

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会

情報指向ネットワークにおける 自律移動可能なルータを用いた情報取得

大阪大学 基礎工学部 情報科学科
村田研究室 北川 拓

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会

情報指向ネットワーク/ CCN (Content-Centric Network)

- 情報指向ネットワーク
 - コンテンツを主体とした新しいネットワークパラダイム
- CCN: 情報指向ネットワークの実装
 - 経路識別子として **コンテンツの名前** を使用
 - インタレストパケットとデータパケットの交換によって通信
 - インタレストパケット: コンテンツを要求するためのパケット
 - データパケット: インタレストパケットに対応するコンテンツのパケット
 - 中継ノードでコンテンツのキャッシュが可能

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会

CCN ルータの基本的な動作

- 2 つのテーブルを用いた経路制御
 - FIB (Forwarding Information Base)
 - インタレストパケットのフォワーディング
 - IP における経路表と同等の役割
 - PIT (Pending Interest Table)
 - データパケットのフォワーディング
 - インタレストパケットを受信した際にその送信元インターフェイスを記録

FIB		FIB	
Content-name	Interface	Content-name	Interface
/fruit/apple.jpg	0	/fruit/apple.jpg	1

PIT		PIT	
Content-name	Interface	Content-name	Interface
/fruit/apple.jpg	0	/fruit/apple.jpg	0

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会

研究背景と目的

- コンテンツ名は柔軟に構成可能
 - 経路識別子をルーティングだけでなく様々な制御に応用可
 - VoCCN (Voice over CCN) [4]
 - 音声通話のセッションの確立をコンテンツ名によって行う
 - CCN Homenet [9]
 - コンテンツ(サービス)名ごとにアクセス制御を行う
- CCN において機器の物理的な動作制御を行う研究は未開拓

経路制御を拡張し、ルータの自律移動を伴う
コンテンツルーティングを目指す

- ルータの自律移動を伴うルーティング
 - 相互接続性のないエリア間(分断ネットワーク)の通信が可能
 - コンテンツ名を用いて移動制御を含めたルーティングの最適化が可能

[4] V. Jacobson, et al., "VoCCN: Voice-over Content-Centric Networks," ACM ReArch 2009.
[9] R. Ravindran, et. al., "Information-centric Networking based Homenet", IEEE/IFIP ManFI 2013.

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会

想定する分断ネットワーク

- 相互に通信不可な **独立ネットワーク** が分散している状況
- UAV (Unmanned Air Vehicle) に CCN ルータを搭載した **飛行ルータ** が移動することで **地点間ネットワーク** を構成し、独立ネットワーク間で通信

- 各独立ネットワークの通信可能エリア
- GW 各独立ネットワークを構成するゲートウェイ
- コンテンツを保有するセンサノード等
- コンテンツ
-))) Wi-Fi 接続
- ✈ 飛行ルータ (Aerial Router)

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会

地点間ネットワークにおける経路制御手法の提案

- 仮想プロキシ方式
 - FIB / PIT の次ホップに適用可能な移動制御用仮想インターフェイス
 - 独立ネットワークの数だけ飛行ルータ上に設定
 - 各プロキシは担当の独立ネットワークと CCN ルータとの通信を仲介し、CCN ルータからパケットを受信した場合に担当の独立ネットワーク(各ゲートウェイの緯度経度)に移動

- CCN 通信基盤を変更せずに移動制御を含むルーティングに拡張が可能
- 仮想的なインターフェイスであるため独立ネットワークの数の変更に対応可能

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会 6

仮想プロキシ方式の動作例

- GW0 から Network 1 宛てのインタレストパケットが送信された場合

From	Function	From	Function
GW0	Forward packets to CCN Router	GW1	Forward packets to CCN Router
CCN Router	If(!nowConnection.is(network 0)) { Move to Region A Connect to Network 0 } Forward packets to GW0	CCN Router	If(!nowConnection.is(network 1)) { Move to Region B Connect to Network 1 } Forward packets to GW1

Content-name prefix	Interface	Content-name prefix	Interface	Content-name prefix	Interface
/	Proxy A	/regionA/	Proxy A	/	Proxy B
/regionB/	Proxy A	/regionB/	Proxy B		

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会 7

飛行ルータにおける動作モード

- 巡回モード (Crawling mode)
 - 分断ネットワークを巡回し、各独立ネットワークの経路情報を収集
 - 各独立ネットワーク (GW) の緯度経度を取得し、仮想プロキシを設定
- 配送モード (Delivery mode)
 - 地点間ネットワークのルーティングを行いコンテンツを配送する

[AR] Gather routing information in inter-region network

[AR] Routing interest & data packet in inter-region network

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会 8

飛行ルータの実装

- UAV に小型のコンピュータを搭載して飛行ルータを実現
 - UAV として AR.Drone 2.0 Power Edition を使用
 - Wi-Fi 経由で制御可能なクアッドコプター
 - 地点間ネットワークの AP (Access Point) としても使用
 - CCN ルータおよび AR.Drone の制御には Raspberry Pi B+ を使用
 - CCN の実装には CCNx (PARC による CCN のリファレンス実装) を使用
 - CCNx ではインターフェイスとして IP アドレスとポート番号の組を使用
 - ポート番号によって仮想プロキシを識別

その他の主な HW/SW	用途
USB GPS アダプタ	飛行ルータの自己位置推定
USB Wi-Fi アダプタ	Raspberry Pi のネットワークモジュール
Java	システムの開発言語
ARDroneForP5	AR.Drone 制御用 Processing (Java) 向け API

飛行ルータの外観

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会 9

デモンストレーション

- 概要
 - 相互接続性のない二地点 (Region A, Region B) 間における地点間ネットワークのルーティングが正しく行われるかどうか検証する
 - 独立ネットワークを構成するゲートウェイとしてそれぞれ Raspberry Pi B+ を1台ずつ設置する (Node A, Node B とする)
 - 巡回モードの実装は行わず、手動で経路情報 (各ノードの FIB, 仮想プロキシ) の設定を行う
- 検証方法
 - Node B にてコンテンツ ccnx:/regionB/apple.jpg を公開する
 - Node A からコンテンツ ccnx:/regionB/apple.jpg を要求するインタレストパケットを生成し、地点間ネットワークのルーティングを経由することでコンテンツ (apple.jpg) を取得する (Node A の画面に表示する)

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会 10

デモンストレーション動画

Node A screen

Osaka University 2015/2/20 特別研究報告会 11

まとめと今後の課題

- 本報告のまとめ
 - 分断ネットワークに適用可能な物理移動を伴う CCN ルータ (飛行ルータ) の提案・設計を行った
 - 飛行ルータにおける配送モードの実装および簡便な実験ネットワークにおける検証実験を行い、CCN の通信基盤を変更せずに提案手法で地点間ネットワークのルーティングが実現可能であることを示した
- 今後の課題
 - 移動制御のスケジューリング
 - 経路制御の最適化
 - コンテンツ名の活用や複数の飛行ルータの連携
 - コンテンツの到達時間等の指標を用いた定量的な提案手法の評価