

[ポスター講演] 地域情報流の高次利用を促す地域分散アンビエント インタフェース (GAIFoT) の提案

中村 優吾[†] 松田 裕貴[†] 荒川 周造[†] 金平 卓也[†] 安本 慶一[†]

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 〒 630-0101 奈良県生駒市高山町 8916-5

E-mail: [†]{nakamura.yugo.ns0,yasumoto}@is.naist.jp

あらまし Internet of Things (IoT) 時代の到来に伴い、本研究では、地域に遍在する多数のデバイスから湧き出る情報流の処理および状況に応じたインタラクションを実現するシステムとして GAIFoT (Geographically distributed Ambient interface utilizing local Information Flow of Things) の検討を進めている。GAIFoT は、地点 (Point)、地区 (District)、地域 (City) の3段階でスケールする多層型アーキテクチャを採用し、従来は一次的な利用に留まっていた地域情報流の高次利用を促進する仕組みの実現を目指している。本稿では、GAIFoT の全体構想を示すと共に、GAIFoT の実現に向けた研究課題と今後の展開方針について述べる。

キーワード Internet of Things, 情報流, アンビエントインタフェース

Research on the Geographically distributed Ambient interface utilizing local Information Flow of Things (GAIFoT)

Yugo NAKAMURA[†], Yuki MATSUDA[†], Shuzo ARAKAWA[†], Takuya KANEHIRA[†], and
Keiichi YASUMOTO[†]

[†] Nara Institute of Science and technology, Takayama 8916-5, Ikoma-shi, 630-0101 Japan

E-mail: [†]{nakamura.yugo.ns0,yasumoto}@is.naist.jp

Abstract Toward the Internet of Things era, we propose a system called GAIFoT (Geographically distributed Ambient interface utilizing local Information Flow of Things) to process information flows gushing out from enormous IoT devices and make interactions according to the situation in a real space. GAIFoT employs a multi-layered architecture that scales in three stages (Point, District, City). It aims to realize a mechanism to promote simultaneous utilization for different purposes of information flow. In this paper, challenges needed to achieve GAIFoT is proposed and discussed.

Key words Internet of Things, Information Flow, Ambient interface

1. はじめに

近年、Internet of Things (IoT) の概念が世の中に普及し、地域に分散された様々なデバイスから実世界の状況を示すセンサーデータを収集できるようになりつつある。また、Code for X (KOBE, IKOMA 等) に代表されるコミュニティによるシビックテック (Civic Tech) の活動が各地で盛んになり、地域のオープンデータを活用した課題解決の取り組みが活発化している。

これまでのシビックテックは、過去に蓄積された静的な情報のみを用いたサービスやアプリケーションの実現に留まっているが、今後訪れる IoT 時代においては、静的な情報に加えて、地域のリアルタイムな情報も反映した新たな社会システムおよび

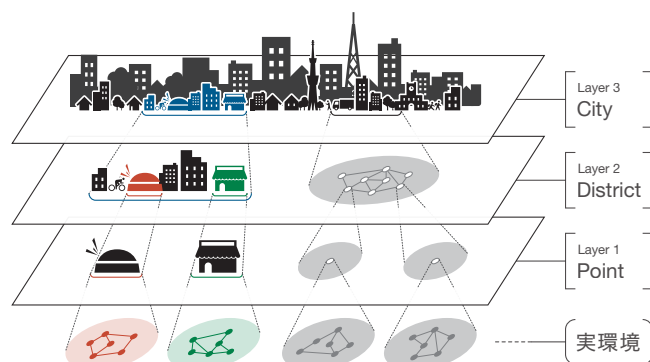


図 1 GAIFoT の実現イメージ

サービスの実現が期待されている。そのためには、地域の多種多様なデバイスから時々刻々と生成される情報流 [1] を収集・融合・編纂するシステムの実現が欠かせず、それらの情報をローカルでリアルタイムに組み合わせて活用するためのアーキテクチャおよびシナリオが求められている。

これらの動向を踏まえて、情報流検討委員会 [2] では、情報流を実時間で活用する共通プラットフォームとして、IoT ビッグデータ流処理基盤 IFoT (Information Flow of Things) の検討が進められている。我々は、この IFoT を地域社会へ還元することを目的に、情報流とアンビエントインタフェースの概念を組み合わせ、地域から湧き出る情報流を流通および状況に応じたインタラクションを実現するシステムとして GAIFoT (Geographically distributed Ambient interface utilizing local Information Flow of Things) の検討を進めている。GAIFoT では、扱う情報流の高次利用を想定し、図 1 に示す 3 段階でスケールする多層型アーキテクチャを採用する。なお、Layer1 の地点 (Point) 層は住宅や店舗施設などの小規模な領域、Layer2 の地区 (District) 層は商店街などの中規模な領域、Layer3 の地域 (City) 層は地方都市などの大規模な領域 (City) を想定する。

本稿では、GAIFoT の全体構想を示すと共に、GAIFoT の実現に向けた研究課題と今後の展開方針について述べる。

2. 関連研究

2.1 アンビエントインタフェース

空間内の人々のコミュニケーションを活性化させる部屋型のアンビエントインタフェースとして Ambient Suite [4] の研究がある。この研究では、部屋や人に装備したセンサによりその場の会話状態を推定し、壁や床に配置されたディスプレイ群を連動させて、その場に応じた情報を掲示することで、場および会話の活性化を促進している。また、個々の執務者の状況を認識して照明や空調、BGMなどを最適に制御し、オフィス環境の QoL (Quality of Life; 生活の質) を向上するアンビエントオフィスの実現に向けて、知的照明システム [5] や 知的オフィスチェア [6] の研究が進められている。これらの研究では、執務者の状況に応じた環境デバイスの制御によって、疲労抑制と知的生産性の向上を促進している。このように、アンビエントインタフェースの分野では、部屋や施設などの空間全体をシステム化し、環境の状態に応じてインタラクションするアンビエントインタフェースの研究が活発に行われており、閉じた空間での有効性は十分に示されている。しかしながら、個々のシステム内で収集した情報の二次利用は考慮されておらず、地域など広い空間でスケールするアンビエントインタフェースは、未だ実現されていない。

今後、ありとあらゆる場所にデバイスが遍在する IoT 時代においては、閉じた空間のみならず、広い空間で人々にインタラクションするアンビエントインタフェースが求められる。本研究では、一次的な利用に留まっていたセンシングデータを積極的に流通し、様々な規模の空間とそのシチュエーションに適応したインタラクションにより、人々を支援する多段階アンビエントインタフェースの実現を目指す。

2.2 地域分散プラットフォーム

地域の事象に応じた情報やサービスを提供し、地域の神経網として機能する分散型の地域ネットワークとして NerveNet [7] が提案されている。NerveNet は、各基地局が分散データベースおよび情報処理機能を持ち、それらが自律分散的にメッシュネットワークを構築することから、災害時にも高い可用性を維持する。また、環境に配置されたセンサ群やユーザが所有するモバイル端末と連携する通信アーキテクチャを採用しており、特定の個人や地域を対象とした選択的な情報配信サービスを実現可能である。

一方、ユビキタス環境に分散した複数の情報やサービスを集約する水平分散型のアプリケーションプラットフォームとして PIAX [8] が提案されている。PIAX は、P2P オーバーレイネットワークと分散エージェント機構を統合したプラットフォームであり、ネットワーク上に散在する複数のアプリケーションに対して、統一的なオブジェクト操作とスケーラブルなオブジェクト探索機能を提供する。そのため、PIAX の活用により、広域のユビキタスサービスをスケーラブルにかつ効率的に実現することが可能になる。

これらの研究は、多数のセンサ・アクチュエータを活用したサービスにより、地域社会や個人の生活を豊かにすることを目指し、地域など広い空間における情報流通を支援する共通基盤システムである。本研究で提案する GAIFoT では、情報流の効果的な流通および活用には焦点を当て、人々に対して適応的なインタラクションをもたらすアンビエントインタフェースの検討を進めるとともに、これらのプラットフォームとの連携による耐災害性、情報集約効率の向上を念頭に置き、よりスケーラブルかつフレキシブルな地域システムの実現を目指す。

3. GAIFoT の全体構想

3.1 コンセプト

GAIFoT の全体構成を図 2 に示す。GAIFoT は、Layer1 から Layer3 の GAIFoT システムと実空間に遍在する GAIFoT ノードから構成される地域分散型アンビエントインタフェースである。GAIFoT では、地域で時々刻々と生成される情報流のローカルでの一次利用に加えて、高度な二次的な利用、三次的な利用 (高次利用) を想定し、地点 (Point)、地区 (District)、地域 (City) の 3 段階でスケールする多層型アーキテクチャを採用する。従来は特定のシステムだけのために収集され、一次的な利用に留まっていた地域情報流を積極的に流通させることで、より大きなスケールでの高次利用を促進し、地域全体としての魅力向上および付加価値の創造に寄与する仕組みの実現を目指す。そして、様々な規模の空間とそのシチュエーションに適応したインタラクションにより、人々を支援する多段階アンビエントインタフェースを実現する。

3.2 GAIFoT ノード

GAIFoT ノードとは、センサデータストリーム、映像ストリーム、位置情報ストリームといった情報流を生成、流通、加工、反映する小型の IoT デバイスと定義する。各 GAIFoT ノードは、一定量のストレージと計算機能を有するものとし、環境

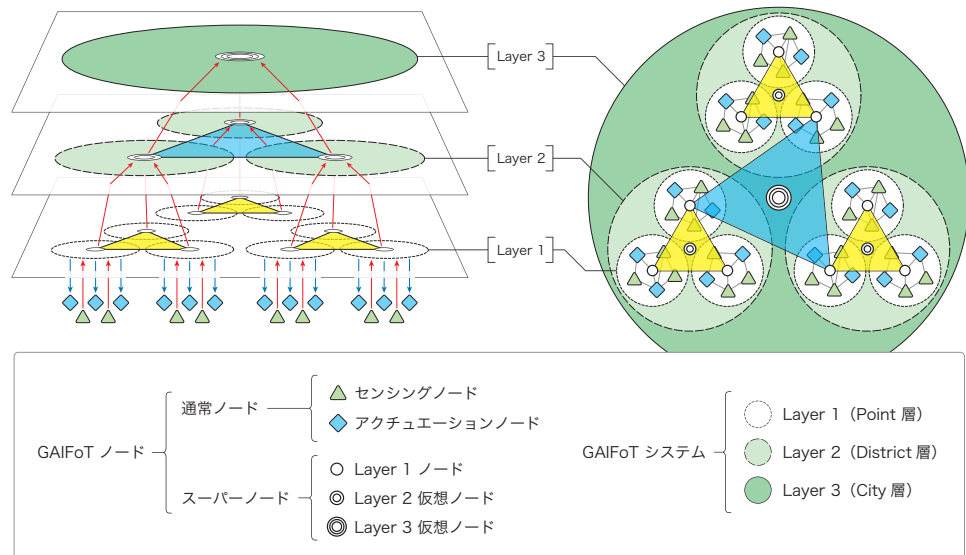


図 2 GAIFoT の全体構成

に固定された静的なノードであるとする。GAIFoT ノードには、基本ノードとスーパーノードという役割の異なる 2 種類のノードが存在する。

(1) 基本ノード

基本ノードは、情報流を生成するセンシングノードとその情報を基に実世界に作用するアクチュエーションノードの 2 種類に大きく分類される。センシングノードは、センサやカメラを有し、その場の状況を計測する機能を持つ。一方、アクチュエーションノードは、LED やスピーカなど、空間に作用するインターフェースを有し、状況に応じて駆動する機能を持つ。また、ユーザに対して、情報を提供するモバイル端末やデジタルサイネージもアクチュエーションノードとみなす。

(2) スーパーノード

スーパーノードは、通常ノードとしての機能に加えて、配下の各ノードの情報を管理し、集約する機能を持つ。GAIFoT では、Layer1 スーパーノードが配下の基本ノードを統括し、Layer2 スーパーノードが配下の Layer1 スーパーノードを統括するというように、ツリー構造のノード管理を実現する。

3.3 GAIFoT システム

GAIFoT システムの構成を図 3 に示す。GAIFoT システムは、管轄の範囲に分散された複数の GAIFoT ノードの組み合わせによって構成される。通信プロトコルは、Pub/Sub メッセージングモデルである MQTT を採用する。GAIFoT システムでは、センシングノードがパブリッシャー、アクチュエーションノードがサブスクライバー、スーパーノードがブローカーとしての役割を担う。

3.4 各領域のアプリケーション

地点 (Point)、地区 (District)、地域 (City) の各 GAIFoT システムで提供されるアプリケーションの例を以下に示す。

(1) Layer1 : Point 領域

Layer1 の GAIFoT システムでは住宅や店舗施設、車内などの小規模な領域を想定し、空間に存在する人々の行動を支援す

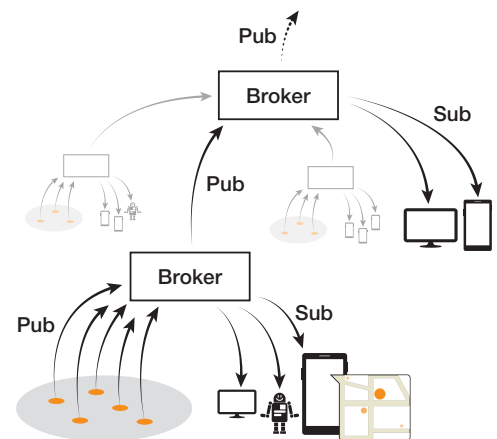


図 3 GAIFoT システムの構成

るアプリケーションを実現する。例えば、多数の IFoT ノードが存在する住居環境におけるホームライフ支援や博物館などの巡回型屋内施設における移動支援、車内における運転支援などが挙げられる。

(2) Layer2 : District 領域

Layer2 の GAIFoT システムでは商店街、駐車場などの中規模な領域を想定し、Layer1 の GAIFoT で生成された情報流を組み合わせ、空間としての質を向上させるアプリケーションを実現する。例えば、商店街の各スポットにおける混雑状況に応じた群衆行動の把握および誘導支援、運転主の運転能力と空きスペース状況に応じた駐車スペース推薦および駐車場整備などが挙げられる。

(3) Layer3 : City 領域

Layer3 の GAIFoT システムでは地方都市などの大規模な領域を想定し、Layer2 の GAIFoT で生成された情報流や SNS 等から発信されるリアルタイムな情報を組み合わせ、地域の魅力を高め付加価値を与えるアプリケーションを実現する。例えば、各観光名所の混雑状況と周辺の渋滞状況に応じた観光ナビゲーションおよび観光プランの推薦、地域全体の交通状況に応じた信号機制御による事故防止、交通安全支援などが挙げられる。

4. GAIFoT の実現に向けた課題と今後の計画

4.1 研究課題

現在、GAIFoT の研究開発は、基本機能および活用シナリオのブラッシュアップを進めている段階にある。GAIFoT の実現に向けた今後の研究課題を以下に示す。

- (1) 空間の状況を把握するためのセンシング手法
- (2) 人々を誘導、案内するための情報提示手法
- (3) 動的な機能割り当てを実現するアルゴリズム
- (4) 多地点から発生する情報流を効率的に集約する機構
- (5) 価値関数に応じて自動的に情報流を編纂する技術

4.2 実現に向けた計画

GAIFoT 実現に向けた研究開発ステップを図 4 に示す。本研究では、まずはじめに、センシングおよびアクチュエーションを行う GAIFoT ノードの基本モジュールを実装する。そして、開発したモジュールを用いて、空間内の混雑度をセンシングし、状況に応じて人々を誘導する GAIFoT システム (Layer1) を構築する。GAIFoT システム (Layer1) の実現イメージを図 5 に示す。空間には、人流を把握するためのセンシングノードと人流を誘導するアクチュエーションノードを複数配置し、それらのノードを相互に連携させることにより、状況に応じた屋内ナビゲーションを実現する。その後は、各所で収集された情報流を集約、編纂し、地区・地域レベルの範囲で人流を誘導する GAIFoT システム (Layer2, Layer3) の検討を進める。2020 年に開催が予定されている東京オリンピックの競技会場周辺を例とした GAIFoT システム (Layer2,3) の展開イメージを図 6 に示す。このように、各地に GAIFoT システムを導入し、様々なノードが各地点で取得した動画や空間情報をローカルで処理し、駅や競技場周辺のリアルタイムな混雑状況に応じて人々を案内、誘導するナビゲーションアプリの実現を目指す。

5. おわりに

本稿では、GAIFoT の全体構想を示し、GAIFoT の実現に向けた研究課題と今後の展開方針を示した。今後は、GAIFoT ノードの開発および地域でスケールする多層型アーキテクチャの詳細設計を行い、具体的な施設に適応した GAIFoT システムの開発を進めたいと考えている。そして、GAIFoT システムを実際の施設や商店街に導入した実証実験を行い、その有効性を検証する。

謝辞 本研究は、奈良先端科学技術大学院大学 CICP (想像力と国際協力を育む情報科学教育コア「プロジェクト型研究」) の助成によって行われたものである。ここに記して謝意を示す。

文 献

- [1] 安本慶一, 山口弘純: 多数のデータストリームを実時間で融合・編纂し活用するための次世代「情報流」技術, 情報処理, Vol. 10, No. 2, pp. 287-302 (2014).
- [2] InfoFlow(情報流) プロジェクト, <http://www.infoflow.org>.
- [3] 竹村治雄: アンビエントインタフェース技術の動向, 人工知能学会誌, Vol. 28, No. 2, pp. 185-193 (2013).
- [4] 藤田和之, 高嶋和毅, 伊藤雄一, 大崎博之, 小野直亮, 香川景一郎, 津川翔, 中島康祐, 林勇介, 岸野文郎: Ambient Suite を用いたパーティ場面における部屋型会話支援システムの実装

と評価, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J96-D, pp. 120-132 (2013).

- [5] 三木光範, 加来史也, 廣安知之, 吉見真聡, 田中慎吾, 谷澤淳一, 西本龍生: 実オフィス環境における任意の場所にユーザが要求する照度を提供する知的照明システムの構築, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J94-D, No. 4, pp. 637-645 (2011).
- [6] 清川清, 畠中理英, 細田一史, 岡田雅司, 繁田浩功, 石原靖哲, 大下福仁, 角川裕次, 栗原聡, 森山甲一: オーエンス・ルイス: アンビエント環境制御を用いた知的オフィスチェアの提案, システム制御情報学会誌, Vol. 56, No. 1, pp. 14-20 (2012).
- [7] Inoue, M., Ohnishi, M., Peng, C., Li, R. and Owada, Y.: NerveNet: A Regional Platform Network for Context-Aware Services with Sensors and Actuators, *IEICE TRANSACTIONS on Communications*, Vol. E94-B, No. 3, pp. 618-629 (2011).
- [8] Teranishi, Y.: PIAX: Toward a Framework for Sensor Overlay Network, *In Proc. of CCNC*, pp. 1-5 (2009).

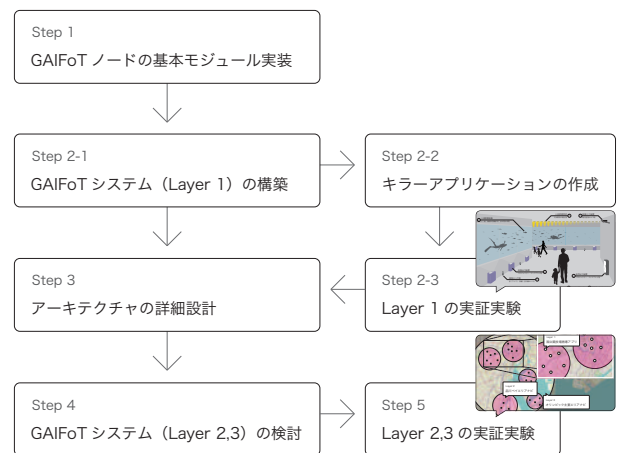


図 4 GAIFoT の実現に向けたステップ

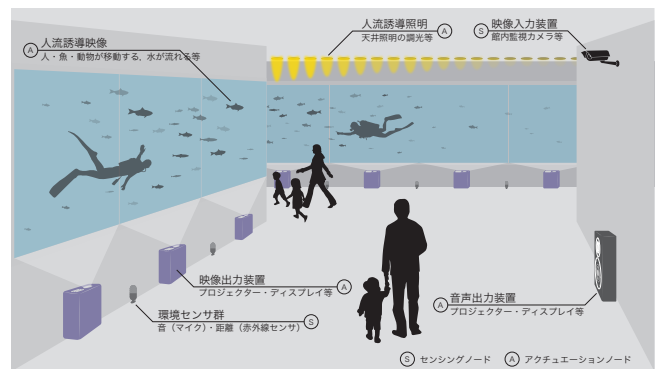


図 5 GAIFoT システム (Layer1) の活用例:回遊型屋内施設

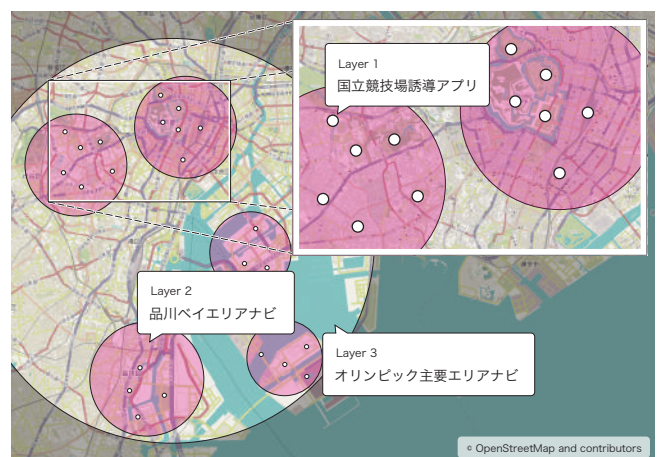


図 6 GAIFoT システム (Layer2,3) の展開イメージ