

社会創造に資するセンシングプラットフォーム

猿 渡 俊 介^{†1} 森 川 博 之^{†1}

A Sensing Platform towards Creative Society

SHUNSUKE SARUWATARI^{†1} and HIROYUKI MORIKAWA^{†1}

1. 未来を予測する

30年後の社会はどのような社会になっているであろうか。未来を予測することは難しい。これまでの30年間は、情報通信技術(以下 ICT) 自体がイノベーションを起こしながら発展してきた。パーソナルコンピュータの誕生をきっかけとし、インターネットという巨大なサイバー空間、携帯電話などのモバイル機器、Amazon、Google、Facebook、Youtube、Twitterなどの ICT 企業が次々と登場した。これまでの ICT の発展は、計算速度、通信速度、記憶容量の向上といった、ICT 自体の強力なイノベーションによって実現されてきた。

今後の ICT の発展の鍵となるのがセンサネットワークである。センサネットワークは、センサを具備した小型コンピュータが無線を通じて相互に通信を行いながら実空間上の情報をサイバー空間に取り込むための技術であり、コンピュータに対して圧倒的な数と種類の入力を提供する点に特徴がある。ICT は、センサネットワーク技術を起点として、社会基盤としての ICT とエクスペリエンスとしての ICT の2つのベクトルの質的变化を醸成していくことになる。

2. 社会基盤としての ICT

ICT は、新しい産業を生む社会基盤となる。医療、運輸、農業、教育、エネルギーなどの多様な分野を横断して支える(図1)。ICT 以外の多様な分野に影響を与えながら、他分野同士の融合を促進することでイノベーションを誘発し、各分野が抱える社会問題を解決できるようになる。

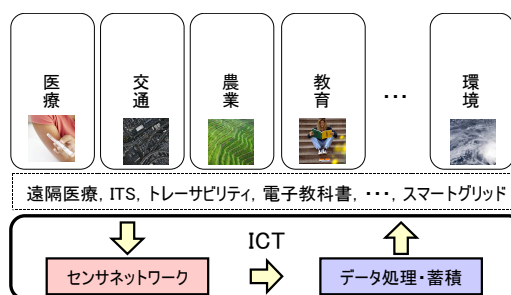


図1 社会基盤としての ICT。ICT は、医療、運輸、農業、教育、エネルギーなどの多様な分野を横断して支える基盤となる。ICT が他の分野の基盤となることでイノベーションを誘発し、各分野が抱える社会問題を解決できるようになる。

Peter Drucker は、技術が社会基盤へと変遷した例として蒸気機関を挙げ、「蒸気機関が鉄道の登場を促し、鉄道の登場がめぐりめぐって郵便、銀行、新聞などの登場につながった」と述べている¹⁾。蒸気機関を現在の ICT にあてはめると、「ICT がインターネットや携帯電話の登場を促し、インターネットや携帯電話の登場がめぐりめぐって、銀行、新聞などの登場につながった」となる。

社会基盤としての ICT の実現にあたってはセンサネットワークが鍵となる。実空間の情報をセンサネットワークで収集することで、多様な分野における新たなアプリケーションやサービスの創造に資することが期待できる。

例えば、農業や畜産業に応用することを考える。園芸では、育成している植物の害虫や寒さによる凍傷で生じる被害をいかに最小限に留めるかが経営の鍵となる。新しい品種を開発するための多品種少量生産と、人気のある品種の量産の2つの育成を効率化する必要がある。各鉢にセンサを取り付けると同時に、園芸機

^{†1} 東京大学 先端科学技術研究センター
RCAST, The University of Tokyo

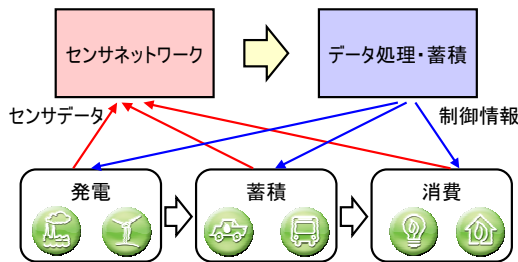


図2 スマートグリッド。通常の発電機で生成される電力、太陽電池や風力発電などのクリーンエネルギー、電気自動車に蓄積された電力、家庭内で利用される電力をリアルタイムに取得して電力の蓄積と使用の最適化を行う。

器を遠隔制御可能とすることで、生産者が過去に蓄積したノウハウベースの手作業を自動化することができる。例えば、葉の湿り具合・害虫や病害の発生・光合成によるCO₂の消費量の関係を把握できる。土中湿度・空気中の湿度・与えた水量・CO₂濃度を元に水・暖房・除湿機・窓の開閉を制御することで、害虫や病害のできにくい環境を人為的に構築することが可能となる。

また、酪農などの畜産業では、牛という資産の回転率で経営効率が決まるため、発情期を正確に把握することが重要となる。発情期の雌牛の歩数は、8,000～12,000歩/日（通常期は2,000～3,000歩/日）であるとともに、雄牛に追いかけるので円状に歩くことが多くなることを利用すれば、加速度センサや歩数計などを利用して発情期を的確に把握することができる。また、発情期の雄牛は、上下運動が多くなるとともに、雌牛を追いかけるために円状に歩くことが多くなることから、雄牛の発情期の把握も可能である。さらに、発情開始から15時間以内に受精すると雌牛が、15時間以降に受精すると雄牛が生まれる確率が高いことが知られているため、発情期を把握することができれば雄牛や雌牛の産み分けも可能となる。

すでにセンサネットワークが社会基盤として展開されている例として、スマートグリッドが挙げられる（図2）。スマートグリッドは、通常の発電機で生成される電力、太陽電池や風力発電などのクリーンエネルギー、電気自動車に蓄積された電力、家庭内で利用される電力をリアルタイムに取得して電力の発電量・蓄積量・消費量を最適化するシステムである。これに向け、国内外のメーカーを中心に、電力メータのセンサネットワーク化を実現するスマートメータが展開されている。既に日本でも、遠隔検針を目的として電力会社やガス会社がスマートメータの導入を進めている。

筆者らが研究開発を進めている地震モニタリングで

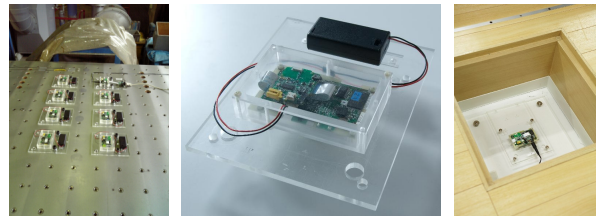


図3 地震モニタリング。地震による振動を建物に埋め込まれた加速度センサで計測する。耐震技術の基盤である地震モニタリングを低コスト・高密度化したいという要求は強く、有線敷設が不要な無線センサネットワークでシステムを構築することの意義は大きい。

は、地震による振動を建物に埋め込まれた加速度センサで計測する（図3）。耐震技術の基盤である地震モニタリングを低コスト・高密度化したいという要求は強く、有線敷設が不要な無線センサネットワークでシステムを構築することの意義は大きい。建物の構造解析に必要な測定精度を確保するために、数十ホップでも10 μ sの精度を実現する時刻同期プロトコル、全てのノードで同じタイミングでサンプリングを行う同期サンプリングの研究を進めている²⁾。

3. エクスペリエンスとしてのICT

社会基盤としてのICTは、基本的には「役に立つ」という価値観に根付いている。しかしながら、ICTが持っている力は「役に立つ」ということだけではない。「楽しい」「面白い」「心地良い」「嬉しい」といったユーザの感情にダイレクトに働きかけ、人間の世界観自体を変える力をも備えている。

人間の世界観は、なかなか変わらないように見えてちょっとしたことで大きく変わる。McLuhanは、技術が人間の世界観を変えた例としてGutenbergによる活版印刷の発明を挙げている³⁾。McLuhanによれば、活版印刷の出現は単に印刷技術のブレークスルーであっただけでなく、人類に反復的・画一的な世界観をもたらした。活版印刷という「技術」によって実現された印刷物の登場が人々の世界観を変えたのである。

人々の世界観を変えるような技術を生み出すのは簡単ではない。ユーザは多くの場合、革新的な技術が実際に目の前に現れるまで自分が何が欲しかったのか知らないからである。センサネットワークが新たな世界を切り拓くことは想像に難くないものの、どのような技術が登場し、どのように展開していくかを予測するのは困難である。予測が難しいエクスペリエンスとしてのICTの実現に向け、次の3つがヒントになると考えている。

1つ目は体験の蓄積・共有・再生である。ICTは、情

報をデジタル化、さまざまな形式に変換、多様なメディアに出力する機能を備えている。センサネットワークを用いることで、ユーザの体験をデジタル化することが可能となる(図4)。一度デジタル化された情報は蓄積され、多様なサービスを介して自分の体験を後から追体験(再生)したり、共有したりすることができる。多様なサービスによる体験の再生や共有は、「楽しい」「面白い」「心地良い」「嬉しい」といった多様な感情をユーザに享受するであろう。

既にランニングサポートなどの新しい体験を生み出すアプリケーションが実用化されている。NikeとAppleが提供しているNike+iPodは、ランニングシューズに加速度センサを組み込み、無線を介してiPodやiPhoneに蓄積、PCを介してWebにアップロードする。ユーザは過去の自分の累積走行データを見たり、今日の走行データを友達と共有したり、知らないユーザと走行距離を競ったりすることでランニングのモチベーションを高めることができる。Nike+iPodは直接的にユーザの役に立つわけではなく、ユーザの体験を再生・共有する仕組みを提供することで、結果的にユーザのランニングへの動機付けを行うシナリオを創出している。

筆者らが研究を進めている実空間プレゼンスサービスでは、スマートスペースでのユーザの活動をセンシングし、友達とプレゼンス情報を共有する。ユーザを取り巻く環境情報を共有することができるだけでなく、共有されてきたプレゼンス情報をトリガにして実空間中のデバイス进行操作することにより、実空間におけるユーザの体験をも共有できるようになる。これにより、今まで以上に「つながっている感」を感じさせることができると考えている。実空間プレゼンスサービスの例として、テレビのリモコンの制御情報を赤外線受信機でセンシングし、テレビの視聴体験を共有するシステムがある(図5)。

2つ目はラピッドプロトタイピングである。ラピッドプロトタイピングとは、できるだけ簡単にサービスを構築して、展開・検証を行うことを意味する。センサネットワークから得られる膨大なセンサデータを多様な形で利用することができれば、カンブリア爆発的に多様なサービスの創出に資する。

例えば、Twitterの成功は疎結合モデルで定義されたAPIによるマッシュアップ可能な仕組みにある。ユーザはTwitterのAPIを利用することで、Twitter上を流れているメッセージを多様な形に加工して「面白い」見せ方をすることができる。単純な例では、Twitterで投稿するメッセージにタグをつけるだけで不特定多

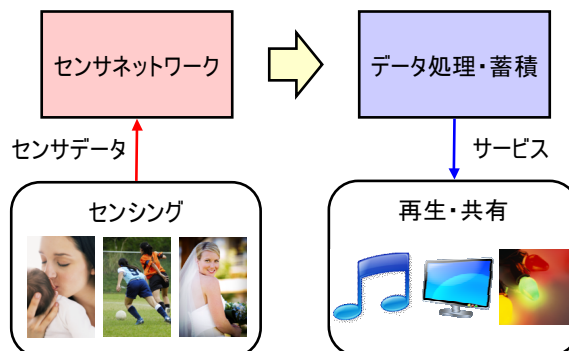


図4 エクスペリエンスとしてのICT。センサネットワークはエクスペリエンスとしてのICTでも重要な役割を担う。センサネットワークを用いることでユーザの体験をデジタル化することができる。デジタル化された情報は、多様なサービスを介して体験を後から追体験(再生)したり、共有したりすることを可能とする。

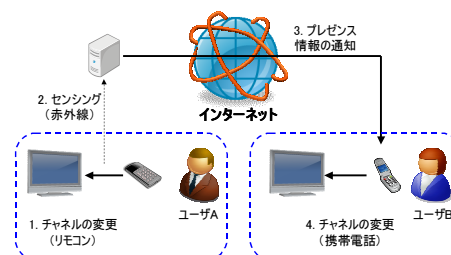


図5 実空間プレゼンスサービスの一例。テレビのリモコンの制御情報を赤外線受信機でセンシングし、テレビの視聴情報を友人と共有する。例えば、ユーザAがリモコンでチャンネルを変更するとユーザBが閲覧している番組も変更される。仮想空間のプレゼンスサービスよりも、より「つながっている感」を演出することができる。

数のチャットサービスを構築することができる。TwitterのAPIを用いて、1日毎にユーザのメッセージを保存すれば日記サイト^{*1}、映画関係のメッセージのみを収集すれば映画批評サイト^{*2}、URL情報のみを収集すれば人気ウェブページランキングサイト^{*3}、読書情報を収集すれば読書記録サイト^{*4}のように、マッシュアップによる新しいウェブサービスが簡単に構築できる。

3つ目は質的調査である。質的調査は、ユーザの行動がどのような動機の下で行われているのかといった、深いレベルでのユーザの定性的な側面を理解する手法である。これに向けては、ユーザ中心設計、ビジネス・エスノグラフィ⁴⁾、リビングラボなどの取り組みが進

*1 <http://twilog.org>

*2 <http://coco.to>

*3 <http://tweetbuzz.jp>

*4 <http://yonda4.com>

められている。例えばビジネス・エスノグラフィは、専門性に多様さを持たせたチームを構築し、例外的ユーザを対象にフィールドワークを実施することでフィールドとユーザの行動の関係性を短い時間で質的側面から理解するアプローチである⁴⁾。

ビジネス顕微鏡では、赤外線センサ・加速度センサ・マイク・無線通信デバイスを内蔵した名札型のセンサノードを社員が装着し、組織内での対面コミュニケーションの頻度や活動状況の可視化を行っている⁵⁾。センサからの情報を利用して社員のコミュニケーションタイプをマネージャ型・社交型・特定型・個人作業型に自動分類したり、活動量を可視化したりすることで、組織運営に伴うリスクの低減や生産性向上を目指している。

4. 戦略：データを集める

社会基盤・エクスペリエンスとしての ICT を実現するために重要になるのがセンサネットワークを利用して「データを集める」ことである。センサによって取得できるストリームデータを多くの人々の間で共有し、新たな軸を探っていくといった場作りからのアプローチが重要である。

場作りが技術発展の鍵となった例として、インターネットが挙げられる。インターネットは、誕生当初はビジネスは全く視野に入れておらず、存在していたサービスは telnet・FTP・電子メールなどの少数のみでユーザは研究者が主であった。当時のインターネットコミュニティでは「コンピュータ同士を繋ぐ」という共通意識を基に、次から次へとネットワークの相互接続を行った。接続可能なコンピュータの数の増加が相乗効果を生み、実現可能なサービスの幅が広がるからである。このような巨大なネットワークを構築するという地道な努力が後のウェブサービス誕生のきっかけを作ったと言える。

インターネットが「コンピュータ同士を繋ぐ」に着目していたのに対し、社会基盤・エクスペリエンスとしての ICT を実現するためには、「データを集める」ことに着目する必要がある。社会基盤・エクスペリエンスとしての ICT の双方において、データの組み合わせ数の増加が相乗効果を生み、実現できるサービスの幅が広がるからである。具体的なサービスが見えないうちから「データを集める」ことに注力することは負担が大きいものの、データを集めてからでないとは分からない知見・サービスは存在する。

米国で検索サービスが開いた契機が蓄積されていたデータ量にあるとの説がある。どれだけデータを

集められるかが鍵となろう。Google のウェブデータ、Youtube のビデオデータ、Amazon の購買データなど、近年活躍が目立つ ICT 企業は膨大な量のデータを持っている。膨大な量のデータを集めた上でしか発見できない知見、実現できないサービスが存在するからである。音声認識の分野では、コーパスの共有が研究開発の活性化を牽引してきた。データの共有は知識の共有であり、データ処理のインプットを共通化することで異なるデータ処理技術の比較が可能となる。しかしながら、データを集めるだけではビジネスになりにくい。産学官が連携してデータを集め、新たな産業の創出につなげていかなければならない。

英国政府が昨年立ち上げた「Power of Information」タスクフォースでの試みはユニークである。「Show Us a Better Way」サイト上に政府の公的情報を公開し^{*1}、これらの情報をマッシュアップして活用するコンテストを実施している。公開されている情報には、人口データ、犯罪・教育・ヘルスケアなどの各種統計情報、学校データ、官報データなどと共に BBC や公共交通機関のデータなどもあり、これらを利用した新しいサービスやアイデアを募集している。入学する小学校や中学校を選択するのを手助けしてくれるようなサービスや、最寄の郵便ポストの場所を教えてくれるようなサービスがユーザから提案されている。

センサから得られるストリームデータがサービス創出の核になることに鑑みると、実空間情報版の「Show Us a Better Way」を構築することが望まれる。既に実空間情報を集めて公開している例として、MIT の Place Lab が挙げられる。Place Lab では、温度センサ・湿度センサ・電力センサ・キッチンの棚の開け閉め検出センサなど部屋に百以上のセンサを埋め込み、ユーザが実験的にその環境で生活した際のストリームデータを収集・公開している⁶⁾。Place Lab で取得された情報は、家庭内の電力消費を削減するコンテキストウェアサービスの研究などで利用されている。

日本でも実空間情報を集めて共有することを目的として、人間行動センシングコンソーシアム (HASC: Human Activity Sensing Consortium)^{*2}が設立されている。HASC では、1000 人規模の装着型センサデータベースを構築する。HASC 内で成果を共有することで人間行動理解に関する研究開発を加速し、コンソーシアム参加者のデバイス開発・サービス提供をサポートすることを目指している。

*1 <http://showusabetterway.com>

*2 <http://hasc.jp>

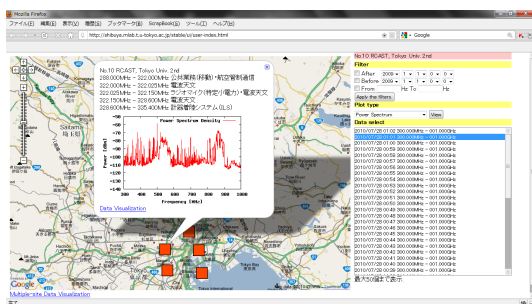


図 6 分散スペクトラムセンシング

電波というストリームデータを収集するのが分散スペクトラムセンシングである。分散スペクトラムセンシングでは、適切な電波政策に向けては帯域の利用状況をきめ細かく把握することが鍵となると考え、空間的に広範囲・高密度に電波の利用状況を収集することを目指している(図 6)。具体的には、帯域利用率測定のみ機能に絞ることで低価格化を実現する数 10 ドルオーダのスペクトラムセンシングノード、受信電波の RSSI しきい値判定を用いることで効率良く膨大な電波データを蓄積するストレージ容量管理機構、タイムスタンプや周波数帯域幅などの利用状況データを中央管理サーバに適応的に転送することで広域の電波利用状況データを効率良く収集する転送量分散制御機構、可視化のためのウェブサービスなどの開発を進めている。

5. 技術：低消費電力性とリアルタイム性

社会基盤・エクスペリエンスとしての ICT を実現するためにはデータを集める戦略だけでは不十分である。現在のセンサネットワークは、情報を収集する基盤としては確立されつつあるものの、現時点において社会基盤・エクスペリエンスとしての ICT で想定できる全てのアプリケーションを網羅するには低消費電力性とリアルタイム性の観点から技術課題が残っている。

低消費電力性は、センサノードをさまざまな場所に設置し、常時データ収集可能とするために不可欠である。例えば、社会基盤としての ICT において、体温・心拍数・血圧・運動量・睡眠状況などの生体データを収集することは重要である。しかしながら、現在の生体データの収集はバッテリーの問題からせいぜい数日しか連続駆動できない。徹底的な低消費電力化を推進することで生体データを常時収集することも可能となり、社会基盤としての ICT の側面を強化することができる。今まで存在しないような粒度・長期間のデータ収集は、最終的にはエクスペリエンスとしての ICT

に該当するようなサービスを生み出す基盤となる。

リアルタイム性は、自動車やロボットなどを対象とした M2M(Machine-to-Machine) 通信を伴うサービスに必須である。例えば、自動車・携帯電話に多様なセンサが組み込まれ、相互に通信可能な世界を考える。自動車と携帯電話が高速に情報をやり取りし、瞬時に状況を判断することができれば「ぶつからない車」も実現できる。また、製造業において、指示者が遠隔地にいる作業員に対して機械の組み立てや修理の指示を出す場合では、センサで取得した指示者の身振り手振りを作業員側のロボットが再生することで、より円滑な意思伝達が可能となる。これまでヒト同士のコミュニケーションを前提にネットワーク技術が開発されてきたが、モノ同士が通信するための機能を整備することで、コンピュータの存在をわれわれの意識の背後に押しやる新しいサービスが生まれてくると考える。

このように、低消費電力性・リアルタイム性の課題を克服することはセンサネットワークの応用分野の拡張に直結する。本節では、低消費電力性・リアルタイム性の課題に対する筆者らの研究開発事例の一部を示す。

5.1 低消費電力性

センサネットワークの設置の自由度が高いという特性を最大限に利用しようとした場合に、本質的な問題となるのが電源である。電源の問題を解決できないうちには、センサネットワーク技術が完成したとは言えない。これに向け、無線通信、CPU、センシングに必要な電力を最小化すると同時に、環境から電力を取得する環境発電技術、遠隔からエネルギーを送信する電力伝送技術などの研究開発が求められる。

ウェイクアップ型無線通信システム

無線通信では、送受信時のみならず、通信を待ち受けている時にもデータ送受信時と同程度の電力を消費している。これに対し、通信開始のトリガとしての機能に特化し、数十 μW で受信待機可能なウェイクアップ無線通信モジュールの開発を進めている(図 7)。すれ違い通信端末、家庭用無線 LAN 基地局、フェムトセル基地局、無線センサノードなど受信待機している時間がデータの送受信時間よりも長いと想定される通信機器への応用を目指している。ウェイクアップ無線通信モジュールのフロントエンド部およびベースバンド部の回路設計、ウェイクアップさせる端末を効率良く柔軟に指定可能な Bloom Filter を用いた ID マッチング機構の研究開発、LSI チップ上への実装を進めている。

バッテリーレス無線センサネットワーク

これまでのセンサネットワークは、バッテリー駆動が

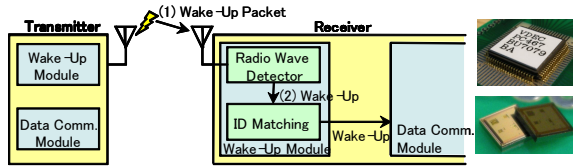


図 7 ウェイクアップ型無線通信システム

前提とされてきた。しかしながら、バッテリー交換のコストや環境への負荷を考慮すると、バッテリーを搭載したセンサノードを数多く環境に配布することは現実的ではない。このような観点から、太陽電池と電気二重層キャパシタを具備し、バッテリーの交換を行わずとも半永久的に動作するバッテリーレス無線センサノード「Solar Biscuit」の開発を進めている(図 8)。広大な農場での農作物に対する日照状況の収集や、森林のエコシステムの状態の指標として用いられる林冠閉鎖率の測定への応用を目指している。Solar Biscuit では太陽電池から得られる電力が微少かつ不安定にならざるを得ないことから、不安定な電力下でも動作可能なデータ収集プロトコルの研究を進めている。

5.2 リアルタイム性

センサネットワークで実空間上から取得した情報を処理し、サービスにつなげるためには現状のベストエフォートを前提としたコンピューティング技術、ネットワーク技術では不十分である。たとえば、社会基盤の ICT として、家庭で消費している電力量、電気自動車に蓄積された電力・蓄積可能な電力、太陽電池などで生産している電力を電力モニタリングで収集し、家庭内の機器の動作や電力の伝送を最適化する場合を考える。この場合、計算処理や通信にかかる時間を保証することができなければ電力が最適化されるどころか無駄な電力を消費してしまうことになりかねない。また、センサネットワークで取得した情報を利用してロボットを制御する場合にも、安全性の観点から信頼性の高いリアルタイム性を提供することは必須である。

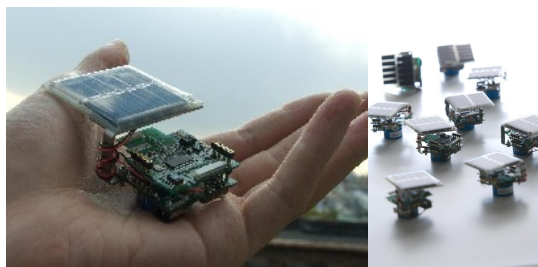


図 8 バッテリーレス無線センサネットワーク

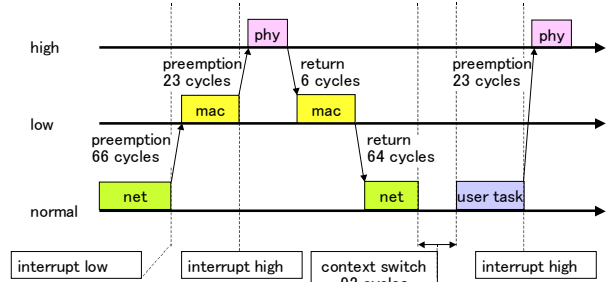


図 9 省資源型ハードリアルタイム OS

省資源型ハードリアルタイム OS

TinyOS を始めとする従来の無線センサノード向けのオペレーティングシステムはベストエフォートによるタスク制御を行っており、頑強性や高精度な計測が必要なアプリケーションには適用できない。このような観点から、センサネットワークで用いられること多い 8bit マイクロコントローラ上で動作するハードリアルタイムオペレーティングシステムの開発を進めている(図 9)。CPU の機能を積極的に利用してスレッドモデルを構築することで、TinyOS と同等の省資源性や低オーバーヘッド性を提供しながらもハードリアルタイム処理を実現する。また、スレッドによって実現されているため、実装が容易であるという特徴を有する。

リアルタイムワイヤレス

現在の制御用ネットワークを含む産業用ネットワークでは、有線による機器の配置の制限やワイヤリングコストの問題から、無線通信による解決が求められている。これに向けて、時間制約と高速性を要求する無線制御用ネットワークの実現を目的とし、制御用ネットワークに特化した物理層および MAC 層の研究を包括的に進めている(図 10)。具体的には、TDD/TDMA OFDM 方式におけるプリアンプルのオーバーヘッドを送信等化を用いて削減する手法について検討を進め、チャネル推定性能や同期性能の観点からプリアンプル削減手法の有効性を明らかにしている。

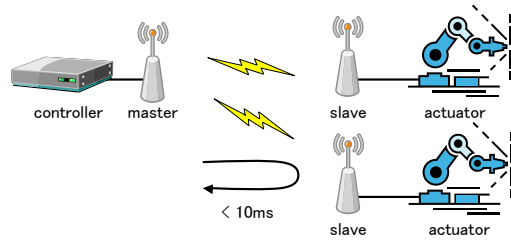


図 10 リアルタイムワイヤレス

6. 未来を創る

「客にいくら尋ねても、自動車が欲しいという答えは返ってこない。なぜなら客は馬車しか知らないからだ」とは、Henry Ford の言葉である。未来を予測することは難しいが、未来を創ることはできる。技術は社会を変える力を有しているためである。変化し続ける時代の中で、10年、20年、50年後を夢想するマインドでもって、産業、経済、社会が変わるプロセスに寄与していきたいものである。

参 考 文 献

- 1) Drucker, P.F.: Beyond the Information Revolution, *The Atlantic Monthly* (1999).
- 2) Kurata, N., Suzuki, M., Saruwatari, S. and Morikawa, H.: Actual Application of Ubiquitous Structural Monitoring System using Wireless Sensor Networks, *Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering (14WCEE)*, Beijing, China (2008).
- 3) McLuhan, H.M.: *The Gutenberg Galaxy: the Making of Typographic Man*, Routledge & Kegan Paul (1962).
- 4) 田村 大: ビジネス・エスノグラフィ: 機会発見のための質的リサーチ, 計測と制御, Vol.48, No.5 (2009).
- 5) 森脇紀彦, 佐藤信夫, 脇坂義博, 辻 聡美, 大久保教夫, 矢野和男: 組織活動可視化システム

「ビジネス顕微鏡」, 電子情報通信学会技術研究報告, ヒューマンコミュニケーション基礎研究会, HCS2007-44 (2007).

- 6) Intille, S.S., Larson, K., Tapia, E.M., Beaudin, J.S., Kaushik, P., Nawyn, J. and Rockinson, R.: Using a Live-In Laboratory for Ubiquitous Computing Research, *Proceedings of 4th International Conference on Pervasive Computing (Pervasive'06)*, Dublin, Ireland (2006).

(平成 22 年 7 月 14 日受付)

(平成 ? 年 ? 月 ? 日採録)

猿渡 俊介 (正会員)

2007 年東京大学大学院博士課程修了。2006 年～2008 年日本学術振興会学振特別研究員現在, 東京大学先端科学技術研究センター助教。専門は無線センサネットワークなど。2009 年電子情報通信学会論文賞。

森川 博之 (正会員)

1992 年東京大学大学院博士課程終了。現在, 東京大学先端科学技術研究センター教授。専門はユビキタスネットワークなど。本会論文賞, 電子情報通信学会論文賞 (3 回), ドコモモバイルサイエンス賞など受賞。