

Vezeték nélküli szenzorhálózatok szimulátorai és összehasonlító elemzésük

Készítette:

ZAVARKÓ Richárd, BIRÓ Csaba, RADVÁNYI Tibor

Eszterházy Károly Főiskola

H-3300, Eger, Eszterházy tér 1.

Tartalom

- ▶ Szenzorhálózatok
- ▶ OMNet++
- ▶ OMNet++ alapú szimulátorok
- ▶ Keretrendszerek
- ▶ Egyéb szimulátorok
- ▶ Összegzés

Szenzorhálózatok

Szenzorhálózatoknak nevezzük egy nagy számú független érzékelőből alkotott kooperatív hálózatot, ahol az egyes érzékelők valamilyen közös feladat végrehajtását elosztott módon valósítják meg.

Széles körben használatosak (*katonai célok, környezeti felügyelet, stb.*).

- ▶ Előnyök:
 - ▶ alacsony energiafelhasználású szenzorokból állnak,
 - ▶ „könnyen” és „olcsón” telepíthetők, nehezen megközelíthető helyeken is.

Szenzorhálózatok

- ▶ Erőforrás korlátok
 - ▶ véges energiaforrás, szűkös kapacitás
 - ▶ fizikai méret
 - ▶ memória
 - ▶ működési, adatfeldolgozási sebesség
- ▶ Konkurencia
 - ▶ szenzoron belüli
 - ▶ párhuzamos feladatok végrehajtása (mérés, feldolgozás, kommunikáció)
 - ▶ szenzorhálózat, mint elosztott rendszer
 - ▶ konkurens viselkedés
 - ▶ nehéz hibakeresés

Szenzorhálózatok

- ▶ Többféle architektúrális megoldás
 - ▶ adatok feldolgozása
 - ▶ kommunikációs protokollok
 - ▶ operációs rendszerek
- ▶ Osztott és megbízhatatlan kommunikációs csatornák
 - ▶ vezeték nélküli csatornák
 - ▶ érzékelők az átviteli közeget egyszerre használják
 - ▶ nagyobb hibaarány
 - ▶ Érzékelőknek nincs fix pozíciójuk, elromolhatnak, klónozhatóak, hamisíthatóak
 - ▶ kommunikációs (logika) topológia ad-hoc módon jön létre, továbbá változhat működés közben pl. útvonalválasztás

Keretrendszer:

OMNet++

Objective Modular Network Testbed in C++
<http://www.omnetpp.org/>

OMNet++

Az OMNet++ egy bővíthető, moduláris felépítésű, C++ alapú esemény vezérelt keretrendszer. :

- ▶ Protokollok, Hardveres, Hálózati eszközök szimulációja
- ▶ Hálózati protokollok szimulációja
- ▶ Vezetékes és Vezeték nélküli hálózatok szimulációja
- ▶ Moduláris felépítés
- ▶ Grafikus valós idejű szimuláció -> futás közben átrendezhető

Nyitott forráskód révén, nyitott a bővítésre, egyéni modulok beépítésére.

OMNet++

The screenshot displays the OMNet++ Net60 simulation environment. The window title is "(Net60) Net60". The interface includes a toolbar with icons for file operations, simulation control (RUN, STOP), and search. The main area shows a network topology diagram with nodes labeled "rte[0]" through "rte[60]". The nodes are connected by lines representing network links. The diagram is displayed on a light green background. The status bar at the bottom right indicates "Zoom: 0.44x".

OMNet++

The screenshot displays the OMNet++/Tkenv interface. The main window, titled "OMNet++/Tkenv - Net60", contains a menu bar (File, Edit, Simulate, Trace, Inspect, View, Options, Help) and a toolbar with simulation controls like STEP, RUN, FAST, EXPRESS, UNTIL, STOP, and REC. Below the toolbar, a status bar shows simulation statistics: Run #0: Net60, Event #648, T=30.459252873255, Running...; Msgs scheduled: 116, Msgs created: 291, Msgs present: 277; Ev/sec: 88.7338, Simsec/sec: 0.0612746, Ev/simsec: 1448.13. A timeline at the bottom of the status bar shows events like endTxEvent pk-33-to-1-#0 and sendMessages. The main text area displays the following log output:

```
FSM fsm: entering state SEND
FSM fsm: leaving state SEND
generating packet pk-33-to-1-#0
FSM fsm: entering state ACTIVE
next sending in 0.039183156413s
** Event #646 T=30.459248137255 Net60.rte[33].route
forwarding packet pk-33-to-1-#0 on gate index 0
** Event #647 T=30.459248137255 Net60.rte[33].queue
Received (Packet)pk-33-to-1-#0
Starting transmission of (Packet)pk-33-to-1-#0
```

An overlay window is open over the main interface, showing a file manager view of a directory. The directory contains folders "out" and "routing", and files "OMN" and "Thi". The "routing" folder is selected, and a status bar at the bottom of the overlay indicates "routing" selected (573,9 kB). The overlay also features a search bar, navigation arrows, and buttons for "rt Now", "Updates", "Settings...", and "Close".

OMNet++ alapú szimulátorok

Castalia és MiXiM

- ▶ OMNet++ keretrendszerre épült
- ▶ Leginkább WSN hálózatok támogatása, szimulációja
- ▶ Open-Source
- ▶ WSN hálózatok sokoldalú beállítási lehetősége
- ▶ Valós idejű szimulációk
- ▶ Beépített és saját elrendezések kezelése
- ▶ Szimulációs adatok (szimuláció alatt történt események, hibák ...)
- ▶ Csomópontok egyedi konfigurációja (pl.: antenna beállítás -> akár csomópontonként egyedi)

Egyéb OMNet++ alapú szimulátorok

- ▶ Mobility Framework - mobil és vezeték nélküli szimulációkhoz;
- ▶ INET framework - vezetékes és vezeték nélküli TCP/IP alapú szimulációkhoz;
- ▶ OverSim - peer-to peer kommunikációk szimulálására (INET alapú);
- ▶ NesCT - TinyOS alapú szimulációkhoz;
- ▶ CDNSim - elosztott hálózatok szimulálásra;
- ▶ X-Simulator - protokollok szinkronizációjának tesztelésére;

Keretrendszerek

NS-2

- ▶ Általános célú szimulátor
- ▶ Átvitelvezérlő protokollok (*útvonalválasztás és multicasting*) modellezés
- ▶ Vezetékes, Vezeték nélküli hálózatok vizsgálatára.
- ▶ Ad-hoc protokollok modellezésre, ezen keretrendszerre épülő szimulátorok (Mannasim, NRL Sensorsim) esetében nincs támogatás.

NS-2

Macromedia Flash Player 6
URL: http://localhost/~peter/sims/out/nodes20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/tracefile.tr.swf

Frame: 102 Time: 5.1 sec

Overview	AGT	RTR	MAC		
Route Tracelevel					
	send	recv	forward	drop	unknown
AODV RREQ	1378	5194	0	0	0
AODV RREP	141	224	83	0	0
AODV ERROR	65	233	0	0	0
AODV HELLO	1015	3743	0	0	0
UDP/CBR	560	1553	639	281	0
TCP	0	0	0	0	0
sum RTR Packets	3159	10947	722	289	0
sum RTR Bytes	0	0	3652	384	0

```
s20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/sample  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
s20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/sample  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
s20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/sample  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
s20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/sample  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
s20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/sample  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
s20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/sample  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
des20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/samp  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
des20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/samp  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
es20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/samp  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
es20-50-1250x800-speed5-mseed1-tworayground/samp  
found /media/hdd5/home/aodv/aodvtestdir/out/nod  
#####  
Congratulation: traceview analyzed your files.  
#####  
peter@sabine: /aodv/bin/traceview-0.3.9b >
```

Overview	AGT	RTR	MAC		
Route Tracelevel					
	send	recv	forward	drop	unknown
AODV RREQ	487	5554	0	0	0
AODV RREP	79	74	13	0	0
AODV ERROR	2	25	0	0	0
AODV HELLO	1009	13225	0	0	0
UDP/CBR	875	1229	353	104	0
TCP	0	0	0	0	0
sum RTR Packets	2452	20107	366	104	0
sum RTR Bytes	0	0	572	0	0

speed5-mseed1-shadowing/tracefile.tr.swf

tail -f /var/log/httpd/access_log Shell Shell Nr 2

Shell Nr 2 - Konsole <2> Macromedia Flash Player 6 route.as
tail -f /var/log/httpd/error_log http://localhost/~peter/cgi-bin/ Macromedia Flash Player 6

CPU Mem Net 07:58 21.04.2003

Ptolemy II.

- ▶ Szereplő-orientált tervezési mintán alapuló nyílt forráskódú keretrendszer.
- ▶ A Szoftverkomponensek olyan elemek (szereplők - actors), amelyek kapcsolatban állnak az egész rendszerrel.
 - ▶ aktívan kommunikálnak
 - ▶ funkciókat indítanak el,
 - ▶ funkciókat hajtanak végre.
- ▶ A Ptolemy tulajdonképpen a szereplők hierarchikus kapcsolatát definiálja.
- ▶ Szimulátorai:
 - ▶ Viptos,
 - ▶ VisualSense
- ▶ Támogatják a hálózati folyamatok, diszkrét események, szinkron és reaktív alapú modellek 3D vizualizálását.

Ptolemy II.

The screenshot shows the Ptolemy II software interface. At the top is a menu bar with 'File', 'View', 'Edit', 'Graph', 'Debug', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations, zooming, and execution. On the left side, there is a 'Libraries' pane with folders for 'Utilities', 'Directors', 'Actors', 'MoreLibraries', and 'UserLibrary'. The main workspace contains a model diagram and associated text.

SDF Director

This model shows a simple periodogram spectral estimate of a modulated sinusoid in noise. The top-level parameters control the carrier frequency, the signal frequency, and the noise level. Notice that the two peaks are centered at the carrier frequency, with their distance from the carrier given by the signal frequency. The sample rate is assumed to be 8kHz.

The blocks with red outlines are hierarchical.

- Right click or Command-click (Mac) and select "Open Actor".
- These generate sinusoids, one for the signal and the other for the carrier

Parameters:

- carrierfrequency: 2000.0
- signalFrequency: 500.0
- noiseStandardDeviation: 0.1

The diagram shows three input blocks on the left: 'Signal Source', 'Carrier Source', and 'Noise Source'. 'Signal Source' and 'Carrier Source' are connected to an 'Expression2' block. The 'Expression2' block contains the text 'signal*carrier + noise'. The output of 'Expression2' goes to a 'Spectrum' block, which is then connected to a 'Frequency Domain Display' block. Additionally, the output of 'Expression2' is connected to a 'Time Domain Display' block.

The Expression block calculates a mathematical expression, as shown.

Select "Run Window" from the View menu to execute the model,
-or click on the red triangle in the toolbar.
-Try changing the parameters in the run window or on the diagram.

Author: Edward A. Lee

Egyéb szimulátorok

▶ TOSSIM

- ▶ diszkrét események szimulálására alkalmas TinyOS alapú szenzorhálózatokban. A valós környezet nem modellezhető, de képes bizonyos események előfordulási valószínűségeit definiálni (Pl. két csomópont közötti átviteli hibák bekövetkezési valószínűsége).

▶ WMNet

- ▶ Emulátor orientált környezet, amely vezeték nélküli hálózatok performancia vizsgálatára (energiafogyasztás, átlagos válaszidő) van optimalizálva.

Egyéb szimulátorok

- ▶ WSNNet
 - ▶ egy olyan esemény vezérelt szimulátor (elsődlegesen vezeték nélküli hálózatokhoz), amely lehetőséget biztosít szenzorhálózatok és környezeti szimulációkhoz.
 - ▶ Hardver elemek, Szoftver elemek, Viselkedési formák, erőforrás reprezentálása
 - ▶ Környezeti események szimulálása -> hatásuk a hálózatra (pl.: tűz)
 - ▶ Kieső és csatlakozó csomópontok szimulálása

Összegzés / Konklúzió

- ▶ Az elmúlt 15 évben számos keretrendszer készült a vezeték nélküli hálózatok szimulálása érdekében. Megállapítható, hogy jelenleg nincs olyan egy keretrendszer, amely alkalmas lenne egy tetszőleges szenzorhálózat tervezési, elemzési, optimalizálási lépéseinek szimulálására, modellezésére. A szimulátorok többsége a szenzorhálózatokat a szenzorok elhelyezésének optimalizálása, hatékonyabb energiafelhasználás és kommunikáció szempontjából vizsgálja.

Köszönöm a figyelmet!