

Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos

Laitteen liittäminen tietoverkkosimulaatioon

Tekijä: Matti Laipio

Valvoja: Professori Raimo Kantola





Sisällys

- Ongelma
- Simuloinnista
 - Diskreetti tapahtumapohjainen simulaatio
- Tietoverkkosimulaattoreita
- Oikean laitteen liittäminen osaksi simulaatiota
- Mittaukset
 - Verkot ja tekniikat
 - Mittalaitteet
 - Liikenne
- Tulokset
- Lisätutkimusaiheita





Ongelma

- Oikea laite osaksi simulaatiota (System-in-the-Loop)
 - Miten?
 - Mitä vaatimuksia?
- Hybridiverkon vertailu oikeaan verkkoon
- Täysin simuloidun verkon vertailu oikeaan verkkoon





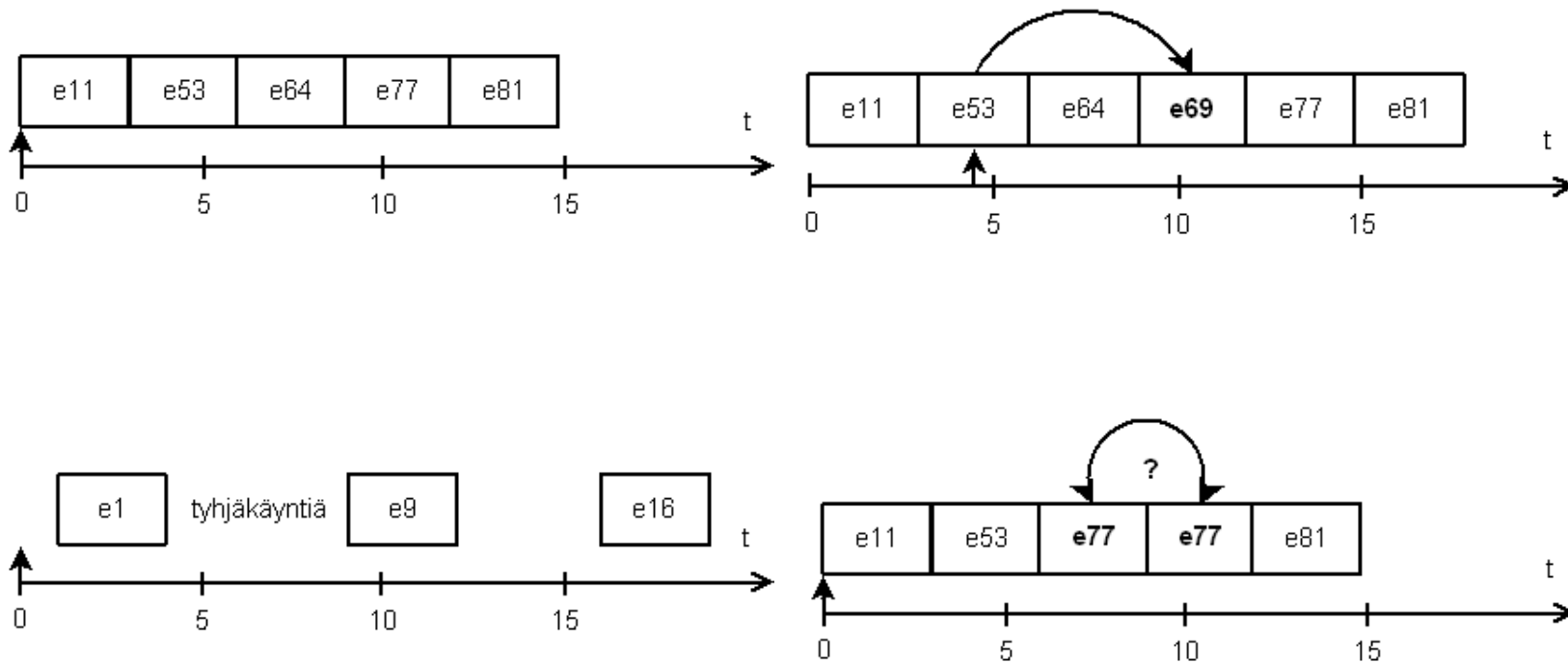
Simuloinnista

- Tulee kyseeseen:
 - Mahdotonta käyttää itse järjestelmää
 - Suoraan järjestelmään tutustuminen liian kallista
 - Epäkäytännöllistä tutkia itse järjestelmää
- Mallintaminen:
 - Yksinkertaistus
 - Vain ne komponentit mukaan jotka vaikuttavat tutkittaviin tuloksiin
- Tehokkuudesta:
 - Tietoverkkosimulaatiot voivat olla raskaita:
 - Esim. 5 min simuloitua aikaa: suoritus 5 tuntia!





Diskreetti tapahtumapohjainen simulaatio





Tietoverkkosimulaattoreista

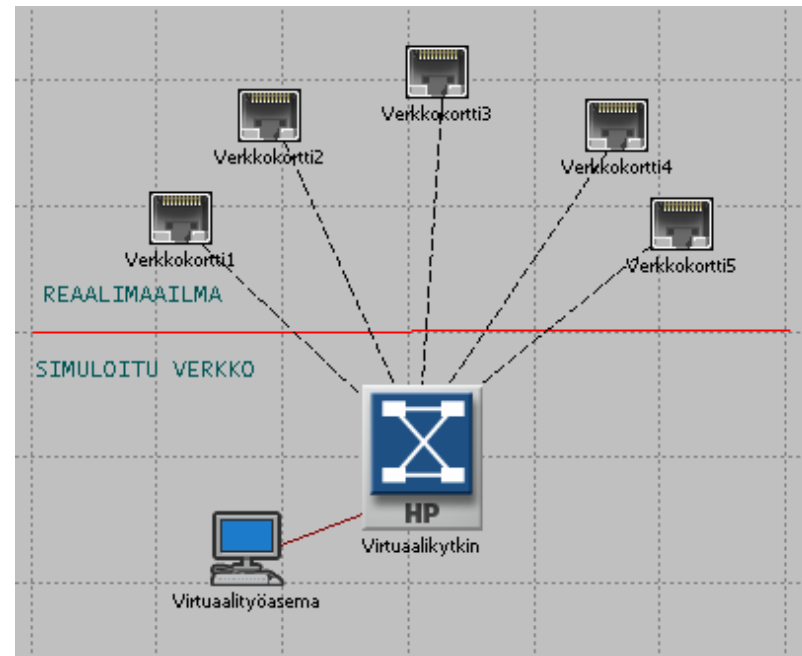
- OPNET Modeler:
 - Kaupallinen, suljettu
 - System-in-the-Loop
 - Kohtuullisen pienen joukon käytössä
 - ”pikkuveli” ITGuru
- The Network Simulator 2 (ns2):
 - Vapaa ohjelmisto
 - Paljon käytetty mm. tutkimukseen
 - Tietoa löydettävissä enemmän
- Erilaiset käyttökohteet





Oikean laitteen liittäminen osaksi simulaatiota

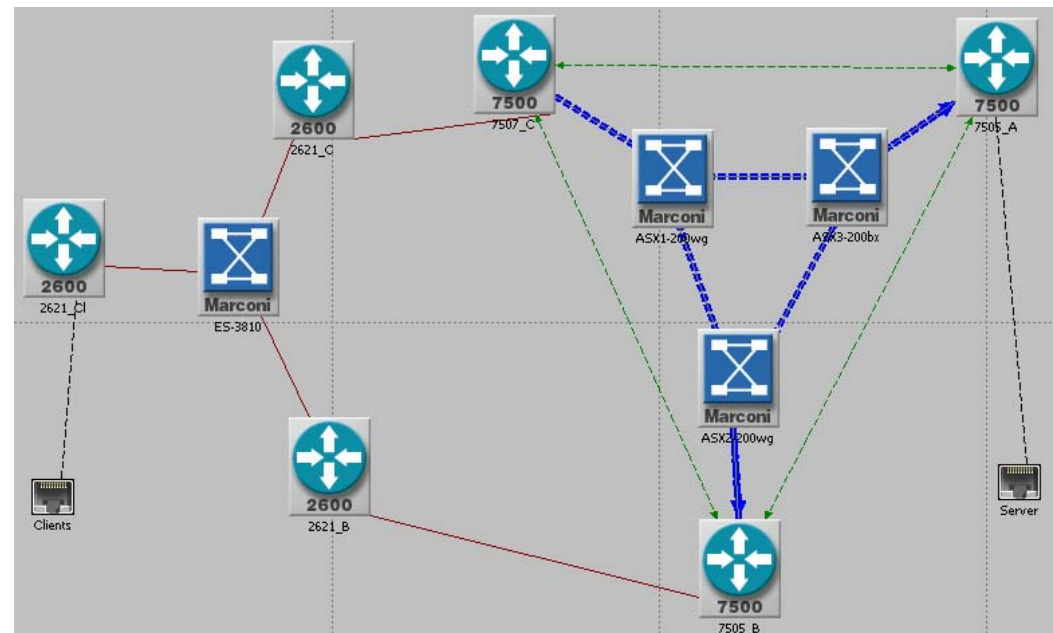
- OPNET Modeler
- System-in-the-Loop
 - Simulaattoripalvelin
 - Yhteydet reaailaitteisiin:
 - Ethernet
- Rajoituksia
 - Vain Ethernet
 - Lukumäärä
 - suorituskyky





Mittaukset

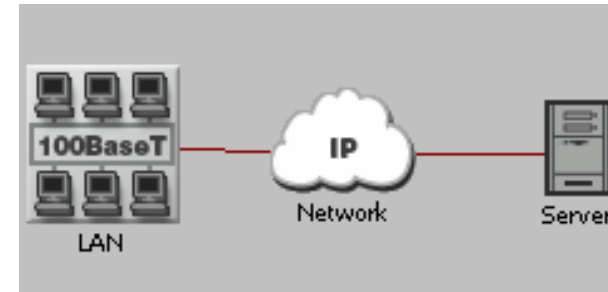
- Tietoverkkolaboratorio
- Kolme vaihetta:
 - Oikea verkko
 - Osittain simuloitu
 - Täysin simuloitu
- Tekniikoita:
 - ATM
 - PVC:t määritelty
 - Ethernet





Mittalaitteista ja liikenteestä

- Spirent Avalanche & Reflector
 - Injektoivat verkkoon liikennettä
 - Toimivat tilaajina ja palvelimina
 - Hybridisimulaatiossa edustavat reaalisia laitteita
- Liikenne:
 - Aika: 70s
 - HTTP ja FTP liikennettä (erikseen)
 - Eri vaiheita:
 - Ilman liikenteen rajoitusta:
 - Mittaamaan verkon suorituskykyä
 - Rajoitettua liikennettä:
 - Tasoittamaan tilannetta hybridiverkon ja oikean välillä
 - Vertailemaan liikenteen profiileja

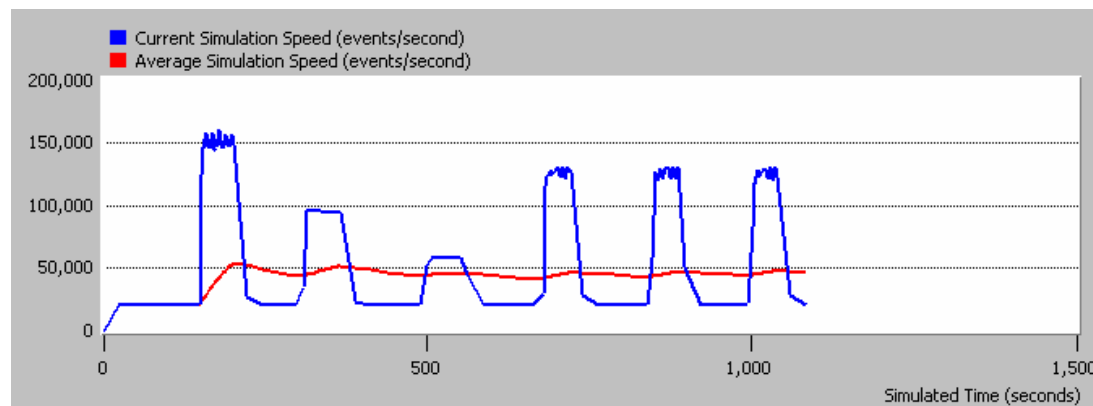
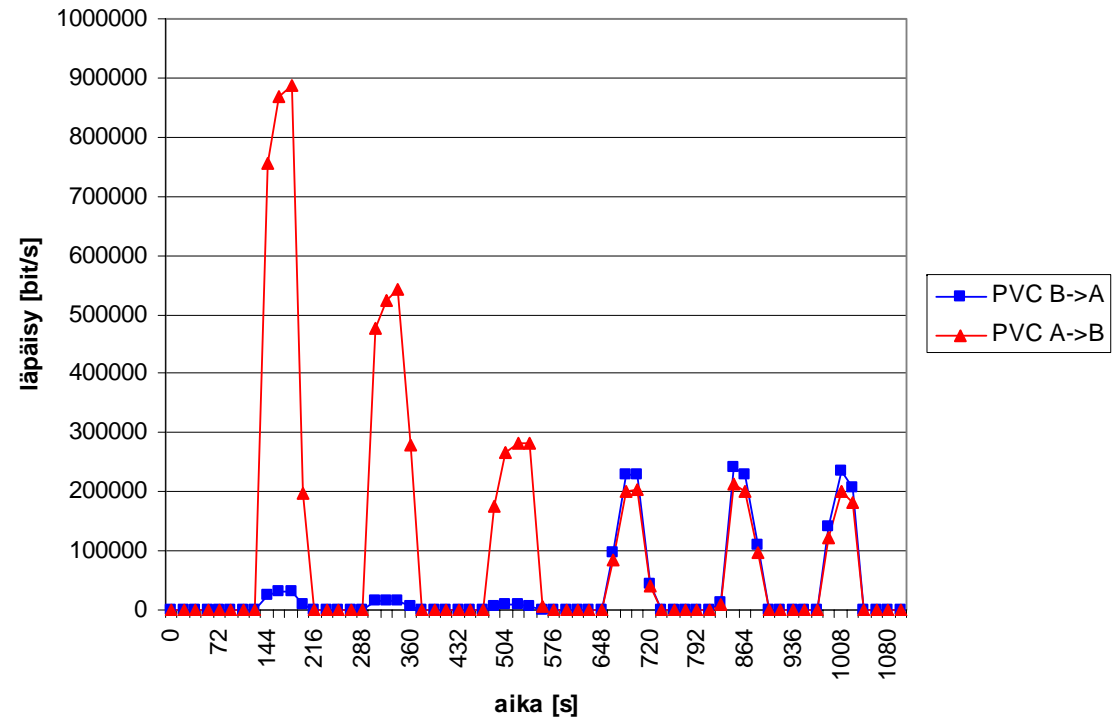


Mittaus	Kuorma/Tilaaja	Rajoitus
Heavy FTP	Tiedosto ~100kt	-
Medium FTP	Tiedosto ~100kt	1Mbit/s
Low FTP	Tiedosto ~100kt	500kbit/s
Heavy HTTP	Tyhjä sivu	-
Medium HTTP	Tyhjä sivu	1Mbit/s
Low HTTP	Tyhjä sivu	500kbit/s





Tuloksia





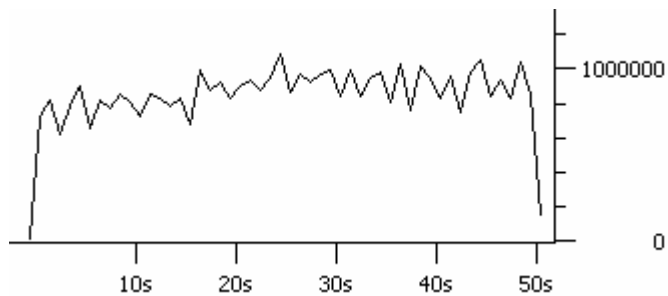
	Tilaajien lkm.	Onnistuneet transaktiot /sekunti	Onnistumis- prosentti	URL- vasteaika (ms)	RTT (ms)	Siirretty FTP-data (Mt)
RealHeavyFTP	396	7	100	1959	299	40
SimHeavyFTP	99	~1	100	8405	551	10
SimEfficiency	114	~1	100	7169	490	12
RealMediumFTP	68	~1	100	13545	909	7
SimMediumFTP	68	~1	100	13706	916	7
RealLowFTP	24	~0,5	54,5	19603	1269	4,5
SimLowFTP	23	~0,5	53,4	19249	1337	4,4
RealHeavyHTTP	41089	760	100	8	-	-
SimHeavyHTTP	6323	117	100	60	-	-
RealMediumHTTP	14928	276	100	26	-	-
SimMediumHTTP	6225	115	100	63	-	-
RealLowHTTP	7939	147	100	50	-	-
SimLowHTTP	6126	113	100	64	-	-
RealNetFail	61	~1	95,3	13626	726	6
SimNetFail	68	~1	100	13754	905	7



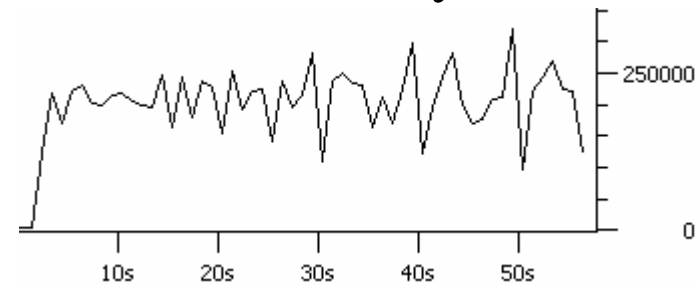


Tuloksia: pakettikaappaukset

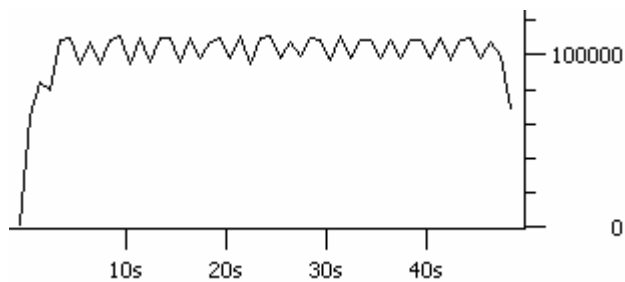
Reaali: HeavyFTP



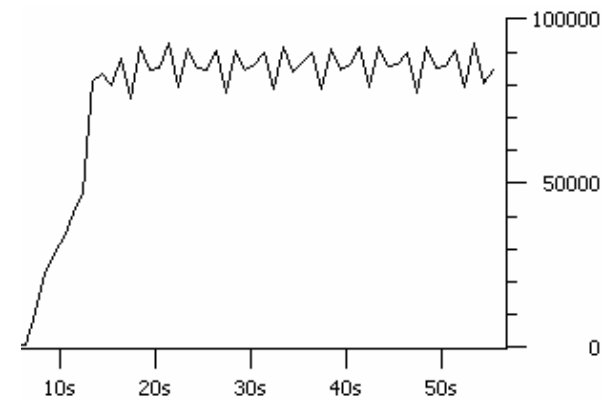
Sim: HeavyFTP



Reaali: LowHTTP



Sim: LowHTTP





Johtopäätöksiä

- Hybridisimulaatiossa paljon ongelmia
- Soveltuvuus tutkimukseen tapauskohtaista
- Tärkeässä osassa
 - Simulaattorin suorituskyky
 - Mallinnus
 - Säikeistys?
 - Verkon topologia (kompleksisuus)
 - Käytettävät tekniikat, protokollat





Lisätutkimusaiheita

- Simulaatio AdHoc-verkon osana?
- Verkkojen uudelleen vertailu suorituskyvyn lisääntyessä
- Muiden hybridiverkon mahdollistavien simulaattoreiden tarkempi tutkinta





Kysymyksiä?

