

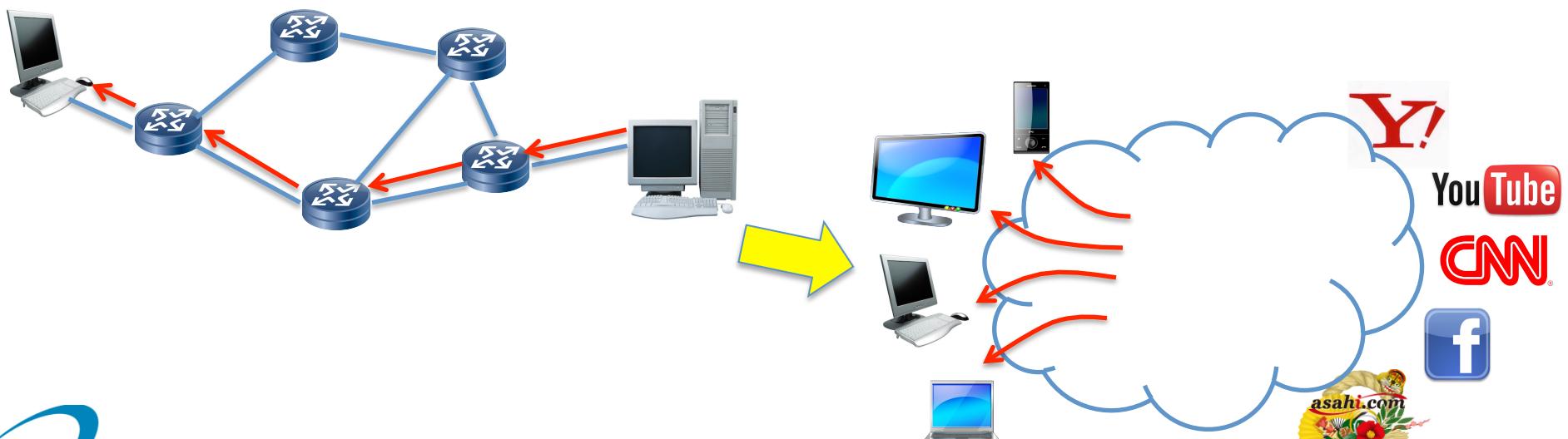
---

# コンテンツ指向ネットワーク を実現する要素技術

独立行政法人情報通信研究機構（NICT）  
ネットワーク研究本部  
朝枝 仁 (asaeda@nict.go.jp)

# Information-/Content-Centric Network (ICN/CCN)

- IPアドレスを識別子とするEnd-to-End通信から、コンテンツ識別子を用いたネットワーク中心型の通信へ
  - 1対1通信への依存性の軽減
  - IPアドレスベースの通信 vs. 情報／コンテンツ名（ID）ベースの通信
  - コンテンツのロケーション（つまりSource IP address）に依存しないコンテンツ（情報）識別子を用いた通信
- 「網」を中心としたコンテンツ指向の通信
  - サーバーの分散化からコンテンツ（キャッシュ）の分散化
  - 1対1、1対多、多対多型通信



# ICN-Related Projects in the World

プロジェクト名	Webサイト	期間	予算	メンバー
NDN (Named Data Networking)	<a href="http://www.named-data.net/">http://www.named-data.net/</a>	2010-09～ 2013-08 (renewed)	USD 7.9M	UCLA (PI)及び10パートナー(PARC, U. Arizona, UCSD, Colorado State U., Washington U.など)
SAIL (Scalable & Adaptive Internet soLutions)	<a href="http://www.sail-project.eu/">http://www.sail-project.eu/</a>	2010-08～ 2013-01	EUR 20M	ERICSSON (PC)及び24パートナー(Alcatel-Lucent, France Telecom, HP, U. Bremen, Aalto U., INRIA, DoCoMo Lab. EU, NEC Lab. EU, Portugal Telecom, NICTAなど)
PURSUIT (Publish Subscribe Internet Technology)	<a href="http://www.fp7-pursuit.eu/">http://www.fp7-pursuit.eu/</a>	2010-09～ 2013-02	EUR 5M	Aalto-HIIT (PC)及び8パートナー(Cambridge U., U. Essex, Ericssonなど)

プロジェクト名	特徴	ユースケース／アプリケーション
NDN (Named Data Networking)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ネットワーク階層的コンテンツ識別子(e.g. /cnn.com/headline)を用いた通信</li> <li>ネットワーク内キャッシュ(In-Network Cache)とコンテンツ識別子を用いたキャッシュベース通信</li> <li>多くのユーザーは同じコンテンツを取得する傾向にある(Twitter, YouTube, CNN headline)という思想</li> <li>ルーター拡張(暗に前提つまり、L3を含めた拡張)</li> <li>プロトタイプ実装: CCNx(CCNxプロジェクトによる積極的な実装プロモーション)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ラフな実現イメージ: ロケーション／ISP非依存なグローバルCDN</li> <li>Webコンテンツの共有に効果的</li> </ul>
SAIL (Scalable & Adaptive Internet soLutions)	<ul style="list-style-type: none"> <li>4WARDプロジェクトからの継続プロジェクト(NetInfを中心にして再構成)</li> <li>階層型オーバーレイ基盤(キーワード: ネットワーク仮想化、マルチレイヤー、アプリケーション非依存オーバーレイ)</li> <li>ID/Locator分離(コンテンツIDからオーバーレイへのマッチング)</li> <li>ネットワークストレージとユーザーストレージの併用</li> <li>プロトタイプ実装: OpenNetInf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ラフな実現イメージ: アプリケーション非依存のP2P</li> <li>ファイル共有に効果的</li> </ul>
PURSUIT (Publish Subscribe Internet Technology)	<ul style="list-style-type: none"> <li>PSIRPプロジェクトからの継続プロジェクト</li> <li>階層ラベル(スコープ)を識別子とした通信、リンクIDとブルームフィルターによる経路制御</li> <li>Pub/Subモデルをコンセプト</li> <li>オーバーレイ+Rendezvous Node (RV)+Topology Manager (TM)により構成</li> <li>キャッシュではなく、(不变的かつ管理された)レプリカの利用(*)</li> <li>プロトタイプ実装: Blackaddr+Click(外部ルーターモジュール)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ラフな実現イメージ: アプリケーション非依存のオーバーレイマルチキャスト</li> <li>マルチキャスト型通信(1対多型リアルタイム通信など)に有効</li> </ul>

# GreenICN Project (EU-JP)



Architecture and Applications of Green Information Centric Networking

## Motivation

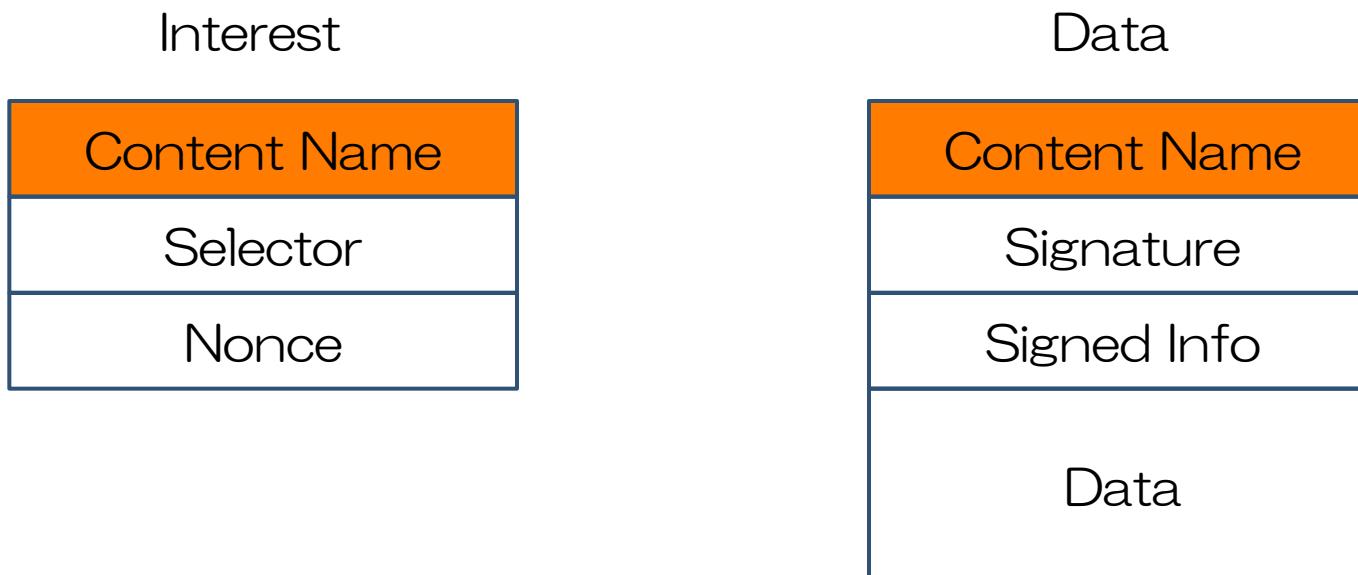
Information Centric Networking (ICN) is a new paradigm where the network provides users with named content, instead of communication channels between hosts. Research on ICN is at an early stage, with many key issues still open, including naming, routing, resource control, security, privacy and a migration path from the current Internet. Also missing for efficient information dissemination is seamless support of contentbased publish/subscribe. Further, and importantly, current proposals do not sufficiently address energy efficiency. GreenICN aims to bridge this gap, addressing how the ICN network and devices can operate in a highly scalable and energy-efficient way.

The project will exploit the designed infrastructure to support two exemplary application scenarios:

1. The aftermath of a disaster e.g., hurricane or tsunami, when energy and communication resources are at a premium and it is critical to efficiently distribute disaster notification and critical rescue information. Key to this is the ability to exploit fragmented networks with only intermittent connectivity;
2. Scalable, efficient pub/sub video delivery, a key requirement in both normal and disaster situations.

# CCNx

- CCNx: CCN prototype implementation developed by PARC
  - <http://www.ccnx.org/>
- Content Name and Data Format

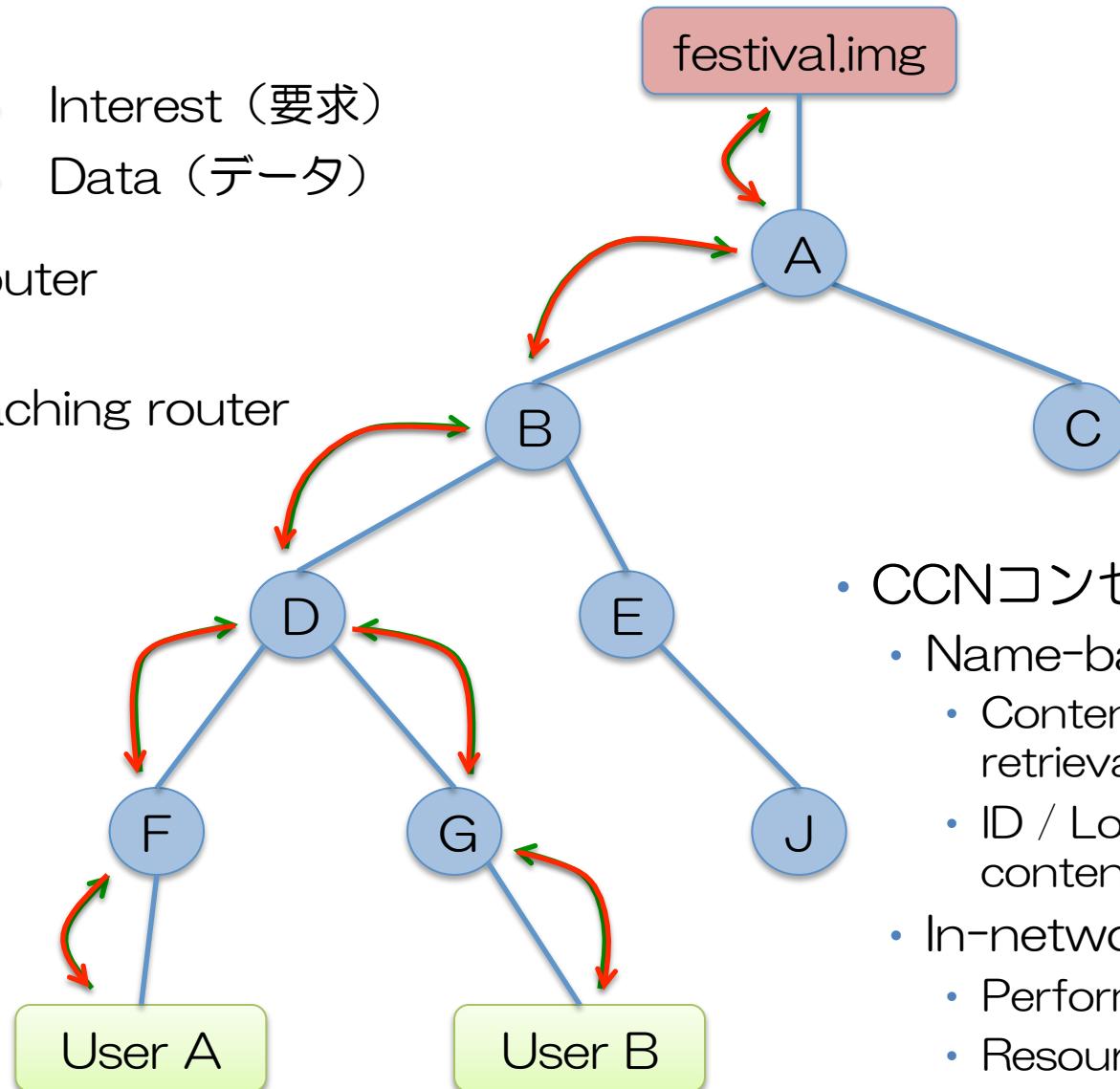


Example of Content Name: /news.com/events/2014/02/01/festival.img

→ Interest (要求)  
→ Data (データ)

Router

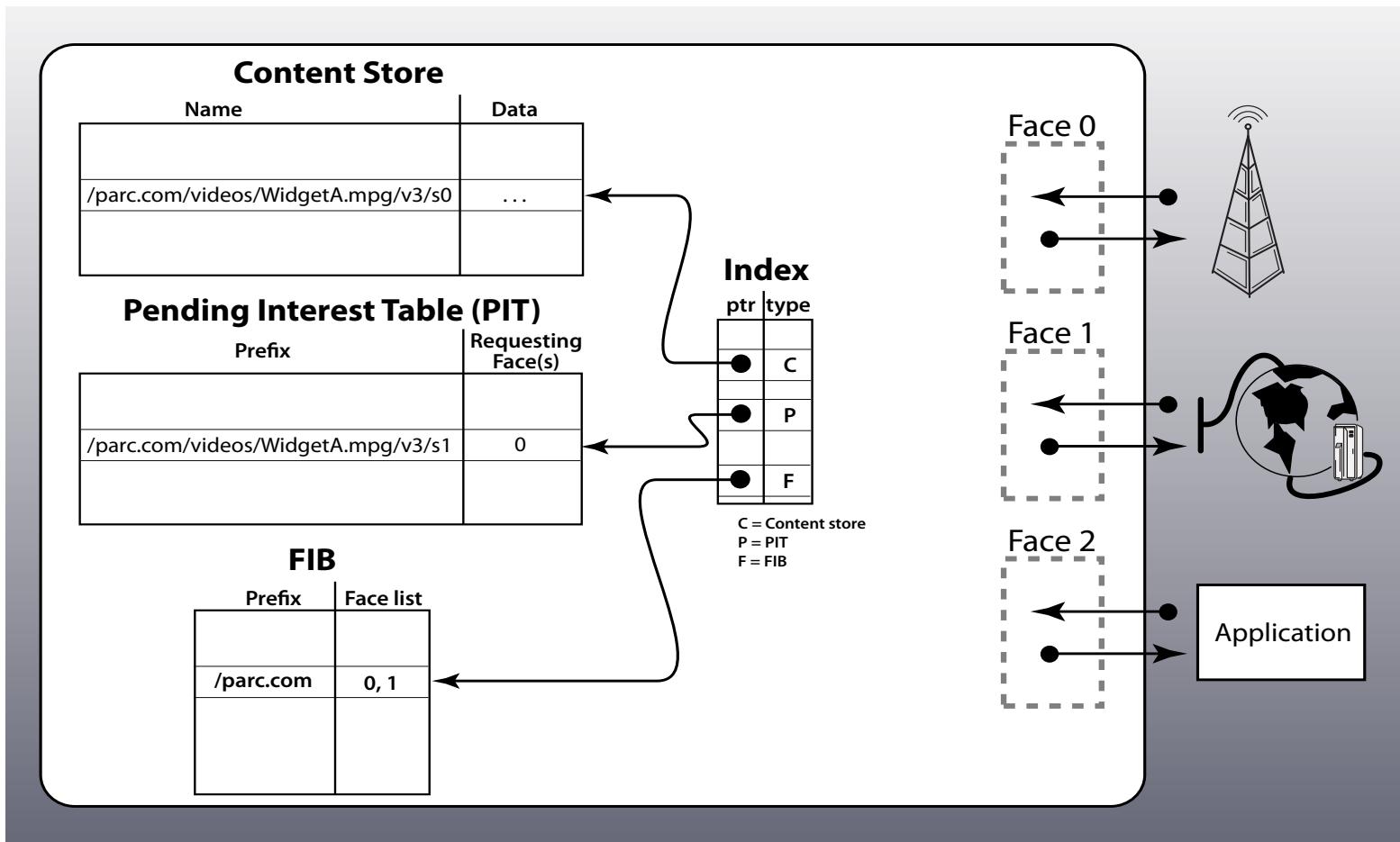
Caching router



- CCNコンセプト

- Name-based routing
  - Content name for data retrieval / transmission
  - ID / Location independent content access
- In-network cache
  - Performance improvement
  - Resource (or cost) reduction

# PIT and FIB



出典: V. Jacobson, et.al, "Networking Named Content", Proc. ACM CoNEXT 2009, December 2009, Rome, Italy.



# OUR ACTIVITIES

# ICNを実現する技術

- Naming
  - コンテンツを示す識別子
  - Resolver
- In-network cache
  - ネットワーク側からの視点 : On-path caching/Off-path caching
  - コンテンツ側からの視点 : コンテンツタイプ等に依存／非依存
- Name-based routing
  - コンテンツ名／識別子を用いた経路制御
  - Intra-domain vs. Inter-domain
- Transmission
  - End-to-Endの信頼性／品質向上から、キャッシュノード（あるいはその経路）に対する信頼性／品質向上
  - 1対多型／多対多型通信
- Security
  - サーバー認証からコンテンツそのものに対する認証へ
  - キャッシュ保護
    - Secure contentsのキャッシュ放棄
- Policy (及びIncentive)
  - 誰が何のためにキャッシュ／転送するか
- Mobility
- Prototype実装
  - テストベッド

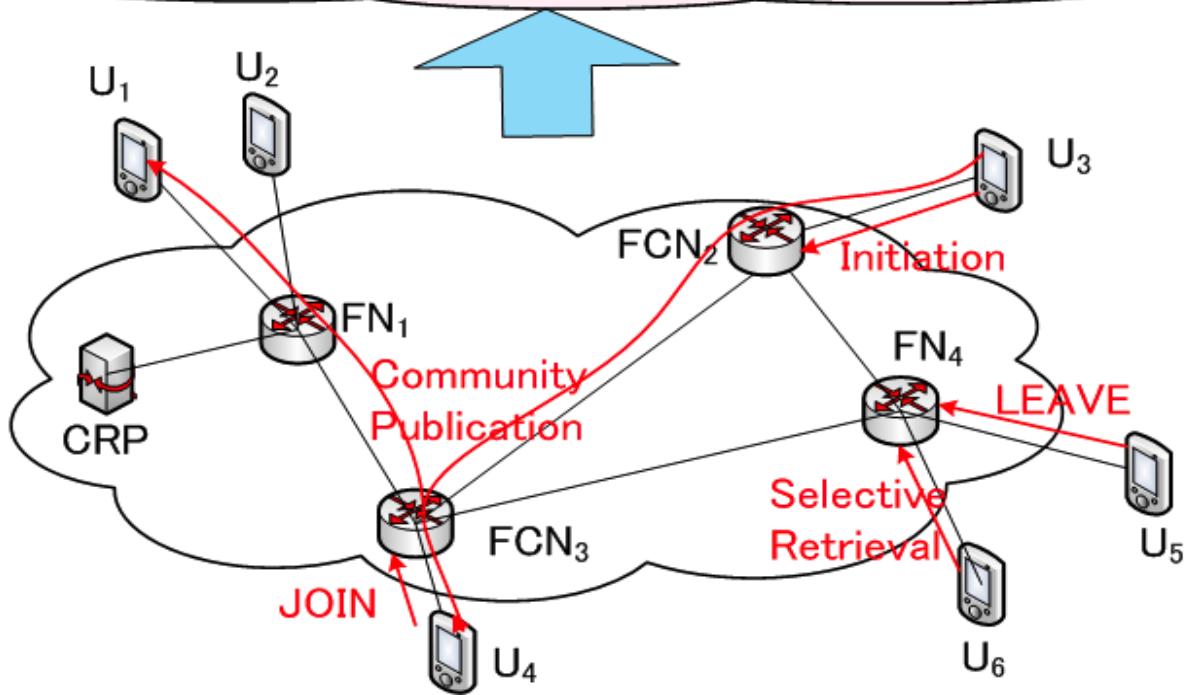
CORIN

CUTEi

# Community-Oriented Communication

## - On First Glance

Social Network, Video Conference, Data Sharing, Net-gaming, ...



Components:

1. CRP: Community Rendezvous Point
2. FN: Forwarding node
3. FCN: Forwarding cacheable node
  - 2.1 FCN
  - 2.2 DFCN (High-Performance FCN)
4. User: Community user

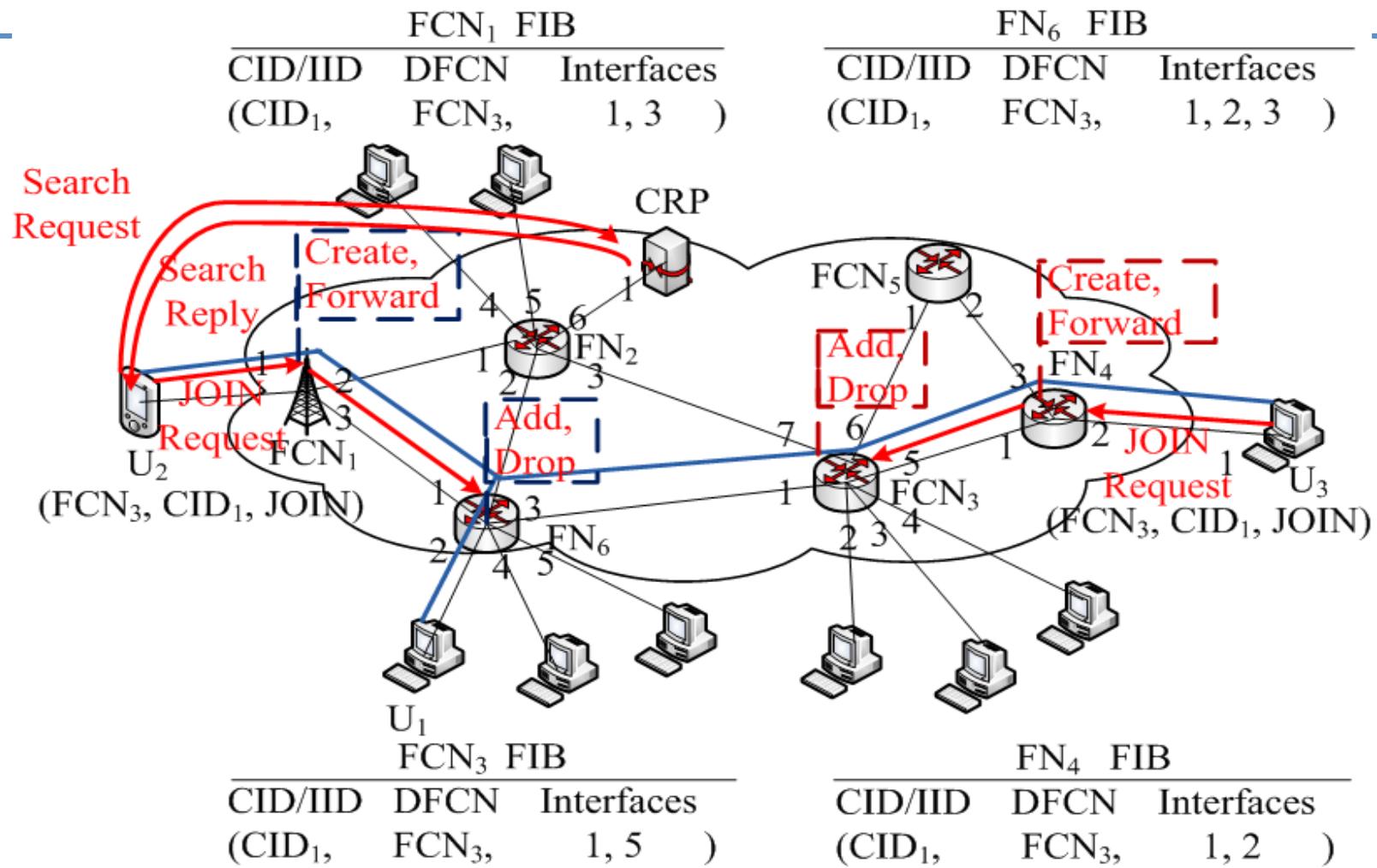
R. Li and H. Asaeda, "A Community-Oriented Route Coordination Using Information Centric Networking Approach", Proc. IEEE LCN, October 2013.

# Naming Scheme: Service, Community, and Information

---

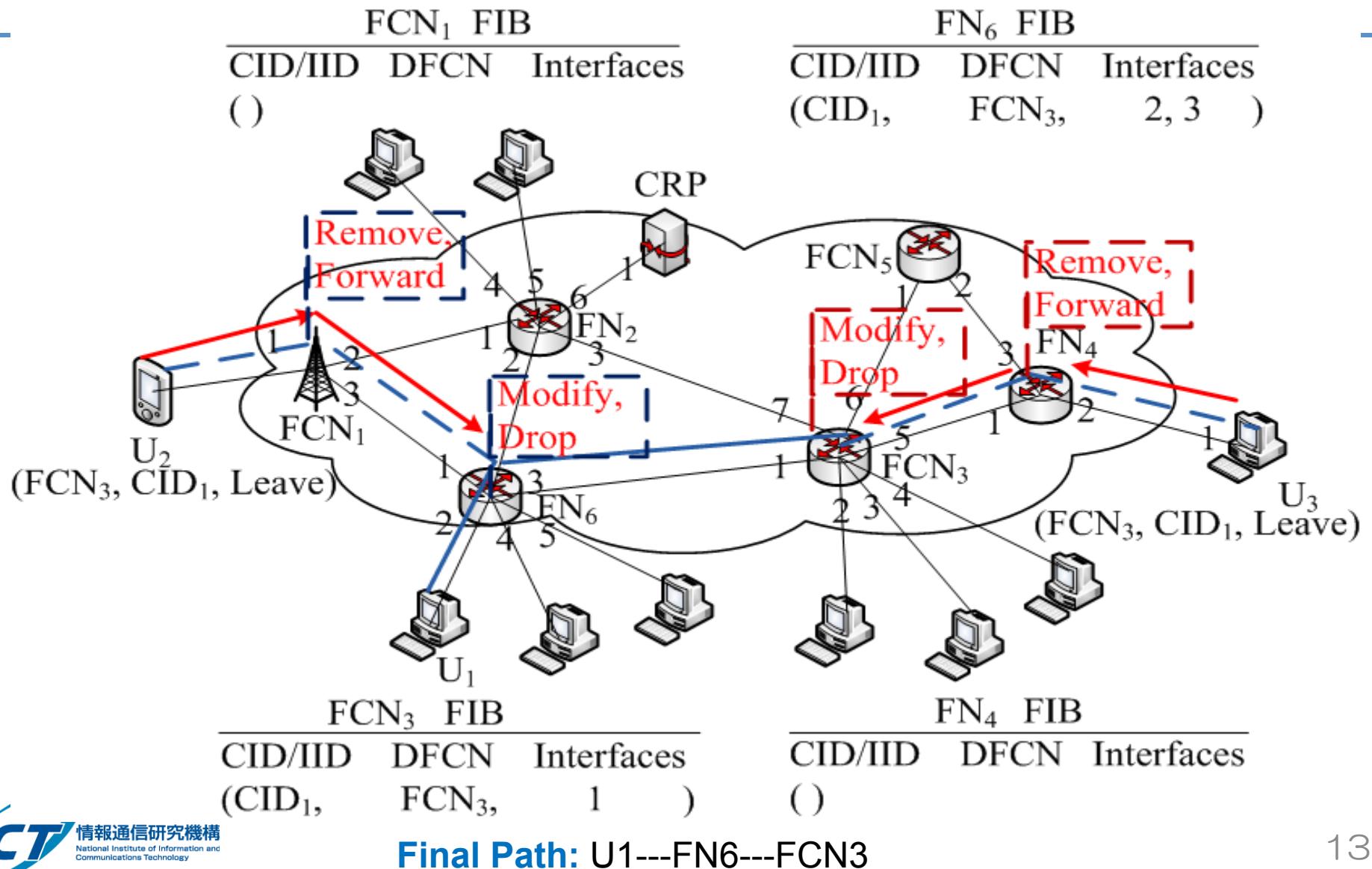
- **Service identifier (SID)**: Meeting, Class, Twitter, Facebook, ...
- **Community identifiers (CID)**: <SID|Hierarchical community name (HCN)|origin CORIN Domain>,  
E.g. : Meeting|Univ. A|Dep. B|Lab. C|  
Univ. A-CRP1-Domain
- **Information identifier (IID)**: <SID|HCN|Target Information|origin CORIN Domain>,  
E.g. : Meeting|Univ. A|Dep. B|Lab. C|2014. 4. 1. 13:00|  
Univ. A-CRP1-Domain

# Community Join

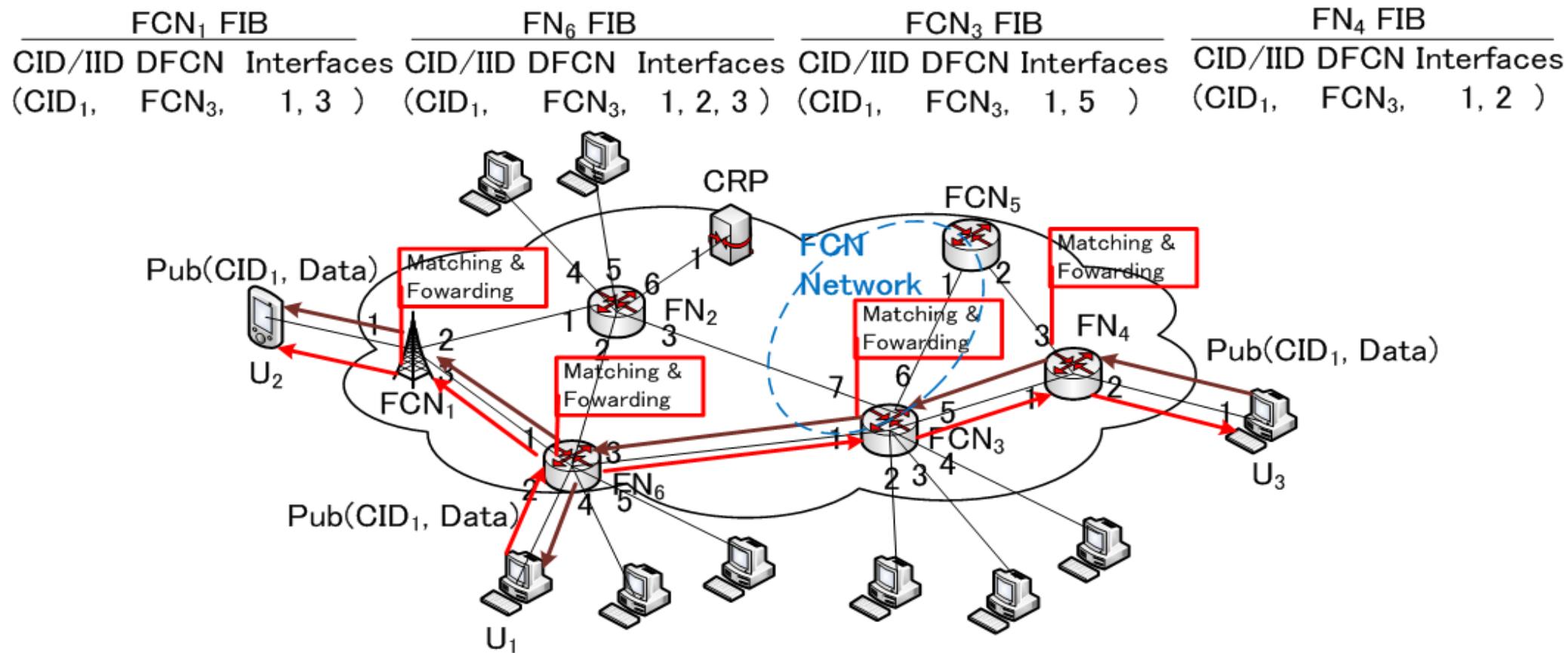


**Final Path:** U2---FCN1---FN6---FCN3---FN4---U3  
U1---FN6

# Community Leave

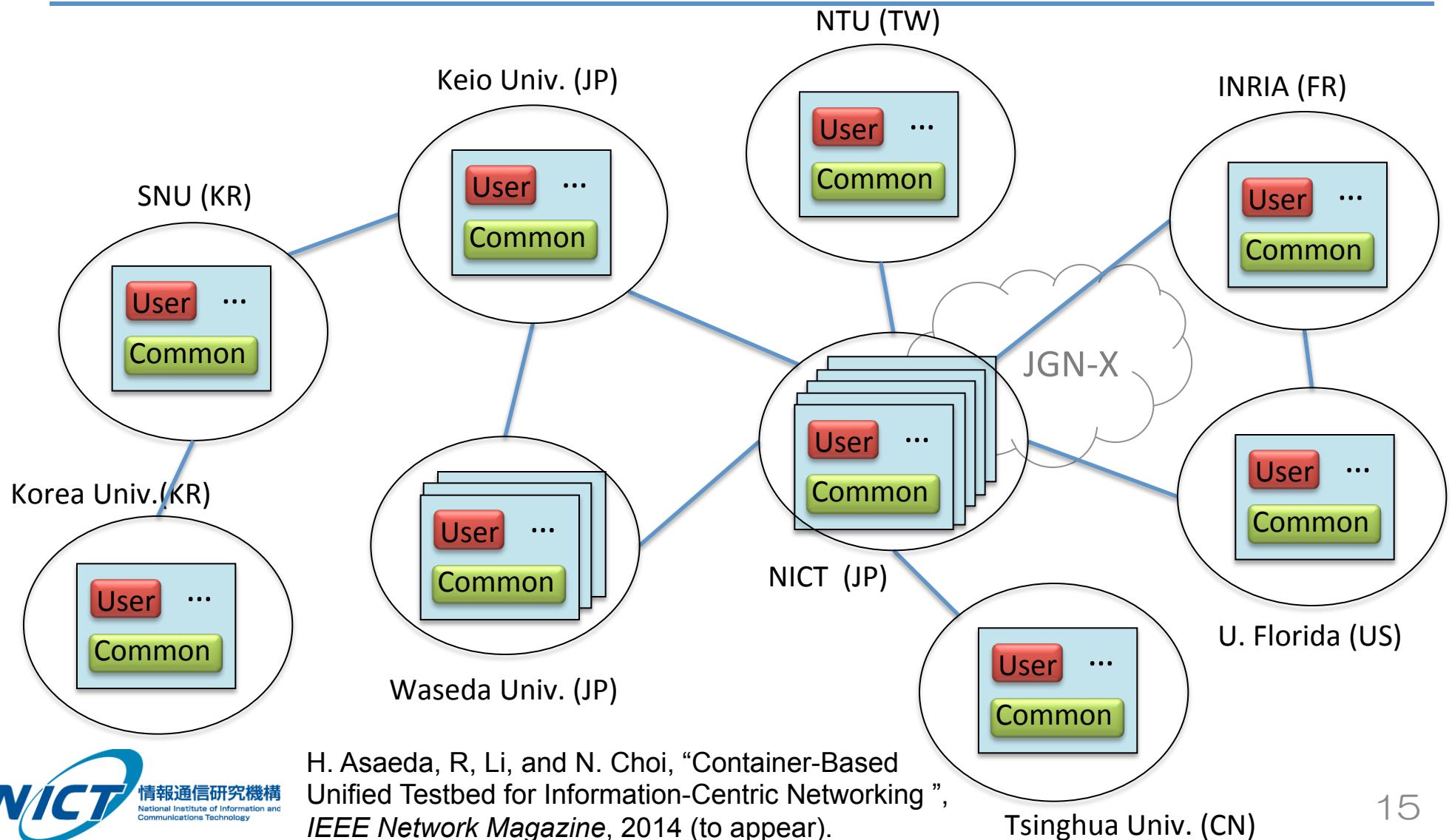


# Community Publication



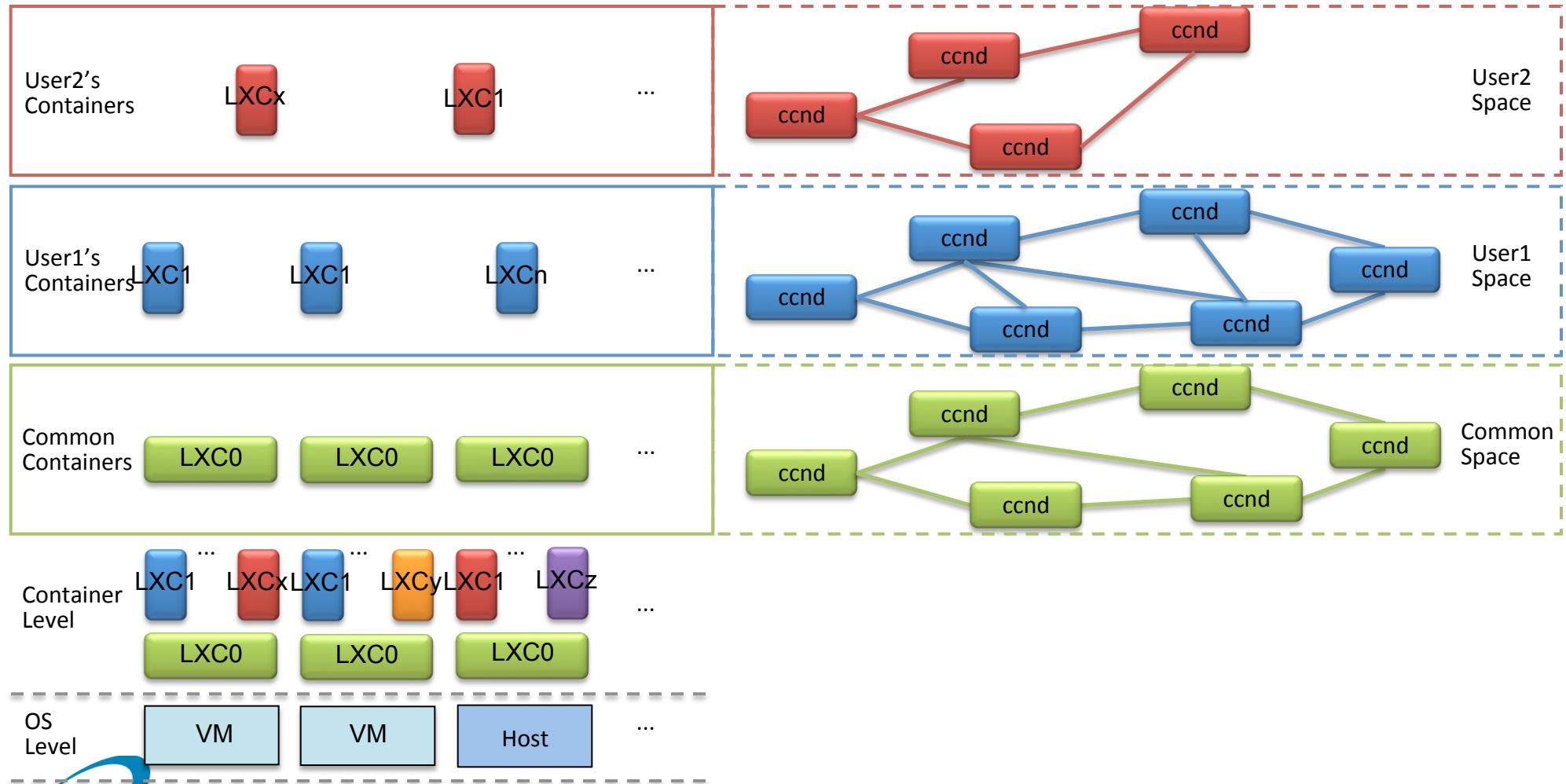
**CORIN Forwarding Policy:** Forwarding the data to all the interfaces in FIB except the incoming interface receiving the data

# Container-Based Unified Testbed for ICN



H. Asaeda, R. Li, and N. Choi, "Container-Based Unified Testbed for Information-Centric Networking", *IEEE Network Magazine*, 2014 (to appear).

# Experiments on Different Container Spaces



# まとめ

---

- 現時点でのICN
  - 研究としては魅力的
  - 技術展開（Deployment）の視点ではまだ議論が未熟
- 様々な要素技術に対する要求
  - 技術の乱立が望まれるのか？
- 技術展開に向けた実践的なアプローチの必要性
  - ランニングコードの開発／熟成
    - (ベンダーの皆様のご協力も含めて) ルーターの実装
    - 面白いアプリケーションの出現
  - テストベッド（?）の開発／展開
  - キャリアの皆様との議論