

Osaka University

Design and Implementation of Tracking System for Moving Objects by Realizing Dynamic Service in Information-Centric Networking

大阪大学大学院情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻
村田研究室 田中 達也

Osaka University

研究背景

- ICN (Information-Centric Networking)
 - コンテンツ名を識別子とする情報指向ネットワーク
 - Interest と Data の交換によって通信を実現
 - ▶ 本稿では NDN (Named Data Networking) [1] を使用
 - [1] V. Jacobson, et al., "Networking named content," in Proceedings of the 5th international conference on Emerging networking experiments and technologies, Dec. 2009, pp. 1-12.
- ネットワークの土管化からの脱却
 - 通信事業者とサービス事業者の分離を解消
 - ▶ ネットワークの柔軟な構成が可能
 - ネットワーク自身に**サービス提供機能**の実装が必要
 - ▶ ICN は新しいサービスを実現する情報流通基盤として期待

ICN 研究において**静的コンテンツへのアクセス**を中心としたサービスは盛んに検討されているが**動的なサービス**は十分に検討されていない

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University

研究目的とアプローチ

目的

ICN 基盤でサービス機能を提供し**動的なサービス**を実現

↓

アプローチ

ネットワークによる**移動体のトラッキング**に着目
トラッキングを利用したサービスを NDN で設計・実装

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University

ICN における動的なサービスの実現方法

- Interest を判断して、どのように Data を返すかをネットワークが担当
 - 単なるコンテンツの転送だけでなくサービスを提供
- 必要な機能を組み合わせて動的なサービスを実現
 - 動的なルーティング
 - ▶ 頻発するアドレス変更や移動体に対応
 - 機器制御や管理
 - ▶ 制御対象と制御内容を名前で表現
 - In-Network Processing
 - ▶ 情報の収集・加工・集計

サービス開発者はネットワークが提供するサービスを組み合わせて新たに高機能なサービスを実現

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University

移動体トラッキングシステム

- 移動体をトラッキングして移動体に関する情報を配信
 - 移動体の種類：**車両**、携帯電話、列車、船舶など
 - 情報の種類：**カメラ映像**、位置情報、速度、経路情報など
- 実装モデル：移動体を撮影するカメラの映像の取得 [10]
 - 車両の移動に応じて、路上カメラを切り替え
 - ▶ 車両を見失わずに路上カメラ映像を配信

[10] A. Noda, et al., "A Networked High-Speed Vision System for Vehicle Tracking," in Proceedings of IEEE Sensors Applications Symposium, pp. 343-348, Feb. 2014.

要求コンテンツ「車両Aを撮影している路上カメラの映像」

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University

プログラミングの容易性

<p>IP 通信におけるクライアントプログラムの例</p> <pre> getcarlocation(CarA); gethostbyname(cam); socket(); connect(); . . . write(); </pre> <ul style="list-style-type: none"> ● 処理が煩雑 <ul style="list-style-type: none"> ● 車両の移動検出 ● カメラ決定 ● カメラへの通信要求 	<p>NDN 通信におけるクライアントプログラムの例</p> <pre> expressInterest(/Tracking/cam/CarA); </pre> <ul style="list-style-type: none"> ● Interest の送信のみで実現 <ul style="list-style-type: none"> ● 車両の移動検出からカメラの決定・配信までをネットワークが担当 ● 名前を変えることで異なるサービスへの拡張も容易
--	--

NDN ではサービスの開発が簡単化

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University 7

ICN による移動体トラッキングシステムの実現

- ICN で**移動体のトラッキング機能**を提供
 - 車両からのメッセージをもとにネットワークが位置を把握
- 移動体の位置をもとに柔軟に**カメラを決定・切替**
 - 映像を要求する Interest をマルチキャスト
 - 車両を撮影しているカメラが Interest に応答

➡ ICN ではフレーム単位で迅速にカメラの切替が可能

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University 8

設計システムの構成

- ICN のストラテジ層でメッセージ受信時の処理を定義
 - TrackingCar-strategy: 移動体トラッキングとカメラの判断
 - Multicast-strategy: Interest のマルチキャスト
- サービス提供に必要な新たなデータ構造を追加
 - Car-List: エリア内の車両情報を格納
- ノードでアプリケーションを実行するプログラムを作成
 - Consumer: 映像要求・受信、Producer: 映像配信
 - Register: 車両の登録

2018/02/14 *NFD: NDN Forwarding Daemon 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University 9

トラッキングシステムの実装

- 設計したシステムをNDN を用いて実機に実装
 - カメラノード 3 台: Raspberry Pi にカメラを接続
 - 車両 1 台: ラジコンカーの荷台に Raspberry Pi を搭載
 - ▶ ラジコンはリモコンによって手動操作
 - 中継ノード 1 台: Raspberry Pi
 - ユーザノード 1 台: ノートPC

使用した機器 / ツール	用途
Raspberry Pi 3 model B	小型コンピュータ
RPI Camera Module V2	カメラモジュール
TAMIYA 1/24RC Heavy Dump	ラジコンカー
ndn-cxx 0.6.0	NDN ライブラリ
NFD 0.6.0	NDN 転送デーモン
mjpg-streamer	画像フレーム生成
C++	システムの開発言語

Raspberry Pi を搭載したラジコンカー

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University 10

デモンストレーション環境

- トラッキングによりカメラが動的に切り替わることを検証
- ネットワーク構成 (右上図)
 - カメラノード
 - ▶ 右下図のように配置
 - ▶ Interest を受信したらカメラ映像から Data を生成・送信
 - ラジコンカー
 - ▶ リモコン操作により走行
 - ▶ 現在地を手動で指定して、ネットワークに送信
 - ユーザノード
 - ▶ 車両名を含んだ Interest を送信

ネットワーク構成 (2.4GHz 帯 Wi-Fi により接続)

デモンストレーション環境 (A 棟 6F 廊下)

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University 11

デモンストレーション動画

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University 12

In-Network Processing の活用

- In-Network Processing による柔軟なサービスの提供
 - 例: 複数カメラからの映像を 1 フレームにマージ
- NFD の strategy で In-Network Processing を実装
 - 二台のカメラの撮影領域をフレームが進むにつれて変更

柔軟なサービス提供の可能性が向上

In-Network Processing を行って取得した映像

2018/02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会

Osaka University 13

まとめと今後の課題

- まとめ
 - ICN でサービス機能を提供し動的なサービスを実現
 - ▶ 機能として移動体のトラッキングに着目
 - 移動体に応じてカメラを動的に切り替える映像配信サービスを設計
 - ▶ 設計した移動体トラッキングシステムを実機を用いて実装
 - ICN 基盤で動的なサービスを実現
 - In-Network Processing を活用することで、より柔軟なサービス提供の可能性が向上
- 今後の課題
 - 設計したシステムの実車両や実規模への展開
 - 実規模におけるシステムの数値的評価を含めた詳細な分析

2018.02/14 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会