Implementation and Operation of Mobility in WIDE

The 14th Korea Internet Conference June 28, 2006

Keiichi Shima <<u>keiichi@iijlab.net</u>> Internet Initiative Japan Inc. / WIDE project





Contents

- Background
- Implementation
- Operation
- Demonstration report
- Summary

Background

- Widely deployed Internet
 - Available in almost everywhere in the world
- Improvement of Communication Technology
 - Wireless LAN, Bluetooth, WiBro, etc
- Progress of Small Devices
 - Sensor nodes, Portable devices that have various communication media

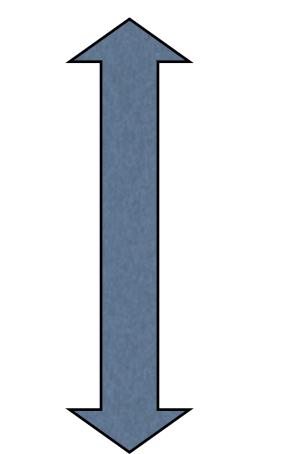
Requirements

- From users
 - Seamless usage of various communication devices
 - Seamless communication from everywhere
- From service operators
 - No big impact to the infrastructure
 - Seamless transition of applications

Mobility Technology

- L2 Mobility
 - Cellular
- L3 Mobility
 - Mobile IPv6 / NEMO
- L3.5 Mobility (?)
 - Shim6
- L4 Mobility
 - SCTP

Device dependent Infrastructure update is required



Applications need to be modified Terminals have to be updated

What does WIDE do?

- Realize the future Internet
 - Find all spec problems by implementing the specification
 - Provide free protocol stacks
 - Operate the service with the new protocol to find any operational problems and get experience
 - Demonstrate how can the technologies be applied

Implementation

Implementation

- L2 Trigger
- L3 mobility protocols
 - Mobile IPv6 / NEMO BS
 - Fast Mobile IPv6
- Operation support service
- Demonstration applications

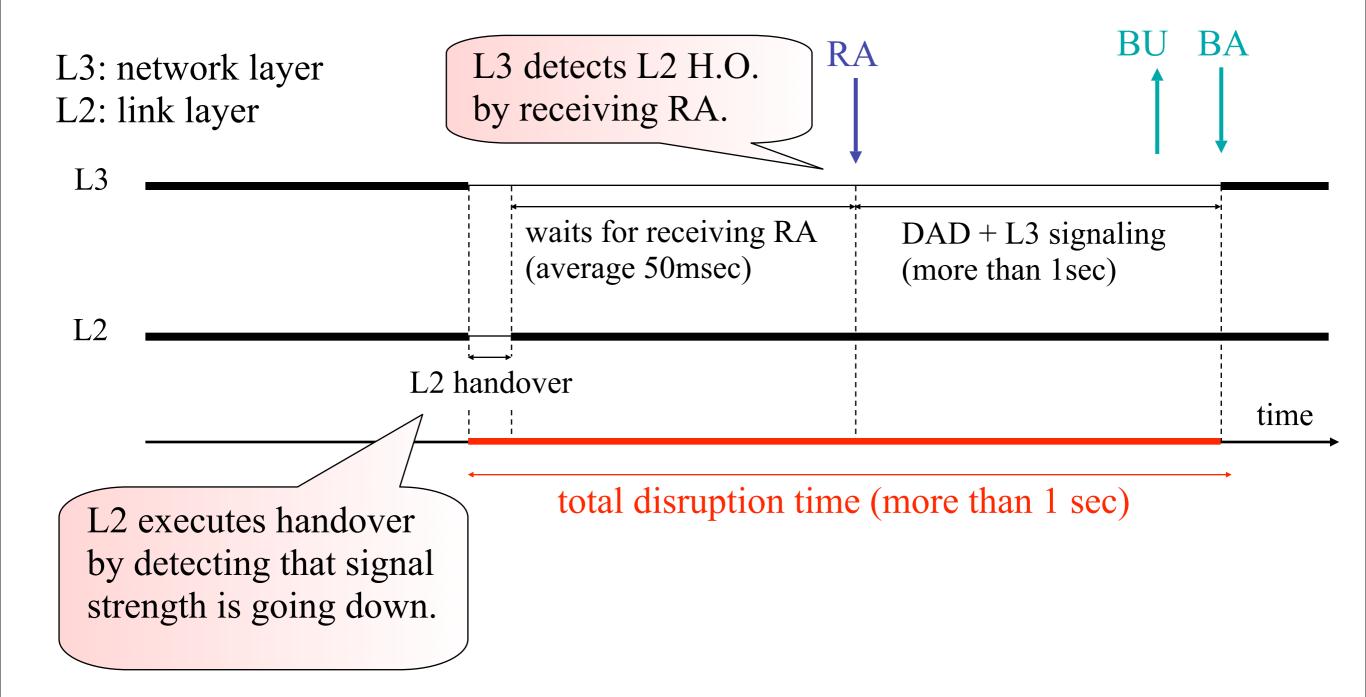
L2 Trigger for Fast Handover

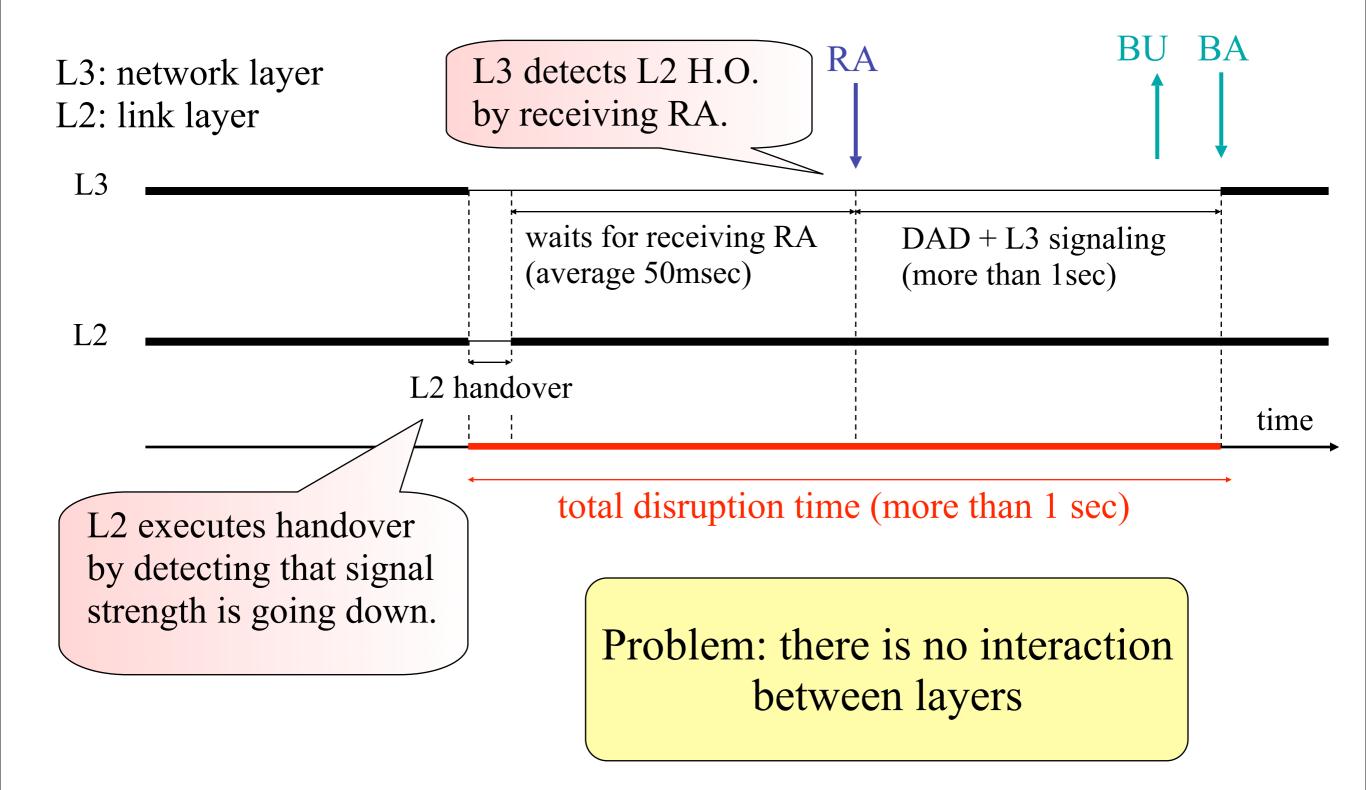
- L3 Fast Handover needs to know L2 handover information
- A standard API to interact between L2 and L3 is necessary to utilize various kinds of L2 media from L3
- draft-koki-mobopts-l2-abstractions

L3: network layer L2: link layer L3	R	A BU E	BA
L2	waits for receiving RA (average 50msec)	DAD + L3 signaling (more than 1sec)	
L2 L2 han	dover	I I I I I I I I	time

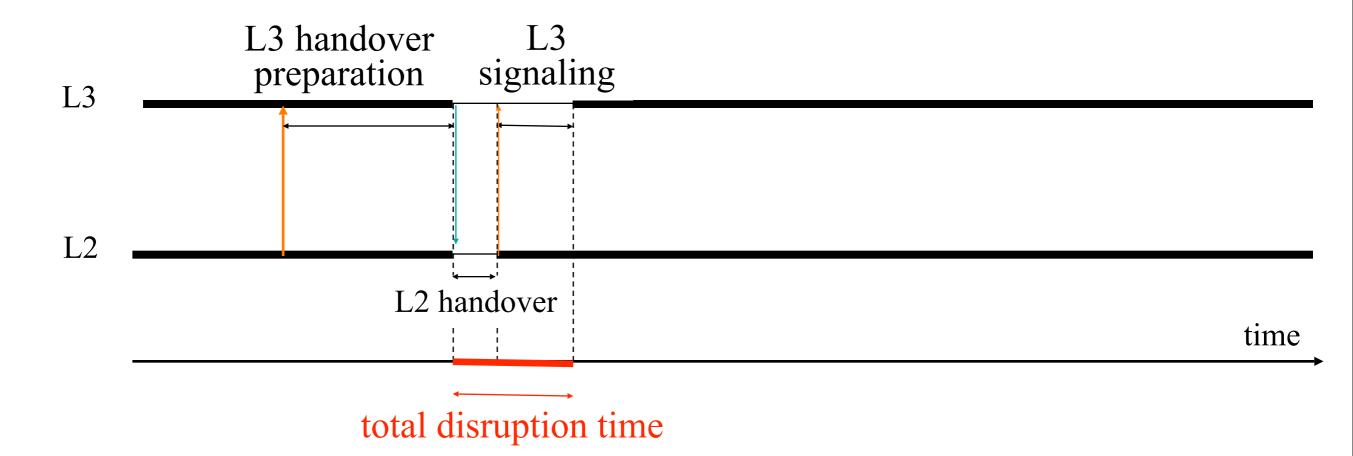
total disruption time (more than 1 sec)

L3: network layer L2: link layer	R	A BU	BA
L3		, 1 1	
	waits for receiving RA (average 50msec)	DAD + L3 signaling (more than 1sec)	
L2			
L2 han	dover		
			time
L2 executes handover by detecting that signal strength is going down.	total disruption time	e (more than 1 sec)	

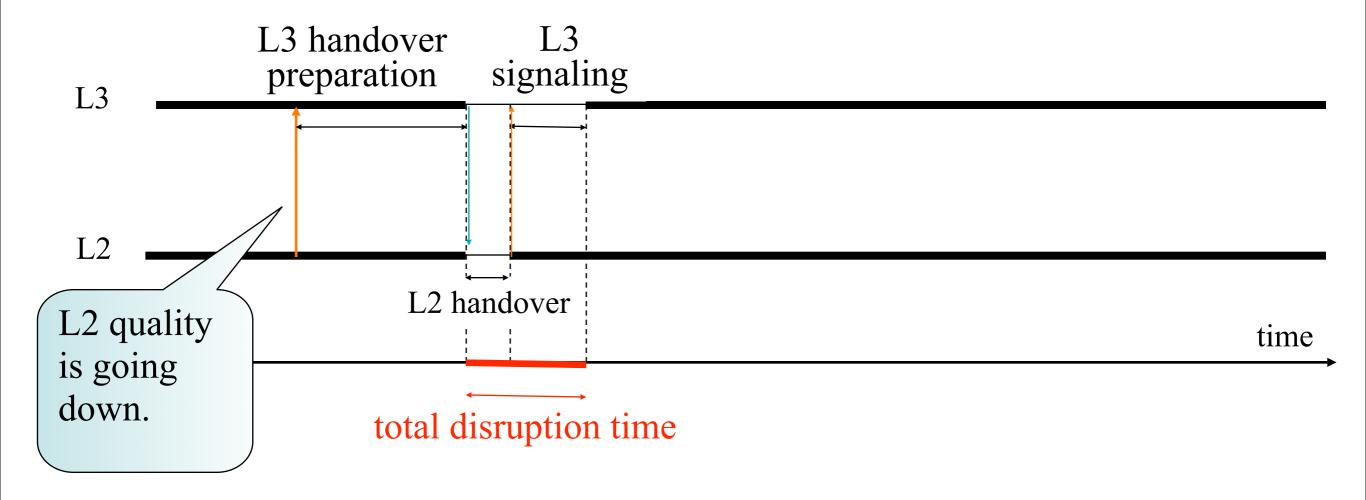


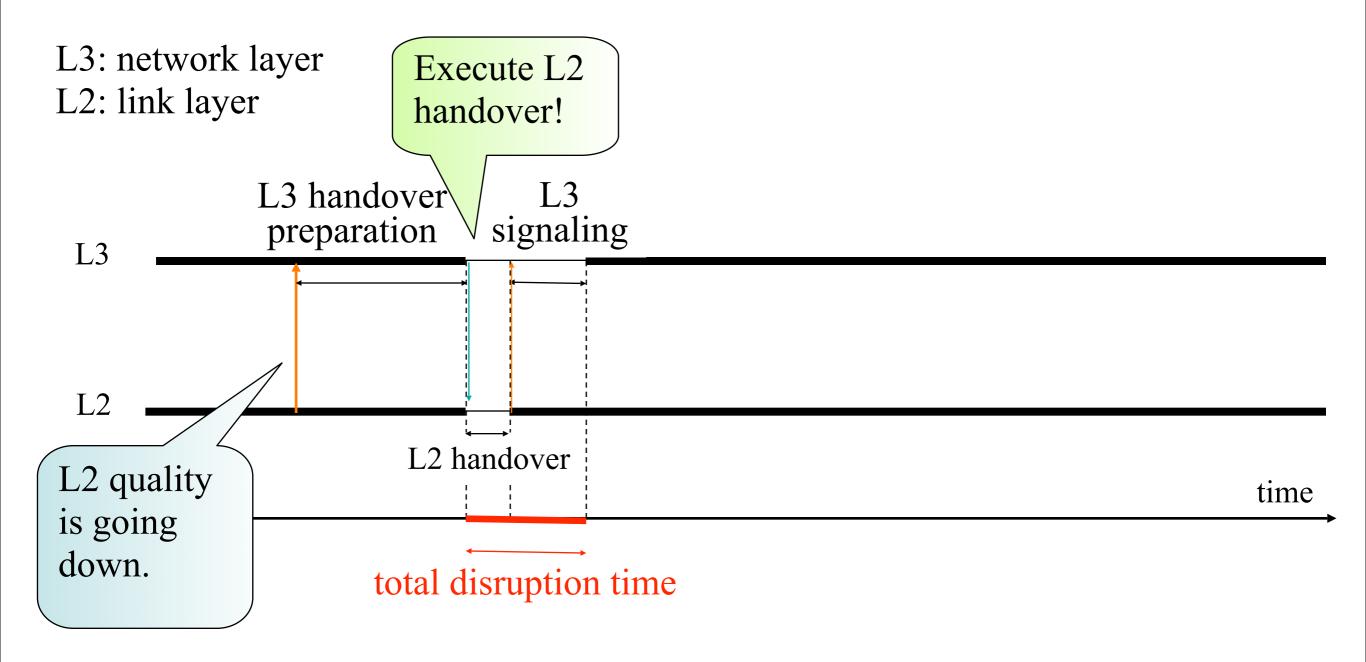


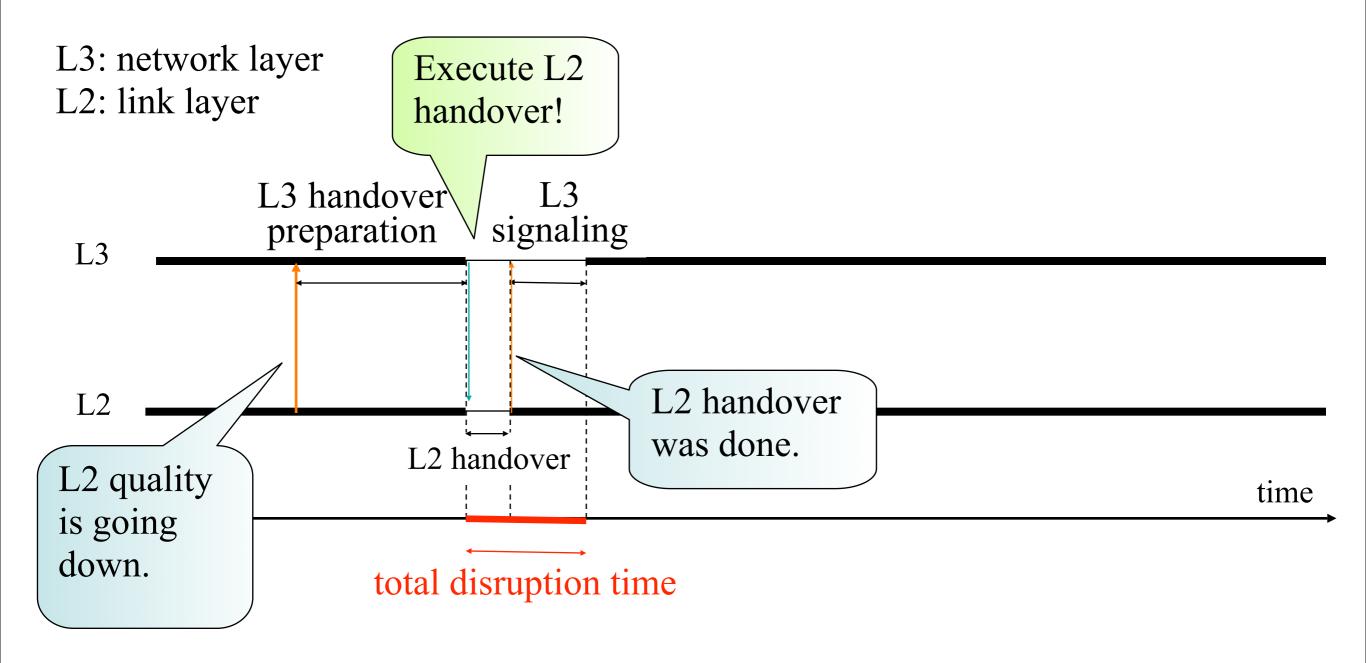
L3: network layer L2: link layer

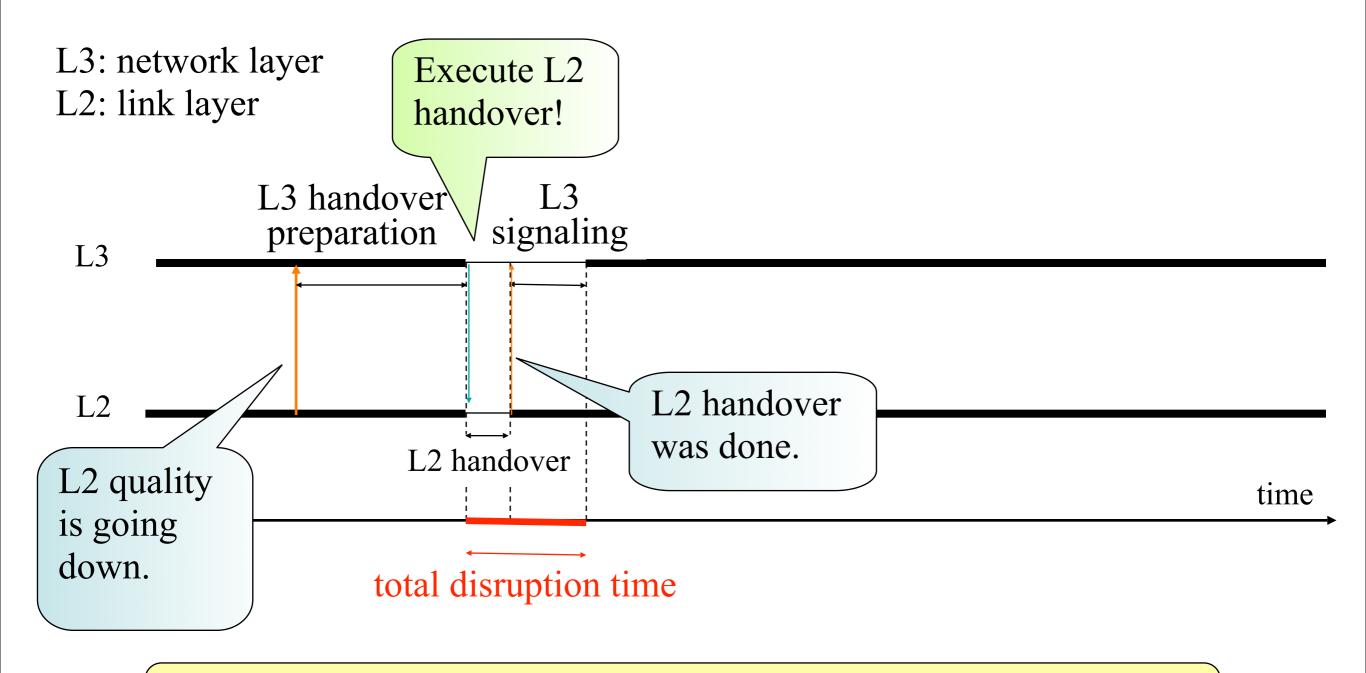


L3: network layer L2: link layer







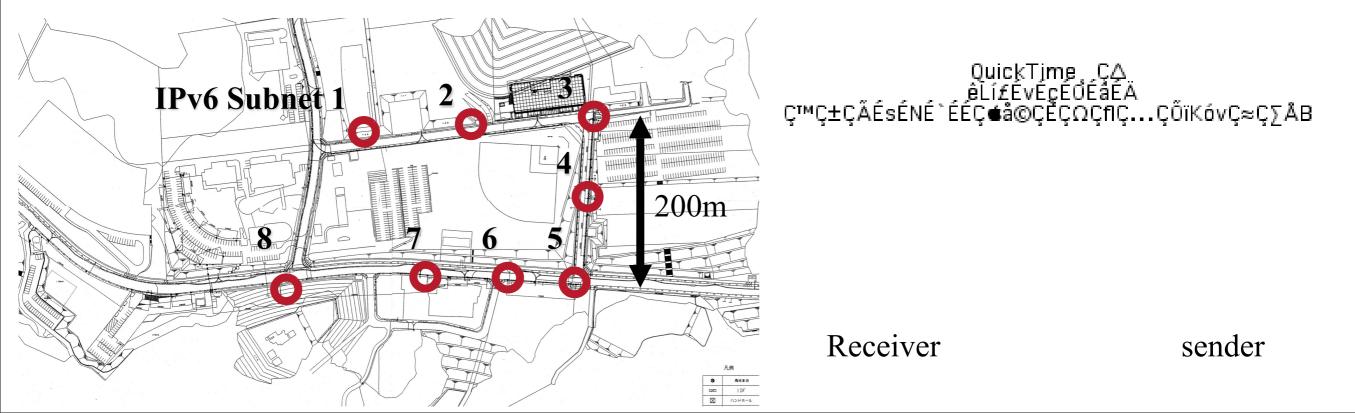


control information exchange between layers
=> dramatic decrease of handover time

Demo:L3-Driven Fast Handover Using L2 Triggers

- Application: DVTS
 - half rate: 15Mbps
 - from MN on car to fixed PC
- L3 mobility protocol: LIN6
- L2: IEEE802.11a (54Mbps)
- 8 IPv6 subnets
 - 8 access points / access routers

- Total disruption time: 3-4 ms
 - L2 handover: 1-2 ms (fixed)
 - L3 handover: 1-2 ms (depends on RTT)



L3 mobility protocols

- SHISA
 - Mobility Framework for BSD Operating Systems
- USÁGI MIP (UMIP)
 - Mobile IPv6 stack for Linux
 - Collaborative work with the Go-core team
- NEPL SE
 - NEMO BS stack for Linux
 - Collaborative work with the Go-core project

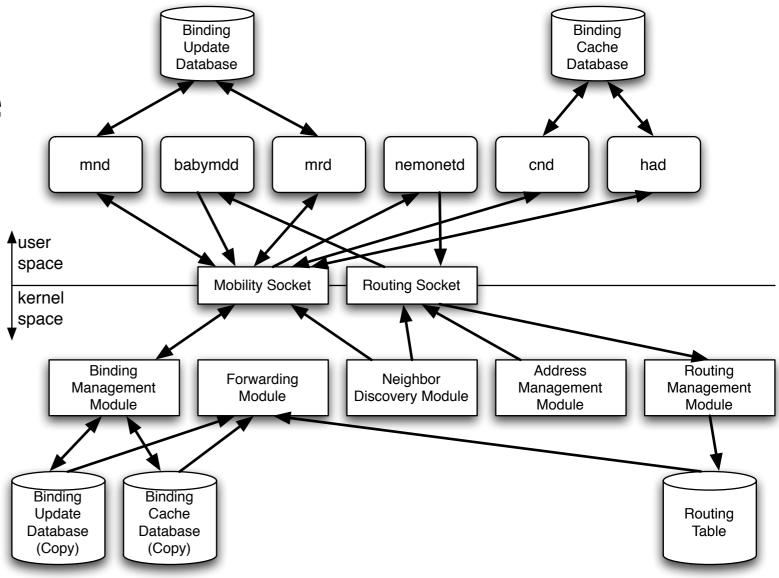
SHISA

- Mobility Framework for BSD Operating Systems
 - FreeBSD5.4 and NetBSD2.0.2
- Supported specifications
 - Mobile IPv6 (RFC3775)
 - NEMO BS (RFC3963)
 - MIPEXT API
 - Multiple CoA

http://www.kame.net/, http://www.mobileip.jp/

SHISA System

- Mobility functions are provided by the combination of small programs
- MIPSOCK socket interface provides communication method between them



USAGI MIP (UMIP)

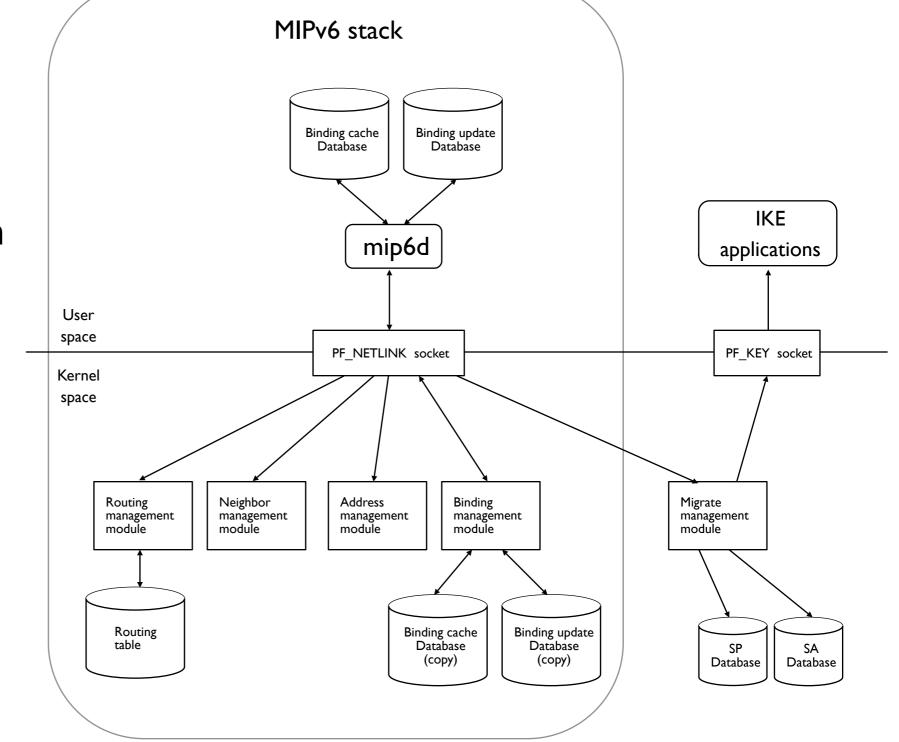
- UMIP is a set of patches to Mobile IPv6 for Linux (MIPL2)
- Supported specifications
 - Mobile IPv6 (RFC3775)
 - MIPEXT API
 - MIGRATE (an Interface between Mobile IPv6 and IPsec/ IKE; draft-sugimoto-mip6-pfkey-migrate)
- tutorial
 - http://www.linux-ipv6.org/memo/mipv6/index.html.en

UMIP Systems

•Mobility functions are provided by a daemon (mip6d)

•PF_NETLINK is used as an interface between user and kernel space

•MIGRATE interface is used to update endpoint address of IPsec tunnel through PF_KEY socket when MN moves



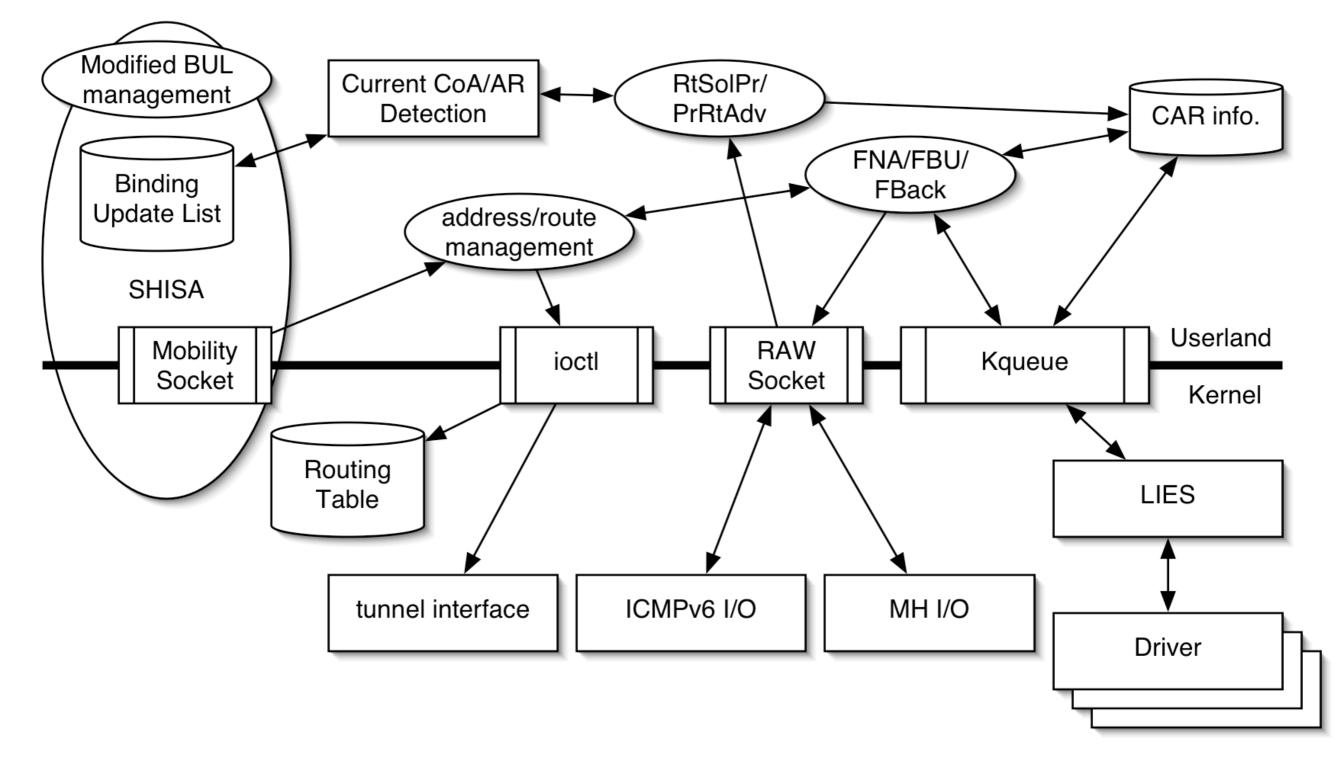
NEPL SE

- Network Mobility Stack for Linux based on NEPL (<u>http://www.mobile-ipv6.org/</u>)
- Some features are enhanced
 - Mobile Network Prefix Delegation
 - Multiple CoA
- http://software.nautilus6.org/

Fast Mobile IPv6

- TARZAN
 - Implementation of FMIPv6 for FreeBSD 5 operating system
 - Based on SHISA mobility stack
 - Fast Handover for Mobile IPv6 (draft-ietfmipshop-fast-mipv6-03)
 - Support Predictive & Reactive modes
 - Development is suspended until 4068bis is published
 - http://software.nautilus6.org/

TARZAN System



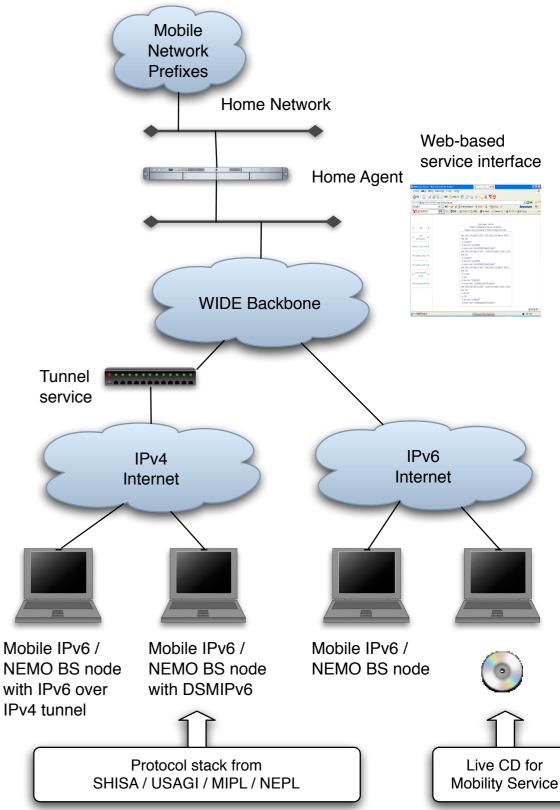
Operation

Operational Service

- Background
 - Providing only protocol stack implementation is not enough to deploy technologies
 - Implementing stacks and operation using the stacks will accelerate understanding protocols and give us much experiments

L3 Mobility Service

- Operate Layer 3 mobility service as an application service provider
- Design goals
 - Easy to use Web-based service interface
 - Supporting both IPv4/IPv6 access networks
 - Support full security defined in the specification
 - Distribute the system as an operation kit



L3 Mobility Web Interface

Users can

🔇 戻る 🔹 🕑 - 👔 😰 🏠 🔎 検索 🧙 お気に入り 🔗 🔗 🍓 🔟 - 📙 饌 🥞 🤮

🔮 HAweb operational – Microsoft Internet Explorer

アドレス(D) 🙆 http://131.113.71.253/ "satie/ha/user_index.php

Google -

🍸 🖉 🎝 🛐

User * Information

🚸 Get a new HoA 🚸

🔹 Delete a HoA 🔹

✤ Create LiveCD ♦

View security

setup Documentation *

🞒 ページが表示されました

TOP 🔶

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

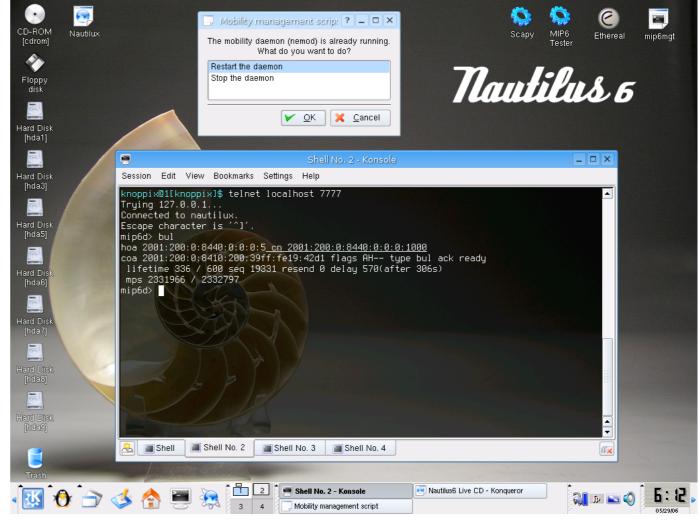
- Request HoA
- Request MNP
- Get Security Info

HoA information page

				0 ALT(H)			
			〒① お気に入り(A) ツール(1)	な気に入り 🚱 😂 🍓 🔟 ・	🗌 🏼 🗳 🙆		
		, -	3.71.253/~satie/ha/user_index.pl	hp		🗸 🛃 移動	1 リンク ≫
lsers can	1	Google • ۲ ۲ ۲		🥝 │ 🌮 🕾 12 をブロックしました │ 🌱 チェ: 鄧路線 - 倣 - ブックマーク 🗽 メモ帳 - 🌘			· •
Reques	t HoA			This page is user index.			
-		✤ TOP ◆			nat you want from menu on	left frame.	
Reques	t MNP	User Information					
	• • •	♦ Get a new HoA ♦					
Get See	curity Info	🔹 Delete a HoA 🔹					
		 Create LiveCD 					
Create	Live CD						
Cicate		View security setup					
		Documentation					
			1				
				Main г	Dage		
		_		Main F	bage		
ツール① ヘルプ(出)				Main p	bage		:40:05
ツール(D) ヘルブ(H) 錬索 🌟 お気に入り 🤣 🔗 🌺 🔟		 ページが表示されました れ動 ・リンク	- TIN 700 Et	-	bage	TM 03 ወ ተጋターネット	
ツール① ヘルプ(H) 検索 ☆ お気に入り 🤣 🔗 - 🌺 깯 r_index.php	- 🖵 🎇 🦉 😐	 	アドレス型 (創 http://131.113 Google -	1.253/~satie/ha/user_index.php	الدوم معلم المراجع مل مراجع المراجع المراجع مل مراجع المراجع مل مراجع المراجع مل م	 インターネット 	
ッール(1) ヘルナ(H) 食素 📌 お気に入り 🔗 🔗 🍛 깯 r_index.php 食素 * 🥝 💰 🖓 12 をブロックしました 🏾 🇳	- 🖵 🎇 🦉 😐	▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの		7.1.253/~satie/ha/user_index.php	112をブロックしました 峰 チェック 🔹	 インターネット 	▼ → 移動 Ienovo
ツール① ヘルプ(H) 鉄索 ☆ お気に入り 🏈 🍛 🌺 깯 r_index.php 鉄索 ・ Ø 🐼 🖓 12 をブロックしました 🇳 🕞 - 夢路線 - ⑪・ブックマーク 🗽 メモ帳		▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Google -	7.1.253/~satie/ha/user_index.php	112をブロックしました 峰 チェック 🔹	 インターネット マーマー・マー・マー・マー・マー・マー・マー・マー・マー・マー・マー・マー・マー	▼ → 移動 Ienovo
ツール① ヘルブ(山) 読恭 ☆ お気に入り <i>④</i> 🔊 🦓 💯 r_index.php 読茶 ▼ <i>Ø</i> <i>Ø</i> 💁 12 をブロックしました <i>梦</i> 同▼ <i>鄧</i> 路線 ▼ (山▼ ブックマーク 🗽 メモ帳	・	▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Google - Y! ८- ภว४२२१	7.1.253/~satie/ha/user_index.php	112をブロックしました 🍼 チェック ・ 山・ブックマーク 🗽 メモ帳 - 🥥 My User Na	● インターネット ・ 💽 ・ 🛃 オブション 🥔 ly Yahoo! - 🖂 Yahoo!メール - 🏦 ブリーフク ame :satomi	▼ → 移動 Ienovo
ツール① ヘルブ(出) 法 ☆ お気に入り ④ ②・ ③ ₪ index.php 法 ・ Ø ◎ ◎ ◎ 12 をブロックしました ♥ ③・ 鄭 路線 ・ ⑪・ブックマーク ≧ メモ帳 Your Home Address	 ● ● ● ● ● ● ● ● ● My Yahoo! ● ○ Yahoo!メール ● ● ブリーフケース 塗オーク Your Information is User Name satomi 1031 	▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Google -	7.1.253/~satie/ha/user_index.php	112をブロックしました / 学 チェック・ 道・ブックマーク 注 メモ帳 - ④ My User Na 1030's Configurat	 インターネット ・ 	▼ → 移動 Ienovo
ツール① ヘルブ(円) 素 ☆ お気に入り ④ ②・ ③ ₪ index.php 漆 ・ Ø Ø ◎ 12 をブロックしました 「 ③・ ● 路線 ・ ①・ブックマーク 函 メモ帳 Your Home Address Home Agent's Address	 ・ () () () () () () () () () () () () ()	▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Coogle -	3.71.253/ ⁷ satie/ha/user_index.php ▼ C 検索 ▼ Ø Ø № 検索 ▼ □→ 鄧 路線 ▼ ①	112をブロックしました 学 チェック ・ 山・ブックマーク 医 メモ帳 - @ My User Na 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000::	● インターネット ・ 📦 ・ 🛃 オブション 🥒 by Yahoo! - 🖂 Yahoo!メール - 🍘 ブリーフな ame :satomi tion file to install SAs.	▼ → 移動 Ienovo
ツール① ヘルブ(出) 法 ☆ お気に入り ④ ②・ ③ ₪ index.php 法 ・ Ø ◎ ◎ ◎ 12 をブロックしました ♥ ③・ 鄭 路線 ・ ⑪・ブックマーク ≧ メモ帳 Your Home Address	 ● ● ● ● ● ● ● ● ● My Yahoo! ● ○ Yahoo!メール ● ● ブリーフケース 塗オーク Your Information is User Name satomi 1031 	▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Coogle - Y! С- ладачия View User	8.71.253/~satie/ha/user_index.php ▼ C 検索 - Ø Ø ₽ 検索 - □- 鄧路線 - ①	112 をブロックしました 学 チェック ・ ユ・ブックマーク 注 メモ帳 - ④ My User Na 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000:: esp 330 -m transport	● インターネット ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	▼ → 移動 Ienovo
ッール① ヘルブ(出) 素	・ ・	▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Coogle - Y! ℓ-カスタマイズ + TOP + User Information + Get a new HoA +	8.71.253/~satie/ha/user_index.php ▼ C 検索 - Ø Ø ₽ 検索 - □- 鄧路線 - ①	112 をブロックしました 学 チェック ・ 山・ブックマーク 画 メモ帳 - ③ My 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000:: esp 330	● インターネット ・ ・ ・ ・ ・ オブション y Yahoo! - ・ マ Yahoo!メール - ● ブリーフク ame :satomi tion file to install SAs. a to make configuration file. ::1030 2001:200:db8:0:1000::1	▼ → 移動 Ienovo
ッール① ヘルブ(出) 読 かまに入り ④ ②・ ③ 図 index.php 読 ・ Ø Ø ② 2012をブロックしました 「 ダ つ・ 「 鄧 路線 ・ 値・ブックマーク 査 メモ帳 Your Home Address Home Agent's Address des(transport mode) hmacs(transport mode)		▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Coogle - Y! &- カスタマイズ + TOP + User Information + Get a new HoA ◆	3.71.253/ ⁷ satie/ha/user_index.php	112をブロックしました 学 チェック ・ ユーブックマーク 画 メモ帳 - の My User Na 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000:: esp 330 -m transport -E des-cbc "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d20 add 2001:200:db8:0:1000::	● インターネット ・ ・ ・ ・ ・ オブション y Yahoo! - ・ マ Yahoo!メール - ● ブリーフク ame :satomi tion file to install SAs. a to make configuration file. ::1030 2001:200:db8:0:1000::1	▼ → 移動 Ienovo
ッール① ヘルブ(日) 素 か お気に入り の ふ・		▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	Coogle - Y! ℓ-カスタマイズ + TOP + User Information + Get a new HoA +	3.71.253/~satie/ha/user_index.php ▼ C	112 をブロックしました 学 チェック ・ ユーブックマーク 注 メモ帳 - ④ My User Na 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000:: esp 330 -m transport -E des-cbc "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d20 add 2001:200:db8:0:1000:: esp 331 -m transport	● インターネット ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	▼ → 移動 Ienovo
ッール① ヘルブ(出) 注意 ☆ お気に入り ④ ②・ ③ ・index.php 注意 ・ ④ ◎ ◎ ③ 12 をブロックしました 『 ・ ● 第路線 ・ ①・ブックマーク 』 メモ帳 Your Home Address Home Agent's Address des(transport mode) hmacs(transport mode) hmac(tunnnel mode)		▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	 Coogle • Y?	3.71.253/ [*] satie/ha/user_index.php ▼ C 検索 * Ø Ø ₽ (検索 - G +) ∰ 路線 - ①	112 をブロックしました 「 チェック ・ 山・ブックマーク	 ▲ インターネット ▲ オブション Yahoo! - Yahoo! -	▼ → 移動 Ienovo
ツール① ヘルブ(出) 読		▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	 Coogle - Y? ℓ- ħλβマイズ Vser Information Get a new HoA ◆ Delete a HoA ◆ Create LiveCD ◆ 	3.71.253/~satie/ha/user_index.php ▼ C	112 をブロックしました 「グ チェック ・ し・ブックマーク 注 メモ帳 - ④ My 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000:: esp 330 -m transport -E des-cbc "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d"	 ▲ インターネット ▲ オブション Yahoo! - Yahoo! -	▼ → 移動 Ienovo
ッール① ヘルブ(山) 読		▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	 Coogle • Y & - カスタマイズ * TOP * User Information * * Get a new HoA * * Delete a HoA * * Create LiveCD * 	3.71.253/~satie/ha/user_index.php ▼ C	112 をブロックしました 学 チェック ・ ロ・ブックマーク 注 メモ帳 - ④ My User Na 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000:: esp 330 -m transport -E des-cbc "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d20 add 2001:200:db8:0:1000:: esp 331 -m transport -E des-cbc "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d20 add 2001:200:db8:0:1000:: esp 332 -m tunnel		▼ → 移動 Ienovo
ッール① ヘルプ(型) 全素 ☆ お気に入り ④ ② ・ ③ er_index.php 検索 ・ Ø ◎ ③ ③ 12 をブロックしました 《 「・ ● 第路線 ・ ①・ブックマーク 』 メモ帳 Your Home Address Home Agent's Address des(transport mode) hmacs(transport mode) hmac(tunnnel mode) SPI SPI SPI	I Image: Second se	▼ 記載 リンク ※ ■ 記載 リンク ※ ■ のひの	 Coogle - Y! ℓ- ħλβマ1% Vser Information Get a new HoA ◆ Delete a HoA ◆ Create LiveCD ◆ View security ↓ 	3.71.253/~satie/ha/user_index.php ▼ C	User Na 112 をブロックしました 学 チェック ・ ロ・ブックマーク 医 メモ帳 - ③ My User Na 1030's Configurat Please copy and paste add 2001:200:db8:0:1000:: esp 330 -m transport -E des-cbc "6515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d0" -A hmac-sha1 "e515df0d" -A hmac-sha1 "e515df0d"		▼ → 移動 Ienovo

Live CD for trial users

- Kernel and necessary mobility service programs are integrated
- Initial setup for mobility programs has already done
- Security setup for mobility signaling has already done for each users
- The CD is created depending on user's information (HoA, Security parameters, etc.)



Demonstration Report

Why is Demonstration Important?

- Technology itself usually does not convince people
- Need to show how we can use the technology
- How the technology make us interesting

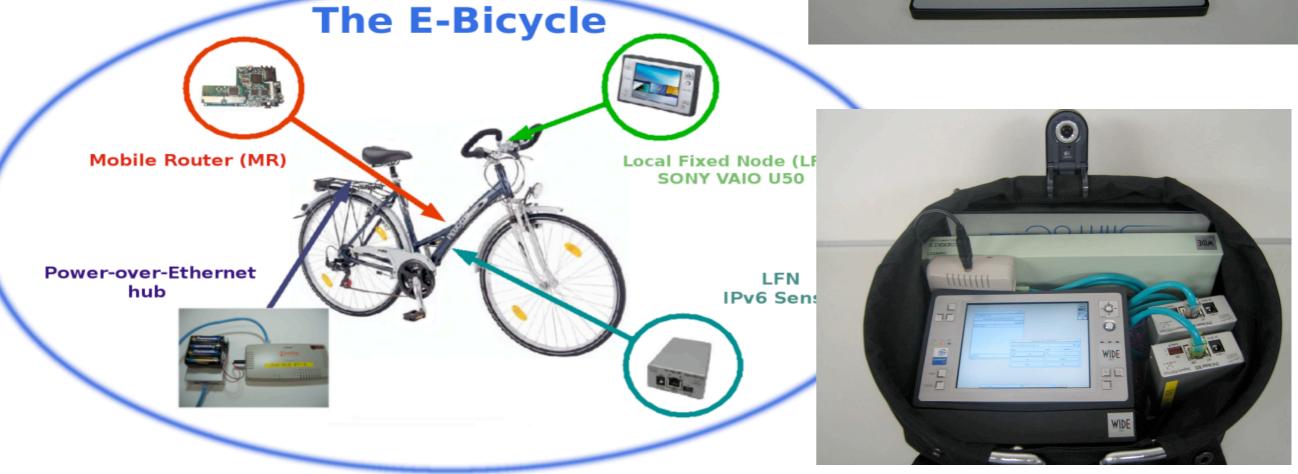
Demo Activities

- E-Bike / E-Bag system
- Transition support using Dual Stack Mobile IPv6 (DSMIPv6)
- Large scale operational moving network using NEMO BS technology

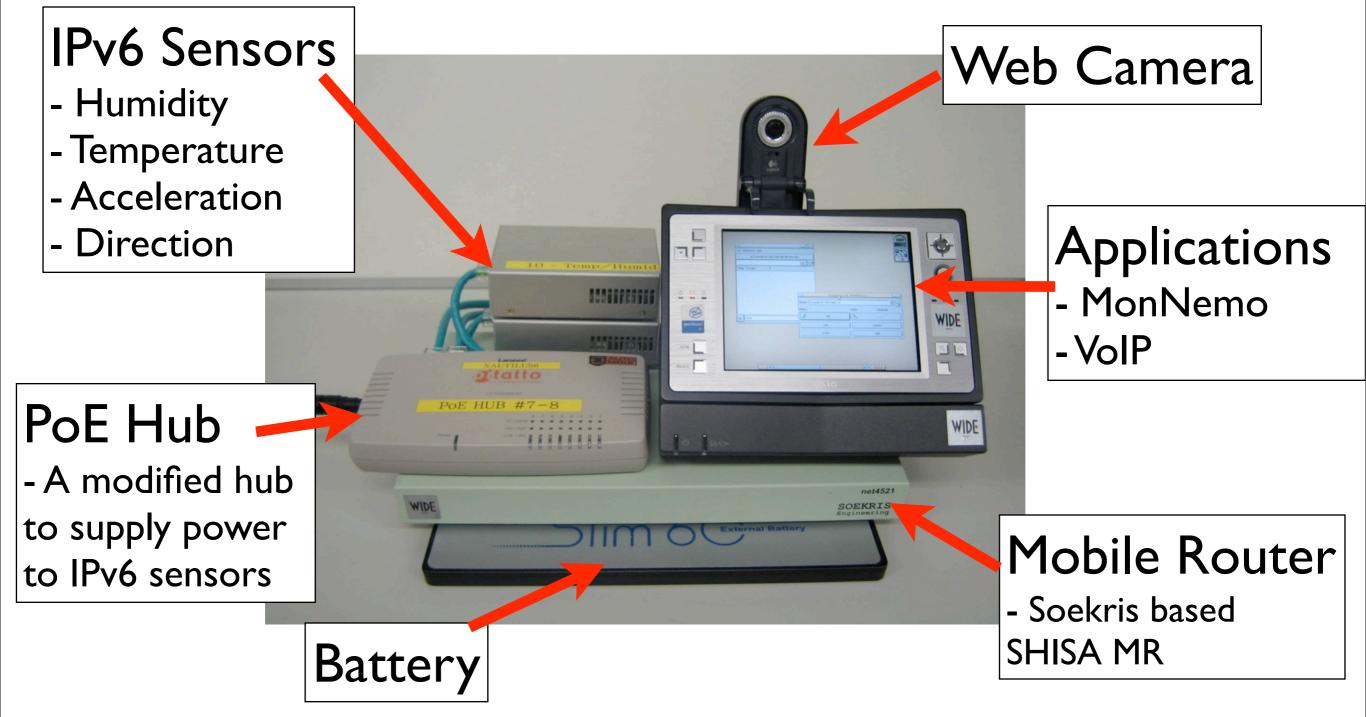
E-Bike / E-Bag

- A good example of Personal Area Network
- IPv6 sensors and a camera connected to small mobile router driven by battery

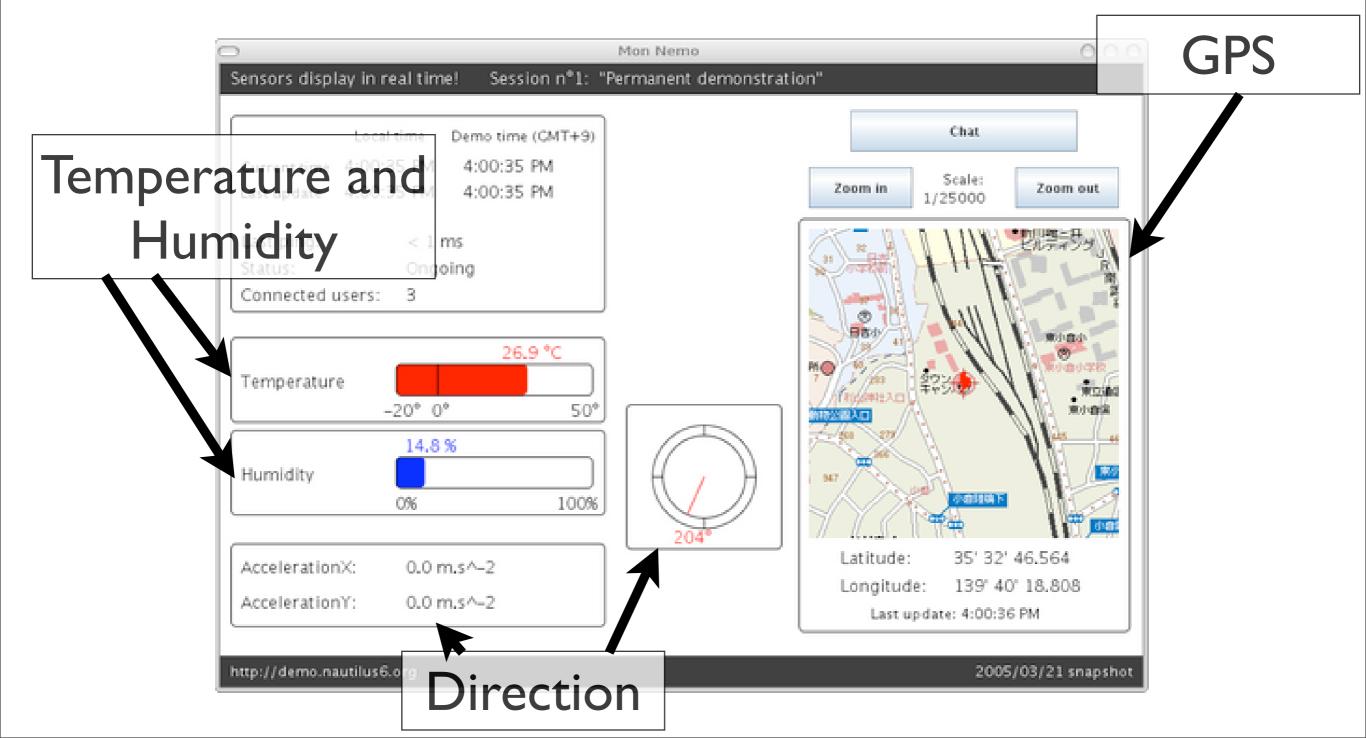




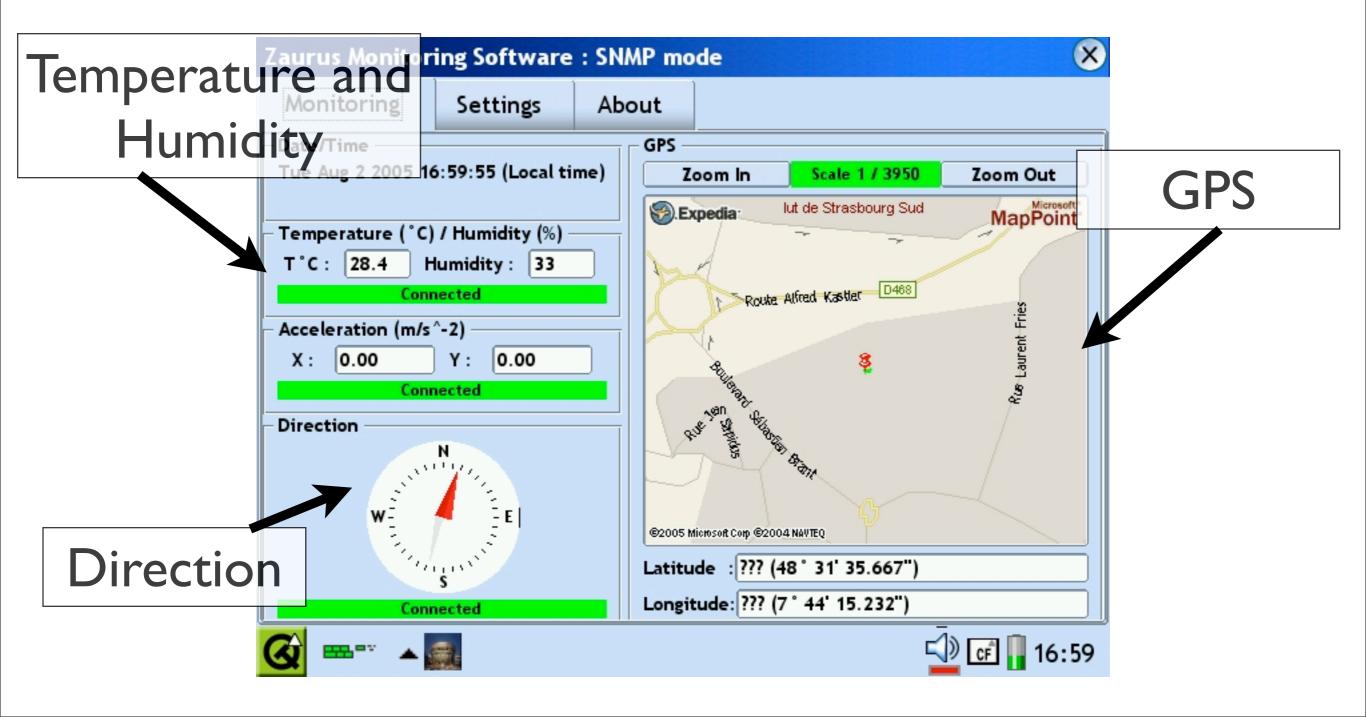
E-Bike / E-Bag Equipments



Mon Nemo (IPv6 Sensor Monitor)



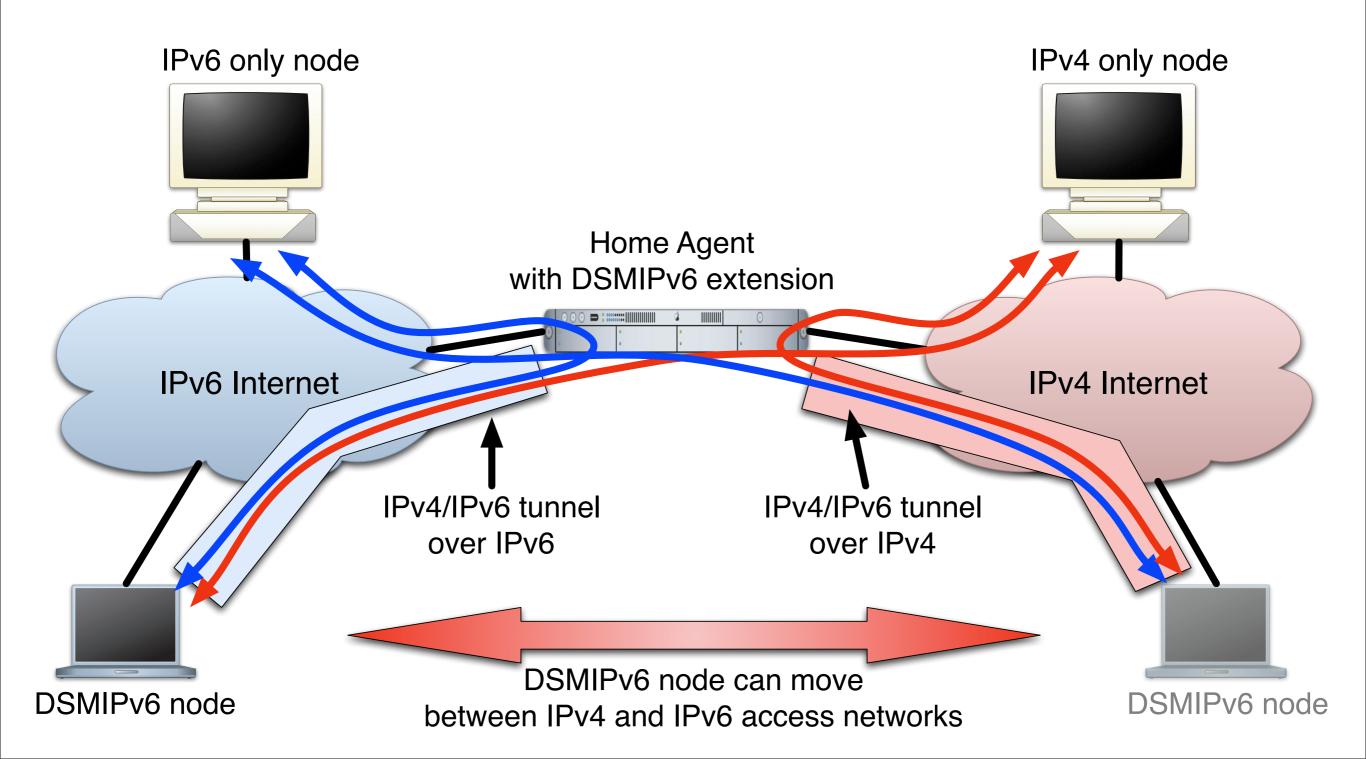
ZMS (IPv6 Sensor Monitor)



DSMIPv6 Overview

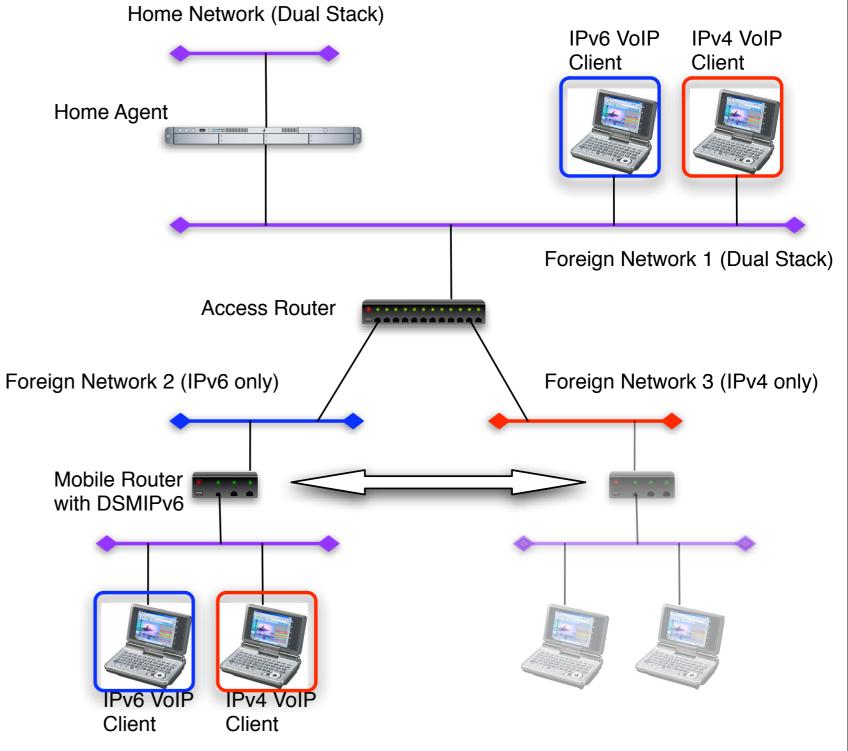
- DSMIPv6 is a kind of transition technology
- Allows MH/MR to attach both IPv4 and IPv6 access networks
- Allows MH/MR to use both IPv4 and IPv6 communication

DSMIPv6 Mechanism



DSMIPv6 Demo Topology

- IPv4 VoIP client and IPv6 VoIP client are located in a mobile network
- The clients can communicate with their peer nodes regardless of the attachment point of their mobile router, thanks to DSMIPv6
- Demonstration was performed at the 1st IPv6 Summit in Thailand, May 2006



Large Scale Mobile Network

- There are many people who tested the protocol in a small experimental test environment
- There were some approaches that used real trains in Japan (although it was for IPv4)
- We need a realistic testbed to prove that the NEMO BS protocol is useful and can be operated
- We need to have experience in operating NEMO network
- We decided to use the network used by the WIDE camp meeting

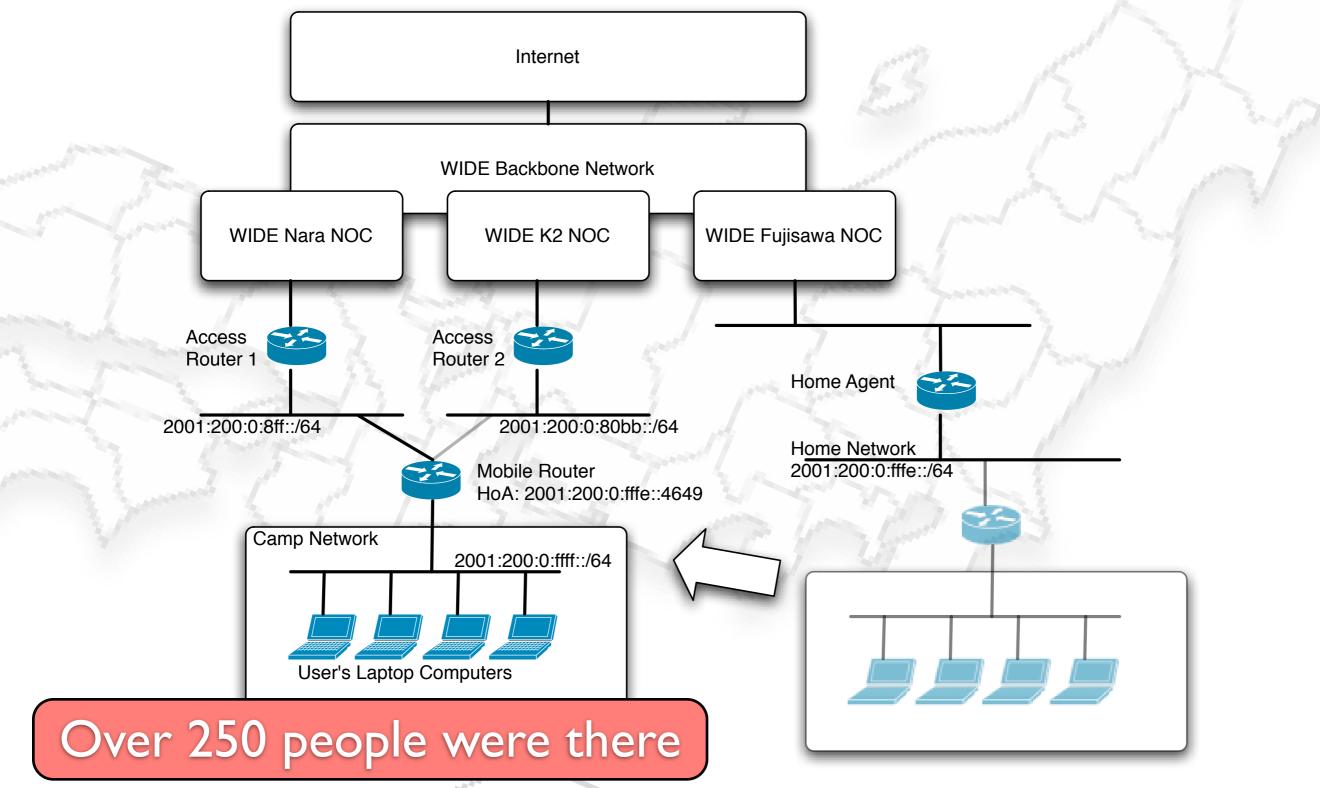
What is WIDE camp?

- 4-day meeting usually in March and September
- A temporarily network is prepared which is used as both infrastructure for participants and experimental network
- 200~250 WIDE members usually participate in the meeting
- Most of participants bring their own laptop computers

Large Scale Mobile Network

- Goals of this demonstration
 - To prove the NEMO BS protocol can be operated with real traffic
 - To get experience to construct NEMO network and to operate NEMO network
 - To find any implementation issue
 - To advertise the NEMO technology

Network Topology at WIDE camp (Sep. 2005)



Result

- The mechanism worked, but...
- The loss rate on the nodes inside the mobile network was much larger than that of the mobile router

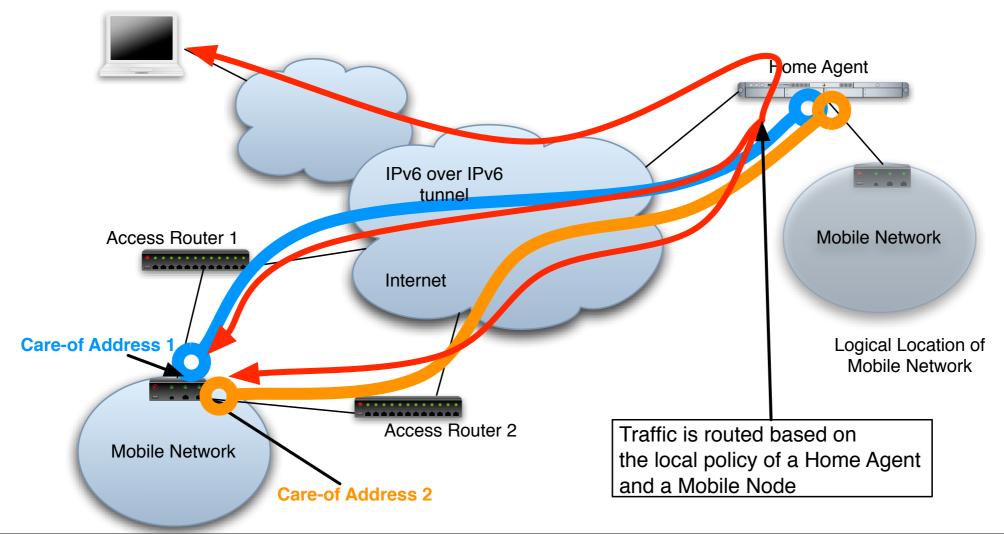
From	Sent/Received	Loss rate
Nodes inside the mobile network	10842/7408	31.7%
Mobile Router	2280/2249	I.4%

Seamless Handover using Multiple Interfaces

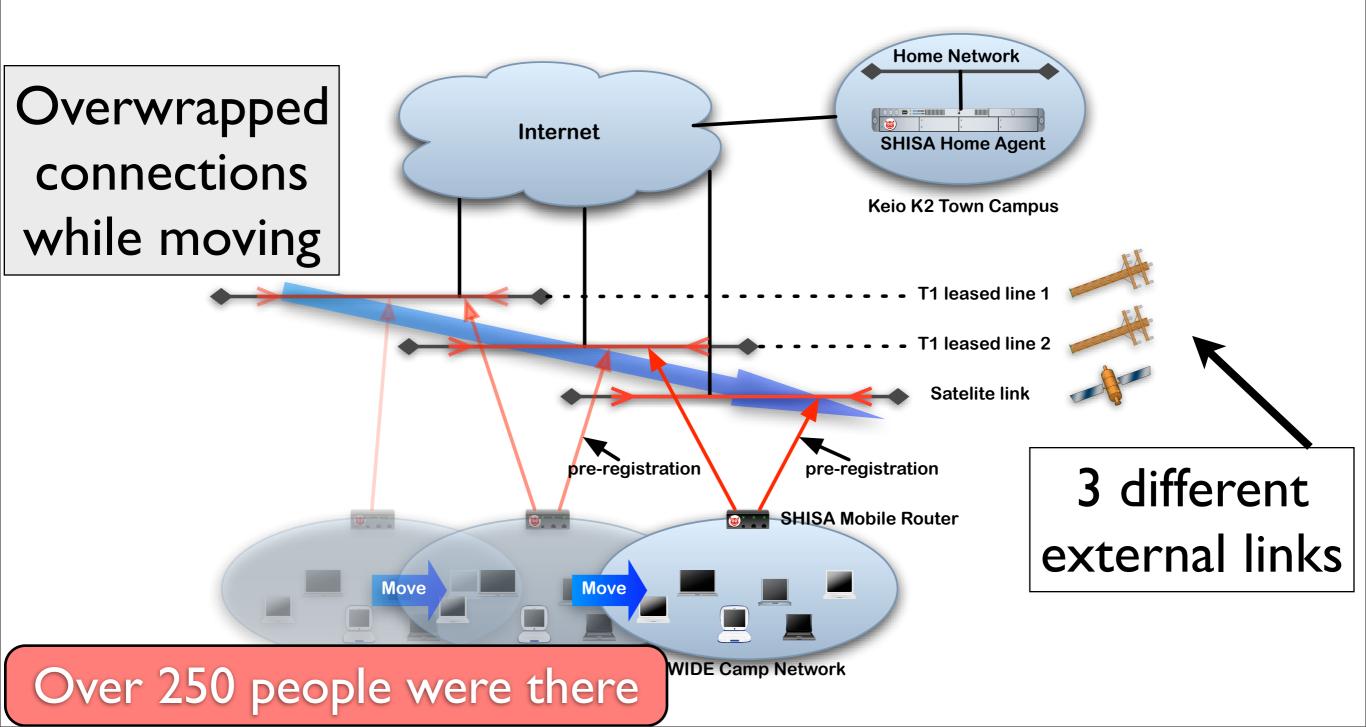
- Service disruption cannot be avoided as long as there is only one network interface
- Using multiple interfaces will reduce the service disruption
- We tried to use multiple CoA registration and diverted traffic to a new interface before disconnecting from an old interface

Multiple CoA Registration

- Multiple Interfaces at Mobile Host / Router
- Simultaneous registration of its CoAs
- Multiple tunnel connections between MH/MR and HA



Network Design at WIDE camp (Mar. 2006)

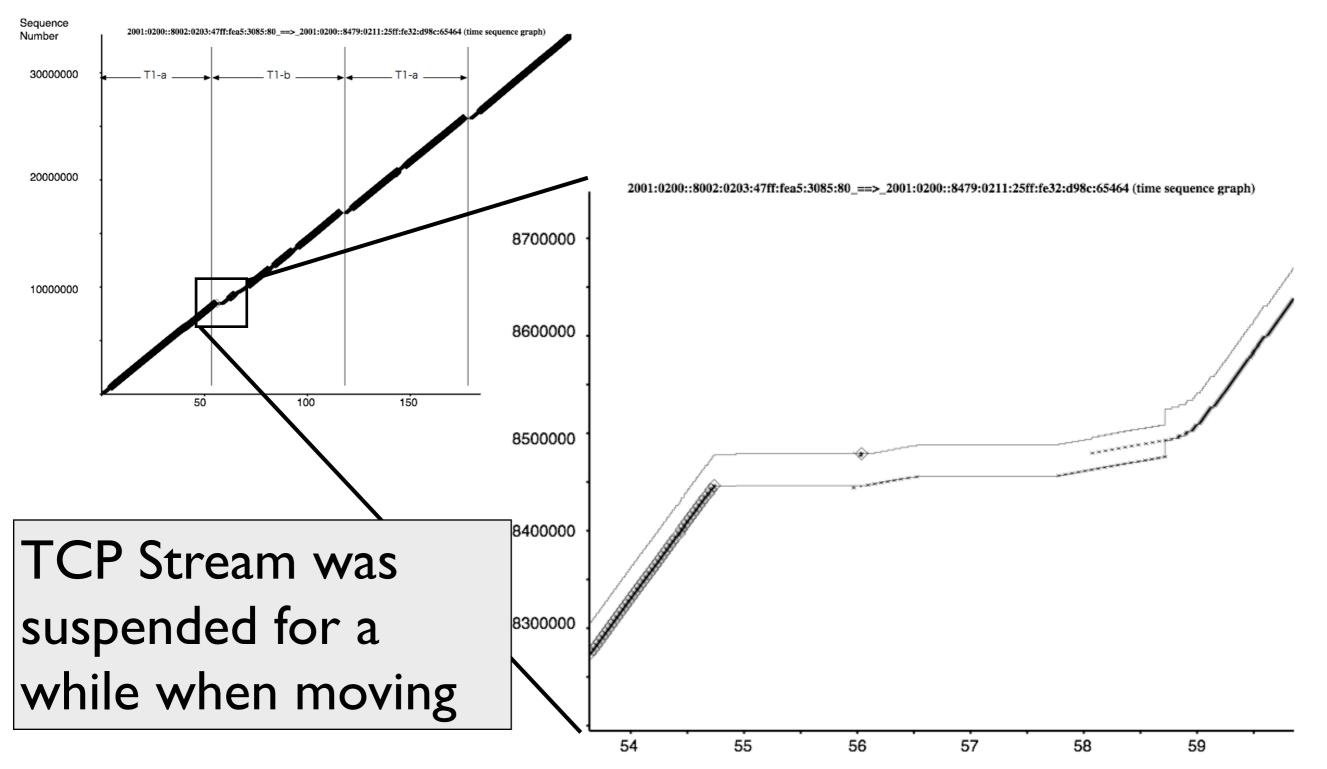


Result

- Packet loss rate was reduced
 - But, still got high loss rate sometimes
- Other problems were also found

From	Sent/Received	Loss rate
Nodes inside the mobile network	20472/19808	3.2%
	39601/35811	9.6%

TCP suspension



Time (Seconds)

Summary

- WIDE project is trying to develop technologies that are considered necessary in future mobile networking environment
- Implementation is important as well as researching problems
 - Implementing something give us many hints on researching
- Operational activity is also important
 - We are not only working for researching but making the world better

Future Plan

- Complete implementation and integrate them to BSD, Linux tree
- Perform many demonstration and operation to get experience and to advertise technologies
- Design and propose new technologies/ protocols based on experiments of demo and operation

Future Plan

- Complete implementation and integrate them to BSD, Linux tree
- Perform many demonstration and operation to get experience and to advertise technologies
- Design and propose new technologies/ protocols based on experiments of demo and operation

Thank you !