# 携帯ライフログを用いた行動支援システムに関する研究

研究代表者　甲藤　二郎
（基幹理工学部 情報通信学科　教授）

## １．研究課題

近年、携帯電話（スマートフォンを含む）は端末の普及や高度化に伴い、単なる情報発信・情報収集に加えて生活や行動を支援する高機能ツールとして発展してきた。最近では、利用者のネット内外の活動記録であるライフログを活用し、利用者の属性情報に応じたコンテンツや広告を提供するサービスの進展に期待が集まっている。そこで本研究では、携帯電話から取得したセンサ情報（位置、加速度、地磁気など）から人の移動にかかわる情報（移動履歴、移動手段等）や、本人確認情報（歩き方等）を把握し、複合的に分析することで新しいサービスの提供を目指している。
本報告では、携帯機器を用いて取得した位置情報、時間情報、無線通信履歴からなる無線信号マップを活用し、省電力な移動経路を提示するナビゲーションシステムの提案と評価、および、携帯端末で取得したマルチメディア情報をクラウドにアップロードする際に、無線基地局近くのエッジサーバで分散処理するシステムの提案と評価を紹介する。

## ２．主な研究成果

### 2.1. 無線通信履歴を活用した省電力映像配信

近年，スマートフォン端末の普及により，モバイル通信トラフィックは 2015 年から 2020 年までに約 5 倍に増加すると言われ，そのうちの 75%は映像コンテンツが占めると予測されている．さらに，スマートフォンの高性能化に伴い，利用可能な無線規格が多様化し，無線規格・無線リソースの有効利用が重要となってきている．
本稿では，収集された通信履歴データにより移動経路上の高スループットエリアの検出を行い，移動を行うユーザに対し当該エリアでの滞在を許容させ，その時間内に高速なコンテンツ先読みをバッファの最大限まで行う手法を提案する．本提案手法では，滞在時間の増加をユーザに許容させ，該当エリアのバッファへのコンテンツ先読み量を増加させることで省電力効果を高めている．最後に，本手法を適用した際の映像配信におけるスループット及び消費電力をシミュレーションにより評価すると共に，実経路上でも映像配信特性を評価することで，その有効性を示す．

#### 2.1.1. 提案手法

本稿では，通信履歴データの収集により移動経路上の高スループットエリアの検出を行い，その地点での高速なコンテンツの先読みをバッファの最大限まで行うことで，省電力かつ良好な映像配信を実現する手法を提案する．提案手法の概要図を図 1 に示す．図 1 のように，基本的にユーザが移動している際は，デフォルトのバッファ制御を行うが，高スループットエリアでは，ユーザが許容する時間の限り立ち止まり，一時的にバッファを拡大してビデオセグメントを溜める．その後の移動は，バッファに溜められたビデオセグメントを消費し，デフォルトのバッファ制御に戻る．

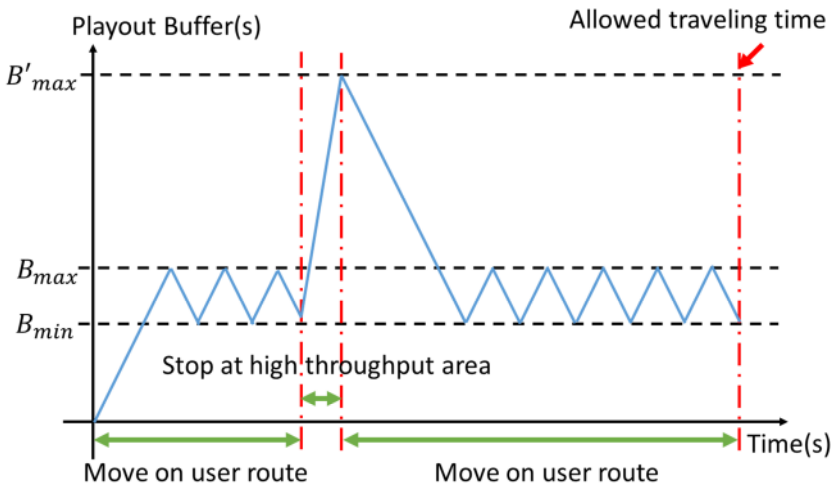
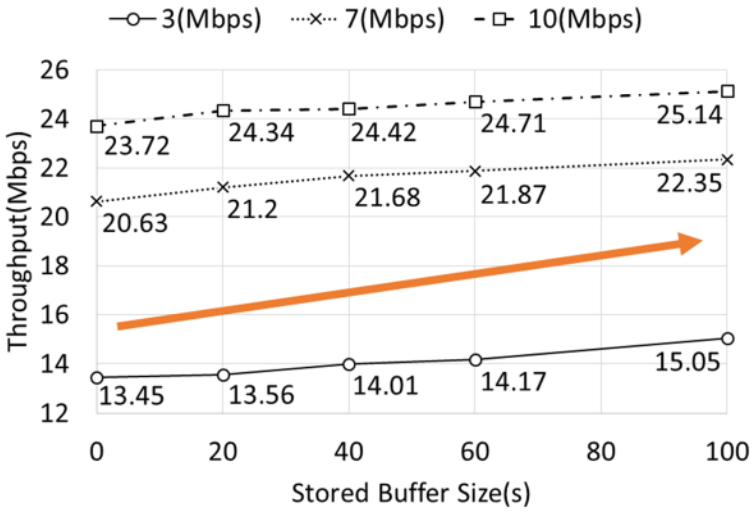



図 1 提案手法の概要図

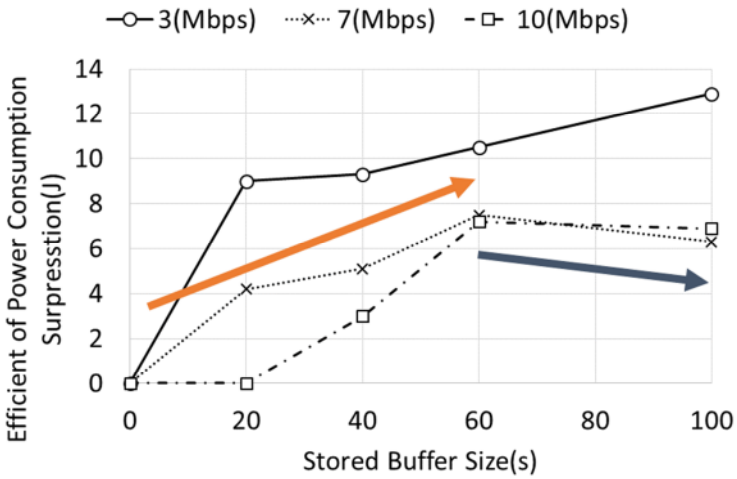
### 2.1.2. 評価結果

早稲田大学西早稲田キャンパス付近の実経路上で，ビットレート 3，7，10Mbps の映像を配信した際の平均スループットを図 2(a)に，映像を 10 分視聴する際の消費電力抑制効果を図 2(b)に示す．但し，図 2(b)の消費電力抑制効果は，バッファサイズを変化させコンテンツ先読みをした場合の消費電力から，先読みを行わない場合の消費電力を減算して導出している．

まず図 2(a)から，バッファへのコンテンツの先読みを行う時間を大きくとることにより，セグメントをダウンロードする際の平均スループットが向上することがわかる．平均スループットは，コンテンツの先読みに用いるバッファサイズを 0 から 100s にすることで約 1.5Mbps 高くなる．また図 2(b)から，バッファへのコンテンツの先読みを行う時間を大きくとるほど，固定時間分の映像を視聴した際の消費電力が抑制されることがわかる．例えば 3Mbps のビットレートの動画を 10 分視聴する場合，コンテンツの先読みに用いるバッファサイズを 0 から 100s にし，ユーザに 15s の滞在を許容させることにより，消費電力を約 13J 抑えることが可能となる．ただし，高品質な動画をバッファへ大容量溜めこむ際は，ストレージへの負荷により消費電力が大きくなることが予想される．




(a) コンテンツ先読み時間に対する平均スループットの推移




(b) 動画 10 分視聴時のコンテンツ先読み時間に対する電力抑制効果
図 2 実経路における映像配信特性評価結果.

### 2.1.3. まとめ

本稿では，スマートフォンにより収集した通信履歴データを用いて，移動経路上での高スループットエリアを検出し，該当エリアにおいてバッファの最大限まで高速にコンテンツの先読みを行うことで，省電力かつ良好な映像配信を実現する手法を提案した．提案手法に対し，実機実験評価を行った結果，通信品質の向上，消費電力の抑制が実現できることを確認した．

## 2.2. エッジコンピューティングを活用した分散マルチメディア処理

本稿では，列車や自動車などの交通機関にカメラを搭載し、無線通信を使って画像情報を伝送し、無線通信基地局付近に設置したサーバシステムによって処理を行う「エッジコンピューティング」を用いたマルチメディア分散処理システムを提案する．具体的には，複数の鉄道車両をセンシング端末と見立て，それらの物理的に近い場所（例えば，駅）に映像信号処理能力を有するエッジサーバを配置することにより，迅速な危険検知処理や情報共有といったアプリケーションを実現する．

### 2.2.1 提案システム

本稿では，鉄道車両に搭載された可視光カメラ映像を入力とし、人物やレール上の危険物を検知し，近隣車両への通知及び映像データのリアルタイム配信を行うシステムを検討する．図 3 に，提案システムの構成図を示す．図 3 に示すように，提案システムはローカルノードである鉄道車両，信号処理能力とストレージを備えた鉄道駅等に配置されるエッジノード，エッジノード間を結ぶコアノード，及び各鉄道車両や鉄道駅，モニタリングセンタで業務を行う者が持つクライアントノードで構成される．

図 4 には、ローカルノードにおける処理フローの概略を示す．ローカルノードである鉄道車両は可視光カメラを備えており，入力画像を元に危険物検知を行う．ローカルノードは，前方に危険物を検知している間，エッジノードへカメラからの入力画像をエッジノードへ伝送する．ここで検知される危険物は，自車両の妨げになる物に限定せず，対向路線上に存在する物や路線上にはないが路線の近くに存在し，将来的に妨げになりうる物（例えば，人物）と定義する．エッジノードとしては，鉄道駅の Wi-Fi アクセスポイントや LTE 基地局等の直下に設置された計算端末と想定する．

エッジノードに伝送された映像データは，自ノードのキャッシュに蓄積され，さらに MPEG DASH でマルチビットレートにトランスコードされる．

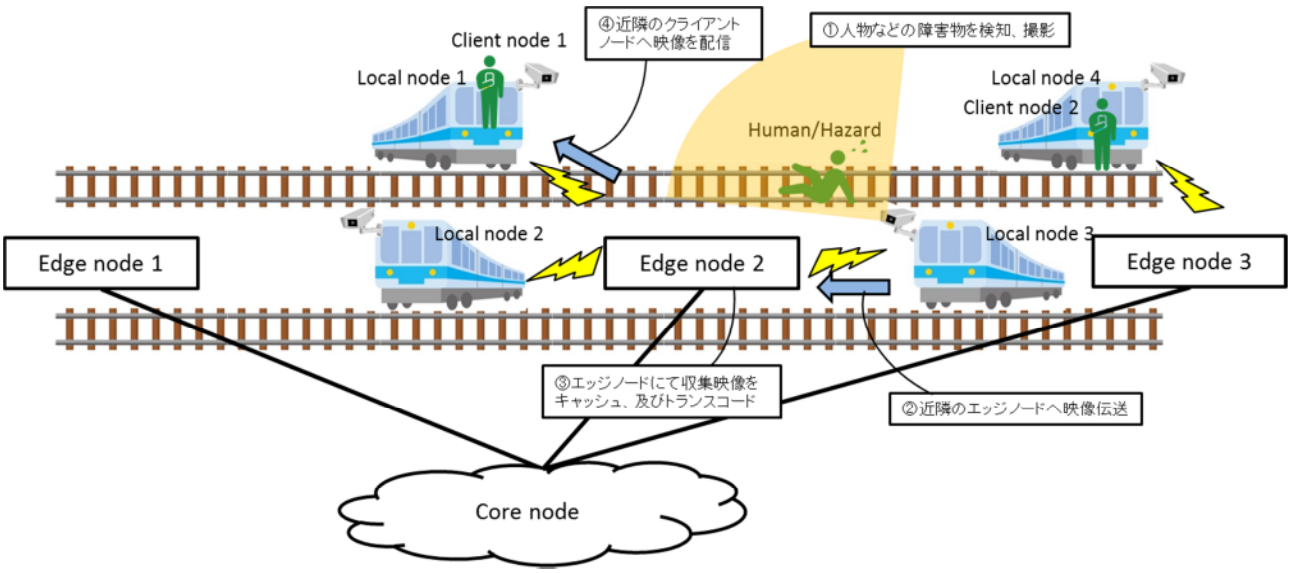



図 2. 提案システム構成図

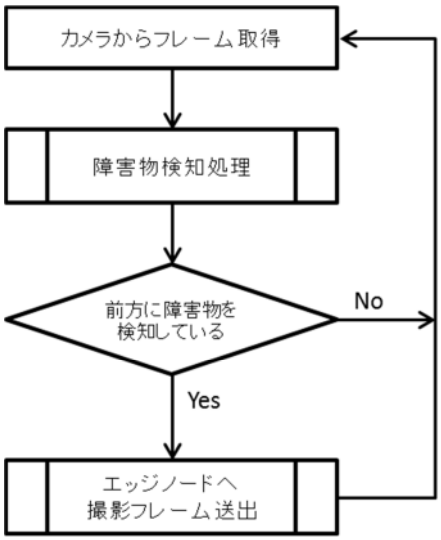



図 3. ローカルノードにおける処理フロー概略

### 2.2.2 評価実験

本システムでは，各ローカルノードに搭載するカメラからの映像はエッジノードへ全て伝送するのではなく，エッジノードへのデータ転送量を削減する目的で，各ローカルノードにて障害物検知判定を行い，検知している間だけ映像データを送信することとしている．その効果を確認する目的として，ローカルノード上での障害物検知判定処理アルゴリズムの精度と，各ノード間での送受信スループットを，シミュレーションにより評価を行う．

ローカルノードにおいては，HOG 特徴量を用いた障害物検知処理を行い，検知インターバルは 0.33 秒としている．実験に用いた画像としては，図 4 に示す鉄道前面展望映像の冒頭 5 分間（9000 フレーム）を使用する．エッジノードでは，ローカルノードより送信された映像を受信し，ストレー

ジに蓄積すると共にトランスコードを行う．トランスコードには x264 を使用し，ターゲットレートは 1 Mbps としている．

図 5. 使用シーケンス（http://www.youtube.com/watch?v=6nyGCbxD848）

図 6 は，ローカルーエッジノード間及びエッジークライアントノード間の伝送スループットを示している．人物検出による映像送出制限により，ローカルーエッジノード間で 88.1%の転送量削減，エッジノードークライアントノード間で 83.6%の転送量削減を行っている．これらは，人物を検知していなかった区間の割合である 83%に近い数値となった．

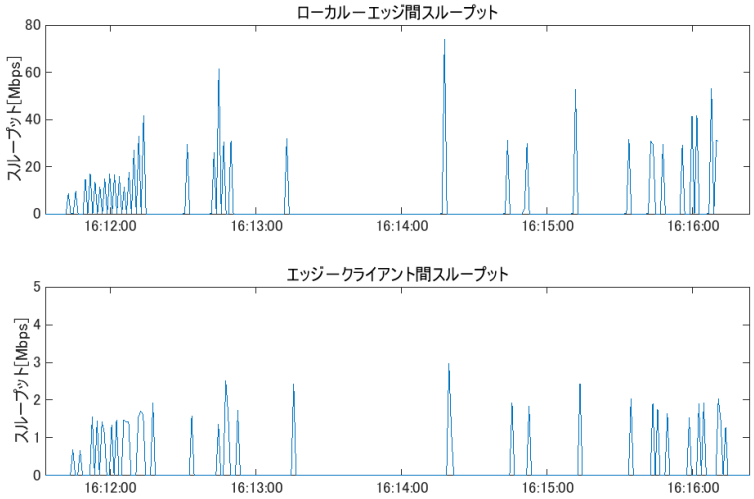



図 6. ノード間スループット（ローカル～エッジ、エッジ～クライアント）

### 2.2.3 まとめと今後の課題

本稿では，鉄道車両に搭載された可視光カメラによって捉えられた，人物やレール上の危険物を検知し，近隣車両への通知及び映像データのリアルタイム配信を行うシステムを提案した．提案システムのシミュレーションによる評価を行い，その有用性を示した．今後の課題としては，障害物検知やトランスコード処理などの処理を担当するノードの違いと，ネットワーク帯域及び計算遅延時間の関係の調査，営業線での評価実験などが挙げられる．

## ３． 共同研究者

山崎　恭（北九州市立大学・准教授）

市野　将嗣（電気通信大学・助教）

## ４．研究業績

[1] Sakiko Takenaka, Kenji Kanai and Jiro Katto: “QoS Improvement of Mobile 4K Video by Using Radio Quality Map,” IEEE GCCE 2015, Oct.2015.
[2] 竹内健, 金井謙治, 甲藤二郎, 津田俊隆: "エッジコンピューティングを用いた鉄道路線内人物検知システムに関する一検討," 信学全大, Mar.2016.
[3] 竹中幸子, 石津裕也, 金井謙治, 甲藤二郎, 村瀬勉: "高スループット転送及びバッファリング戦略を活用した移動端末における映像配信省電力化に向けた検討," 信学技報 CQ 研究会、Mar.2016.
[4] 竹内健, 金井謙治, 甲藤二郎, 津田俊隆: "エッジコンピューティングを用いた 鉄道路線内人物検知システムに関する一検討," 信学技報, 画像工学研究会, Mar.2016.
[5] 竹中幸子, 金井謙治, 野辺誠, 甲藤二郎: "高 QoS かつ QoE を実現するスマートな移動経路上における映像配信特性評価," 映像情報メディア学会冬季大会, Dec.2015.
[6] 竹中幸子・金井謙治・野辺誠・甲藤二郎: "映像配信における高スループットと省電力を実現するスマート経路ナビゲーションの特性評価," 情報処理学会 AVM 研究会, Dec.2015.
[7] 竹中幸子、金井謙治、甲藤二郎: “実環境における無線ネットワーク品質可視化の一検討,” 電子情報通信学会 ICM 研究会, Jul.2015.甲藤二郎: “映像圧縮と映像通信に関する研究開発,” 電子情報通信学会 画像工学研究会, Nov.2015.

## ５．研究活動の課題と展望

「携帯ライフログを用いた行動支援システムに関する研究」としての研究開発は 2015 年度で終了し、2016 年度以降は IoT（Internet of Things）やビッグデータなどへの処理基盤の拡大を図り、高効率、低消費電力、低遅延、かつ安全なセンサデータ収集技術、センサデータが爆発的に発生した場合も対応可能な階層化モバイルクラウド技術、これらの研究成果の有効性実証のための高機能テストベッド構築、などに関する研究開発を進める予定である。