

Webナビゲーションと近距離無線通信技術によって公共交通の体系化を促し 地域発ITSモデルの構築を目指す研究開発

研究代表者(所属研究機関)

森田 均 (長崎県立大学)

研究分担者(研究機関):松坂 勲(長崎電気軌道株式会社)、山口泰生(長崎電気軌道株式会社)、
酒井寿美雄(協和機電工業株式会社)、田中隆二(協和機電工業株式会社)研究開発期間 :平成26年度~28年度
研究開発費(間接経費含):21,567千円

1 研究開発の目的

長崎市においては長崎電気軌道が市民や観光客の移動手段として親しまれている。我々は既に利用者、車両ともに特別な端末を必要としないGPSを用いた位置情報配信システムの開発を行いITS化の第一段階を実現させた。ところが長崎市地域では、なお総合的な公共交通システムの体系化が遅れている。この地域が抱える課題に対して、ICTを活用しながら、市内の公共交通網である路面電車の基幹交通網としての機能を高度化させ、併せて軌道に情報通信機能を充実させることにより、交通と情報通信の複合的なネットワークを構築する。本提案は、その成果を地域に公開し、順次機能を充実させ最終的には地域発ITSモデルとして構築する。

2 研究開発の内容及び成果

- 長崎市の路面電車低床車両位置情報配信サービスに市内5系統の乗り合いタクシー運行状況を追加。公共交通の体系化に寄与。
- 長崎電気軌道の全電停(上下線別ID)、全車両(前後運転台別ID)にBluetoothLEビーコンを設置。軌道の情報ネットワーク化を促進。
- 上記ビーコン網を活用したスマートホン用アプリを公開して沿線現在地から観光名所まで乗客をナビゲーション。まちのIoT化支援。
- ナビゲーションのコンセプトを知財化。
- 研究成果をキーテクノロジーとする地域発ITSモデル「STING」を提案。

3 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

地域発のITSモデルSTINGは、交通+情報+エネルギーのネットワークによってまちづくりに寄与する統合インフラとして、本研究の成果をまとめて提案する。

Phase1:公共交通の高度化でICT活用によって乗り物の利便性を向上させる段階

Phase2:交通と情報ネットワークの融合モデル(ITSの実運用モデル) <本研究の期間>

Phase3:電車とまちのグリッドの融合も含めて上記にエネルギーネットワークをプラス

次頁以降で各段階を説明。

Phase1(2011-2013)、

Phase2(2014-2016:本研究)、

Phase3(2017-2022:新幹線開通)

⇒ <STING>の実現を目指す。

ICTインフラ統合サービスで街づくり
integrated Service of Transport,
Information Network & Grid
<STING>



研究の前段階

Phase 1: **Transport**
2011-2013年度

交通手段
としての
路面電車を
高度化



赤: 長崎電気軌道
交通ネットワーク



交通バリアフリー法
に対応した車両・電
停整備の取り組み

ドコネ: 低床車位置
情報配信システム

地域交通網の利便
性をICTにより向上

車椅子やベビーカー
等の利用者、観光客
への移動支援



ドコネ: 低床車両位置情
報配信モード(2011start)



走行中の車内からインター
ネット中継に成功
(2013.10.16-17)



ITS世界会議2013東京
[Showcase M02]
長崎市の路面電車における
LRV位置情報配信システム

長崎LRTナビゲーション推進協議会 / 長崎県立大学

低床車両運行情報 ※2013年10月16日 ■3000形	
○3001号車	入庫中 --(0:00)
○3002号車	入庫中 --(12:02)
○3003号車	途中 通過 浦上車庫前(11:02)
■5000形	
○5001号車	1号 正安寺 松山町(12:02)
○5002号車	2号 正安寺 松山町(11:59)
[最終更新]	
□乗車登録欄□ 車椅子・ベビーカー等をご利用の際は 「乗車登録」ボタンを必ず押して乗車登録完了 に応じる事が必ずです。 乗車登録	
Powered by 開光 株式会社 情報電気軌道	

SCOPEの研究期間

Phase 2: **Transport + Information Network**
2014-2016年度
路面電車に
乗合タクシーを結節、
情報網の機能追加



ドコネ: 乗合タクシー位置
情報配信モード

全車両の前後運転台に
別IDを付与したBLEビー
コンを搭載



ドコネ: 低床車両位置情
報配信モード

乗り合いタクシー
長崎市内5地区



赤: 長崎電気軌道
交通ネットワーク



丸善団地地区:
千歳町電停へ結節



金堀地区:
松山町電停へ結節

長崎電気軌道の
低床車5000形



青: 軌道内光ファイバー
／軌道内Wi-Fi網
BluetoothLEビーコン網



矢の平・伊良林地区:
新大工町電停へ結節



北大浦地区:
石橋電停へ結節



路面電車をITS化するために
軌道内の情報網を活用して
交通網と調和した運用を行う

アクセスポイント化した電停に上下線
別のIDを付与したBLEビーコンを設置

乗合タクシー5台に
LTE対応端末を搭載

タクシーの位置情報
を発信し、一方で路
面電車の位置情報
を把握

長崎電気軌道の軌
道内光ファイバー網
と電停及び電車搭載
APによるWi-Fi,
Bluetooth網を活用



ドコネナビアプリ: BLE網
を活用して目的地までナビ
ゲーションを行う

研究の将来構想

Phase 3: **Transport** + **Information Network** + **Grid**

2017-2022年度
路面電車に乗り合い
タクシーを結節、
情報網の機能追加、
エネルギーも担う

当初は給電機能のみとして整備を進め、順次発電・蓄電機能を備えた電力網を構築する

新幹線を含むインフラ統合による利便性、安全向上で長崎をアピール

integrated Service of **Transport**, **Information Network** & **Grid**

<STING>

<地域ITS/活性化モデルとしての整備方策>

乗り合いタクシー
長崎市内5地区



西北地区:
住吉電停へ結節



金堀地区:
松山町電停へ結節



長崎電気軌道の
低床車5000形

電気自動車用充電器



外国語対応や自販機収納のAEDへの給電

赤:長崎電気軌道
交通ネットワーク



丸善団地地区:
千歳町電停へ結節

青:軌道内光ファイバー
/軌道内Wi-Fi網/BLE網
/衛星情報通信ネットワーク



矢の平・伊良林地区:
新大工町電停へ結節



北大浦地区:
石橋電停へ結節



黒:路面電車の送電網
エネルギー・ネットワーク



ドコネ:低床車両位置情報
報配信モード

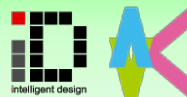
長崎電気軌道を外部給電や(電池駆動車両への)蓄電可能な電力ネットワークとして位置付ける

交通、情報、電力のネットワークをICTによって統合

斜面地問題、緊急時の代替インフラ、観光客の利便性向上など、地域の問題を解決する方策を提案

次フェーズ:
<新幹線との連携>

実空間情報連動型ネットワークシステムの研究開発 (142310009)



研究代表者： 中村勝一(株式会社iD)

研究開発期間： 平成26年度～平成28年度

研究分担者： 永田晃(株式会社iD), 野林大起, 塚本和也, 池永全志(九州工業大学)

研究開発費 : 21,517千円(間接経費含)

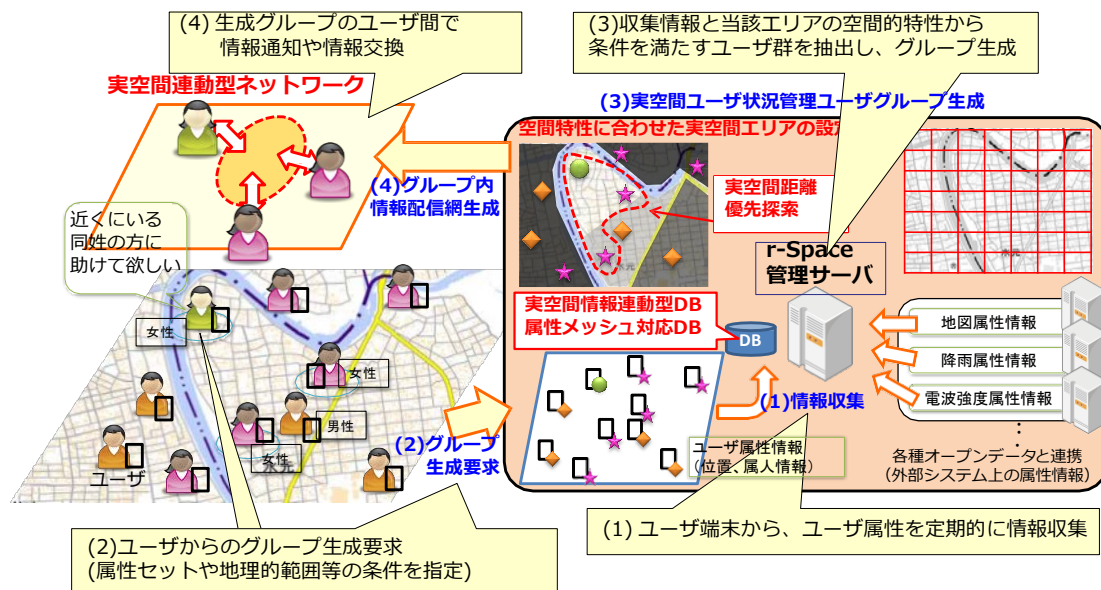
様式4 研究開発終了報告書概要(3ページ中の1)

【1. 研究開発の目的】

モバイル端末や通信網の普及により情報通信手段が日常生活に浸透し、各種SNSの普及もあり、人々のコミュニケーションの幅は飛躍的に増加した。しかし、SNSに代表される現在のネットワークサービスのほとんどは、あくまで社会的に一定の関係性を持つユーザ同士のつながりを基本とする仮想空間上での情報共有となっており、特定の地域に存在する人々が実際に活動する空間上における情報共有を満足に実現できない。本研究開発課題では、仮想的な空間でのつながりのみならず、人々が互いに直接・間接的に物理的活動を行える空間(実空間と定義)における情報共有を支援する情報通信基盤の実現を目指す。

【2. 研究開発の内容及び成果】

地理的制約などを考慮した一定の実空間内に存在するユーザから、各ユーザの属性、及び要求に応じてリアルタイムにユーザグループを構築し、そのユーザグループ間での情報通信サービスを実現するシステムとして実空間情報連動型ネットワークシステム(r-Space)のアーキテクチャを提案・設計した。本システムを、(1)サービスを提供する実空間エリアの設定並びにサービス対象者のグループ化のための「実空間情報連動型ネットワーク管理システムの研究開発」と(2)設定された実空間上の各サービス対象者グループとの効率的かつ確実な通信の確立のための「実空間情報連動型通信方式の研究開発」の2つのサブテーマに分けて要素技術の開発に取り組み、(1)実空間情報管理方式と実空間ユーザグループ動的生成方式、(2)実空間情報収集方式と適切なユーザグループへの情報配信方式をそれぞれ開発し、そのプロトタイプ実装を得た。更に、本システム上で呼びかけや情報交換などの実空間コミュニケーションを実現するAndroidアプリケーションを実装し、九州工業大学での屋外実験(平成27年3月、福岡県北九州市)や英彦山の登山客を想定した実証実験(平成27年11月、福岡県田川郡添田町)を実施し、r-Spaceシステムの実環境における課題抽出や、実空間コミュニケーションアプリケーションの有効性の実証を行った。



(本委託研究に基づく誌上論文発表2件、査読付口頭発表論文3件、口頭発表15件、特許出願1件、報道発表3件、報道掲載4件)

【3. 今後の研究開発成果の展開】

情報端末を介した「人」そのものに対するサービスのみならず、クラウドコンピューティング、ビッグデータ等の進展に伴い、今後ますますニーズが多様化していくと予想されるIoT/M2M通信関係に幅広く応用していくことが本質的に可能である。また、特に都市部でのIoTサービス実現時、より多様な情報のデータ収集が不可避であり、我々の開発したデータ収集手法を更に発展させることで多様(多次元)のIoTデータが混在する環境においても効率的な収集が実現され、新たなIoTサービスの提供に寄与すると考えられる。情報配信対象が機器であればその対象数が膨大になることが想定されるが、我々の開発技術により、グループを構成するメンバを動的に生成し、隣接ノード数に応じて適切に信頼性を向上させるためのデータ配送が実現可能と考えられるため、実空間情報を用いる様々なサービスの導入を促すことが可能であると考えられる。

※この研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)の委託により実施されました。

【サブテーマ1】 実空間情報連動型ネットワーク管理システムの研究開発 (主担当: 株式会社iD)

様式4 研究開発終了報告書概要(3ページ中の2)

ユースケース分析・イベントフロー分析によりシステム要件を抽出し、ユーザの位置情報や属性を収集・管理し動的にグループ化を行う実空間情報連動型ネットワークシステム(r-Space)のアーキテクチャを提案した。ユーザ端末から収集および外部オープンデータから取得する実空間情報についてグリッド形状のメッシュ単位に分割した実空間データベースにマッピングすることで実空間範囲の選定やユーザとの対応付けの容易性、将来のスケール性を備えた実空間状況管理方式および実空間距離優先探索ユーザグループ生成方式を考案した。シミュレーションによりユーザグループ生成方式の性能評価を行い駆け付け所要時間60%削減(グルーピング性能60%向上)を確認し、試作したプロトタイプシステムおよびアプリケーションを用いた屋外実験を通じて、課題抽出や基本的な動作確認を行った。(6台の端末(ユーザ)、九州工業大学戸畑キャンパス周辺)

更に、動的グルーピング手法やメッシュコストマップ間の移動コストの拡張実装、グループ内の双方向情報配信に対応するAndroidアプリケーションを実装し、登山客を想定したフィールド実験を実施した(17台の端末(ユーザ)、英彦山、福岡県田川郡添田町)。山中における登山道や高低差も考慮した実空間コミュニケーションによる駆け付け要請や移動しながらの情報配信を行い、実空間情報の時間変動に応じた動的なグループ再生成が30秒間隔で追従可能なことを実証した。

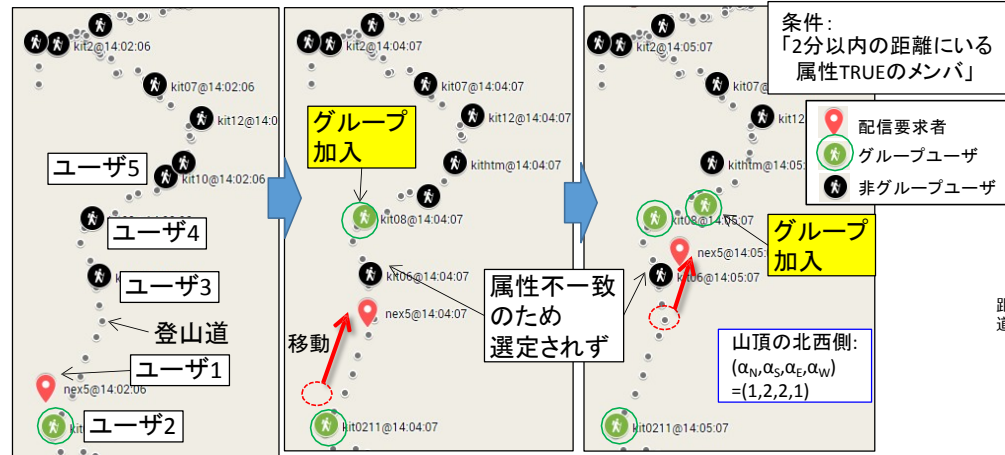
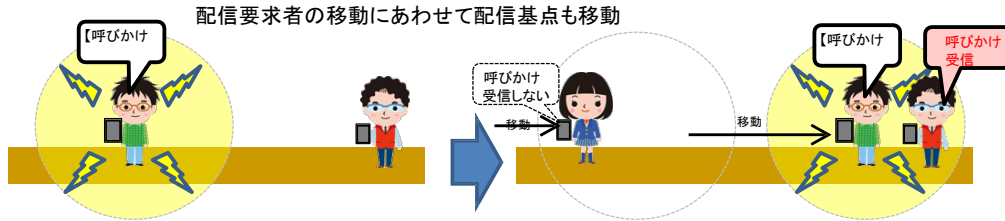


図: 英彦山実証実験(動的グルーピング)の一例

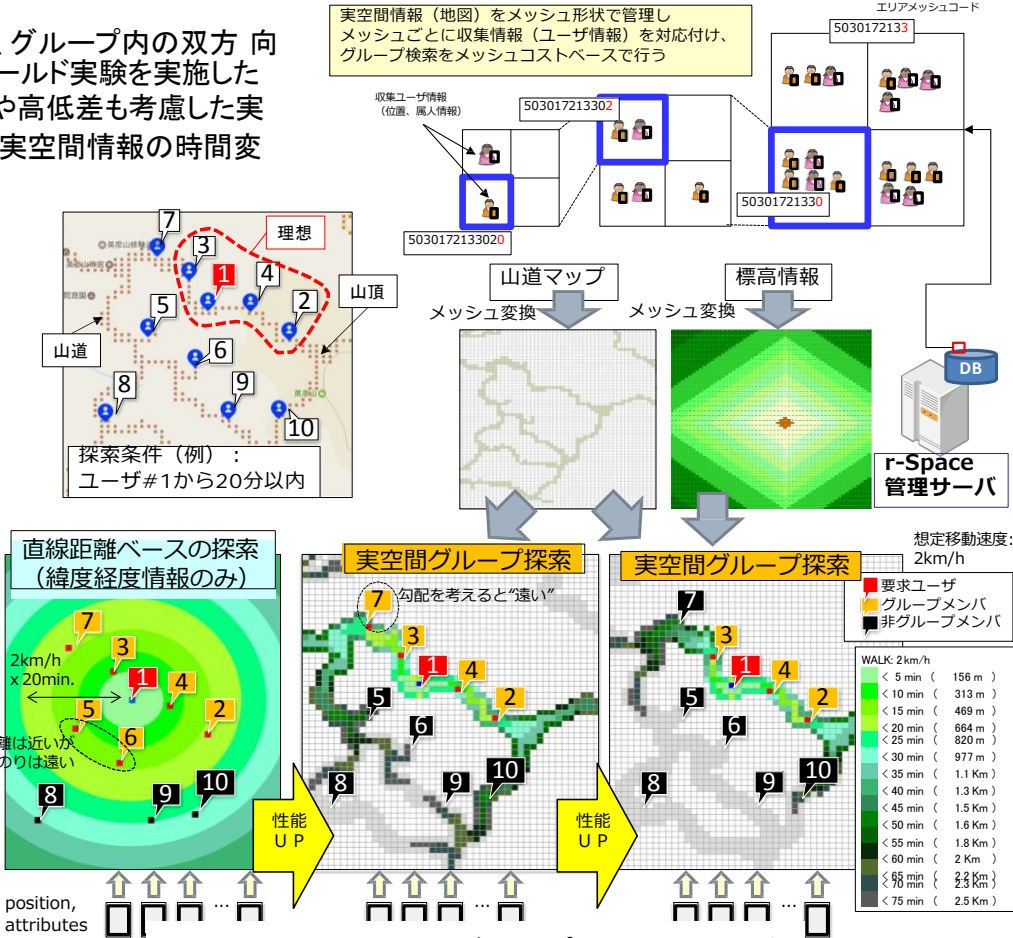


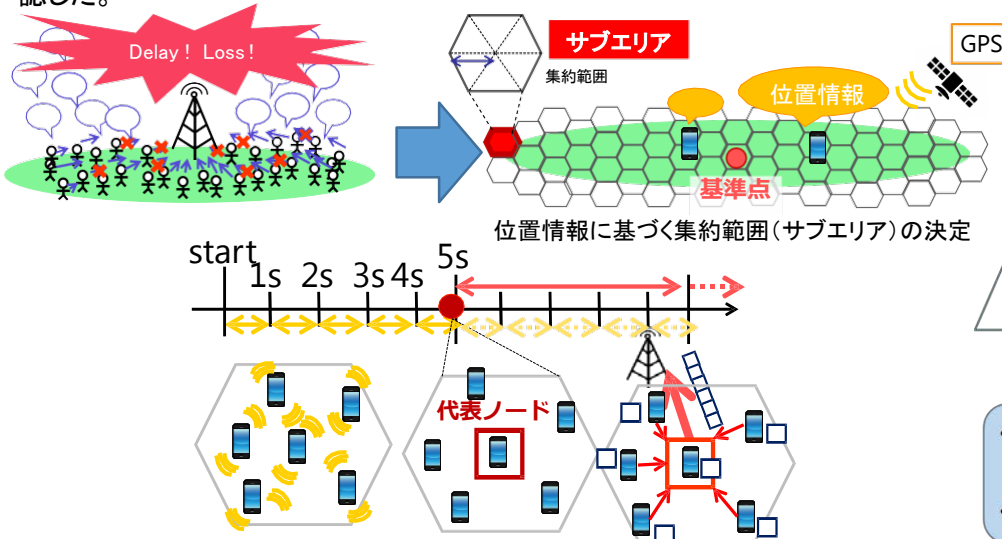
図: 実空間状況管理・グループ生成のイメージ

※この研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)の委託により実施されました。

① 実空間情報収集方式

ユーザ情報の収集に関し、各ユーザが位置情報などを管理システムに頻繁に送信する場合、管理システムとユーザの間で多数のユニキャスト通信路を確立する必要があり、広域無線アクセスネットワークの種類に関わらず、端末情報収集のための遅延、及びパケットロスが増加し、システム全体のリアルタイム性が低下してしまう。本研究課題では、地理的に隣接するユーザの位置情報を無線LANを用いて収集し、隣接ユーザの情報をまとめて通知する情報収集方式を考案した。

広域無線通信網の品質や近隣端末との位置関係に基づき「代表ノード」を選出するアルゴリズムを考案し、状況に応じて直接送信と代表ノードによる集約送信とを切り替える。この方式をベースとし、ノードが移動する環境で移動状況が類似する端末群を抽出して収集情報を集約する方式や、取り扱う集約情報の要求品質など通信状況の動的変化に応じた収集方式を考案した。広域通信網の容量(同時接続数等)に制約がある環境において送信可能メッセージ数や送信遅延時間を大幅に改善できることをシミュレーション等により確認した。

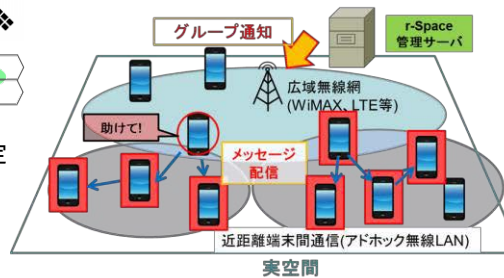


代表ノード決定と情報集約の概要

② 適切なユーザグループへの情報配信方式

ユーザへの情報配信については、管理システムで動的に作成したグループのメンバに対して確実なデータ転送を行うことが必要不可欠である。しかし、広域無線アクセスネットワークの通信エリアの制約などから、直接通信では配信できないユーザが存在する場合があります。そのような環境においてデータ配信率の低下や遅延時間の増加を抑制する必要がある。

そこで、本研究課題では、管理サーバとの直接通信が可能な広域無線アクセスネットワークに加えて、無線LAN等を用いた端末間通信による情報配信を行う場合を対象として、グループメンバに対する効率的な情報配信手法を考案した。ネットワーク内のグループメンバの分布を考慮したマルチキャスト通信のための経路制御方式として、複数のグループが同一空間上に存在する場合における、経路確立のための制御メッセージとネットワーク内のチャネル競合による性能の低下を抑制する手法を考案した。さらに、経路確定後のデータ転送時の信頼性向上のため、隣接ノード数及び通信リンクの性能を考慮した情報配信方式を考案した。これらの方式をシミュレーションにより評価することで、情報配信遅延及び配信率を大幅に改善できることを明らかにした。



- 複数のグループに対してデータを配送するマルチキャスト経路を生成
- マルチキャスト通信のデータ配信率を改善

