

PerCom2013 参加報告

水本 旭洋^{1,2,a)}

概要: PerCom(Pervasive Computing and Communication) は、パーベイシブコンピューティングと通信をテーマとする IEEE Computer Society 主催の世界的に有名な国際会議である。11 回目を迎える本年は、米国カリフォルニア州サンディエゴにて 2013 年 3 月 18 日～22 日の 5 日間の日程で開催され、パーベイシブコンピューティングやネットワークに関する研究として、アプリケーションからデバイスまで幅広いトピックで発表が行われた。本稿では、同会議の参加報告として、会議の様子や主な発表論文を紹介する。また、昨年度との比較からパーベイシブコンピューティングの最新動向を紹介する。

1. はじめに

PerCom (International Conference on Pervasive Computing and Communications) は、ユビキタスコンピューティングの分野で最難関とされる国際会議の 1 つである。本会議では、パーベイシブコンピューティングおよび通信に関連する、無線通信技術、コンテキストのモデル化、セキュリティ、デバイスやシステムの省電力化、位置推定技術など幅広い研究トピックを扱っている。

筆者は、昨年の PerCom2012 に参加すると共に併催ワークショップである PerNEM で発表を行った。本年度は本会議・ワークショップのどちらにおいても残念ながら発表することはできなかったが、幸運なことに拝聴する機会を得たため、本稿において、本年度の PerCom2013 の様子と統計データ、拝聴した発表の骨子を紹介する。

筆者は、PerCom2012, 2013 の参加を通して、本会議のレベルの高さを肌で感じたが、同時に日本人発表者の少なさに危機感を感じた。そのため、本報告が筆者を含め本研究会メンバーの PerCom への積極的な投稿を少しでも促すことになれば幸いである。

以下、第 2 節で PerCom2013 の様子を紹介すると共に、統計データや PerCom2012 との比較から最新の動向を探る。次に第 3 節で本会議の構成と各セッションの骨子について述べ、そして第 4 節でまとめを述べる。

2. PerCom2013 の様子と過去との比較

11 回目となる本年の PerCom2013 は、2013 年 3 月 18 日から 22 日にかけて米国カリフォルニア州サンディエゴ



図 1 PerCom 2013 会場 (Kona Kai Resort)

表 1 投稿・採択論文数

Year	submitted	accepted	full	concise
2009	202	26 (12.9%)	18 (8.9%)	8
2010	227	28 (12.3%)	26 (11.5%)	2
2011	156	27 (17.3%)	18 (11.5%)	9
2012	186	28 (15.1%)	16 (8.6%)	12
2013	174	27 (15.5%)	19 (10.9%)	8

で開催された。会場となった Kona Kai Resort ホテルは図 1 のように周辺に美しい海が広がるシェルターアイランドの先端に位置しており、1 年を通して温暖な気候で知られるサンディエゴの中でも人気の高いリゾートホテルである。残念なことに 18 日から 21 日にかけて天候が悪く気温が低かったため、多くの参加者が配布されたトレーナーを着こむことになったが、最終日には晴れ間が広がり快適に過ごせた。

PerCom2013 では、本会議の前後日に 12 のワークショップが併催され、各ワークショップにおいて 3~11 件の発表行われた。本会議中には、8 つのテクニカルセッションで合計 27 件の発表が行われた。また、デモセッションで 9 件のデモが、WiP ポスターセッションで 22 件のポスター発表、そして PhD フォーラムで 8 件のポスター発表がそれぞれ行われ、白熱した議論が交わされていた。

表 1 は過去 5 年間の投稿数と採択論文数、そして採択率を表している。採択論文数に関しては、Full paper で採択

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-0101, Japan
² 日本学術振興会 特別研究員 DC
^{a)} teruhiro-m@is.naist.jp

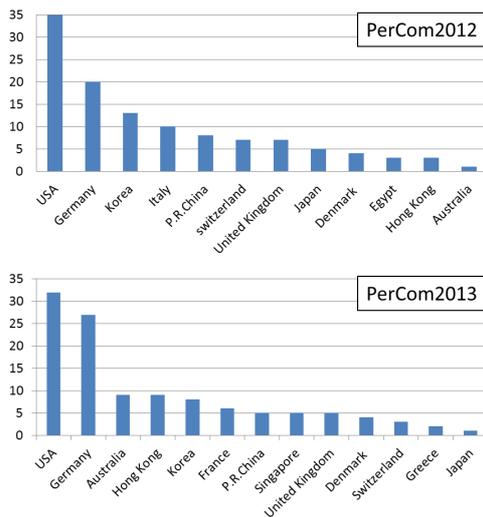


図 2 PerCom2012 と PerCom2013 の国別の著者数

された論文数と Concise paper で採択された論文数も共に集計した。PerCom の投稿数は、2010 年以前は 200 件程度あったが、2011 年に 150 件程度まで減少している。直近の 2 年間では 180 件前後まで増加しているが、2010 年の投稿数にはまだ及ばない。一方、採択数を見ると毎年 26 件から 28 件と投稿数と比べ採択数に大きな変化はない。採択率は 12% 前後であった 2010 年以前と比べ 2011 年以降は 15% から 17% 程度と増加している。しかしながら、Full paper の採択率を見ると投稿件数が多かった 2010 年の 11.5% と比較して、2012 年は 8.6%、2013 年は 10.9% と採択率が低くなっている。このことから、PerCom 本会議に採択されやすくなっているが、Full paper での採択はより難しくなっていると言える。以前より採択されやすくなっているとはいえ、同分野の Ubicomp (採択率: 20% 程度) や Pervasive (採択率: 20% 程度) といった他の難関国際会議と比較して、採択率は圧倒的に低く、同分野の中でも最難関国際会議であることに変わりない。

図 2 は PerCom2012 と PerCom2013 における国別の著者数を表している。PerCom2012・2013 共に米国の著者が最も多く、次いでドイツが多くなっている。PerCom2013 では上記の 2 国だけで著者数の 50% を占めており、PerCom2012 と比較してもその割合は増加している。また、残念なことに PerCom2012 に 5 人いた日本からの著者が、PerCom2013 では 1 人に減少しており、第 1 著者を見ると日本人は 1 人もいなかった。正確な人数は開示されなかったが、日本人の投稿者数は 18 人程度であったため、投稿件数を 6~9 件と考えると全体の 5% 程度だったと考えられる。一方、本会議以外の日本人著者数は 46 人と多かったため、日本人は本会議を避けワークショップに投稿する傾向にあるかもしれない。

採択された論文の内容を見ると、昨年に多かった位置推定手法が 5 件 (うち 4 件 concise paper) しか採択されていなかった。一方で、本年はスマートフォン関連の研究が

多く、特に参加型センシングや行動推定に関する研究が多い印象を受けた。

3. 会議構成

PerCom2013 の日程は、表 2 に示す通りである。以下に会議の構成とそれぞれで発表された研究の骨子を紹介する。

3.1 併催ワークショップ

本会議の前後日には 12 つ (初日に 7 つと最終日に 5 つ) のワークショップが併催された。開催されたワークショップは以下の通りである。

- PerHot(2nd International IEEE Workshop on Hot Topics in Pervasive Computing) : 3 件
- CoMoRea(10th IEEE Workshop on Context Modeling and Reasoning) : 10 件
- PerMoby(International Workshop on the Impact of Human Mobility in Pervasive Systems and Applications) : 10 件
- MUCS(10th IEEE International Workshop on Managing Ubiquitous Communications and Services) : 8 件
- MP2P(9th International Workshop on Mobile Peer-to-Peer Computing) : 6 件
- SESOC(Fifth International Workshop on SECURITY and Social Networking) : 4 件
- PerCol(Workshop on Pervasive Collaboration and Social Networking) : 8 件
- C3(The First International Workshop on Cognitive Computing and Communications) : 4 件
- SEnAmI(5th International Workshop on Smart Environments and Ambient Intelligence) : 11 件
- PerSeNS(9th IEEE International Workshop on Sensor Networks and Systems for Pervasive Computing) : 9 件
- PerNEM(Third International Workshop on Pervasive Networks for Emergency Management) : 9 件
- IQ2S(5th International Workshop on Information Quality and Quality of Service for Pervasive Computing) : 9 件

筆者は、救急医療や防災などで利用可能なシステムやアプリケーションを扱う PerNEM に参加した。PerNEM では MANET と DTN を組み合わせたルーティング手法など興味深い発表が行われていたが、最終セッションにおいて発表中にも関わらず参加者同士で白熱した議論が交わされていたのが特に印象深かった。

3.2 基調講演

PerCom2013 では、本会議の 1 日目と 2 日目の冒頭に基調講演が行われた。

初日には、Google の Roy Want 氏によって “The Golden Age of Pervasive Computing” と題した基調講演が行われた。同氏は、この 20 年間でユビキタスコンピューティング技術は進化し、パーベイシブコンピューティングの黄金時代が到来したと語った。また、近年はスマートフォンの出荷数が PC の出荷数を上回ったことから、スマートフォンの時代が到来したとも語った。しかしながら、スマートフォンは UI が小さく、リソースも限られているため、ユー

表 2 PerCom 2013 の日程

Day 1	ワークショップ	PerHot, CoMoRea, PerMoby, MUCS, MP2P, SESOC, PerCol
Day 2	開会式	
	基調講演	Dr. Roy Want, Google
	テクニカルセッション	Innovative Applications, Tools and Software Design Context modeling and reasoning
	デモ・Work-in-Progress	ポスターセッション
Day 3	基調講演	Prof. David Culler, カリフォルニア大学
	テクニカルセッション	Best Papers Privacy, Security and Location Detection
	NSF プレゼンテーション	
	IBM PhD フォーラム	
	パンケット	
Day 4	テクニカルセッション	Pervasive networking and sensing Positioning and tracking (Concise) Context-Awareness and Social Sensing (Concise) Enabling Technologies, Smart Applications and Devices
	PerCom2013 タウンホールミーティング	
	ワークショップ	C3, SEnAmI, PerNEM, PerSeNS, IQ2S

ザエクスぺリエンスが貧しいという問題を抱えているとし、その解決策として、様々なインフラを効果的に利用できるようにする“Adapt”，周辺機器を共有しユーザビリティを向上する“Share”，広帯域の通信と周辺機器のプロセッサを用いて処理を加速させる“Acceleration”についてそれぞれ関連する技術を挙げていた。そして最後の締めくくりとして“Mobile devices can provide a first class computing experience”と語った。

2日目には、カリフォルニア大学のDavid Culler氏によって“Pervasive Communication and Interaction to make the Built Environment Better and more Sustainable”と題した基調講演が行われた。同氏は、建物内で消費される電気やエネルギーのうち半分が無駄なものだと語ったうえで、同氏らが構築した建物を高度に制御するBOSS (Building Operating System and Services) と構成する要素技術について実環境で得られたデータを交えて語っていた。

3.3 デモ、ポスター、PhD フォーラム

本会議の1日目には9件のデモセッションと22件のWork-in-Progressポスターセッションが行われた。

デモセッションでは、SmartPhoneを用いて建物の3Dモデリングを行うアプリケーションやフロアマップを自動で作成するシステムのようなSmartPhoneを用いたデモが目立った。また、本会議のセキュリティセッションにも採択されているオンラインサービスの共有を簡易化する鍵交換プロトコルに関するデモも行われていた。ベストデモペーパーとして、リューベック大のソーシャルネットワークサービスの画面を共有するフレームワーク [1] が選ばれていた。

WiPポスターセッションでは、スマートホームにおいて

快適さの低減を最小化しながら省エネルギーを実現する手法やコンテキストに合わせて観光地を推薦するシステムなどの発表が行われており、全体的に見て、セキュリティ、コンテキストウェア、スマートハウスに関連する発表が多い印象を受けた。また、ベストWiPペーパーとして、DFKIのBahleらのウェアラブルセンサとビデオカメラを利用した行動認識手法 [2] が選ばれていた。

本会議の2日目には8件のポスター発表がIBM PhDフォーラムとして行われた。ジョージア工科大のHongの大規模カメラネットワークを利用した状況認識アプリケーション [3] がベストペーパーとして選ばれていた。

3.4 テクニカルセッション

テクニカルセッションではシングルトラックで6つとパラレルトラックで2つ、計8つのセッションが開催され、3日間を通して27件の発表が行われた。以下では、テクニカルセッションで発表された論文の骨子を紹介する。

3.4.1 Innovative Applications, Tools and Software Design

最初のセッションではパーベイシブアプリケーションのツールやソフトウェアデザインについて発表が行われた。

1件目の発表では、香港科技大と南京大のグループがAndroidアプリケーションの非効率な電力利用を解析するツール [4] を提案した。彼らはAndroidアプリケーションにおける電力問題の多くがセンサの不適切な利用によって引き起こされていると述べ、Java用のモデル検査ツールであるJava PathFinderのJava仮想マシン (JVM) 上でアプリケーションのセンサ利用を監視し解析することで、アプリ開発者にどこでセンサが不適切に利用されているかを報告するGreenDroidを実装したと語っていた。

マンハイム大の Majuntke らのグループは、マルチプラットフォームで動作するパーベイシブシステム間の干渉を管理する COMITY フレームワーク [5] を提案した。彼らは、コンテキストと相互作用するパーベイシブアプリケーションが共通するコンテキスト内で同時に複数動作する場合に互いに干渉してしまうという問題に着目し、異なるパーベイシブシステムをコーディネータにより統合し、バックトラッキングベースのアルゴリズムにより各アプリケーション間の干渉を解消すると語った。また彼らは、4タイプアルゴリズムに対して同時に動作するアプリケーション数を増やした場合の検出時間を評価し、50個のアプリケーションを動作させる場合に約 1ms、100個のアプリケーションでは 6.7ms の計算時間で検出可能だという結果を示した。

ソウル大学の Yang らのグループは、オフローディングを行う際の転送データ削減技術 [6] を提案した。スマートフォンで高いパフォーマンスを実現するためにクラウドサーバに処理を任せるオフローディングを行うことがあるが、これまで転送するデータを最小化する手法は考えられてこなかったとして、彼らはコンパイラのコード解析に基づいた技術により、処理に必須なヒープオブジェクトのみを転送しオフローディングを高速化する手法を考案し、フィボナッチ数の計算と顔認識の処理に対して提案手法を適用した結果、3G で転送する場合に 65%、WiFi で転送する場合に 11% パフォーマンスを改善できたと語った。

3.4.2 Context modeling and reasoning

第2セッションでは、コンテキストのモデリング手法や推論手法に関する4件の発表が行われた。

香港科技大とカーネギーメロン大のグループは、スマートフォンを利用した人間のルーチン検出のための協調フィルタリングモデル [7] について発表を行った。彼らは、個人のスマートフォンのみではデータが不足する希薄問題に対して、複数のスマートフォンのデータを用いた協調フィルタリングモデルにより解決を図っていた。また彼らの手法では、ユーザの一時的な位置情報と時間に対する規則性を利用して過剰適合（オーバーフィッティング）を避けている。評価実験では、過去に彼らが提案した1ユーザのデータからモデルを作成する手法と比較を行い、予測精度が向上することができたと語っていた。

ワシントン州立大とシンガポールマネジメント大のグループは、スマートフォンとインフラを利用したハイブリッドセンシングで複数住居者に関する日常生活動作を識別する手法 [8] を提案した。彼らは複数住居者のモデリングを行うために隠れマルコフモデルを拡張した CHMM を利用しており、この CHMM の状態遷移を2人の住居者ずつ考えることで簡略化している。また彼らが実際のスマートホームに提案手法を実装し、10人の被験者を利用した評価実験を行った結果、スマートフォンを用いた不十分なモ

デルと比べて 30% 分類精度を向上させていた。

デューキン大学の Nguyen らは、ノンパラメトリックベイズ法の一つである階層ディリクレ過程 (HDP: Hierarchical Dirichlet Processes) とクラスタリング手法である Affinity Propagation を採用したコンテキストおよびパターン推定フレームワーク [9] について発表した。彼らは MIT メディアラボの Sociometric Badge を用いて収集されたデータを利用して評価を行い、F 値 0.8、ランド指数 0.9 という高いパフォーマンスを達成したと語っていた。

オースタ大とチューリッヒ工科大のグループは、モバイルセンシングデータから歩行者の移動パターンとしてリーダーシップとフォローイングという2つの動作を検知するタイムラグ分析ベース手法 [10] を提案した。彼らはシグナルデータ、位置データ、両方を使用した場合の提案手法の精度を評価しており、フロア内を複数人が歩き回るゲーム実験の様子をビデオで紹介していた。

3.4.3 Best Papers

ベストペーパーセッションでは3件のベストペーパー候補の発表が行われた。

ミシガン州立大とイリノイ大のグループは Supero という電力の使用状況をモニタリングするセンサシステム [11] について発表を行った。彼らのシステムでは、屋内に設置されたセンサの計測データを基に教師なしクラスタリング手法を用いて、どの家電が使用されたか推定し、単一のスマートメータが計測した電力の変化量と関連付けることで、各家電の電力使用状況をモニタリングしていた。彼らは、5軒のスマートハウスで実際に実験を行い 7.5% 以下の誤検出率で家電の電力使用状況を推定できたと語っていた。

ペンシルバニア州立大の Li らは、モバイルセンシングノードに対してプライバシーを確保しながら報酬を提供する手法 [12] について発表を行った。彼らの手法では、情報を要求する Querier と情報の提供を行うモバイルノードの間に仲介を行うサービスプロバイダを置き、情報の提供があった場合には最終的にサービスプロバイダが口座に報酬を支払うシステムモデルを設計していた。また、彼らは TTP (Trusted Third Party) を利用してプライバシーを確保する手法と、TTP を利用せずブラインド署名を利用してプライバシーを確保する手法を提案し、それぞれ1タスクごとに 0.05 ジュールと 0.22 ジュールの消費電力で処理が行え、3.7V、1500mAh のバッテリーで 399,600 タスクと 90,818 タスクの処理が可能だと語っていた。

同日行われたバンケットでベストペーパーとして選ばれたのが、ケンブリッジ大の Rachuri らの METIS [13] というソーシャルセンシングアプリケーションを効率的にサポートするモバイルプラットフォームである。彼らは、消費電力、精度、ユーザのモビリティを考慮し、各タスクに対してスマートフォンでセンシングを行うか、周辺のインフラでセンシングを行うか動的に決定するセンサタスク分散手

法を提案していた。そして、1ヶ月間行った実環境実験によって、スマートフォンのみでセンシングを行う場合と比較した場合に、35% バッテリーを長持ちさせることが可能だったと語った。

3.4.4 Privacy, Security and Location Detection

第4セッションでは、プライバシーと位置検出技術に関する3件の発表が行われた。

デュースブルグ・エッセン大の Apolinariski らは、PIKE[14] という会議中にオンラインコラボレーションツールを使用して参加者間で資源共有する場合の暗号化と認証に掛かる労力を最小化する鍵交換プロトコルについて発表を行った。彼らは1日目に開催されたデモセッションにおいてこの研究のデモを行っていた。

アテネ大の Boutsis らは、スマートフォンの参加型センシングデータに関してセンシングされた位置情報を攻撃者が特定しづらくするミドルウェア LOCATE[15] について発表を行った。

オールドドミニオン大の Uddin らは、スマートデバイスの相対位置検出手法 RF-Beep[16] について発表を行った。この手法は、ビーコンデバイスが RF シグナルと高周波のビーブ音を送信し、両シグナルを受信した各ターゲットデバイスが到来時間差 (TDoA: Time-Difference-of-Arrival) 技術を利用してビーコンデバイスとの相対位置を求める手法である。彼らは屋内実験の結果、実行時の93%で誤差40cm以下で位置を測定できたと語っていた。

3.4.5 Pervasive networking and sensing

第5セッションでは、ネットワークのモニタリングやセンシングを最適化する手法が提案されていた。

ミシガン州立大の Zhou らのグループは、WizNet[17] という802.11 WLANのパフォーマンスをモニタリングするシステムについて発表を行った。この手法では、省電力の ZigBee ベースのセンサを用いて測定した RSS と、分散配置された各アクセスポイントのビーコンログから推定した RSS を用いて各アクセスポイントのパフォーマンスを推定していた。彼らは、46,000 平方フィートのエリアに11個のアクセスポイントと26個のセンサを配置した実験を行い、実験中の80%で誤差2.5dB以下でSN比を推定できたと語った。

INRIA の Hachem らは、参加型センシングにおいてモバイルデバイスが情報提供の参加登録を行うかをモバイルデバイスから一定範囲内の重複したセンサを持つデバイス数およびモバイルデバイスの移動確率から決定する確率的登録手法 [18] について発表した。

カリフォルニア大とボローニャ大のグループは、部分観測マルコフ決定過程 (POMDP: Partially Observable Markov Decision Process) を利用し空間モニタリング用センサの制御を最適化するスケジューリングアルゴリズム [19] を提案した。発表では、スマートビルディング内のカメラネッ

トワークを動的に制御 (Zoom In, Zoom out) する評価実験について紹介していた。

3.4.6 Positioning and tracking

第6セッションは、Concise ペーパーで採択された論文の発表であり、パラレルトラックで発表が行われていた。筆者は次節のセッションに参加していたため、このセッションの紹介は割愛する。

3.4.7 Context-Awareness and Social Sensing

このセッションでは Concise ペーパーとして採択されたコンテキストウェアネスやソーシャルセンシングに関する4件の論文について発表が行われた。

ナンヤン理工大とペンシルバニア州立大のグループは、DTN(Delay Tolerant Networks) のデータフォワードイングや OSN(Online Social Networks) のワーム閉じ込めを効果的に行う手法 [20] について発表を行った。彼らは重み付きネットワークにおけるコミュニティを検出するアルゴリズムについて紹介し、その後、同一コミュニティ内の通信に関して最短パスで伝送を行うアルゴリズム Intra-centrality、および、コミュニティが異なるノード間の通信に関して最短パスで伝送を行うアルゴリズム Inter-centrality という2つのアルゴリズムについて紹介を行った。そして DTN のメッセージ送信に関するシミュレーション実験の結果、複製なしの場合、Epidemic などの他の手法と比較して、50%以上のメッセージ到達率を達成したと語っていた。

シュトゥットガルト大の Philipp らは、パブリックセンシングにおいて環境情報を収集するノードを最適化することで電力消費量を削減する手法 [21] を提案している。彼らはシミュレーション実験の結果から通信とセンシングに掛かるエネルギーを80%まで節約することができたと語っていた。

カイザースラウテルン大の Weppner らは、発見可能な Bluetooth デバイスをスキャンすることでエリア内の人物混雑度を推定する手法 [22] を提案している。彼らは、オクトーバフェストやヨーロッパチャンピオンシップのパブリックビューイングといったイベントで実験を行い、75.3%の精度で混雑度を7つのクラスに分類できたと語っていた。

香港理工大の Liang らは、CircleSense[23] という社会活動の推定を行うパーベイシブコンピューティングシステムについて発表を行った。このシステムでは、計量学習を用いて社会活動の分類モデルを作成しており、10人のボランティアによって実際に収集されたデータを基にした評価により精度0.85、再現率0.79、F値0.81で推定可能だと語っていた。

3.4.8 Enabling Technologies, Smart Applications and Devices

最後のセッションでは、スマートアプリケーションとデバイスに関する3件の発表が行われた。

カリフォルニア大学と UCLA のグループは、睡眠時の

姿勢モニタリングを可能にする圧力感知ベッドシートおよび姿勢識別フレームワーク [24] について発表を行った。彼らは、プロトタイプとして作成したベッドシートを利用して圧力データを計測し、スパースリプレゼンテーションによって6種類の姿勢に分類していた。そして、14人の被験者の協力のもと行った実験において、83.5%の精度で姿勢を識別できたと語っていた。

ライス大学のMirhoseiniらは、エナジーハーベスト装置を備えたASIC(Application Specific Integrated Circuit)上で長期間処理を行う手法 [25] について発表を行った。彼らは、一定電圧まで電圧が下がると不揮発性メモリに処理の進捗を保存後デバイスの電源を切り、電圧が上がりしだい処理を再開するような回路を設計し、電圧を確認するチェックポイントの配置を最適化することでエネルギーや時間と言った費用を削減していた。そして、ベンチマーク評価の結果、16%の時間と11%のエネルギー消費を削減できたと語っていた。

テレコムSudParisと浙江大のグループは、タクシーのGPSデータを基に夜間バスの効果的なルートを計画する手法 [26] について発表を行った。彼らの手法では、まず、タクシーのGPSデータ(乗車位置、下車位置など)からエリアをクラスタ化しバスの停留位置を選択、そして、停留位置のグラフから最も効率の良いルートを選択していた。

4. おわりに

本稿では、PerCom2013国際会議の様子と各発表の骨子について紹介した。PerCom2013を振り返ると基調講演でRoy Want氏がスマートフォンの時代が来たと言った通りスマートフォン関連の研究が多かった。スマートフォンに関しては様々な問題が残っているため、引き続きホットな研究トピックになると考えられる。また、位置推定や行動推定など現在のコンテキストを推定することが可能になってきているため、今後はユーザの行動予測や予測に応じた最適なサービス選択手法といった研究がホットになるのではと筆者は考えている。本会議の発表や論文を見て気づいたことだが、採択された論文のほとんどが複数の大学や研究機関によって共同で投稿された論文であり、国家を跨って共同研究しているものも多く見受けられた。またほとんどの論文で、複数のスマートハウスや大規模なイベントなどの実環境で評価実験を行っていた。さらに、第1著者や発表者のほとんどがPhD学生であった。以上のことを踏まえて、PerComのような最難関国際会議により採択されるためには、(1)異なる研究機関との連携強化、(2)大規模実験可能な環境構築、(3)世界で戦えるPhD学生の養成、が必要だと筆者は考えている。

本報告が、今後の皆様のご研究に少しでもお役に立ち、日本からのPerCom本会議への投稿数・採択数の増加に繋がることができれば幸いである。

参考文献

- [1] Carlson, D., Altakrouri, B. and Schrader, A.: Reinventing the Share Button for Physical Spaces, *PerCom2013*, pp.318–320, 2013.
- [2] Bahle, G., Lukowicz, P., Kunze, K., et al.: I see you: How to improve wearable activity recognition by leveraging information from environmental cameras, *PerCom2013*, pp.409–412, 2013.
- [3] Hong, K.: Toward Large-scale Situation Awareness Applications on Camera Networks, *PerCom2013*, pp.415–416, 2013.
- [4] Liu, Y., Xu, C. and Cheung, S.C.: Where Has My Battery Gone? Finding Sensor Related Energy Black Holes in Smartphone Applications, *PerCom2013*, pp.2–10, 2013.
- [5] Majumta, V., VanSyckel, S., Schaefer, D., et al.: COMITY: Coordinated Application Adaptation in Multi-Platform Pervasive Systems, *PerCom2013*, pp.11–19, 2013.
- [6] Yang, S., Kwon, Y., Cho, Y., et al.: Fast Dynamic Execution Offloading for Efficient Mobile Cloud Computing, *PerCom2013*, pp.20–28, 2013.
- [7] Zheng, J., Liu, S. and Ni, L.: Effective Routine Behavior Pattern Discovery from Sparse Mobile Phone Data via Collaborative Filtering, *PerCom2013*, pp.29–37, 2013.
- [8] Roy, N., Misra, A. and Cook, D.J.: Infrastructure-Assisted Smartphone-based ADL Recognition in Multi-Inhabitant Smart Environments, *PerCom2013*, pp.38–46, 2013.
- [9] Nguyen, T.C., Phung, D.Q., Gupta, S., et al.: Extraction of Latent Patterns and Contexts from Social Honest Signals Using Hierarchical Dirichlet Processes, *PerCom2013*, pp.47–55, 2013.
- [10] Kjaergaard, M.B., Blunck, H., Wirz, M., et al.: Time-lag Method for Detecting Following and Leadership Behavior of Pedestrians from Mobile Sensing Data, *PerCom2013*, pp.56–64, 2013.
- [11] Phillips, D., Tan, R., Moazzami, M.M., et al.: Supero: A Sensor System for Unsupervised Residential Power Usage Monitoring, *PerCom2013*, pp.66–75, 2013.
- [12] Li, Q. and Cao, G.: Providing Privacy-Aware Incentives for Mobile Sensing, *PerCom2013*, pp.76–84, 2013.
- [13] Rachuri, K.K., Efstratiou, C., Leontiadis, I., et al.: METIS: Exploring mobile phone sensing offloading for efficiently supporting social sensing applications, *PerCom2013*, pp.85–93, 2013.
- [14] Apolinarski, W., Handte, M., Iqbal, U., et al.: PIKE: Enabling Secure Interaction with PIGgybacked Key-Exchange, *PerCom2013*, pp.94–102, 2013.
- [15] Boutsis, I. and Kalogeraki, V.: Privacy Preservation for Participatory Sensing Data, *PerCom2013*, pp.103–113, 2013.
- [16] Uddin, M. and Nadeem, T.: RF-BEEP: A light ranging scheme for smart devices, *PerCom2013*, pp.114–122, 2013.
- [17] Zhou, R., Xing, G., Xu, X., et al.: WizNet: A ZigBee-based Sensor System for Distributed Wireless LAN Performance Monitoring, *PerCom2013*, pp.123–131, 2013.
- [18] Hachem, S., Pathak, A. and Issarny, V.: Probabilistic Registration for Large-Scale Mobile Participatory Sensing, *PerCom2013*, pp.132–140, 2013.
- [19] Vaisenberg, R., Motta, A.D., Mehrotra, S., et al.: “Scheduling Sensors for Monitoring Sentient Spaces using an Approximate POMDP Policy,” *PerCom2013*, pp.141–149, 2013.
- [20] Z. Lu, Y. Wen and G. Cao, “Community Detection in Weighted Networks: Algorithms and Applications,” *PerCom2013*, pp.178–183, 2013.
- [21] D. Philipp, J. Stachowiak, P. Alt, F. Durr and K. Rothermel, “DrOPS: Model-Driven Optimization for Public Sensing Systems,” *PerCom2013*, pp.184–191, 2013.
- [22] J. Weppner and P. Lukowicz, “Bluetooth based Collaborative Crowd Density Estimation with Mobile Phones,” *PerCom2013*, pp.192–199, 2013.
- [23] G. Liang, J. Cao and W. Zhu, “CircleSense: A Pervasive Computing System for Recognizing Social Activities,” *PerCom2013*, pp.200–205, 2013.
- [24] J. Liu, W. Xu, M.C. Huang, N. Alshurafa and M. Sarrafzadeh, “A Dense Pressure Sensitive Bedsheet Design for Unobtrusive Sleep Posture Monitoring,” *PerCom2013*, pp.206–214, 2013.
- [25] A. Mirhoseini, E.M. Songhori and F. Koushanfar, “Idetic: A High-level Synthesis Approach for Enabling Long Computations on Transiently-powered ASICs,” *PerCom2013*, pp.215–223, 2013.
- [26] C. Chen and D. Zhang, “B-Planner: Night Bus Route Planning using Large-scale Taxi GPS Traces,” *PerCom2013*, pp.224–232, 2013.