

機関番号：17501
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500068
 研究課題名(和文) 移動体間の協調を考慮したユビキタスアドホックセンサネットワークの構築法
 研究課題名(英文) A Method for Constructing a Ubiquitous Ad-hoc Sensor Networks with Collaboration among Mobile Agents
 研究代表者
 宇津宮 孝一 (UTSUMIYA KOUICHI)
 大分大学・工学部・教授
 研究者番号：70037878

研究成果の概要(和文)：いつでも、どこでも、何にでもつながるユビキタスなネットワーク環境において、モノとモノとの実物系センサネットワークとインターネットとを相互接続し、複合現実感技術を用いて実空間と仮想空間とを融合した新たなユビキタス環境内で、移動体が協調しながら作業をしていくことを可能にするためのアドホックセンサネットワークの構築法を考案した。

研究成果の概要(英文)：A method for constructing ad-hoc sensor networks that enable mobile agents to work together in a new ubiquitous environment has been worked out, where both real spaces and virtual ones are fused. This environment is built by interconnecting sensor networks with the Internet using some of mixed reality technologies.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：コンピュータネットワーク

科研費の分科・細目：計算機システム・ネットワーク

キーワード：センサネットワーク、インターネット、無線ICタグ、複合現実感、ユビキタス環境

1. 研究開始当初の背景

わが国がユビキタスネットワーク社会UNS(Ubiquitous Network Society)を目指す一環として、「ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会報告(総務省, H16年7月)」以来、実空間のさまざまな情報を収集し、活用するためのセンサネットワークの研究および実証実験が推進されている。一方、仮想現実感(VR)技術を用いて、人の分身が仮想空間内で活動するという「セカンドライフ」に代表される新たな世界が登場している。我々は、仮想空間に実空間を反映させる複合現実感(MR: Mixed Reality)の

観点から、「無線ICタグとIPv6ネットワークを基盤としたユビキタス作業環境の構築」の研究を実施してきた。実・仮想空間内の対象(オブジェクト)間のつながりは、RFIDタグとこれらを接続する実物系センサネットワークの発展、無線LANを基盤とするモバイルアドホックネットワークの展開、それにとりまうインターネットの更なる広がりにより、実物である静的なモノとモノ、移動中の動的な対象と対象、それらと仮想空間のオブジェクトとの、より密で、動的な連携を可能にしている。その結果、MRが創る新たなユビキタス環境は、ユビキタスアドホックネ

ネットワークを基盤にして、実現が可能になるうとしている。

2. 研究の目的

上述の背景と国内外の研究動向も踏まえ、これからは移動体を含む対象間のコミュニケーションや協調行動、対象と仮想空間とのユビキタスネットワークを介しての接続、人が踏み込みにくい場所へのネットワークの展開が大きな研究課題の1つとなっている。本研究による成果が最も期待される適用分野の1つは、移動体の監視や連携が必要とされる通信環境未整備地域に対するネットワーク環境の構築である。こうした問題の本質を含む題材の1つとして、図1に示す「放牧場の牛等の監視・管理」を取り上げる。

本研究では、牧場での環境監視、居場所の測位、環境条件変化にともなう移動体への通知や移動体間の協調機構の考案を、応用側からアプローチすることにより、他の屋外環境や移動体への一般化を図る。わが国が世界に先駆けてUN Sを実現するために、u-GAP (ubiquitous-GAP)を埋め、応用から基盤技術を考える「いつでも、どこでも、何に対しても」行えるプラットフォームとしてユビキタスアドホックセンサネットワークの構築法を明らかにする。



図1 モデル問題

3. 研究の方法

刻々と変化する空間位置情報や環境情報が重要となる屋外現場など「いつでも、どこでも、何にでもつながる」ユビキタスネットワーク環境において、モノとモノとの実物系センサネットワークと IPv6 インターネットとを相互接続し、複合現実感(MR)技術により、実空間と仮想空間とも融合し、移動体の協調機構も考慮した新たなユビキタス空間の構成のためのアドホックセンサネットワークの構築法を考案・試作する。目標とする実例として、「放牧牛の状況把握、牛間の協調と遠隔操作の実現」を想定題材に選び、本開発手法の実証・評価と検証および一般化を試みる。

(1) 第1段階

① インターネットを介したアドホックセ

ンサネットワークとのデータ転送方式の開発

「いつでも、どこでも、どこからでも、何にでもつながる」というユビキタスネットワーク環境において、IPv6 プロトコルを用いて、種々のセンサから収集された現地データ(実)をオフィスのサーバに送り、その処理結果や情報を送り返すための状況適応可能な信頼性の高いデータ転送方式、移動体間のP2P実時間プロトコルおよびマルチキャストプロトコルを設計・開発する。また、センサ間のアドホック通信プロトコル(IETF MANET-WG 推奨のAODVなど)の実装・試行を行う。これらを大分地域に整備されている高速大容量ネットワーク「豊の国ハイパーネットワーク」と ZigBee (IEEE802.15.4) 無線センサネットワークから構成されるユビキタスアドホックネットワークとして試作する。

② 移動体間のコミュニケーションモデルおよびセンサデータ統合・検索方式の開発

- ・屋外環境で移動する対象(移動体)が、センサデータや遠隔指令に基づいて、互いに連携しながら協調行動するための協調作業を基盤とするコミュニケーションモデルを開発する。
- ・センサネットワーク内の膨大な数のセンサから時々刻々と収集される大量のセンサデータを1か所で統合管理する。指定されたセンサデータ間において、状況変化により、設定条件を満足する事象が発生した場合には、表・ベトリネット駆動により、所定の動作を起動する機構を考案する。また、利用者が端末から膨大なセンサデータのデータマイニングが容易に行える利用者インタフェースも考案する。

③ 実空間と仮想空間の3次元重畳表示法の開発

多数のセンサ群から収集される実測データを利用者が求める形式でわかりやすく表示するとともに、移動体の位置情報と仮想空間内に予め用意された地図情報に基づき、移動体自身も重ね合わせて3次元的に表示する手法(3次元重畳表示法)を開発する。これは、情報爆発を起こしやすい膨大なセンサデータを実空間と仮想空間とを組み合わせ、直観的・視覚的に描出する利用者インタフェース機能である。

(2) 第2段階

各基本的機能を設計・開発し、目標とするユビキタス環境を想定し、大学の実験室内・室外に構築した図2に示すプロトタイプ環境で、移動体には移動ロボットを用いて実装していく。

(7)研究成果の考察と総括

実験結果を検証し、評価と考察結果をまとめた。

本研究の成果は、2010年9月に韓国で開催された日韓拠点大学研究セミナーおよび2011年3月に開催された情報処理学会九州支部主催「火の国情報シンポジウム」で発表し、本研究を総括した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 33 件)

- ① Shogo Sueyasu, Tatsuro Nagano, Hiroaki Nishino, Tsuneo Kagawa and Kouichi Utsumiya : An Interactive CG Learning System Through 3D Authoring and Programming, Proc. of Fifth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 2010,115-122.
- ② Hitoshi Kitani, Hideki Kudo, Hiroaki Nishino, Tsuneo Kagawa, Kouichi Utsumiya : A 3D Simulator for Optimizing Production Line System, Proc. of Fifth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 2010,415-420.
- ③ Eiji Aoki, Junji Hirooka, Toshihiko Osada, Nobuhiro Nagatomo, Hiroaki Nishino, Kouichi Utsumiya : Effects of Haptization on Disabled People, Proc. of the 4th Int'l Conf. on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS-2010), 2010, 1153-1157.
- ④ Masaomi Motoji, Hiroaki Nishino, Tsuneo Kagawa, Kouichi Utsumiya: A Haptic Parameter Exploration Method for Force Feedback Devices, Proc. of the 4th Int'l Conf. on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS-2010), 2010, 1158-1163.

〔学会発表〕(計 41 件)

- ① 安部千代文, 向宗一郎, 児玉利忠, 賀川経夫, 西野浩明, 宇津宮孝一 : 大規模ワイヤレスセンサネットワークのための視覚化システム(VSWSN)の開発, 情報処理学会火の国情報シンポジウム論文集(CD-ROM), 2011.
- ② 安部千代文, 児玉利忠, 賀川経夫, 西野浩明, 宇津宮孝一 : ペトリネットを用いた大規模ワイヤレスセンサネットワークにおけるセンサイベントの可視化手法の開発, 情報処理学会火の国情報シンポジウム 2010 論文集(CD-ROM), No.C-6-2, 2010.
- ③ Chiyofumi Abe, Toshitada Kodama, Tsuneo

Kagawa, Hiroaki Nishino, and Kouichi Utsumiya : A Visualization System for Scalable Wireless Sensor Networks Using Petri Net, 第 63 回電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, No.12-1P-07, 2010.

- ④ Chiyofumi Abe and Kouichi Utsumiya: A Visualization System for State Transitions in Scalable Sensor Networks using Petri Net, The 14th JSPS/NRF Core University Program Seminar on Next Generation Internet, 2010.
- ⑤ 有田敏充, 飯田隆義, 吉田和幸 : IPv6 ネットワークにおける複数の OSPF エリアからのトポロジ情報収集について, 情報処理学会研究報告(2008-IOT-5), Vol. 2009-IOT5, No. 13, 2009, 1-6.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宇津宮 孝一 (UTSUMIYA KOUICHI)
大分大学・工学部・教授
研究者番号 : 70037878

(2) 研究分担者

西野 浩明 (NISHINO HIROAKI)
大分大学・工学部・准教授
研究者番号 : 00274738

吉田 和幸 (YOSHIDA KAZUYUKI)
大分大学・学術情報拠点・教授
研究者番号 : 20174922

賀川 経夫 (KAGAWA TSUNEO)
大分大学・工学部・助教
研究者番号 : 90253773