

Title	論文・特許テキスト関連分析によるIoT技術の産業化分野の抽出
Author(s)	高野, 泰朋; 梶川, 裕矢
Citation	年次学術大会講演要旨集, 30: 461-465
Issue Date	2015-10-10
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13317
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

○高野泰朋, 梶川裕矢 (東工大)

1. 緒言

技術経営の分野では、大量の論文・特許情報を情報技術によって分析することで、産業上重要な技術を抽出する方法が開発されている。これらの手法は、近年注目されている Internet of Things (IoT) 分野にも用いられてきている。IoT は Radio Frequency Identification (RFID) や Near Field Communication (NFC) 等、複数の概念から成り立っているが、それぞれの技術分野の産業化について論文・特許情報を用いて比較分析したものは存在しない。そこで、本研究は、論文・特許のテキスト相関分析を用いて、IoT に関連するそれぞれの技術分野において今後産業化が進んでいく可能性があるものを抽出した。

2. Internet of Things

近年、Internet of Things (IoT) が注目されてきている。IoT とは、あらゆるモノがインターネットを通じて接続され、モニタリングやコントロールを可能にするといった概念のことである [1]。IoT の普及推進団体「Industrial Internet Consortium (IIC)」が設立され、2025 年には 10～15 兆米ドルという甚大な経済波及効果が予測されており、産業界から期待がされている [2, 3]。第五次科学技術基本計画に向けた議論でも IoT の重要性がうたわれており [4]、今後どのような分野が産業化していくのかについて考えることは重要である。

技術経営の分野では、大量の論文や特許情報を情報技術によって分析することで、研究開発動向を把握したり、産業上重要な技術を抽出する方法が開発されている。既存研究として、RFID に関して特許分析をして企業がどの分野で事業していくべきかを考察したものや [6]、IoT の最新動向について IEEE 論文を用いて計量書誌分析をしたもの [7] がある。

IoT のハードウェアは、Radio Frequency Identification (RFID) や Near Field Communication (NFC), Sensor Networks という関連する技術分野から成り立っている [5]。この様に、IoT は多くの既存の技術から成り立っており、その全貌を把握することは重要であるが、IoT に関連する技術群を比較分析したものは存在しない。そこで、本研究は IoT に関連する技術群を論文・特許分析をすることで、今後産業化していく可能性がある分野を抽出する。

3. 分析方法と結果

3-1. IoT 関連論文・特許ネットワークの作成

先ず、表 1 のクエリで各技術分野の論文と特許を 2014 年まで取得する。本研究では、論文は出版年を、特許は出願年を用いて分析する。特許で出版年を用いない理由は、出願年の方が出版年よりも年単位で早く公開され、最新の技術動向を見るのに良いからである。論文は Web of Science Core Collection を、特許は Thomson Innovation の Enhanced Patent Data - DWPI and DPCI を用いて取得した。

表 1. 技術分野名とクエリ

技術分野名	クエリ
IoT	(IoT)OR("internet of things")
NFC	(NFC)OR("near field communication")
RFID	(RFID)OR("radio frequency identification")
Sensor Networks	"sensor networks"

次に、萌芽領域の特定に優れている直接引用を用いて引用ネットワークを構成した [8]。特に、特許を分析する際には最初に出願した親特許と、それ以降に親特許を元に生み出される子特許を結びつける方法を用いた [9]。

そして、上記の引用ネットワークを Newman 法を用いてクラスタリングし、最小単位のネットワークへと再帰的に分割した [10]。これにより、本研究で用いるデータセットを得た (表 2)。カッコ内の数値は、取得総数との百分率である。

表 2. 本研究に用いるデータセット

	論文クラスタ		特許クラスタ	
	論文数	クラスタ数	特許数	クラスタ数
IoT	908(95.4%)	13	76(100%)	159
NFC	119(100%)	10	2644(94.4%)	24
RFID	7253(92.5%)	39	21730(86.5%)	9
Sensor Networks	27647(89.4%)	204	17(100%)	5

3-2. 産業化可能性のあるクラスタの抽出

論文と特許のテキスト相関分析により、産業化可能性のあるクラスタを抽出する方法を用いる[8]。図1にイメージを示す。論文と特許にテキスト相関が強く見られる場合、既に産業化しているがその技術の研究開発も盛んな分野を抽出することができる(図1のA)。ここで、相関が強いとは、全ての論文クラスタと特許クラスタの相関を分析した時の平均相関係数値よりも大きいということとする。強い相関がない場合には、論文クラスタは今後産業化する可能性がある分野(図1のB)として、特許クラスタは応用よりで研究として成り立ちにくい分野(図1のC)として2つに分類される。本研究では、Bに該当するクラスタを抽出する。特に、抽出したクラスタから平均出版年が若い上位5つのクラスタを選択して分野名を付ける。

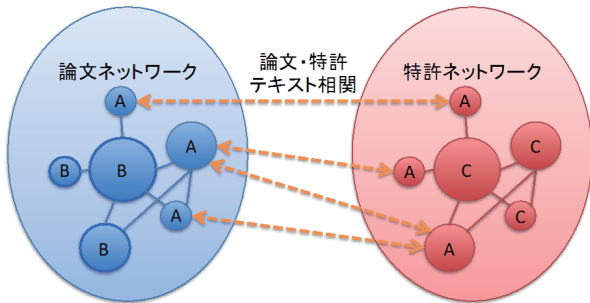


図1. 論文・特許テキスト相関分析

抽出したクラスタを、その内容を判断して、「システム・アプリケーション」レベルのものと、「解決すべき問題・基盤技術」レベルのものへとカテゴリ化する。カテゴリ化されたクラスタの出版国と出版組織を明らかにする。

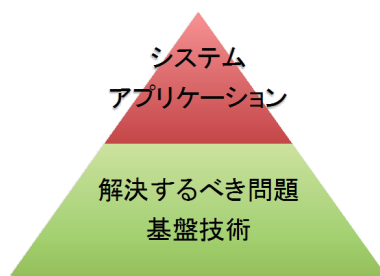


図2. 2つのレベルへのカテゴリ化

分析結果は表3~6の通りである。Cluster IDは「システム・アプリケーション」レベルのものは赤色に、「解決すべき問題・基盤技術」レベルのものは緑色に色付けをした。# of Nodesはクラスタ内の論文数、# of Edgesはクラスタ内のリンク数、E/Nはリンクを論文数で割った値、Ave. Yearは平均出版年である。

「システム・アプリケーション」レベルのクラスタ(表3~6の赤色)は全部で7個あった。企業活動支援やエネルギー・リソースマネジメント、実世界とITが緊密に結合されたシステムサイバーフィジカルシステム(CPS)、スマート社会、高齢者支援、モバイルペイメント、物流等幅広い適応例を確認することができた。国・組織に着目すると、日本が上位に入っているものは、徳島大学のユビキタスラーニングのみであった(表5の赤字)。ユビキタスラーニングとは、いつでもどこでも情報にアクセスできるユビキタスコンピューティング環境において、学習者一人一人にあった形で日常的な学びを支援する学習のことである[11]。

「解決すべき問題・基盤技術」レベルのクラスタ(表3~6の緑色)は全部で10個あった。興味深いことに、これらは互いに関連しあっていることが分かった。これをまとめたものが図3である。情報を取得するセンサーノードのグループと、取得したデータを処理したり蓄積させておくデータベースや中間端末のグループに分けることができた。

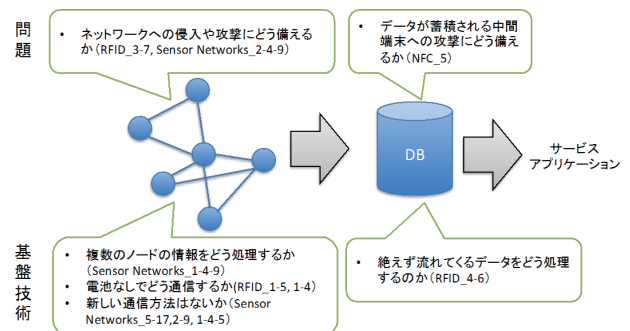


図3. 解決すべき問題・基盤技術

センサーノードのグループでは、多数のセンサーの情報をどう取得・処理するのかという技術分野や、そもそもそのような多数のセンサーを電池で駆動していると電池の交換が問題となるので電池なしで駆動できるようにする技術分野、またこれまでにないサービスやアプリケーションを実現するために考案した新しい通信方式などがあった。データベースや中間端末のグループでは、上記のように大量でリアルタイムに取得した情報をどう処理するかというトピックが確認できた。解決すべき問題は、双方のグループに共通して、セキュリティについてであった。侵入や攻撃に対してどう対処するかという分野が確認できた。国・組織に着目すると、日本が上位に入っているものは存在しなかった。

4. 結論

本研究では、論文・特許のテキスト相関分析を用いて、IoT に関連するそれぞれの技術分野において今後産業化が進んでいく可能性があるクラスタを抽出した。抽出したクラスタは、「システム・アプリケーション」レベルのものと、「解決すべき問題・基盤技術」レベルのものにカテゴリライズされ、その特徴を明らかにした。「解決すべき問題・基盤技術」レベルのクラスタは、システム・アプリケーションを見据えて、互いに関係していることが分かった。この発見を発展させて、下記にイノベーション実現のためのモデルを議論したい。

本来、あるシステムやアプリケーションを実現するには、様々なことを考慮する必要がある。先ず社会課題やニーズがあり、それらを解決する為のサービスが必要であり、それを維持・発展させるためにビジネスモデルが必要である(図4のx1)。このようにして設計されたサービスを実現するために、システムやアプリケーションを作り出すことが必要である(図4のx2)。一方で、システムやアプリケーションは、基盤技術の上に成り立っている(図4のx3)。基盤技術にはまだ問題があることも多く、それらの問題解決がシステム・アプリケーションの実現には不可欠である(図4のy1)。問題が解決されることで、システムやアプリケーションが実現され、サービスが社会実装される(図4のy2)。そして、最終的に社会課題やニーズが解決され、イノベーションが実現される(図4のy3)。また、これまで存在していた基盤技術の問題が解決されることで、派生的に、今までには考えられていなかった新しいシステムやアプリケーションの裾野が広がることもある(図4のy4)。

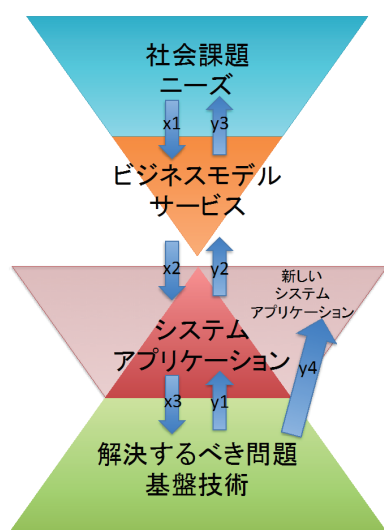


図4. イノベーション実現の為のモデル

本研究は、上位5つのクラスタのみに着目している。よって、将来の研究として、分析範囲を広げて論文・特許のテキスト相関分析をし、日本が強いシステムやアプリケーション、解決すべき問題や基盤技術を見つけたい。そして、その分野の国際的なポジショニングを議論していくことが重要である。

参考文献

- [1] Atzori, Luigi, Antonio Iera, and Giacomo Morabito. "The internet of things: A survey." *Computer networks* 54.15 (2010): 2787-2805.
- [2] 進藤 智則, "GE など米大手 5 社が IoT の推進団体 - 共通アーキテクチャや国際標準作り狙う -," Retrieved 30/08/2015 World Wide Web, <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20140411/550085/?ST=bigdata&P=1>.
- [3] 大原雄介, "産業機器向け IoT 団体「IIC」、その狙い", Retrieved 30/08/2015 World Wide Web, http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1501/22/news020_2.htm
- [4] 総合科学技術・イノベーション会議 基本計画専門調査会. "第五期科学技術基本計画に向けた中間とりまとめ (案)." 平成 27 年 5 月 28 日, Retrieved 30/08/2014 World Wide Web, <http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kihon5/9kai/siryoy1.pdf>
- [5] Whitmore, Andrew, Anurag Agarwal, and Li Da Xu. "The Internet of Things—A survey of topics and trends." *Information Systems Frontiers* 17.2 (2014): 261-274.
- [6] Lee, Sungjoo, et al. "Business planning based on technological capabilities: Patent analysis for technology-driven roadmapping." *Technological Forecasting and Social Change* 76.6 (2009): 769-786.
- [7] 藤井章博. "科学技術動向研究 IEEE 論文に基づく IoT 研究動向の計量書誌学的調査." *科学技術動向= Science & technology trends* 149 (2015): 19-24.
- [8] Shibata, Naoki, Yuya Kajikawa, and Ichiro Sakata. "Extracting the commercialization gap between science and technology—Case study of a solar cell." *Technological Forecasting and Social Change* 77.7 (2010): 1147-1155.
- [9] Nakamura, Hiroko, et al. "The effect of patent family information in patent citation network analysis: a comparative case study in the drivetrain domain." *Scientometrics* 104.2 (2015): 437-452.
- [10] M.E.J.Newman, M.Girvan: Finding and evaluating community structure in networks, *Phys.Rev.E*,026113(2004).
- [11] 緒方広明, and 矢野米雄. "徳島大学におけるユビキタスラーニング (u-Learning) の取り組み." *メディア教育研究* 2.2 (2006).

表 3. IoT で今後産業化可能性のあるクラスター

Cluster ID	分野名	# of Nodes	# of Edges	E/N	Ave. Year	国	組織
4	企業活動支援(コンプライアンス確認、ワークフロー、クラウド製産等)	82	249	3.04	2013.22	Peoples R China 48 USA 32 England 9 Sweden 6 Portugal 4	Old Dominion Univ 28 Chinese Acad Sci 28 Shanghai Jiao Tong Univ 21 Univ Sci & Technol China 20 Beihang Univ 5
9	センサーを使用したマネジメント(エネルギー・リソース)	40	40	1.00	2012.88	Spain 10 Peoples R China 9 Germany 5 Italy 3 England 3	Nec Labs Europe 2 Univ Malaga 2 Hankuk Univ Foreign Studies 2 Univ Politecn Madrid 2 Nat'l Chiao Tung Univ 1
11	Cyber-Physical Systems (CPS)	23	23	1.00	2012.87	Peoples R China 9 Canada 2 Romania 2 Portugal 2 Germany 2	S China Univ Technol 4 Jiangxi Univ Sci & Technol 3 Huazhong Univ Sci & Technol 2 Univ Minho 2 Guangdong Jidian Polytech 2
6	次世代のスマート社会(工場・家電・高齢者見守り等)を実現するためのサービスや技術	66	76	1.15	2012.79	Peoples R China 19 Taiwan 8 Germany 7 South Korea 7 England 6	Natl Taiwan Univ Sci & Technol 3 Natl Chung Cheng Univ 2 Dongguk Univ 2 Univ London 2 Chia Nan Univ Pharm & Sci 2

表 4. NFC で今後産業化可能性のあるクラスター

Cluster ID	分野名	# of Nodes	# of Edges	E/N	Ave. Year	国	組織
9	Context-Awareness system (スマートホーム、モバイルペイメント等)	7	6	0.9	2012.29	Taiwan 3 Turkey 1 India 1 Peoples R China 1 South Korea 1	Natl Taipei Univ 3 Univ Elect Sci & Technol China 1 Jaipur Engrn Coll & Res Ctr 1 Isik Univ 1 Natl Cent Univ 1
5	中継端末攻撃(relay attack)とセキュリティ問題	11	10	0.9	2012.18	England 5 USA 2 Luxembourg 2 France 2 Austria 2	Univ London 2 Univ Luxembourg 2 Royal Holloway Univ London 1 Univ Appl Sci Upper Austria 1 Univ Cambridge 1
7	Ambient Assisted Livingによる高齢者支援・見守り	9	8	0.9	2012.00	Spain 6 Germany 3 England 1 Norway 1 North Ireland 1	Univ Deusto 2 Univ Kassel 2 Univ Murcia 2 Charite 1 Tellu As 1

表 5. RFID で今後産業化可能性のあるクラスター

Cluster ID	分野名	# of Nodes	# of Edges	E/N	Ave. Year	国	組織
1-5	パッシブタグ、Chipless RFID	228	639	2.80	2011.44	USA 38 Australia 37 France 30 Peoples R China 25 Spain 18	Monash Univ 34 Univ Rovira & Virgili 13 Grenoble Inst Technol 8 Helsinki Univ Technol 7 Gvr Trade Sa 7
1-4	Backscatterを用いた無線通信	233	430	1.85	2011.03	USA 54 Germany 30 Peoples R China 26 France 14 South Korea 14	Georgia Inst Technol 12 Aristotle Univ Thessaloniki 10 Univ Erlangen Numberg 9 Tech Univ Crete 8 Univ Washington 7
4-6	ストリームデータ解析	108	162	1.50	2011.03	Peoples R China 43 USA 21 South Korea 13 Australia 12 Canada 4	Univ Adelaide 7 Natl Univ Def Technol 5 Univ Massachusetts 4 Pusan Natl Univ 4 Korea Adv Inst Sci & Technol 4
3-7	Distance-boundingを用いたセキュリティ対策	51	112	2.20	2010.82	England 9 USA 8 Belgium 7 Spain 7 France 4	Catholic Univ Louvain 6 Univ London 4 Univ Malaga 3 Ecole Polytech Fed Lausanne 2 Tubitak Uekae 2
2-6	位置情報利用(物流、ユビキタスラーニング等)	54	67	1.24	2010.70	Taiwan 20 Peoples R China 9 South Korea 6 USA 5 England 3	Natl Taipei Univ Technol 6 Natl Taipei Coll Business 4 Univ Loughborough 3 Univ Tokushima 3 Nat'l Chiao Tung Univ 2

表 6. Sensor Networks で今後産業化可能性のあるクラスター

Cluster ID	分野名	# of Nodes	# of Edges	E/N	Ave. Year	国	組織
2-4-9	ネットワークへの侵入や攻撃の検出	30	46	1.53	2012.50	Peoples R China 9 Malaysia 6 England 5 IRAN 4 India 4	Univ Malaya 5 Jiaxing Univ 4 Islamic Azad Univ 3 Donghua Univ 3 Atılım Univ 2
1-4-9	複数のアコースティックセンサーを用いる際の音響信号処理・音声強調	19	32	1.68	2012.42	Belgium 7 Israel 5 Netherlands 5 Germany 2 USA 2	Katholieke Univ Leuven 7 Bar Ilan Univ 5 Delft Univ Technol 4 Technion Israel Inst Technol 2 Int Audio Labs Erlangen 1
5-17	磁気誘導を用いた地下無線センサーネットワーク	30	37	1.23	2012.33	USA 10 Germany 5 Italy 4 Saudi Arabia 3 South Korea 3	Georgia Inst Technol 8 Sunny Buffalo 5 Politecn Torino 4 Univ Erlangen Nurnberg 4 Korea Adv Inst Sci & Technol 3
2-9	コグニティブ無線通信	110	196	1.78	2012.23	South Korea 19 Canada 17 Peoples R China 17 Turkey 11 USA 11	Koc Univ 9 Ryerson Univ 4 Yonsei Univ 4 Zhejiang Univ 4 Beijing Jiaotong Univ 3
1-4-5	分散協調型パーティクルフィルタによる状態推定	29	52	1.79	2012.14	USA 7 Canada 5 Brazil 5 Austria 5 Australia 2	Vienna Univ Technol 4 York Univ 3 Inst Technol Aeronaut 3 Embraer Def & Secur 3 Univ Minnesota 2