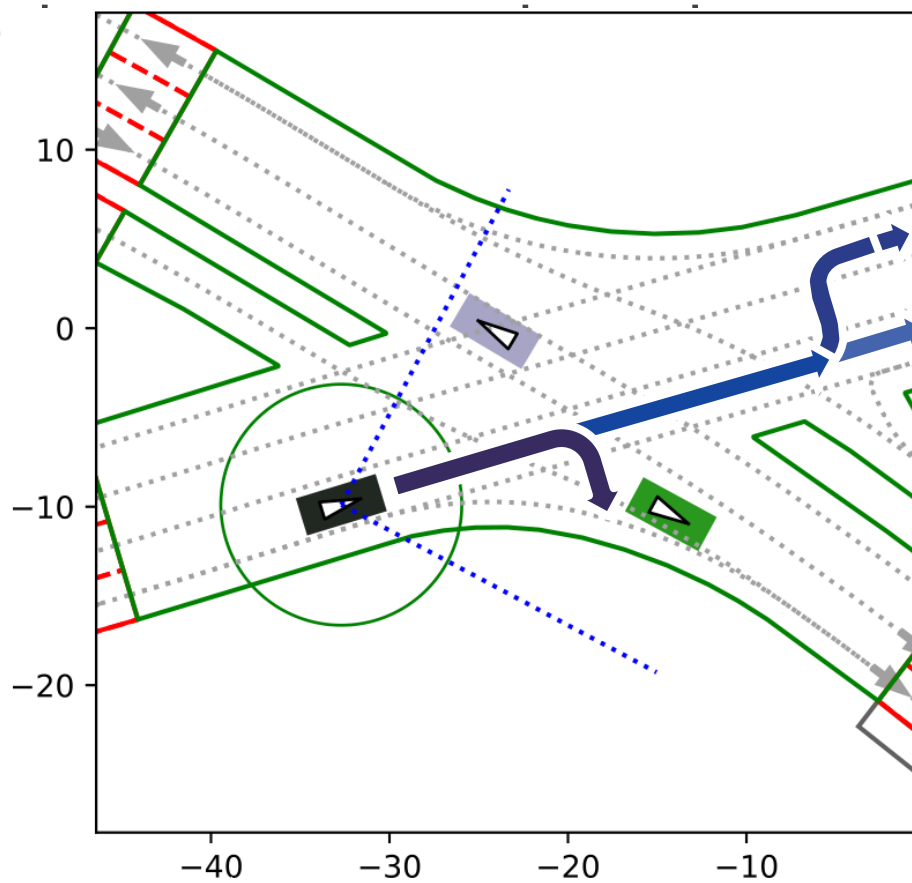
Behavior

Scene

Execution

Evaluation

- **Goal:** assign tasks to



Map

Situation

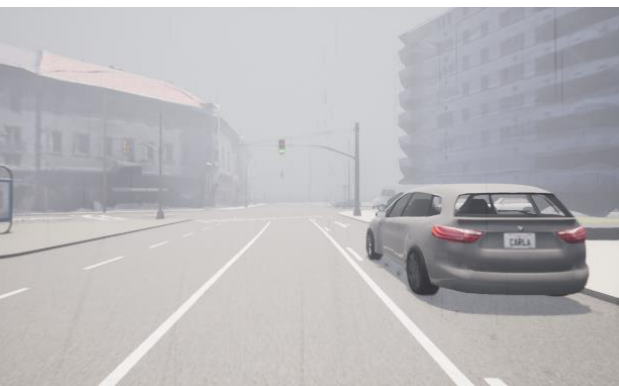
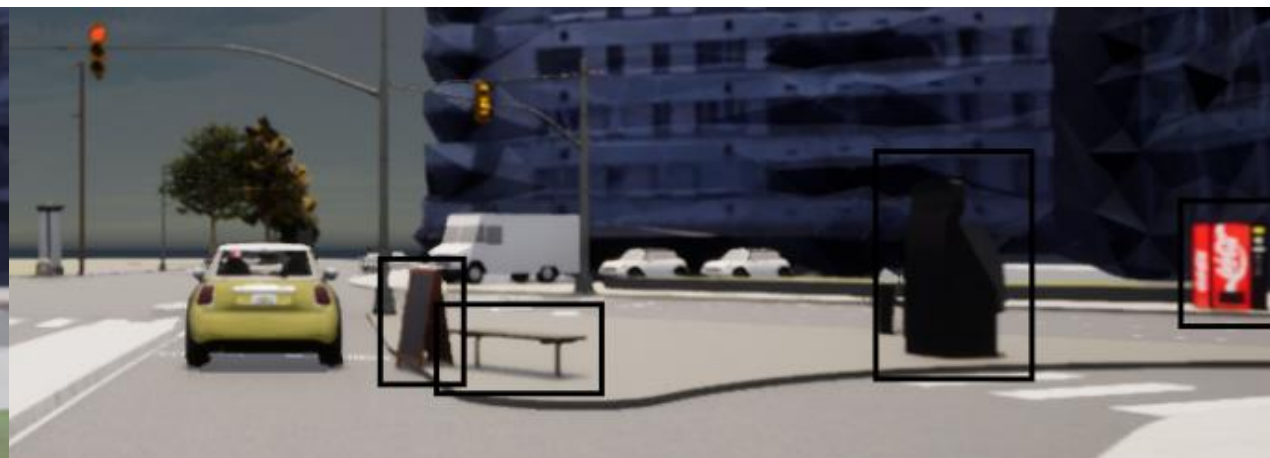
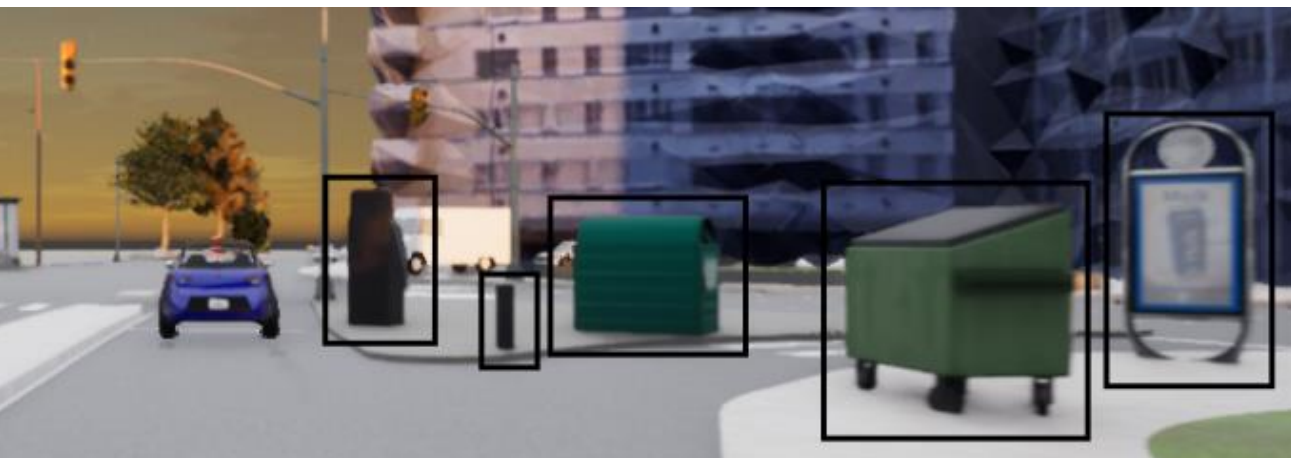
Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation



Map

Situation

Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation



Map

Situation

Layout

Behavior

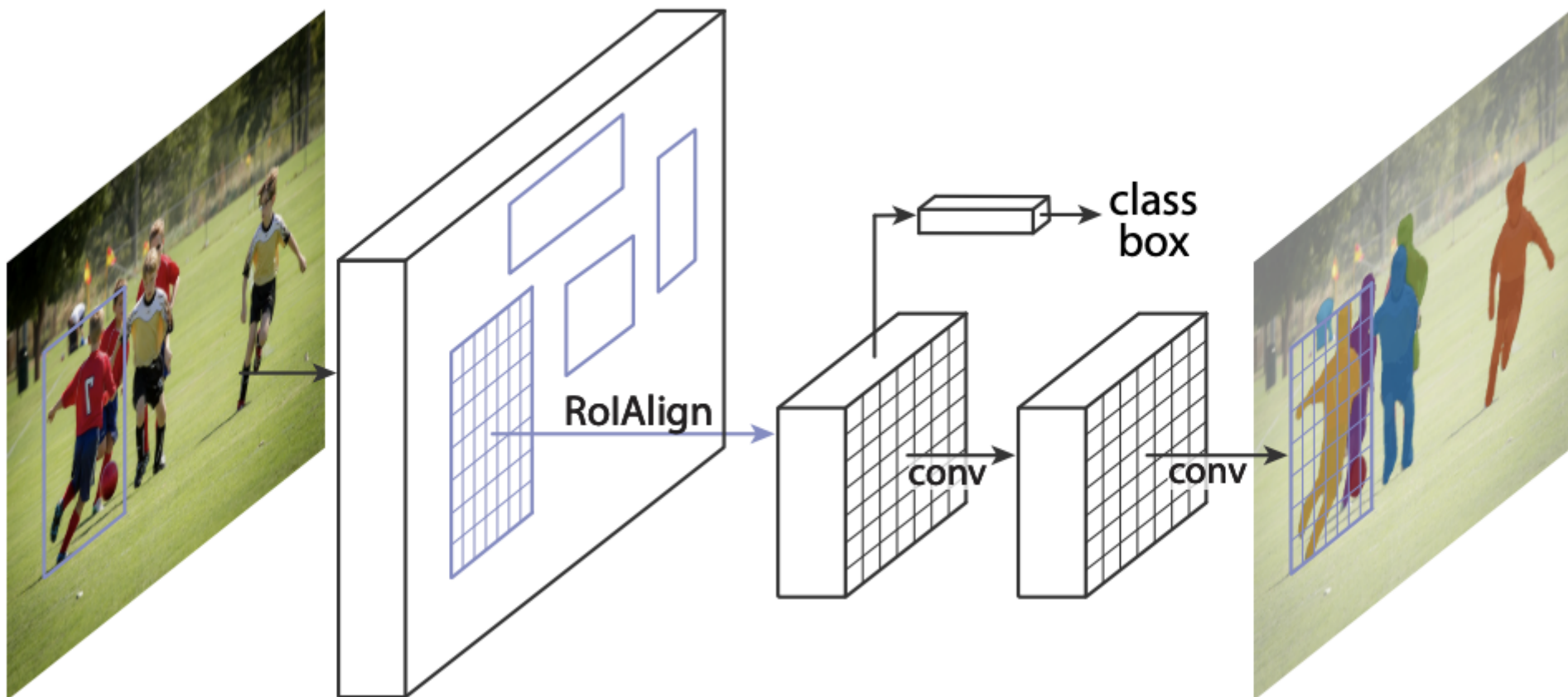
Scene

Execution

Evaluation



Detectron2



Map

Situation

Layout

Behavior

Scene

Execution

Evaluation

Correct detection of
traffic lights

Accuracy: 73.28%

car 99%



truck 56%

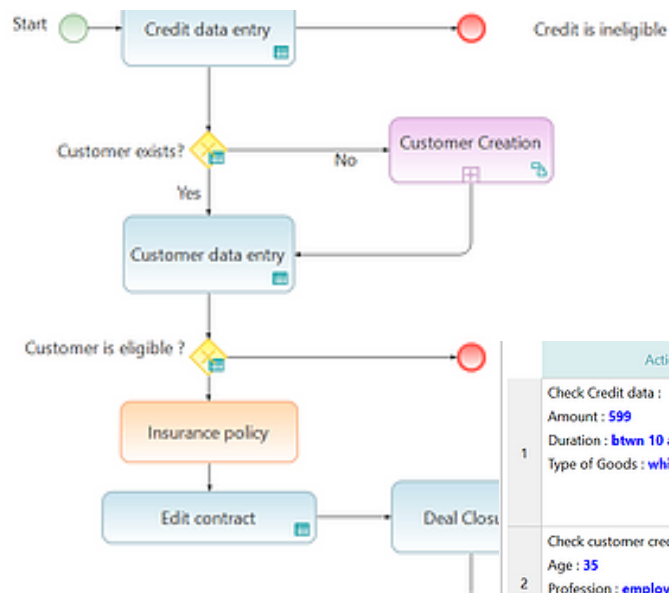


Correct detection of car

Accuracy: 98.89%

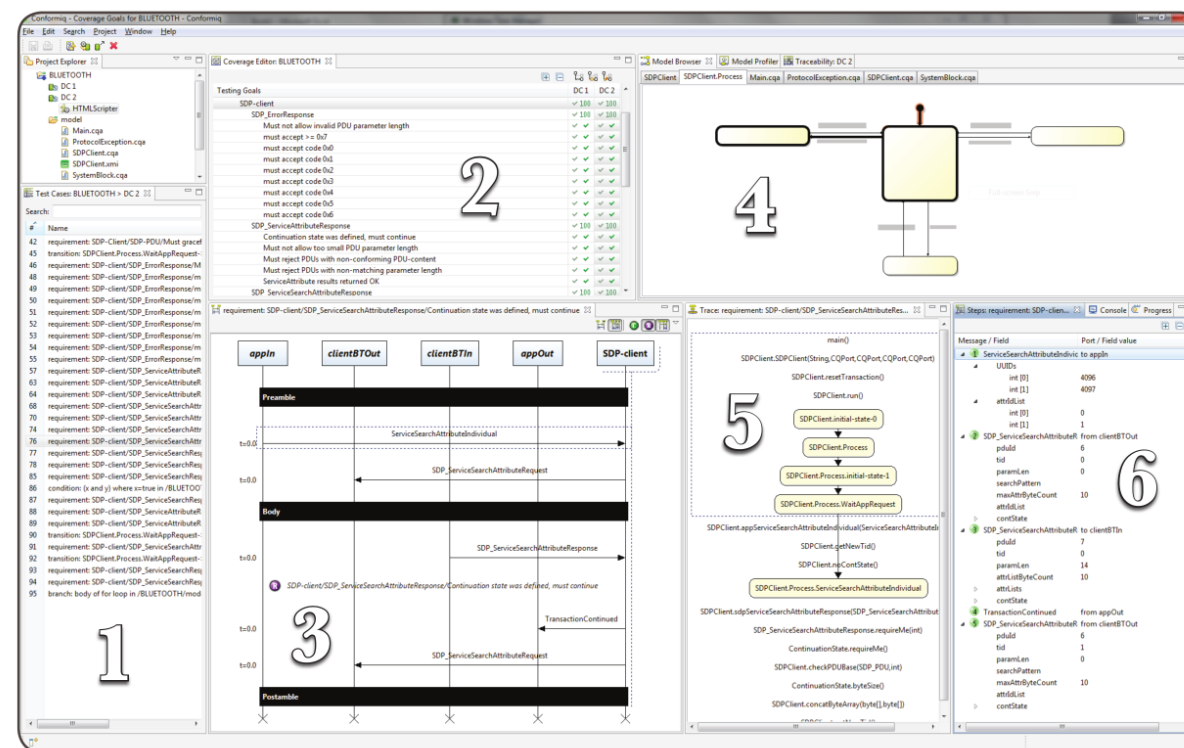
Ipari példák

Smartesting Yest: workflow



	Actions	Expected results
1	Check Credit data : Amount : 599 Duration : btwn 10 and 36 moonths Type of Goods : white_goods	Check message: Valid
2	Check customer credentials: Age : 35 Profession : employee	check that client is : Valid
3	Edit contract	
4	Signature of contract	Check that contract is correctly saved

Conformiq: állapotgépek



List of tools:

http://mit.bme.hu/~micskeiz/pages/modelbased_testing.html

Könyv

Answer Options

2019

Acceptance testing
System testing
Integration testing
Component (or unit) testing

51,7%
79,3%
51,7%
10,3%

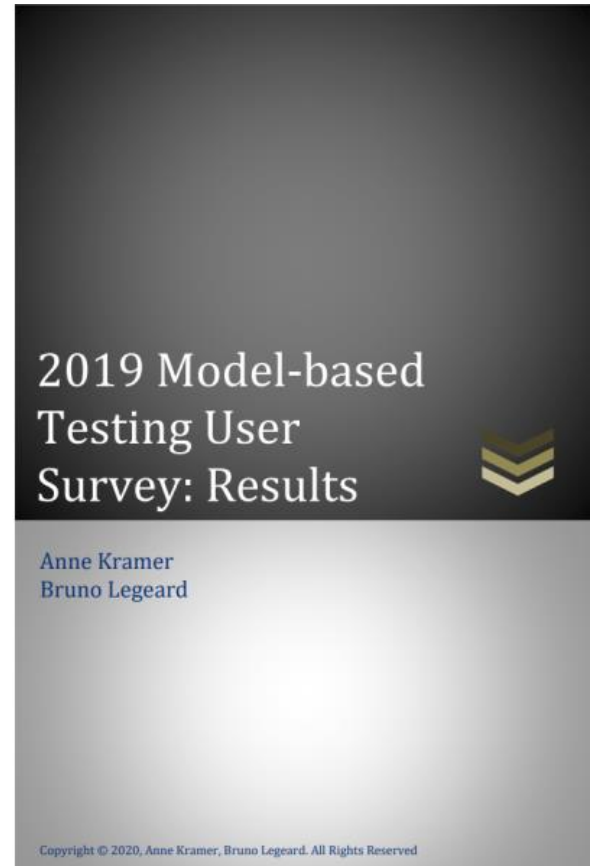
Answer Options

2019

Test cases (for manual test execution)
Test scripts (for automated test execution)
Test data
Other artifacts (documentation, test suites,...)

66,7%
70,8%
12,5%
20,8%

- “approx. 80h needed to become proficient”
- MBT is effective
- Lots of other details!



Source: <https://www.cftl.fr/wp-content/uploads/2020/02/2019-MBT-User-Survey-Results.pdf>



Köszönöm a figyelmet!