

Influential Article Review - Factors that Affect IOT Applications for Industrial Manufacturing

Jaime Figueroa

Hubert Blake

Jessie Thornton

This paper examines technology. We present insights from a highly influential paper. Here are the highlights from this paper: Industrial manufacturing enterprises in export-oriented economies rely on product or service innovation to maintain their competitive advantage. Decreasing costs of computing power, connectivity and electronic components have facilitated a wide range of innovations based on Internet of Things (IoT) applications. However, only few successful IoT applications specific to industrial manufacturing enterprises are known. Although academics have been investigating challenges related to realising IoT, existing literature does not explain this situation integrally. Therefore, interest and engagement in and motivators and inhibitors of IoT application development and deployment are investigated based on a literature review and empirically based on a survey with N=109 participants from enterprises in the Swiss metal, electrical and machine industries. Most enterprises are interested and are often engaged in IoT application development. Improving service and aftersales activities through IoT applications is a common motivator. Inhibitors from four domains hinder the development of IoT applications: business, organisational, technological and industrial. Business and organisational inhibitors are perceived to be more challenging than the technological and industrial ones. The business and organisational issues presented herein have essential impacts on the success of innovation in IoT applications. The results indicate future research directions for the innovation and development of IoT applications, and they can be used by organisations interested in IoT-based innovations to refine policy and decision-making. For our overseas readers, we then present the insights from this paper in Spanish, French, Portuguese, and German.

Keywords: Internet of things, Digitalisation, Industry survey, Innovation, Motivators, Inhibitors

SUMMARY

- Large enterprises show higher levels of interest and engagement in iot application development than smes. The limited financial and human resources of smes, which hinder R&D activities, might explain this result . Smes focus strongly on customers . In combination with the difficulty of predicting demand for and revenues of potential customer-oriented iot applications, the strong focus of smes on customers does not have a positive impact on their levels of interest and engagement. However, smes are more flexible and can adapt quickly to changes in technologies or markets .

Owing to this innovation advantage, smes could be expected to be more experienced in developing or deploying iot applications.

- The relatively high levels of interest and engagement in iot application development and deployment reported in the survey may be ascribed to a selection bias, in that enterprises interested in deploying iot applications are more likely to participate in the survey. The results in «Interest and engagement» section show that les have a higher interest and are more engaged in iot application development than smes. The highest number of statements from the open-ended question were indeed assigned to the marketing and sales activity segment. However, most statements assigned to this activity segment are vague and not very specific. A wide range of statements could thus be assigned to this segment. The activity segment that follows is service and aftersales. The statements belonging to this segment are more specific and often mention predictive maintenance. A few of the answers to the open-ended question cannot be assigned to an activity segment. This could indicate that the value-chain model is not conceptually suitable for capturing motivators and expected added value, which is not the case. Most of these answers do not cover motivators or expected added value at all. A few are extrinsic motivators such as «this is the future», «we cannot ignore this trend», or «market pressure», which probably do not lead to a lasting engagement in iot application development.
- The results obtained in study show that business and organisational inhibitors hinder the realisation of iot applications decisively and, therefore, hinder innovations based on iot applications. This insight is not well represented in extant academic literature. The literature identifies challenges mainly in the technological or industrial domain and considers the realisation of the iot as the application of a certain technology . Of course, the technological and industrial challenges outlined in existing literature must be solved to facilitate the development of iot applications. However, the landscape of existing and economic iot technology available in the market is already well developed. Consequently, researchers should focus increasingly on the business and organisational aspects of iot application development and deployment.
- There are a few limitations of the present study. The sample population was created through non-random convenience sampling. In addition, the results of the survey may not be replicable. While we recognise the downside of non-random sampling, this sampling method was selected from the viewpoint of practicality considering the study duration, resources at hand, and availability of the subjects.

HIGHLY INFLUENTIAL ARTICLE

We used the following article as a basis of our evaluation:

Heinis, T. B., Hilario, J., & Meboldt, M. (2018). Empirical study on innovation motivators and inhibitors of Internet of Things applications for industrial manufacturing enterprises. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 7(1), 1–22.

This is the link to the publisher's website:

<https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-018-0090-7>

INTRODUCTION

Context

The decreasing costs of computing power, connectivity and electronic components have facilitated the realisation of the vision of Internet of Things (IoT) and have created potential for all sorts of applications. Various media channels, the World Economic Forum (Schwab 2015) and academic researchers (Brynjolfsson and McAfee 2014) have claimed that a technology-driven revolution is underway that would change the way mankind lives and runs the economy. At the core of this revolution is the merger of physical

and digital spaces as cyber-physical systems. “Cyber-physical systems (CPS) will transform how humans interact with and control the physical world” (Rajkumar et al. 2010). The term is defined as follows: “cyber-physical systems (CPS) are physical and engineered systems whose operations are monitored, coordinated, controlled and integrated by a computing and communication core” (Rajkumar et al. 2010). The communication capabilities of such systems drive the technological revolution because they allow multiple systems to be connected, thereby creating the IoT. The IoT paradigm is the result of the convergence of three perspectives: (1) thing-oriented, (2) Internet-oriented and (3) semantic-oriented (Atzori et al. 2010). In other words, physical things can be sensed or can sense data automatically (1). The data are then communicated automatically to other things or humans (2). The data are interpreted and evaluated automatically to derive meaning (3). These three perspectives help realise the vision of an Internet containing information about the physical world without depending on human input (Ashton 2009). Technological progress in the information and communication technology (ICT) domain has reduced the costs of computing power, connectivity and electronic components. This decrease has helped the IoT to become increasingly real and has created potential for a wide range of promising innovations. Unsurprisingly, there is a lot of hype about IoT (Burton and Walker 2015). Clearly, several IoT applications are appearing in domains such as smart homes, wearables and smart cities. Well-known IoT applications are often desirable consumer gadgets (e.g. colour-changing light balls or fitness trackers). Known applications with a positive economic or ecological impact remain scarce (e.g. parking or bin fill level monitoring) (SAS Institute Inc 2016). In industrial manufacturing enterprises of specialised and export-oriented economies, even fewer IoT-based innovations are known, despite the opportunities offered by various technological enablers. The question then is, what inhibits the development and deployment of IoT applications in industrial manufacturing enterprises and thus prevents potential innovations—missing motivation or existing inhibitors?

Need

Although the potential of IoT and the challenges associated with realising it have been reviewed and discussed conceptually (Saarikko et al. 2017; Russo et al. 2015; Lee and Lee 2015; Li et al. 2014; Perera et al. 2014; Khan et al. 2012), the literature does not cover well the motivators and inhibitors of IoT application development and deployment among industrial manufacturing enterprises. The scope of the key challenges identified is generic and valid for the entire IoT ecosystem—for example Naming and Identity Management (Khan et al. 2012)—but it might not be equally relevant for individual enterprises aiming to develop specific IoT applications. The existing theoretical work is based mainly on conceptual models and is not backed up by empirical data. Existing empirical works on digitalisation, the fourth industrial revolution and IoT do not or only partially cover interest, engagement, motivators and inhibitors of the development and deployment of IoT applications among industrial manufacturing enterprises (Table 1). Studies that do cover motivators and inhibitors do not focus specifically on IoT application development among industrial manufacturing enterprises (Geissbauer et al. 2016; Weiss et al. 2016); instead, they target all sorts of industries (Twentyman and Swabey 2015; SAS Institute Inc 2016)—for example healthcare, retail and consumer goods—or they survey large enterprises (LEs) only.

Small- and medium-sized enterprises (SMEs) with fewer than 250 employees have not surveyed in this regard, although the exports of high-wage economies are dominated by industrial manufacturing SMEs—for example, the Swiss metal, electrical and machine industries (MEM) are responsible for more than 30% of the total goods exports, and the majority of the enterprises in these industries are SMEs (Swissmem 2016). Export-oriented industrial manufacturing enterprises rely on innovations to maintain their competitive advantage in current globalised markets (Kaleka 2002). Raymond et al. (2018) argued that information technology (IT) capabilities can be used for innovation purposes in industrial SMEs. Thus, IoT-based innovations can help achieve competitive advantages in globalised markets.

Studies in the literature do not exhaustively cover the motivators or inhibitors of IoT-based innovations but focus on a limited range of topics such as privacy issues or data analytics capabilities. By focusing on IoT products (smart products) only and excluding enterprise-internal IoT applications, Twentyman and Swabey (2015) analysed one perspective on IoT application development in depth but missed out on providing a holistic view. A holistic and consolidated study on the motivators and inhibitors of IoT

application development from the perspective of manufacturing enterprises is needed to understand the entire system of technology-based innovations, such as access to technology, business and financial issues and research and development knowledge and skills. Only a holistic view of the system allows us to compare the relevance of individual motivators and inhibitors effectively, as well as to define measures that can foster IoT-based innovations in industrial manufacturing enterprises.

Task

The present study investigates the interests and engagement of industrial manufacturing enterprises in IoT-based innovations and aims to provide a holistic understanding of the motivators and inhibitors of innovation in IoT application development and deployment in these enterprises. This knowledge is necessary to refine policy and decision-making in governments or industry associations interested in fostering IoT-based innovations or in enterprises operating and innovating in the era of technology-driven digital transformation. The authors address three specific research questions (RQ). They investigate (1) interest and engagement in, (2) motivators and (3) inhibitors of development and deployment of IoT applications in industrial manufacturing enterprises by presenting two conceptual models based on a literature review—one on motivators and one on inhibitors—and empirical data from a survey with 109 participants from Swiss MEM industries.

1. RQ1. Are manufacturing enterprises interested and engaged in the development and deployment of IoT applications?
2. RQ2. What benefit (added value) do enterprises expect from the development and deployment of IoT applications?
3. RQ3. Which inhibitors hinder the development and deployment of IoT applications?

Interest and engagement (RQ1)

The first RQ targets the interest and engagement in the development and deployment of IoT applications. In relation to the first RQ, three hypotheses (H) can be formulated. These hypotheses claim differences in interest and engagement based on the type of enterprise (SME or LE) and based on the importance rating of manufactured products integrated into an IoT application (digitalised products). Developing and deploying IoT applications is a form of innovation. Heck (2017) discussed the characteristics relevant to the innovation capabilities of SMEs, which differ from those of LEs. These differences allowed us to hypothesise different interests and levels of engagement in IoT application development and deployment for SMEs and LEs.

- H1a. Importance of digitalised products is rated differently depending on the type of enterprise.
- H1b. Level of engagement in IoT application development and deployment differs depending on the type of enterprise.
- H1c. Enterprises that assign more importance to digitalised products are more likely to engage in the development of IoT applications.

Motivators (RQ2)

The second RQ targets the reasons and motivators for the development and deployment of IoT applications. A conceptual model is needed to holistically collect and map the motivators driving the development and deployment of IoT applications. Thus, the first step to answering RQ2 would be the development of a conceptual model capturing motivators (RQ2a). The differences between SMEs and LEs allow us to hypothesise different motivators for different enterprise types (H2a). Furthermore, engaged enterprises may have different motivators than non-engaged enterprises (H2b).

- RQ2a. Which conceptual model allows us to holistically collect and map motivators?
- H2a. SMEs and LEs rate the importance of motivators differently.
- H2b. Engaged enterprises and non-engaged enterprises rate the importance of motivators differently.

Inhibitors (RQ3)

The third RQ targets the inhibitors and challenges associated with the development and deployment of IoT applications. Inhibitors can be identified and collected from the literature on the topic. A conceptual model is needed to map the inhibitors exhaustively (RQ3a). Furthermore, inhibitors can be identified based on the statements of industry members (RQ3b). Not all inhibitors are expected to have the same significance (H3a).

- RQ3a. Which conceptual model allows us to holistically collect and map inhibitors?
- RQ3b. Which inhibitors are perceived by industrial manufacturing enterprises?
- H3a. Some inhibitors are perceived to be more challenging than the others.

CONCLUSION

The results of this study show that among LEs in the Swiss MEM industries, the level of interest and engagement in developing IoT applications is generally higher than that among SMEs. The main motivation to develop IoT applications is implementing or improving service and aftersales activities in the value-chain of the enterprises by offering predictive product maintenance, for example. Four domains that covered exhaustively the inhibitors that hinder the development and deployment of IoT applications were identified from the literature: business, organisational, technological and industrial. Business and organisational inhibitors proved to be more relevant than technological and industrial ones. The authors identified business inhibitors, such as insufficient information to predict demand and revenues, resulting in high uncertainty and issues with monetisation under current business model, to be the most challenging ones. The domain of organisational inhibitors tied in second with relevant inhibitors such as lack of clear digital operations vision/strategy and lack of in-house expertise or skills. The most relevant technological inhibitors were difficulties related to interoperability with internal or external systems and difficulties in selecting enabling technologies to realise IoT applications. The industrial domain of inhibitors was found to be the least challenging with inhibitors such as undefined regulations and laws around customer privacy and data collection.

The approach of addressing exhaustively the motivators and inhibitors related to the development and deployment of IoT applications and comparing their relevance led to the insight that innovation for the IoT is not only about developing technology and overcoming privacy regulations, as is often discussed in academic literature, but also about developing and deploying successful IoT applications. The challenges relevant to this end at the enterprise level are not mainly about technology or regulations but about business and enterprise organisation. Business as well as enterprise organisation are driven by human behaviour and, therefore, deserve the increased attention of non-technical research fields, as is happening already in the field of innovation management (e.g. IoT business models). The potential of IoT applications in industrial manufacturing enterprises is not yet fully exploited. The extended value-chain model used in this study could help to identify novel IoT applications other than the well-known ones, such as predictive maintenance.

The results of this study imply that the identified inhibitors can be used by governments or industry associations interested in fostering IoT-based innovations or by enterprises operating in and innovating during the era of technology-driven digital transformation to refine policy and decision-making. Especially, governments and industry associations can define their supportive role for a future digital economy—as proposed by Hanna (2018)—based on the learnings gained from this study. Two possible directions for future work can be derived from this study. The first is research on the tools and methods to overcome the inhibitors identified herein. The unpredictability of demand and revenues and the corresponding high degree of uncertainty could be addressed by using agile development methods, which facilitate rapid incorporation of user feedback. The challenge associated with that approach is managing the different paces of iteration cycles for hardware and software development. To help enterprises to overcome the lack of in-house expertise and skills, methods that allow organisations to acquire new knowledge quickly must be investigated. Second, the extended value-chain model can be investigated as a tool not only for allocating motivators but also for systematically searching for novel IoT applications along the entire value-chain.

APPENDIX

FIGURE 1
EXTENDED VALUE-CHAIN MODEL TO FACILITATE ALLOCATION OF ENTERPRISE
MOTIVATORS FOR DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT OF IOT APPLICATIONS

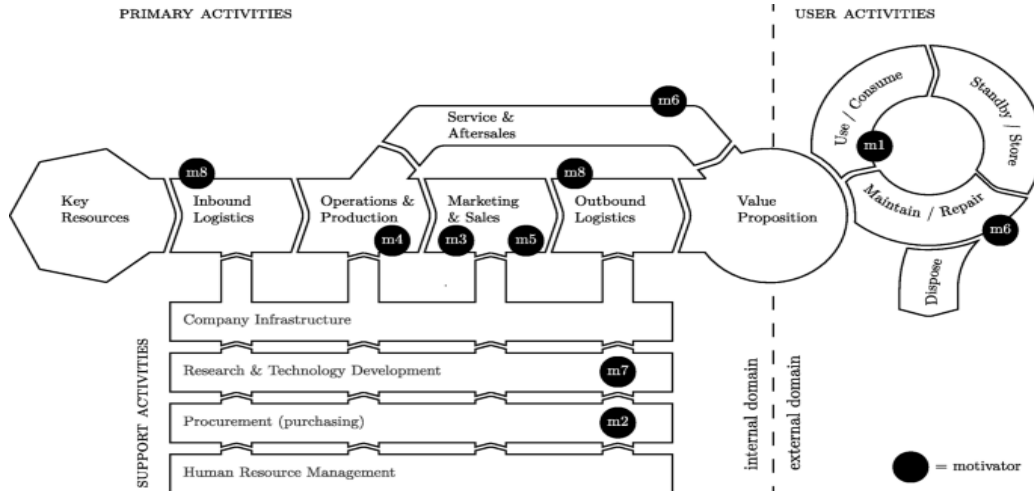


TABLE 1
COMPARISON OF EXISTING EMPIRICAL STUDIES ON IOT DEVELOPMENT AND
DEPLOYMENT, IOT IN GENERAL, DIGITALISATION AND FOURTH INDUSTRIAL
REVOLUTION

Publication	Main focus	Covers interest and engagement	Covers motivators	Covers inhibitors and challenges	Participant's role	Enterprise type	Industry	Location (2 digit ISO)	textitN (approx.)	Type of research
(Dijkman et al. 2015)	IoT business models, building block identification	No	No	No	IoT professionals	n/a	n/a	Global (mainly NL, US)	103	Academic
(Geissbauer et al. 2016)	4th industrial revolution, expectations in 5 years	No	(Yes)	Yes	Chief digital officers, senior executives	LE	Industrial product suppliers	Global	2000	Industrial
(Gepp et al. 2015)	Engineering trends, 4th industrial revolution	(Yes)	No	No	Engineering professionals	LE	Engineering-to-order (ETO)	DE	30	Academic
(Greif et al. 2016)	Digitalisation, degree of digitalisation	No	No	(Yes)	Industry professionals	SME	All	CH	300	Industrial
(Hsu and Lin 2016)	IoT services, usage intentions of consumers	No	No	No	Consumers	n/a	n/a	TW	508	Academic
(Kinkel et al. 2016)	Digitalisation, competencies for digitalisation	(Yes)	No	No	Industry professionals	LE and SME	MEM	DE	150	Industrial
(SAS Institute Inc 2016)	IoT deployment process	No	Yes	Yes	IoT professionals	LE	All	Global	75	Industrial
(Skinner 2016)	IoT as service, service provider perspective	No	No	No	Industry professionals	LE and SME	ICT and IoT service providers	Global	900	Industrial
(Twentyman and Swabey 2015)	IoT products, smart product development	Yes	Yes	Yes	R&D, innovation, product development executives	n/a	Retail, healthcare, manufacturing	Global (mainly US, GB)	200	Industrial
(Weiss et al. 2016)	Digitalisation, degree of digitalisation	No	(Yes)	(Yes)	Senior executives	SME	All	IT	53	Academic

TABLE 2
POSSIBLE MOTIVATORS OF DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT OF IOT APPLICATIONS PRESENTED TO SURVEY PARTICIPANTS FOR SELECTION

Motivator ID	Motivators
m1	Offer shared products and services as an alternative to individual ownership
m2	Use collected data to improve decision-making
m3	Gain revenues through new or different business models
m4	Improve manufacturing and production process
m5	Enhance market research for better customer segmentation or pricing strategies
m6	Monitor product state and usage for predictive maintenance and repair
m7	Assess product usage and performance to improve product design and development
m8	Track product location to improve logistics
mOT	Other

TABLE 3
CONCEPTUAL MODEL COVERING INHIBITORS OF DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT OF IOT APPLICATIONS

Table 3 Conceptual model covering inhibitors of development and deployment of IoT applications

Inhibitor ID	Inhibitors
	Organisational inhibitor
o1	Lack of clear digital operations vision/strategy
o2	Unsuitable organisational structure or missing key functional areas
o3	Lack of leadership from top management
o4	Lack of digital culture and training
o5	Lack of in-house expertise or skills
o6	Lack of capabilities in data analytics
o7	Lack of integration between physical product development and software development
oNA	Not applicable
	Business inhibitor
b1	Insufficient information to predict demand and revenues, resulting in high uncertainty
b2	Weak value proposition of IoT applications and resulting low customer demand
b3	Difficulty in identifying market opportunities
b4	Insufficient information to predict costs or required investment
b5	Issues related to monetisation under current business model
b6	Issues related to collaboration with suppliers or partners on digital solutions
b7	Issues related to choosing level of vertical integration for IoT applications
bNA	Not applicable
	Technological inhibitor
t1	Availability of basic infrastructure technologies
t2	Difficulties related to selecting enabling technologies to realise IoT applications
t3	Difficulties related to interoperability with internal or external systems
t4	Need for standardised identification and addressing protocols
t5	Internet scalability to handle increase in traffic and requests
t6	Issues related to physical product design measures to prevent unauthorised data access
t7	Issues related to software measures to prevent unauthorised data access
t8	Insufficient tools to manage user authentication process
t9	Difficulties related to integration of digital components into physical product
t10	Access to tools and database to handle big data
tNA	Not applicable
	Industrial inhibitor
i1	Undefined regulations and laws around customer privacy and data collection
i2	Undefined regulations and laws around the use and sharing of data
i3	Lack of comprehensive and widely accepted service intermediaries
i4	Lack of certification to improve trust among customers and industry participants
i5	Potential loss of intellectual property
iNA	Not applicable

TABLE 4
IMPORTANCE OF DIGITALISED PRODUCTS SEPARATED BY TYPE OF ENTERPRISE

Enterprise type	N	Not important (%)	Somewhat important (%)	Important (%)	Very important (%)
SME	60	8	25	32	35
LE	49	0	12	45	43
All	109	5	19	38	39

TABLE 5
INTEREST AND ENGAGEMENT IN DEVELOPING IOT APPLICATIONS SEPARATED BY ENTERPRISE TYPE

Enterprise type	N	No plans and no interest (%)	No plans but interest (%)	Plans (%)	In progress (%)	Experienced (%)
SME	60	28	12	22	15	23
LE	49	6	10	18	29	37
All	109	18	11	20	21	29

TABLE 6
ENGAGEMENT IN IOT APPLICATION DEVELOPMENT SEPARATED BY ENTERPRISE TYPE

Enterprise type	N	Non-engaged (%)	Engaged (%)
SME	60	62	38
LE	49	35	65
All	109	50	50

TABLE 7
RELATIONSHIP BETWEEN IMPORTANCE OF DIGITALISED PRODUCTS AND LEVEL OF INTEREST AND ENGAGEMENT

Importance of digitalised products	N	No plans and no interest (%)	No plans but interest (%)	Plans (%)	In progress (%)	Experienced (%)
Not important	5	60	20	0	0	20
Somewhat important	21	38	10	24	24	5
Important	41	12	15	27	22	24
Very important	42	10	7	14	21	48
All	109	18	11	20	21	29

TABLE 8

RELATIONSHIP BETWEEN IMPORTANCE OF DIGITALISED PRODUCTS AND LEVEL OF ENGAGEMENT

Importance digitalised products	N	Non-engaged (%)	Engaged (%)
Not important	5	80	20
Somewhat important	21	71	29
Important	41	54	46
Very important	42	31	69
All	109	50	50

**TABLE 9
ASSIGNMENT OF STATEMENTS FROM OPEN-ENDED QUESTION ON MOTIVATORS AND EXPECTED ADDED VALUE OF IOT APPLICATION DEVELOPMENT TO VALUE-CHAIN ACTIVITIES**

Activity domain	# statements	% statements	Value-adding activities	# statements	% statements
Primary activities	51	56%	Inbound logistics	1	1%
			Operations and production	10	11%
			Service and aftersales	15	16%
			Outbound logistics	1	1%
			Marketing and sales	24	26%
Support activities	12	13%	Company infrastructure	1	1%
			R&D development	7	8%
			Procurement (purchase)	2	2%
			Human resource management	2	2%
User activities	28	31%	Use/consume	10	11%
			Standby/store	7	8%
			Maintain/repair	10	11%
Total	91	100%		91	100%

TABLE 10

RANKING OF MOTIVATORS FOR IOT APPLICATION DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT BASED ON SELECTION FREQUENCY

Rank	Motivator ID	# selections	% of N = 109
1st	m6	75	69%
2nd	m2	67	61%
3rd	m4	65	60%
4th	m3	59	54%
5th	m7	47	43%
6th	m5	29	27%
7th	m1	28	26%
8th	m8	27	25%
9th	mOT	11	10%

**TABLE 11
COMPARISON OF RANKING OF MOTIVATORS FOR IOT APPLICATION DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT FOR SMES AND LES BASED ON SELECTION FREQUENCY**

SMEs		N=60	55%	LEs		N=49	45%	Compared		
Rank	Motivator ID	# selections	% of N	Rank	Motivator ID	# selections	% of N	Delta %	Chi-square (1, N=109)	Significance
6th	m1	17	28%	8th	m1	11	22%	- 6%	0.489	
3rd	m2	29	48%	1st	m2	38	78%	29%	9.722	**
4th	m3	27	45%	3rd	m3	32	65%	20%	4.479	*
1st	m4	40	67%	5th	m4	25	51%	- 16%	2.743	
7th	m5	16	27%	6th	m5	13	27%	0%	0.000	
2nd	m6	39	65%	2nd	m6	36	73%	8%	0.901	
5th	m7	19	32%	4th	m7	28	57%	25%	7.138	**
8th	m8	15	25%	7th	m8	12	24%	- 1%	0.004	
9th	mOT	8	13%	9th	mOT	3	6%	- 7%	1.546	

TABLE 12

COMPARISON OF RANKING OF MOTIVATORS FOR IOT APPLICATION DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT FOR NON-ENGAGED AND ENGAGED ENTERPRISES BASED ON SELECTION FREQUENCY

Non-engaged		N=54	50%	Engaged		N=55	50%	Compared		
Rank	Motivator ID	# selections	% of N	Rank	Motivator ID	# selections	% of N	Delta %	Chi-square (1, N = 109)	Significance
7th	m1	12	22%	7th	m1	16	29%	7%	0.673	
3rd	m2	31	57%	2nd/3rd	m2	36	65%	8%	0.745	
4th	m3	23	43%	2nd/3rd	m3	36	65%	23%	5.736	*
1st	m4	36	67%	5th	m4	29	53%	-14%	2.199	
5th	m5	17	31%	8th	m5	12	22%	-10%	1.303	
2nd	m6	35	65%	1st	m6	40	73%	8%	0.795	
6th	m7	16	30%	4th	m7	31	56%	27%	7.940	**
8th	m8	10	19%	6th	m8	17	31%	12%	2.245	
9th	mOT	4	7%	9th	mOT	7	13%	5%	0.850	

**TABLE 13
ASSIGNMENT OF STATEMENTS FROM OPEN-ENDED QUESTION ON INHIBITORS TO FOUR INHIBITOR DOMAINS**

Inhibitor domain	# statements	% statements
Business	47	38%
Organisational	27	22%
Technological	33	26%
Industrial	18	14%
All	125	100%

**TABLE 14
RANKING OF INHIBITOR DOMAINS (N=89)**

Rank by score ***($p < 0.001$)	Inhibitor domain	Ranking score	Ranking score %	# 1st	# 2nd	# 3rd	# 4th	# total
1st	Business	267	100%	34	29	18	8	89
2nd	Organisational	235	88%	28	22	18	21	89
3rd	Technological	198	74%	13	21	28	27	89
4th	Industrial	190	71%	14	17	25	33	89

TABLE 15

RANKING OF INHIBITORS BASED ON RANKING SCORES OF ALL FOUR INHIBITOR DOMAINS (N=89)

Table 15 Ranking of inhibitors based on ranking scores of all four inhibitor domains (N = 89)

Rank by score ***($p < 0.001$)	Inhibitor ID	Ranking score	# selections	avg score per selection	avg score per participants
1st	o1	377	51	7.39	4.24
2nd	o5	309	46	6.72	3.47
3rd	o7	231	37	6.24	2.60
4th	o4	191	30	6.37	2.15
5th	o6	184	31	5.94	2.07
6th	o2	149	22	6.77	1.67
7th	o3	140	23	6.09	1.57
8th	oNA	56	7	8.00	0.63
Rank by score ***($p < 0.001$)	Inhibitor ID	Ranking score	# selections	avg score per selection	avg score per participants
1st	b1	265	38	6.97	2.98
2nd	b5	261	39	6.69	2.93
3rd	b3	224	32	7.00	2.52
4th	b4	219	32	6.84	2.46
5th	b2	213	31	6.87	2.39
6th	b7	146	24	6.08	1.64
7th	b6	138	22	6.27	1.55
8th	bNA	64	8	8.00	0.72
Rank by score ***($p < 0.001$)	Inhibitor ID	Ranking score	# selections	avg score per selection	avg score per participants
1st	t3	385	40	9.63	4.33
2nd	t2	351	35	10.03	3.94
3rd	t1	320	32	10.00	3.60
4th	t9	261	30	8.70	2.93
5th	t4	248	26	9.54	2.79
6th	t7	212	24	8.83	2.38
7th	t6	200	22	9.09	2.25
8th	tNA	99	9	11.00	1.11
9th	t8	98	12	8.17	1.10
10th	t10	96	12	8.00	1.08
11th	t5	83	11	7.55	0.93
Rank by score ***($p < 0.001$)	Inhibitor ID	Ranking score	# selections	avg score per selection	avg score per participants
1st	i1	230	41	5.61	2.58
2nd	i2	175	34	5.15	1.97
3rd	i5	159	31	5.13	1.79
4th	i4	129	25	5.16	1.45
5th	iNA	90	15	6.00	1.01
6th	i3	74	16	4.63	0.83

REFERENCES

- Adrodegari, F., Alghisi, A., Saccani, N. (2014). Towards usage-oriented business models: an assessment of European capital goods manufacturers. In Proceeding of 21st EurOMA conference, Palermo (ITA).
- Ashton, K. (2009). That “internet of things” thing. *RFID Journal*, 22(7), 97–114.
<http://www.itrco.jp/libraries/RFIDJournal-ThatInternetofThingsThing.pdf>. Accessed 14 June 2016.
- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. (2010). The Internet of Things: a survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>. Accessed 8 June 2015.

- Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). Internet of Things: applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1), 49–69. <https://doi.org/10.1007/s11277-011-0288-5>. Accessed 27 Sep 2016.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: Norton.
- Burton, B., & Walker, M.J. (2015). Hype cycle for emerging technologies. Retrieved October 13, 2016, from <https://www.gartner.com/doc/3100227>. Accessed 13 Oct 2016.
- Curran, C., Puthiyamadam, T., Sviokla, J., Verweij, G. (2015). 2015 Global Digital IQ Survey: Lessons from digital leaders. Technical Report. PwC. https://www.pwc.ch/de/publications/2016/digital_iq_survey_2015.pdf. Accessed 7 Aug 2017.
- Dijkman, R., Sprenkels, B., Peeters, T., Janssen, A. (2015). Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management*, 35(6), 672–678. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268401215000766>.
- Fleisch, E., Weinberger, M., Wortmann, F. (2015). Business models and the Internet of Things (extended abstract), (pp. 6–10): Springer International Publishing, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16546-2_2.
- Geissbauer, R., Vedso, J., Schrauf, S. (2016). Industry 4.0: building the digital enterprise. Technical Report. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>.
- Gepp, M., Gölzer, P., Grobholz, B. (2015). Engineer-to-order companies are reserved on adoption of current engineering trends - an empirical study. In 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). <https://doi.org/10.1109/IEEM.2015.7385902>, (pp. 1525–1530).
- Greif, H., Kühnis, N., Warnking, P. (2016). Digital transformation: How mature are Swiss SMEs? http://www.pwc.ch/en/publications/2016/pwc_digital_transform_how_mature_are_swiss_smes_survey_16_en.pdf. Accessed 27 July 2017.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>.
- Haller, S., Karnouskos, S., Schroth, C. (2009). The Internet of Things in an enterprise context, (pp. 14–28). Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00985-3_2.
- Hanna, N. (2018). A role for the state in the digital age. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 7(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s13731-018-0086-3>.
- Hausman, A. (2005). *Industrial Marketing Management*. Innovativeness among small businesses: theory and propositions for future research, 34(8), 773–782. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0019850105000039>.
- Heck, J. (2017). Creating momentum and a positive long-term impact on the Innovation Capability of Swiss SMEs. PhD thesis, ETH, Zürich. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-010898455>.
- Heinis, T., Gomes Martinho, C., Meboldt, M. (2017). Fundamental challenges in developing Internet of Things applications for engineers and product designers. In DS 87-5 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17) Vol 5: Design for X, Design to X, Vancouver, Canada, 21-25.08, (pp. 279–88).
- Hillmer, B. (2017). Calculation of weighted ranking score. <https://help.surveygizmo.com/help/rank-score>.
- Hsu, C.L., & Lin, J.C.C. (2016). An empirical examination of consumer adoption of Internet of Things services: network externalities and concern for information privacy perspectives. *Computers in Human Behavior*, 62, 516–527. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563216302990>.
- Hui, G. (2014). So You Want to Build an Internet of Things Business: Harvard Business Review. <https://hbr.org/2014/01/so-you-want-to-build-an-internet-of-things-business>. Accessed 3 June 2016.
- ICSA Labs (2017). IoT Security & Privacy. Retrieved August 8, 2017, from <https://www.icsalabs.com/technology-program/iot-testing>. Accessed: 8 Aug 2017.

- IoT Security Foundation (2017). IoT is vast and has many security related issues – how do we go about addressing them? Retrieved August 8, 2017, from <https://iotsecurityfoundation.org/working-groups/>. Accessed 8 Aug 2017.
- Kaleka, A. (2002). Resources and capabilities driving competitive advantage in export markets: guidelines for industrial exporters. *Industrial Marketing Management*, 31(3), 273–283. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019850100001486>.
- Khan, R., Khan, S.U., Zaheer, R., Khan, S. (2012). Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges. In 2012 10th International Conference on Frontiers of Information Technology. (pp. 257–260). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIT.2012.53>.
- Kinkel, S., Rahn, J., Rieder, B., Lerch, C., Jäger, A. (2016). Digital-Vernetztes Denken In Der Produktion. Technical Report. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23720.37129>.
- Laperche, B., & Liu, Z. (2013). SMEs and knowledge-capital formation in innovation networks: a review of literature. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2(1), 21. <https://doi.org/10.1186/2192-5372-2-21>.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431–440. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008>.
- Li, S., Da Xu, L., Zhao, S. (2014). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243–259.
- Massa, S., & Testa, S. (2008). Innovation and SMEs: misaligned perspectives and goals among entrepreneurs, academics, and policy makers. *Technovation*, 28(7), 393–407. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.01.002>. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166497208000126>.
- McPhee, W., & Wheeler, D. (2006). Making the case for the added-value chain. *Strategy & Leadership*, 34(4), 39–46. <https://doi.org/10.1108/10878570610676873>.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini F., Chlamtac I. (2012). Internet of things: vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497–1516. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570870512000674>.
- Pech, RM. (2016). Achieving the innovative edge in technology, engineering design, and entrepreneurship. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 5(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s13731-016-0035-y>.
- Perera, C., Liu, C.H., Jayawardena, S., Chen, M. (2014). A survey on Internet of Things from industrial market perspective. *IEEE Access*, 2, 1660–1679. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2389854>.
- Porter, M.E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining, superior performance*. New York: The Free Press.
- Porter, M.E., & Heppelmann, J.E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64–88.
- Porter, M.E., & Heppelmann, J.E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 96–114.
- Rajkumar, R.R., Lee, I., Sha, L., Stankovic, J. (2010). Cyber-physical systems: the next computing revolution. In *Proceedings of the 47th Design Automation Conference*. <http://doi.acm.org/10.1145/1837274.1837461>. ACM, New York, (pp. 731–736).
- Raymond, L., Uwizeyemungu, S., Fabi, B., St-Pierre, J. (2018). IT capabilities for product innovation in SMEs: a configurational approach. *Information Technology and Management*, 19(1), 75–87. <https://doi.org/10.1007/s10799-017-0276-x>.
- Russo, G., Marsigalia, B., Evangelista, F., Palmaccio, M., Maggioni, M. (2015). Exploring regulations and scope of the Internet of Things in contemporary companies: a first literature analysis. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s13731-015-0025-5>.

- Saarikko, T., Westergren, U.H., Blomquist, T. (2017). The Internet of Things: are you ready for what's coming?. *Business Horizons*, 60(5), 667–676.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000768131730068X?via%3Dihub>.
- SAS Institute Inc (2016). Internet of Things visualise the impact. http://www.sas.com/de_ch/insights/big-data/internet-of-things.html.
- Schwab, K. (2015). The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond. *Foreign Affairs*, <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>.
- Scozzi, B., Garavelli, C., Crowston, K. (2005). Methods for modeling and supporting innovation processes in SMEs. *European Journal of Innovation Management*, 8(1), 120–137.
<http://www.emeraldinsight.com/doi.org/10.1108/14601060510578619>.
- Skinner, T. (2016). IoT Outlook 2016. Retrieved August 9, 2017, from <http://telecoms.com/intelligence/telecoms-com-iot-outlook-2016/>.
- Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., Woelfflé, S. (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things. Cluster of European Research Projects on the Internet of Things. European Commission, 3(3), 34–36. <https://doi.org/10.2759/26127>.
- Swissmem (2016). Panorama 2016 Zahlen und Fakten. Retrieved August 10, 2016, from https://www.swissmem.ch/fileadmin/user_upload/Swissmem/Publikationen/Panorama/2016_Panorama_DE.pdf.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed methods. *Research in the Schools*, 13(1), 12–28.
- Tobler, A., Grieder, P., Heck, R. (2013). Die Klaviatur für eine wettbewerbsfähige Schweizer MEM-Industrie. Zurich: McKinsey & Company Schweiz. Retrieved July 11, 2016, from https://www.ub.unibas.ch/digi/a125/sachdok/2014/BAU_1_6218937.pdf.
- Twentyman, J., & Swabey, P. (2015). Developing smart products. Tech. rep., The Economist Intelligence Unit. Retrieved July 25, 2016, from <https://www.eiuperspectives.economist.com/sites/default/files/EIU-Cognizant-Developingsmartproducts.pdf>.
- Underwriters Laboratories (2016). UL launches cybersecurity assurance program. <http://www.ul.com/newsroom/pressreleases/ul-launches-cybersecurity-assurance-program/>.
- Weber, R.H. (2010). Internet of Things - new security and privacy challenges. *Computer Law & Security Review*, 26(1), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2009.11.008>.
- Weiss, A., Schade, C., Riedl, M., Matt, D. (2016). Present and future of digitalization in South Tyrolean SMEs. Paper presented at the 1-14. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1860981961?accountid=27229>.

TRANSLATED VERSION: SPANISH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUCIDA: ESPAÑOL

A continuación se muestra una traducción aproximada de las ideas presentadas anteriormente. Esto se hizo para dar una comprensión general de las ideas presentadas en el documento. Por favor, disculpe cualquier error gramatical y no responsabilite a los autores originales de estos errores.

INTRODUCCIÓN

Contexto

La disminución de los costes de la potencia informática, la conectividad y los componentes electrónicos han facilitado la realización de la visión del Internet de las cosas (IoT) y han creado potencial para todo tipo de aplicaciones. Varios medios de comunicación, el Foro Económico Mundial (Schwab 2015) e investigadores académicos (Brynjolfsson y McAfee 2014) han afirmado que se está llevando a cabo una revolución impulsada por la tecnología que cambiaría la forma en que la humanidad vive y dirige la economía. El núcleo de esta revolución es la fusión de espacios físicos y digitales como sistemas ciberfísicos. "Los sistemas ciberfísicos (CPS) transformarán la forma en que los seres humanos interactúan y controlan el mundo físico" (Rajkumar et al. 2010). El término se define de la siguiente manera: "Los sistemas ciberfísicos (CPS) son sistemas físicos y de ingeniería cuyas operaciones son monitoreadas, coordinadas, controladas e integradas por un núcleo informático y de comunicación" (Rajkumar et al. 2010). Las capacidades de comunicación de estos sistemas impulsan la revolución tecnológica porque permiten conectar múltiples sistemas, creando así el IoT. El paradigma de IoT es el resultado de la convergencia de tres perspectivas: (1) orientada a las cosas, (2) orientada a Internet y (3) orientada a la semántica (Atzori et al. 2010). En otras palabras, las cosas físicas se pueden detectar o pueden detectar datos automáticamente (1). Los datos se comunican automáticamente a otras cosas o humanos (2). Los datos se interpretan y evalúan automáticamente para derivar significado (3). Estas tres perspectivas ayudan a realizar la visión de una Internet que contiene información sobre el mundo físico sin depender de la aportación humana (Ashton 2009). El progreso tecnológico en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha reducido los costes de la potencia informática, la conectividad y los componentes electrónicos. Esta disminución ha ayudado a que la IoT se vuelva cada vez más real y ha creado potencial para una amplia gama de innovaciones prometedoras. Como era de esperar, hay mucho bombo sobre IoT (Burton y Walker 2015). Claramente, varias aplicaciones de IoT están apareciendo en dominios como hogares inteligentes, wearables y ciudades inteligentes. Las aplicaciones de IoT conocidas suelen ser gadgets de consumo deseables (por ejemplo, bolas de luz que cambian de color o rastreadores de fitness). Las solicitudes conocidas con un impacto económico o ecológico positivo siguen siendo escasas (por ejemplo, monitoreo del nivel de llenado de estacionamiento o contenedor) (SAS Institute Inc 2016). En las empresas manufactureras industriales de economías especializadas y orientadas a la exportación, se conocen aún menos innovaciones basadas en IoT, a pesar de las oportunidades que ofrecen varios facilitadores tecnológicos. La pregunta entonces es, ¿qué inhibe el desarrollo y el despliegue de aplicaciones de IoT en las empresas de fabricación industrial y, por lo tanto, previene posibles innovaciones: falta de motivación o inhibidores existentes?

Necesita

Aunque el potencial de la IoT y los desafíos asociados con la realización de la misma han sido revisados y discutidos conceptualmente (Saarikko et al. 2017; 2015; Lee y Lee 2015; 2014; 2014; 2012), la literatura no abarca bien los motivadores e inhibidores del desarrollo y despliegue de aplicaciones de IoT entre empresas de fabricación industrial. El alcance de los desafíos clave identificados es genérico y válido para todo el ecosistema de IoT, por ejemplo, Naming and Identity Management (Khan et al. 2012), pero podría no ser igualmente relevante para empresas individuales con el objetivo de desarrollar aplicaciones de IoT específicas. El trabajo teórico existente se basa principalmente en modelos conceptuales y no está respaldado por datos empíricos. Los trabajos empíricos existentes sobre la digitalización, la cuarta revolución industrial y la IoT no abarcan o sólo cubren parcialmente el interés, la participación, los motivadores y los inhibidores del desarrollo y despliegue de aplicaciones de IoT entre las empresas de fabricación industrial (cuadro 1). Los estudios que abarcan motivadores e inhibidores no se centran específicamente en el desarrollo de aplicaciones de IoT entre empresas de fabricación industrial (Geissbauer et al. 2016; 2016); en cambio, se dirigen a todo tipo de industrias (Twentyman y Swabey 2015; SAS Institute Inc 2016) (por ejemplo, productos sanitarios, minoristas y de consumo) o solo encuestan a grandes empresas (LEs).

Las pequeñas y medianas empresas (PYME) con menos de 250 empleados no han sido encuestadas a este respecto, aunque las exportaciones de economías con salarios altos están dominadas por las PYME manufactureras industriales, por ejemplo, las industrias suizas del metal, la electricidad y las máquinas (MEM) son responsables de más del 30 por ciento de las exportaciones totales de bienes, y la mayoría de las empresas de estas industrias son pymes (Swissmem 2016). Las empresas de fabricación industrial orientadas a la exportación se basan en innovaciones para mantener su ventaja competitiva en los mercados globalizados actuales (Kaleka 2002). (2018) argumentaron que las capacidades de tecnología de la información (TI) pueden utilizarse con fines de innovación en pymes industriales. Por lo tanto, las innovaciones basadas en IoT pueden ayudar a lograr ventajas competitivas en mercados globalizados.

Los estudios en la literatura no cubren exhaustivamente los motivadores o inhibidores de las innovaciones basadas en IoT, sino que se centran en una gama limitada de temas, como problemas de privacidad o capacidades de análisis de datos. Al centrarse únicamente en los productos de IoT (productos inteligentes) y excluir las aplicaciones de IoT internas de la empresa, Twentyman y Swabey (2015) analizaron una perspectiva sobre el desarrollo de aplicaciones de IoT en profundidad, pero no se perdieron en proporcionar una visión holística. Se necesita un estudio holístico y consolidado sobre los motivadores e inhibidores del desarrollo de aplicaciones de IoT desde la perspectiva de las empresas manufactureras para comprender todo el sistema de innovaciones basadas en la tecnología, como el acceso a la tecnología, las cuestiones empresariales y financieras y los conocimientos y habilidades de investigación y desarrollo. Sólo una visión holística del sistema nos permite comparar la relevancia de los motivadores e inhibidores individuales de manera efectiva, así como definir medidas que pueden fomentar innovaciones basadas en IoT en las empresas de fabricación industrial.

Tarea

El presente estudio investiga los intereses y la participación de las empresas manufactureras industriales en las innovaciones basadas en IoT y tiene como objetivo proporcionar una comprensión holística de los motivadores e inhibidores de la innovación en el desarrollo y despliegue de aplicaciones de IoT en estas empresas. Este conocimiento es necesario para perfeccionar la formulación de políticas y decisiones en gobiernos o asociaciones de la industria interesadas en fomentar innovaciones basadas en IoT o en empresas que operan e innovan en la era de la transformación digital impulsada por la tecnología. Los autores abordan tres preguntas específicas de investigación (RQ). Investigan (1) el interés y la participación en, (2) motivadores y (3) inhibidores del desarrollo y despliegue de aplicaciones de IoT en empresas de fabricación industrial mediante la presentación de dos modelos conceptuales basados en una revisión bibliográfica, uno sobre motivadores y otro sobre inhibidores— y datos empíricos de una encuesta con 109 participantes de las industrias suizas del MEM.

1. RQ1. ¿Están interesadas y se dedican a las empresas manufactureras al desarrollo e implementación de aplicaciones de IoT?
2. RQ2. ¿Qué beneficio (valor añadido) esperan las empresas del desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT?
3. RQ3. ¿Qué inhibidores dificultan el desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT?

Interés y compromiso (RQ1)

El primer RQ se centra en el interés y la participación en el desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT. En relación con el primer RQ, se pueden formular tres hipótesis (H). Estas hipótesis alegan diferencias de interés y participación basadas en el tipo de empresa (PYME o LE) y basadas en la importancia de los productos fabricados integrados en una aplicación de IoT (productos digitales). Desarrollar e implementar aplicaciones de IoT es una forma de innovación. Heck (2017) discutió las características relevantes para las capacidades de innovación de las PYME, que difieren de las de las ED. Estas diferencias nos permitieron presentar hipótesis de diferentes intereses y niveles de participación en el desarrollo y despliegue de aplicaciones de IoT para pymes y REMOS.

- H1a. La importancia de los productos digitales está clasificada de manera diferente dependiendo del tipo de empresa.
- H1b. El nivel de interacción en el desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT varía en función del tipo de empresa.

- H1c. Las empresas que asignan más importancia a los productos digitales son más propensas a participar en el desarrollo de aplicaciones de IoT.

Motivadores (RQ2)

El segundo RQ se dirige a las razones y motivadores para el desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT. Se necesita un modelo conceptual para recopilar y mapear holísticamente los motivadores que impulsan el desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT. Por lo tanto, el primer paso para responder a RQ2 sería el desarrollo de un modelo conceptual de captura de motivadores (RQ2a). Las diferencias entre pymes y E nos permiten hipótesis de diferentes motivadores para diferentes tipos de empresas (H2a). Además, las empresas comprometidas pueden tener motivadores diferentes a los de las empresas no comprometidas (H2b).

- RQ2a. ¿Qué modelo conceptual nos permite recopilar y mapear holísticamente los motivadores?
- H2a. Las PYME y las E valora la importancia de los motivadores de manera diferente.
- H2b. Las empresas comprometidas y las empresas no comprometidas califican la importancia de los motivadores de manera diferente.

Inhibidores (RQ3)

La tercera RQ se dirige a los inhibidores y desafíos asociados con el desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT. Los inhibidores pueden ser identificados y recogidos de la literatura sobre el tema. Se necesita un modelo conceptual para mapear exhaustivamente los inhibidores (RQ3a). Además, los inhibidores pueden identificarse en función de las declaraciones de los miembros de la industria (RQ3b). No se espera que todos los inhibidores tengan la misma importancia (H3a).

- RQ3a. ¿Qué modelo conceptual nos permite recopilar y mapear holísticamente los inhibidores?
- RQ3b. ¿Qué inhibidores perciben las empresas manufactureras industriales?
- H3a. Algunos inhibidores se perciben como más desafiantes que los otros.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran que entre las EMI de las industrias suizas del MEM, el nivel de interés y la participación en el desarrollo de aplicaciones de IoT es generalmente superior al de las PYME. La principal motivación para desarrollar aplicaciones de IoT es implementar o mejorar las actividades de servicio y postventa en la cadena de valor de las empresas ofreciendo mantenimiento predictivo de productos, por ejemplo. A partir de la literatura se identificaron cuatro dominios que abarcaban exhaustivamente los inhibidores que dificultan el desarrollo y el despliegue de aplicaciones de IoT: empresariales, organizativos, tecnológicos e industriales. Los inhibidores empresariales y organizativos demostraron ser más relevantes que los tecnológicos e industriales. Los autores identificaron que los inhibidores de las empresas, como la información insuficiente para predecir la demanda y los ingresos, lo que resulta en una gran incertidumbre y problemas con la monetización bajo el modelo de negocio actual, eran los más desafiantes. El dominio de los inhibidores organizacionales empató en segundo lugar con inhibidores relevantes como la falta de visión/estrategia de operaciones digitales claras y la falta de experiencia o habilidades internas. Los inhibidores tecnológicos más relevantes fueron las dificultades relacionadas con la interoperabilidad con los sistemas internos o externos y las dificultades para seleccionar las tecnologías que permiten realizar aplicaciones de IoT. Se encontró que el dominio industrial de los inhibidores era el menos desafiante con inhibidores como las regulaciones y leyes indefinidas en torno a la privacidad del cliente y la recopilación de datos.

El enfoque de abordar exhaustivamente los motivadores e inhibidores relacionados con el desarrollo y la implementación de aplicaciones de IoT y comparar su relevancia llevó a la idea de que la innovación para el IoT no se trata sólo de desarrollar tecnología y superar las regulaciones de privacidad, como a menudo se discute en la literatura académica, sino también en el desarrollo e implementación de aplicaciones de IoT exitosas. Los desafíos relevantes para este fin a nivel empresarial no se basan principalmente en la tecnología o las regulaciones, sino en la organización empresarial y empresarial. Tanto las empresas como la organización empresarial están impulsadas por el comportamiento humano y, por lo

tanto, merecen una mayor atención de los campos de investigación no técnicos, como ya está sucediendo en el campo de la gestión de la innovación (por ejemplo, los modelos de negocio de IoT). El potencial de las aplicaciones de IoT en las empresas de fabricación industrial aún no se ha explotado plenamente. El modelo de cadena de valor ampliado utilizado en este estudio podría ayudar a identificar nuevas aplicaciones de IoT distintas de las conocidas, como el mantenimiento predictivo.

Los resultados de este estudio implican que los inhibidores identificados pueden ser utilizados por gobiernos o asociaciones de la industria interesadas en fomentar innovaciones basadas en IoT o por empresas que operan e innovan durante la era de la transformación digital impulsada por la tecnología para perfeccionar las políticas y la toma de decisiones. Especialmente, los gobiernos y las asociaciones de la industria pueden definir su papel de apoyo para una futura economía digital, como propone Hanna (2018), sobre la base de los aprendizajes obtenidos de este estudio. De este estudio se pueden derivar dos posibles direcciones para el trabajo futuro. La primera es la investigación sobre las herramientas y métodos para superar los inhibidores identificados en este documento. La imprevisibilidad de la demanda y los ingresos y el correspondiente alto grado de incertidumbre podrían abordarse mediante el uso de métodos de desarrollo ágiles, que facilitan la rápida incorporación de la retroalimentación de los usuarios. El desafío asociado con ese enfoque es la gestión de los diferentes ritmos de los ciclos de iteración para el desarrollo de hardware y software. Para ayudar a las empresas a superar la falta de experiencia y habilidades internas, deben investigarse los métodos que permitan a las organizaciones adquirir nuevos conocimientos rápidamente. En segundo lugar, el modelo de cadena de valor ampliada se puede investigar como una herramienta no sólo para asignar motivadores, sino también para buscar sistemáticamente nuevas aplicaciones de IoT a lo largo de toda la cadena de valor.

TRANSLATED VERSION: FRENCH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUITE: FRANÇAIS

Voici une traduction approximative des idées présentées ci-dessus. Cela a été fait pour donner une compréhension générale des idées présentées dans le document. Veuillez excuser toutes les erreurs grammaticales et ne pas tenir les auteurs originaux responsables de ces erreurs.

INTRODUCTION

Contexte

La diminution des coûts de la puissance de calcul, de la connectivité et des composants électroniques a facilité la réalisation de la vision de l'Internet des objets (IoT) et a créé un potentiel pour toutes sortes d'applications. Divers médias, le Forum économique mondial (Schwab 2015) et des chercheurs universitaires (Brynjolfsson et McAfee 2014) ont affirmé qu'une révolution technologique est en cours qui changerait la façon dont l'humanité vit et gère l'économie. Au cœur de cette révolution se trouve la fusion des espaces physiques et numériques en tant que systèmes cyberphysiques. « Les systèmes cyberphysiques (CPS) transformeront la façon dont les humains interagissent avec le monde physique et le contrôle de celui-ci » (Rajkumar et coll., 2010). Le terme est défini comme suit : « Les systèmes cyberphysiques (CPS) sont des systèmes physiques et conçus dont les opérations sont surveillées, coordonnées, contrôlées et intégrées par un noyau informatique et de communication » (Rajkumar et al., 2010). Les capacités de communication de ces systèmes sont à l'avant-plan de la révolution technologique car elles permettent de connecter plusieurs systèmes, créant ainsi l'IoT. Le paradigme de l'IoT est le résultat de la convergence de trois perspectives : (1) orientées vers les choses, (2) orientées vers Internet et (3) orientées sémantiques (Atzori et al., 2010). En d'autres termes, les choses physiques peuvent être senties

ou peuvent détecter les données automatiquement (1). Les données sont ensuite communiquées automatiquement à d'autres choses ou à des humains (2). Les données sont interprétées et évaluées automatiquement pour en tirer un sens (3). Ces trois perspectives aident à réaliser la vision d'un Internet contenant des informations sur le monde physique sans dépendre de l'apport humain (Ashton 2009). Les progrès technologiques dans le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC) ont réduit les coûts de la puissance de calcul, de la connectivité et des composants électroniques. Cette diminution a permis à l'iot de devenir de plus en plus réel et a créé un potentiel pour un large éventail d'innovations prometteuses. Sans surprise, il ya beaucoup de battage médiatique sur iot (Burton et Walker 2015). De toute évidence, plusieurs applications iot apparaissent dans des domaines tels que les maisons intelligentes, wearables et les villes intelligentes. Les applications iot bien connues sont souvent des gadgets de consommation souhaitables (p. Ex. Boules légères qui changent de couleur ou trackers de fitness). Les applications connues ayant un impact économique ou écologique positif demeurent rares (p. Ex. Surveillance du niveau de stationnement ou de remplissage des bacs) (SAS Institute Inc. 2016). Dans les entreprises manufacturières industrielles des économies spécialisées et orientées vers l'exportation, on connaît encore moins d'innovations basées sur l'iot, malgré les opportunités offertes par divers facilitateurs technologiques. La question est donc de savoir ce qui empêche le développement et le déploiement d'applications iot dans les entreprises manufacturières industrielles et empêche ainsi les innovations potentielles, qui manquent de motivation ou d'inhibiteurs existants.

Besoin

Bien que le potentiel de l'iot et les défis associés à sa réalisation aient été examinés et discutés conceptuellement (Saarikko et al., 2017; Russo et coll. 2015; Lee et Lee 2015; Li et coll. 2014; Perera et coll. 2014; Khan et coll. 2012), la littérature ne couvre pas bien les facteurs de motivation et les inhibiteurs du développement et du déploiement d'applications iot parmi les entreprises manufacturières industrielles. La portée des principaux défis identifiés est générique et valable pour l'ensemble de l'écosystème iot — par exemple la gestion des noms et de l'identité (Khan et al., 2012) — mais elle pourrait ne pas être tout aussi pertinente pour les entreprises individuelles visant à développer des applications iot spécifiques. Les travaux théoriques existants sont basés principalement sur des modèles conceptuels et ne sont pas étayés par des données empiriques. Les travaux empiriques existants sur la numérisation, la quatrième révolution industrielle et l'iot ne couvrent pas ou seulement partiellement l'intérêt, l'engagement, les motivateurs et les inhibiteurs du développement et du déploiement d'applications iot parmi les entreprises manufacturières industrielles (tableau 1). Les études qui couvrent les facteurs de motivation et les inhibiteurs ne portent pas spécifiquement sur le développement d'applications iot parmi les entreprises manufacturières industrielles (Geissbauer et al., 2016; Weiss et coll. 2016); au lieu de cela, ils ciblent toutes sortes d'industries (Twentyman et Swabey 2015; SAS Institute Inc 2016) — par exemple les soins de santé, la vente au détail et les biens de consommation — ou ils ne font qu'enquêter sur les grandes entreprises (LE).

Les petites et moyennes entreprises (PME) de moins de 250 salariés n'ont pas fait l'objet d'une enquête à cet égard, bien que les exportations d'économies à haut salaires soient dominées par les PME industrielles, par exemple, les industries suisses du métal, de l'électricité et de la machine (MEM) sont responsables de plus de 30 % des exportations totales de biens, et que la majorité des entreprises de ces industries sont des PME (Swissmem 2016). Les entreprises manufacturières industrielles axées sur l'exportation s'appuient sur les innovations pour conserver leur avantage concurrentiel sur les marchés actuels mondialisés (Kaleka, 2002). Raymond et coll. (2018) ont fait valoir que les capacités des technologies de l'information (TI) peuvent être utilisées à des fins d'innovation dans les PME industrielles. Ainsi, les innovations basées sur l'iot peuvent contribuer à obtenir des avantages concurrentiels sur les marchés mondialisés.

Les études dans la littérature ne couvrent pas de manière exhaustive les facteurs de motivation ou les inhibiteurs des innovations basées sur l'iot, mais se concentrent sur un éventail limité de sujets tels que les questions de confidentialité ou les capacités d'analyse de données. En se concentrant uniquement sur les produits iot (produits intelligents) et en excluant les applications iot internes à l'entreprise, Twentyman et Swabey (2015) ont analysé en profondeur une perspective sur le développement des applications iot, mais ont manqué de fournir une vision holistique. Une étude holistique et consolidée sur les facteurs de motivation et les inhibiteurs du développement d'applications iot du point de vue des entreprises

manufacturières est nécessaire pour comprendre l'ensemble du système d'innovations technologiques, telles que l'accès à la technologie, aux questions commerciales et financières et aux connaissances et compétences en recherche et développement. Seule une vision holistique du système nous permet de comparer efficacement la pertinence des facteurs de motivation et des inhibiteurs individuels, ainsi que de définir des mesures qui peuvent favoriser les innovations basées sur l'iot dans les entreprises manufacturières industrielles.

Tâche

La présente étude porte sur les intérêts et l'engagement des entreprises manufacturières industrielles dans les innovations basées sur l'iot et vise à fournir une compréhension holistique des facteurs de motivation et des inhibiteurs de l'innovation dans le développement et le déploiement d'applications iot dans ces entreprises. Ces connaissances sont nécessaires pour affiner les politiques et les décisions des gouvernements ou des associations industrielles intéressées à promouvoir les innovations basées sur l'iot ou dans les entreprises opérant et innovant à l'ère de la transformation numérique axée sur la technologie. Les auteurs abordent trois questions de recherche spécifiques (RQ). Ils étudient (1) l'intérêt et l'engagement dans les facteurs de motivation et (3) les inhibiteurs du développement et du déploiement d'applications iot dans les entreprises manufacturières industrielles en présentant deux modèles conceptuels basés sur une revue de la littérature — l'un sur les facteurs de motivation et l'autre sur les inhibiteurs — et les données empiriques d'une enquête menée auprès de 109 participants des industries mem suisses.

1. RQ1. Les entreprises manufacturières sont-elles intéressées et engagées dans le développement et le déploiement d'applications iot ?
2. RQ2. Quel avantage (valeur ajoutée) les entreprises attendent-elles du développement et du déploiement d'applications iot ?
3. RQ3. Quels inhibiteurs entravent le développement et le déploiement d'applications iot ?

Intérêt et engagement (RQ1)

Le premier QR cible l'intérêt et l'engagement dans le développement et le déploiement d'applications iot. En ce qui concerne le premier RQ, trois hypothèses (H) peuvent être formulées. Ces hypothèses font état de différences d'intérêt et d'engagement en fonction du type d'entreprise (PME ou LE) et fondées sur l'importance des produits manufacturés intégrés dans une application iot (produits numérisés). Le développement et le déploiement d'applications iot est une forme d'innovation. Heck (2017) a discuté des caractéristiques pertinentes pour les capacités d'innovation des PME, qui diffèrent de celles des PME. Ces différences nous ont permis d'hypothéser différents intérêts et niveaux d'engagement dans le développement et le déploiement d'applications iot pour les PME et les PME.

- H1a. L'importance des produits numérisés est évaluée différemment selon le type d'entreprise.
- H1b. Le niveau d'engagement dans le développement et le déploiement d'applications iot diffère selon le type d'entreprise.
- H1c. Les entreprises qui accordent plus d'importance aux produits numérisés sont plus susceptibles de s'engager dans le développement d'applications iot.

Motivateurs (RQ2)

Le deuxième QR cible les raisons et les facteurs de motivation pour le développement et le déploiement d'applications iot. Un modèle conceptuel est nécessaire pour recueillir et cartographier de manière holistique les facteurs de motivation à l'origine du développement et du déploiement d'applications iot. Ainsi, la première étape pour répondre à RQ2 serait l'élaboration d'un modèle conceptuel capturant les motivateurs (RQ2a). Les différences entre les PME et les PME nous permettent d'hypothéser des facteurs de motivation différents pour différents types d'entreprises (h2a). En outre, les entreprises engagées peuvent avoir des motivations différentes de les entreprises non engagées (h2b).

- RQ2a. Quel modèle conceptuel nous permet de recueillir et de cartographier de manière holistique les motivateurs?
- H2a. Les PME et les LE évaluent différemment l'importance des facteurs de motivation.
- H2b. Les entreprises engagées et les entreprises non engagées évaluent différemment l'importance des facteurs de motivation.

Inhibiteurs (RQ3)

Le troisième QR cible les inhibiteurs et les défis associés au développement et au déploiement d'applications iot. Les inhibiteurs peuvent être identifiés et recueillis à partir de la littérature sur le sujet. Un modèle conceptuel est nécessaire pour cartographier les inhibiteurs de manière exhaustive (RQ3a). En outre, les inhibiteurs peuvent être identifiés en fonction des déclarations des membres de l'industrie (RQ3b). On ne s'attend pas à ce que tous les inhibiteurs aient la même signification (h3a).

- RQ3a. Quel modèle conceptuel nous permet de collecter et de cartographier les inhibiteurs de façon holistique?
- RQ3b. Quels inhibiteurs sont perçus par les entreprises manufacturières industrielles?
- H3a. Certains inhibiteurs sont perçus comme plus difficiles que les autres.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude montrent que, parmi les PME des industries suisses du MEM, le niveau d'intérêt et d'engagement dans le développement des applications iot est généralement plus élevé que celui des PME. La principale motivation pour développer des applications iot est la mise en œuvre ou l'amélioration des activités de service et de post-vente dans la chaîne de valeur des entreprises en offrant la maintenance prédictive des produits, par exemple. Quatre domaines qui couvraient de manière exhaustive les inhibiteurs qui entravent le développement et le déploiement d'applications iot ont été identifiés à partir de la littérature : business, organisationnel, technologique et industriel. Les inhibiteurs commerciaux et organisationnels se sont révélés plus pertinents que les inhibiteurs technologiques et industriels. Les auteurs ont identifié les inhibiteurs de l'entreprise, tels que l'insuffisance de l'information pour prédire la demande et les revenus, ce qui entraîne une grande incertitude et des problèmes de monétisation dans le cadre du modèle d'affaires actuel, comme les plus difficiles. Le domaine des inhibiteurs organisationnels est à égalité en deuxième position avec les inhibiteurs pertinents tels que le manque de vision/stratégie d'opérations numériques claires et le manque d'expertise ou de compétences internes. Les inhibiteurs technologiques les plus pertinents étaient les difficultés liées à l'interopérabilité avec les systèmes internes ou externes et les difficultés dans la sélection des technologies permettant de réaliser les applications iot. Le domaine industriel des inhibiteurs s'est avéré le moins difficile avec des inhibiteurs tels que des règlements non définis et des lois sur la protection de la vie privée des clients et la collecte de données.

L'approche de traiter de manière exhaustive les facteurs de motivation et les inhibiteurs liés au développement et au déploiement d'applications iot et de comparaison de leur pertinence a conduit à l'idée que l'innovation pour l'ido n'est pas seulement sur le développement de la technologie et de surmonter les règlements sur la protection de la vie privée, comme on le sait souvent dans la littérature universitaire, mais aussi sur le développement et le déploiement d'applications iot réussies. Les défis pertinents à cet égard au niveau de l'entreprise ne concernent pas principalement la technologie ou les réglementations, mais l'organisation des entreprises et des entreprises. Les entreprises et les entreprises sont guidées par le comportement humain et méritent donc l'attention accrue des domaines de recherche non techniques, comme c'est déjà le cas dans le domaine de la gestion de l'innovation (p. Ex. Modèles d'affaires iot). Le potentiel des applications iot dans les entreprises manufacturières industrielles n'est pas encore pleinement exploité. Le modèle étendu de la chaîne de valeur utilisé dans cette étude pourrait aider à identifier de nouvelles applications iot autres que les plus connues, telles que la maintenance prédictive.

Les résultats de cette étude impliquent que les inhibiteurs identifiés peuvent être utilisés par les gouvernements ou les associations de l'industrie intéressés à promouvoir les innovations basées sur l'iot ou par les entreprises opérant dans et innovant à l'ère de la transformation numérique axée sur la technologie pour affiner les politiques et la prise de décision. En particulier, les gouvernements et les associations industrielles peuvent définir leur rôle de soutien pour une future économie numérique, tel que proposé par Hanna (2018) – en fonction des enseignements tirés de cette étude. Deux orientations possibles pour les travaux futurs peuvent être dérivées de cette étude. La première est la recherche sur les outils et les méthodes pour surmonter les inhibiteurs identifiés ici. L'imprévisibilité de la demande et des revenus et le degré élevé d'incertitude correspondant pourraient être résolus en utilisant des méthodes de développement agiles, qui facilitent l'incorporation rapide des commentaires des utilisateurs. Le défi associé à cette approche est la

gestion des différents rythmes des cycles d'itération pour le développement matériel et logiciel. Pour aider les entreprises à surmonter le manque d'expertise et de compétences internes, il faut étudier rapidement les méthodes permettant aux organisations d'acquérir rapidement de nouvelles connaissances. Deuxièmement, le modèle de chaîne de valeur étendue peut être étudié comme un outil non seulement pour allouer des facteurs de motivation, mais aussi pour rechercher systématiquement de nouvelles applications iot tout au long de la chaîne de valeur.

TRANSLATED VERSION: GERMAN

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

ÜBERSETZTE VERSION: DEUTSCH

Hier ist eine ungefähre Übersetzung der oben vorgestellten Ideen. Dies wurde getan, um ein allgemeines Verständnis der in dem Dokument vorgestellten Ideen zu vermitteln. Bitte entschuldigen Sie alle grammatikalischen Fehler und machen Sie die ursprünglichen Autoren nicht für diese Fehler verantwortlich.

EINLEITUNG

Kontext

Die sinkenden Kosten für Rechenleistung, Konnektivität und elektronische Komponenten haben die Verwirklichung der Vision des Internets der Dinge (IoT) erleichtert und Potenziale für alle Arten von Anwendungen geschaffen. Verschiedene Medienkanäle, das Weltwirtschaftsforum (Schwab 2015) und akademische Forscher (Brynjolfsson und McAfee 2014) haben behauptet, dass eine technologiegetriebene Revolution im Gange ist, die die Art und Weise verändern würde, wie die Menschheit lebt und die Wirtschaft führt. Im Zentrum dieser Revolution steht die Verschmelzung von physischen und digitalen Räumen als Cyber-physische Systeme. "Cyber-physische Systeme (CPS) werden verändern, wie Menschen mit der physischen Welt interagieren und sie kontrollieren" (Rajkumar et al. 2010). Der Begriff ist wie folgt definiert: "Cyber-physische Systeme (CPS) sind physische und technische Systeme, deren Betrieb von einem Rechen- und Kommunikationskern überwacht, koordiniert, gesteuert und integriert wird" (Rajkumar et al. 2010). Die Kommunikationsfähigkeiten solcher Systeme treiben die technologische Revolution voran, da sie die Verbindung mehrerer Systeme ermöglichen und so das IoT schaffen. Das IoT-Paradigma ist das Ergebnis der Konvergenz von drei Perspektiven: (1) Thing-orientiert, (2) Internetorientiert und (3) Semantisch orientiert (Atzori et al. 2010). Mit anderen Worten, physische Dinge können wahrgenommen werden oder Daten automatisch erfassen (1). Die Daten werden dann automatisch an andere Dinge oder Menschen übermittelt (2). Die Daten werden automatisch interpretiert und ausgewertet, um Bedeutung abzuleiten (3). Diese drei Perspektiven helfen dabei, die Vision eines Internets zu verwirklichen, das Informationen über die physische Welt enthält, ohne auf menschliches Input angewiesen zu sein (Ashton 2009). Der technologische Fortschritt im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) hat die Kosten für Rechenleistung, Konnektivität und elektronische Komponenten gesenkt. Dieser Rückgang hat dazu beigetragen, dass das IoT immer realer wurde und Potenzial für eine Vielzahl vielversprechender Innovationen geschaffen hat. Es überrascht nicht, dass es eine Menge Hype um IoT gibt (Burton und Walker 2015). Es ist klar, dass mehrere IoT-Anwendungen in Bereichen wie Smart Homes, Wearables und Smart Cities auftreten. Bekannte IoT-Anwendungen sind oft wünschenswerte Consumer-Gadgets (z. B. Farbverändernde Lichtbälle oder Fitness-Tracker). Bekannte Anwendungen mit positiven wirtschaftlichen

oder ökologischen auswirkungen sind nach wie vor rar (z.B. Park-oder-mülleimer-füllstandsüberwachung) (sas institute inc 2016). In industriell geprägten unternehmen spezialisierter und exportorientierter volkswirtschaften sind trotz der möglichkeiten verschiedener technologischer ermöglicher noch weniger iot-basierte innovationen bekannt. Die frage ist dann, was die entwicklung und den einsatz von iot-anwendungen in industriellen fertigungsunternehmen hemmt und somit potenzielle innovationen verhindert – fehlende motivation oder bestehende inhibatoren?

Brauchen

Obwohl das potenzial des iot und die damit verbundenen herausforderungen konzeptionell überprüft und diskutiert wurden (saarikko et al. 2017; russo et al. 2015; lee und lee 2015; li et al. 2014; perera et al. 2014; khan et al. 2012), deckt die literatur nicht gut die motivatoren und inhibatoren der entwicklung und des einsatzes von iot-anwendungen unter unternehmen des industriellen verarbeitenden gewerbes ab. Der umfang der identifizierten hauptausforderungen ist generisch und gilt für das gesamte iot-ökosystem – z. B. Naming and identity management (khan et al. 2012) –, aber es ist möglicherweise nicht gleichermaßen relevant für einzelne unternehmen, die bestimmte iot-anwendungen entwickeln möchten. Die bestehende theoretische arbeit basiert hauptsächlich auf konzeptionellen modellen und wird nicht durch empirische daten untermauert. Bestehende empirische arbeiten zur digitalisierung, zur vierten industriellen revolution und zum iot decken interessen, engagement, motivatoren und inhibatoren der entwicklung und des einsatzes von iot-anwendungen in unternehmen des industriellen verarbeitenden gewerbes nicht oder nur teilweise ab (tabelle 1). Studien, die motivatoren und inhibatoren abdecken, konzentrieren sich nicht speziell auf die entwicklung von iot-anwendungen in unternehmen des industriellen verarbeitenden gewerbes (geissbauer et al. 2016; weiss et al. 2016); stattdessen zielen sie auf alle arten von branchen ab (twentyman und swabey 2015; sas institute inc 2016) – z. B. Gesundheits-, einzelhandels- und konsumgüter – oder sie befragen nur große unternehmen (les).

Kleine und mittlere unternehmen (kmu) mit weniger als 250 beschäftigten haben sich in dieser hinsicht nicht befragt, obwohl die exporte von hochlohnwirtschaften von kmu des verarbeitenden gewerbes dominiert werden – beispielsweise ist die schweizer metall-, elektro- und maschinenbauindustrie (mem) für mehr als 30 % der gesamten warenexporte verantwortlich, und die mehrheit der unternehmen in diesen branchen sind kmu (swissmem 2016). Exportorientierte unternehmen der industriellen fertigung setzen auf innovationen, um ihren wettbewerbsvorteil in den aktuellen globalisierten märkten zu erhalten (kaleka 2002). Raymond et al. (2018) argumentierten, dass it-fähigkeiten für innovationszwecke in industriellen kmu genutzt werden können. So können iot-basierte innovationen dazu beitragen, wettbewerbsvorteile in globalisierten märkten zu erzielen.

Die literaturstudien decken nicht erschöpfend die motivatoren oder inhibatoren iot-basierter innovationen ab, sondern konzentrieren sich auf eine begrenzte palette von themen wie datenschutzfragen oder datenanalysefunktionen. Durch die konzentration auf iot-produkte (intelligente produkte) und ohne unternehmensinterne iot-anwendungen analysierten twentyman und swabey (2015) eine perspektive auf die entwicklung von iot-anwendungen in der tiefe, verpassten es jedoch, eine ganzheitliche sicht zu bieten. Eine ganzheitliche und konsolidierte studie über die motivatoren und inhibatoren der iot-anwendungsentwicklung aus der perspektive von fertigungsunternehmen ist notwendig, um das gesamte system technologiebasierter innovationen zu verstehen, wie z. B. Zugang zu technologie, geschäfts- und finanzfragen sowie forschungs- und entwicklungswissen und -fähigkeiten. Nur eine ganzheitliche sicht auf das system ermöglicht es uns, die relevanz einzelner motivatoren und inhibatoren effektiv zu vergleichen und maßnahmen zu definieren, die iot-basierte innovationen in industriellen fertigungsunternehmen fördern können.

Aufgabe

Die vorliegende studie untersucht die interessen und das engagement von unternehmen der industriellen fertigung an iot-basierten innovationen und zielt darauf ab, ein ganzheitliches verständnis der motivatoren und inhibatoren von innovationen bei der entwicklung und demonzung von iot-anwendungen in diesen unternehmen zu vermitteln. Dieses wissen ist notwendig, um die politik und entscheidungsfindung in regierungen oder branchenverbänden zu verfeinern, die an der förderung von iot-basierten innovationen interessiert sind, oder in unternehmen, die im zeitalter der technologiegetriebenen

digitalen transformation tätig sind und innovativ sind. Die Autoren befassen sich mit drei spezifischen Forschungsfragen (RQ). Sie untersuchen (1) Interesse und Engagement für, (2) Motivatoren und (3) Inhibitoren der Entwicklung und des Einsatzes von IoT-Anwendungen in industriellen Fertigungsunternehmen, indem sie zwei konzeptionelle Modelle auf der Grundlage eines Literaturberichts – eines zu Motivatoren und eines zu Inhibitoren – und empirische Daten aus einer Umfrage mit 109 Teilnehmern aus Schweizer MEM-Industrien vorstellen.

1. RQ1. Sind Fertigungsunternehmen an der Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen interessiert und engagiert?
2. RQ2. Welchen Nutzen (Mehrwert) erwarten Unternehmen von der Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen?
3. RQ3. Welche Inhibitoren behindern die Entwicklung und den Einsatz von IoT-Anwendungen?

Interesse und Engagement (RQ1)

Der erste RQ zielt auf das Interesse und Engagement bei der Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen ab. In Bezug auf den ersten RQ können drei Hypothesen (H) formuliert werden. Diese Hypothesen behaupten unterschiedliche Interessen und Engagements, die auf der Art des Unternehmens (KMU oder LE) und auf der Bedeutungsbewertung von hergestellten Produkten basieren, die in eine IoT-Anwendung integriert sind (digitalisierte Produkte). Die Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen ist eine Form der Innovation. Heck (2017) erörterte die für die Innovationsfähigkeit von KMU relevanten Merkmale, die sich von denen von LE unterscheiden. Diese Unterschiede ermöglichen es uns, unterschiedliche Interessen und das Engagement bei der Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen für KMU und LE zu vermuten.

- H1a. Die Bedeutung digitalisierter Produkte wird je nach Unternehmenstyp unterschiedlich bewertet.
- H1b. Der Grad des Engagements bei der Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen ist je nach Art des Unternehmens unterschiedlich.
- H1c. Unternehmen, die digitalisierten Produkten mehr Bedeutung beimessen, sind eher an der Entwicklung von IoT-Anwendungen beteiligt.

Motivatoren (RQ2)

Der zweite RQ zielt auf die Gründe und Motivatoren für die Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen ab. Ein konzeptionelles Modell ist erforderlich, um die Motivatoren, die die Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen vorantreiben, ganzheitlich zu sammeln und abzubilden. Der erste Schritt zur Beantwortung von RQ2 wäre daher die Entwicklung eines konzeptionellen Modells, das Motivatoren (RQ2a) erfasst. Die Unterschiede zwischen KMU und LE erlauben es uns, unterschiedliche Motivatoren für verschiedene Unternehmenstypen (H2a) zu vermuten. Darüber hinaus können engagierte Unternehmen andere Motivatoren haben als nicht engagierte Unternehmen (H2b).

- RQ2a. Welches konzeptionelle Modell ermöglicht es uns, Motivatoren ganzheitlich zu sammeln und zu kartieren?
- H2a. KMU und LE bewerten die Bedeutung von Motivatoren unterschiedlich.
- H2b. Engagierte Unternehmen und nicht engagierte Unternehmen bewerten die Bedeutung von Motivatoren unterschiedlich.

Inhibitoren (RQ3)

Der dritte RQ zielt auf die Inhibitoren und Herausforderungen ab, die mit der Entwicklung und Bereitstellung von IoT-Anwendungen verbunden sind. Inhibitoren können identifiziert und aus der Literatur zum Thema gesammelt werden. Ein konzeptionelles Modell ist erforderlich, um die Inhibitoren erschöpfend abzubilden (RQ3a). Darüber hinaus können Inhibitoren anhand der Aussagen von Branchenmitgliedern (RQ3b) identifiziert werden. Es wird erwartet, dass nicht alle Inhibitoren die gleiche Bedeutung haben (H3a).

- RQ3a. Welches konzeptionelle Modell ermöglicht es uns, Inhibitoren ganzheitlich zu sammeln und zu kartieren?
- RQ3b. Welche Inhibitoren werden von Unternehmen des industriellen verarbeitenden Gewerbes wahrgenommen?

- H3a. Einige inhibitory werden als schwieriger als die anderen wahrgenommen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die ergebnisse dieser studie zeigen, dass bei den les in der schweizer mem-industrie das interesse und das engagement bei der entwicklung von iot-anwendungen im allgemeinen höher ist als bei kmu. Die hauptmotivation für die entwicklung von iot-anwendungen ist die implementierung oder verbesserung von service- und aftersales-aktivitäten in der wertschöpfungskette der unternehmen, indem beispielsweise vorausschauende produktwartung angeboten wird. Aus der literatur wurden vier bereiche identifiziert, die die inhibitory, die die entwicklung und den einsatz von iot-anwendungen behindern, umfassend abdecken: wirtschaft, organisation, technologie und industrie. Geschäfts- und organisationsinhibitory erwiesen sich als relevanter als technologische und industrielle. Die autoren identifizierten unternehmensinhibitory, wie unzureichende informationen, um nachfrage und umsatz vorherzusagen, was zu hoher unsicherheit und problemen mit der monetarisierung nach dem aktuellen geschäftsmodell führte, als die anspruchsvollsten. Der bereich der organisatorischen inhibitory, die an zweiter stelle mit relevanten inhibitory verbunden sind, wie z. B. Fehlende klare digitale betriebsvision/strategie und mangels interner expertise oder fähigkeiten. Die wichtigsten technologischen inhibitory waren schwierigkeiten im zusammenhang mit der interoperabilität mit internen oder externen systemen und schwierigkeiten bei der auswahl von technologiezurbeinen zur realisierung von iot-anwendungen. Der industrielle bereich der inhibitory erwies sich als die am wenigsten herausfordernde mit inhibitory wie undefinierten vorschriften und gesetzen rund um den kundendatenschutz und die datenerhebung.

Der ansatz, die motivatory und inhibitory im zusammenhang mit der entwicklung und demenkestellung von iot-anwendungen umfassend anzugehen und deren relevanz zu vergleichen, führte zu der erkenntnis, dass innovation für das iot nicht nur die entwicklung von technologie und die überwindung von datenschutzvorschriften, wie es in der wissenschaftlichen literatur oft diskutiert wird, sondern auch die entwicklung und bereitstellung erfolgreicher iot-anwendungen ist. Die herausforderunglichen herausforderungen, die für dieses ziel auf unternehmensebene relevant sind, betreffen nicht in erster linie technologie oder vorschriften, sondern unternehmenund- und unternehmensorganisatorische. Sowohl die unternehmen als auch die unternehmensorganisation werden durch menschliches verhalten angetrieben und verdienen daher die erhöhte aufmerksamkeit nichttechnischer forschungsbereiche, wie dies bereits im bereich innovationsmanagement (z.b. Iot-geschäftsmodelle) geschieht. Das potenzial von iot-anwendungen in unternehmen der industriellen fertigung ist noch nicht voll ausgeschöpft. Das in dieser studie verwendete erweiterte wertschöpfungskettenmodell könnte dazu beitragen, andere neue iot-anwendungen als die bekannten zu identifizieren, wie z. B. Die vorausschauende wartung.

Die ergebnisse dieser studie implizieren, dass die identifizierten inhibitory von regierungen oder branchenverbänden verwendet werden können, die an der förderung iot-basierter innovationen interessiert sind, oder von unternehmen, die in der ära der technologiegetriebenen digitalen transformation tätig sind und innovativ sind, um politik und entscheidungsfindung zu verfeinern. Insbesondere regierungen und industrieverbände können ihre unterstützende rolle für eine zukünftige digitale wirtschaft – wie von hanna (2018) vorgeschlagen – auf der grundlage der erkenntnisse aus dieser studie definieren. Aus dieser studie lassen sich zwei mögliche richtungen für die zukünftige arbeit ableiten. Die erste ist die erforschung der werkzeuge und methoden, um die hier identifizierten inhibitory zu überwinden. Die unvorhersehbarkeit von nachfrage und umsatz und die damit verbundene hohe unsicherheit könnten durch agile entwicklungsmethoden angegangen werden, die eine schnelle einbindung von nutzerfeedback ermöglichen. Die herausforderung, die mit diesem ansatz verbunden ist, besteht darin, die unterschiedlichen geschwindigkeiten von iterationszyklen für die hardware- und softwareentwicklung zu verwalten. Um unternehmen dabei zu helfen, den mangel an internem fachwissen und fähigkeiten zu überwinden, müssen methoden untersucht werden, die es organisationen ermöglichen, schnell neues wissen zu erwerben. Zweitens kann das erweiterte wertschöpfungskettenmodell nicht nur als werkzeug

zur zuteilung von motivatoren, sondern auch zur systematischen suche nach neuartigen iot-anwendungen entlang der gesamten wertschöpfungskette untersucht werden.

TRANSLATED VERSION: PORTUGUESE

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSÃO TRADUZIDA: PORTUGUÊS

Aqui está uma tradução aproximada das ideias acima apresentadas. Isto foi feito para dar uma compreensão geral das ideias apresentadas no documento. Por favor, desculpe todos os erros gramaticais e não responsabilize os autores originais responsáveis por estes erros.

INTRODUÇÃO

Contexto

A diminuição dos custos de potência informática, conectividade e componentes eletrônicos facilitaram a realização da visão da Internet das Coisas (IoT) e criaram potencial para todo o tipo de aplicações. Vários canais de comunicação, o Fórum Económico Mundial (Schwab 2015) e investigadores académicos (Brynjolfsson e McAfee 2014) afirmaram que está em curso uma revolução baseada na tecnologia que mudaria a forma como a humanidade vive e gere a economia. No cerne desta revolução está a fusão de espaços físicos e digitais como sistemas ciber-físicos. "Os sistemas ciber-físicos (CPS) vão transformar a forma como os humanos interagem e controlam o mundo físico" (Rajkumar et al. 2010). O termo é definido da seguinte forma: "os sistemas ciber-físicos (CPS) são sistemas físicos e projetados cujas operações são monitorizadas, coordenadas, controladas e integradas por um núcleo de computação e comunicação" (Rajkumar et al. 2010). As capacidades de comunicação destes sistemas impulsionam a revolução tecnológica porque permitem a ligação de vários sistemas, criando assim o IoT. O paradigma IoT é o resultado da convergência de três perspetivas: (1) orientada para as coisas, (2) orientada para a Internet e (3) orientada para a semântica (Atzori et al. 2010). Por outras palavras, as coisas físicas podem ser sentidos ou podem sentir os dados automaticamente (1). Os dados são então comunicados automaticamente a outras coisas ou humanos (2). Os dados são interpretados e avaliados automaticamente para obter significado (3). Estas três perspetivas ajudam a concretizar a visão de uma Internet que contém informações sobre o mundo físico sem depender da entrada humana (Ashton 2009). O progresso tecnológico no domínio das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) reduziu os custos da potência informática, da conectividade e dos componentes eletrônicos. Esta diminuição tem ajudado o IoT a tornar-se cada vez mais real e criou potencial para uma vasta gama de inovações promissoras. Sem surpresa, há muita publicidade sobre IoT (Burton e Walker 2015). Claramente, várias aplicações IoT estão a aparecer em domínios como casas inteligentes, wearables e cidades inteligentes. Aplicações IoT bem conhecidas são frequentemente gadgets de consumo desejáveis (por exemplo, bolas de luz que mudam de cor ou rastreadores de fitness). As aplicações conhecidas com impacto económico ou ecológico positivo continuam a ser escassas (por exemplo, monitorização do nível de estacionamento ou de enchimento do caixote do lixo) (SAS Institute Inc 2016). Nas empresas industriais de produção industrial de economias especializadas e orientadas para as exportações, são ainda conhecidas

menos inovações baseadas em IoT, apesar das oportunidades oferecidas por vários facilitadores tecnológicos. A questão que se coloca é, pois, o que inibe o desenvolvimento e a implantação de aplicações de IoT em empresas industriais de fabrico e, assim, impede potenciais inovações — falta de motivação ou inibidores existentes?

Necessidade

Embora o potencial do IoT e os desafios associados à sua realização tenham sido revistos e discutidos conceptualmente (Saarikko et al. 2017; Russo et al. 2015; Lee e Lee 2015; Li et al. 2014; Perera et al. 2014; Khan et al. 2012), a literatura não abrange bem os motivadores e inibidores do desenvolvimento e implantação de aplicações IoT entre empresas industriais de fabrico. O âmbito dos principais desafios identificados é genérico e válido para todo o ecossistema IoT - por exemplo, Nomeação e Gestão de Identidade (Khan et al. 2012)- mas pode não ser igualmente relevante para empresas individuais que pretendam desenvolver aplicações específicas de IoT. O trabalho teórico existente baseia-se principalmente em modelos conceptuais e não é apoiado por dados empíricos. Os trabalhos empíricos existentes sobre a digitalização, a quarta revolução industrial e a IoT não cobrem parcialmente os juros, o envolvimento, os motivadores e os inibidores do desenvolvimento e implantação de aplicações de IoT entre empresas industriais de fabrico (Quadro 1). Os estudos que abrangem motivadores e inibidores não se centram especificamente no desenvolvimento de aplicações IoT entre empresas industriais de fabrico (Geissbauer et al. 2016; Weiss et al. 2016); em vez disso, visam todo o tipo de indústrias (Vinteman e Swabey 2015; SAS Institute Inc 2016)— por exemplo, cuidados de saúde, retalho e bens de consumo — ou fazem apenas um inquérito às grandes empresas (EE).

As pequenas e médias empresas (PME) com menos de 250 trabalhadores não inquiriram a este respeito, embora as exportações de economias de alto rendimento sejam dominadas por PME industriais — por exemplo, as indústrias suíças do metal, da eletricidade e das máquinas (MEM) são responsáveis por mais de 30% do total das exportações de bens, e a maioria das empresas destas indústrias são PME (Swissmem 2016). As empresas industriais orientadas para as exportações dependem de inovações para manter a sua vantagem competitiva nos mercados globais atuais (Kaleka 2002). Raymond et al. (2018) argumentou que as capacidades das tecnologias da informação (TI) podem ser usadas para fins de inovação em PME industriais. Assim, as inovações baseadas em IoT podem ajudar a alcançar vantagens competitivas em mercados globalizados.

Os estudos na literatura não abrangem exaustivamente os motivadores ou inibidores de inovações baseadas em IoT, mas focam-se num leque limitado de tópicos, tais como questões de privacidade ou capacidades de análise de dados. Ao concentrar-se apenas nos produtos IoT (produtos inteligentes) e excluindo aplicações IoT internas da empresa, a Twentymen e a Swabey (2015) analisaram uma perspetiva sobre o desenvolvimento da aplicação IoT em profundidade, mas não conseguiu fornecer uma visão holística. É necessário um estudo holístico e consolidado sobre os motivadores e inibidores do desenvolvimento de aplicações IoT na perspetiva das empresas produtoras para compreender todo o sistema de inovações baseadas na tecnologia, tais como o acesso à tecnologia, questões empresariais e financeiras e conhecimentos e competências de investigação e desenvolvimento. Só uma visão holística do sistema nos permite comparar eficazmente a relevância dos motivadores e inibidores individuais, bem como definir medidas que possam fomentar inovações baseadas em IoT nas empresas industriais de fabrico.

Tarefa

O presente estudo investiga os interesses e o envolvimento das empresas industriais em inovações baseadas em IoT e visa proporcionar uma compreensão holística dos motivadores e inibidores da

inovação no desenvolvimento e implantação de aplicações IoT nestas empresas. Este conhecimento é necessário para aperfeiçoar a política e a tomada de decisões em governos ou associações do setor interessadas em fomentar inovações baseadas em IoT ou em empresas que operam e inovam na era da transformação digital orientada pela tecnologia. Os autores abordam três questões específicas de investigação (RQ). Investigam (1) interesse e envolvimento em, (2) motivadores e (3) inibidores de desenvolvimento e implantação de aplicações IoT em empresas industriais de fabrico industrial, apresentando dois modelos conceptuais baseados numa revisão literária — um sobre motivadores e outro sobre inibidores — e dados empíricos de um inquérito realizado com 109 participantes das indústrias mem suíças.

1. O RQ1. As empresas de fabrico estão interessadas e empenhadas no desenvolvimento e implantação de aplicações IoT?
2. O RQ2. Que benefício (valor acrescentado) as empresas esperam do desenvolvimento e implantação de aplicações IoT?
3. O RQ3. Que inibidores dificultam o desenvolvimento e a implantação de aplicações IoT?

Juros e compromissos (RQ1)

O primeiro QR visa o interesse e o envolvimento no desenvolvimento e implantação de aplicações IoT. Em relação ao primeiro RQ, podem ser formuladas três hipóteses (H). Estas hipóteses alegam diferenças de interesse e envolvimento com base no tipo de empresa (PME ou LE) e baseadas na classificação de importância dos produtos manufaturados integrados numa aplicação IoT (produtos digitalizados). Desenvolver e implementar aplicações IoT é uma forma de inovação. Heck (2017) discutiu as características relevantes para as capacidades de inovação das PME, que diferem das das EES. Estas diferenças permitiram-nos hipóteses de diferentes interesses e níveis de envolvimento no desenvolvimento e implantação de aplicações IoT para PME e PME.

- H1a. A importância dos produtos digitalizados é avaliada de forma diferente, dependendo do tipo de empresa.
- H1b. O nível de envolvimento no desenvolvimento e implantação de aplicações IoT difere dependendo do tipo de empresa.
- H1c. As empresas que atribuem mais importância aos produtos digitalizados são mais propensas a participar no desenvolvimento de aplicações IoT.

Motivadores (RQ2)

O segundo Q.R. visa as razões e os motivadores para o desenvolvimento e implantação de aplicações IoT. É necessário um modelo conceptual para recolher e mapear os motivadores que impulsionam o desenvolvimento e implantação de aplicações IoT. Assim, o primeiro passo para responder ao RQ2 seria o desenvolvimento de um modelo conceptual que capturasse motivadores (RQ2a). As diferenças entre PME e EES permitem-nos hipóteser diferentes motivadores para diferentes tipos de empresas (H2a). Além disso, as empresas ativas podem ter diferentes motivadores do que as empresas não contratadas (H2b).

- RQ2a. Que modelo conceptual nos permite recolher e mapear motivadores?
- H2a. As PME e as PME avaliam de forma diferente a importância dos motivadores.
- H2b. Empresas contratadas e empresas não contratadas avaliam a importância dos motivadores de forma diferente.

Inibidores (RQ3)

O terceiro QT visa os inibidores e desafios associados ao desenvolvimento e implantação de aplicações IoT. Os inibidores podem ser identificados e recolhidos da literatura sobre o tema. Um modelo conceptual é necessário para mapear os inibidores exaustivamente (RQ3a). Além disso, os

inibidores podem ser identificados com base nas declarações dos membros do sector (RQ3b). Espera-se que nem todos os inibidores tenham o mesmo significado (H3a).

- O RQ3a. Que modelo conceptual nos permite recolher e mapear inibidores?
- O RQ3b. Que inibidores são percecionados pelas empresas industriais de fabrico?
- H3a. Alguns inibidores são vistos como mais desafiantes que os outros.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram que, entre as EET das indústrias MEM suíças, o nível de interesse e envolvimento no desenvolvimento de aplicações de IoT é geralmente superior ao das PME. A principal motivação para desenvolver aplicações IoT é implementar ou melhorar as atividades de serviço e pós-venda na cadeia de valor das empresas, oferecendo, por exemplo, manutenção preditiva de produtos. Quatro domínios que abrangeram exaustivamente os inibidores que impedem o desenvolvimento e implantação de aplicações IoT foram identificados a partir da literatura: negócios, organizacionais, tecnológicos e industriais. Os inibidores empresariais e organizacionais revelaram-se mais relevantes do que os tecnológicos e industriais. Os autores identificaram inibidores de negócios, como informação insuficiente para prever a procura e as receitas, resultando em elevada incerteza e problemas com a rentabilização no modelo de negócio atual, para serem os mais desafiantes. O domínio dos inibidores organizacionais está ligado em segundo lugar a inibidores relevantes, tais como a falta de visão/estratégia de operações digitais claras e a falta de conhecimentos ou competências internas. Os inibidores tecnológicos mais relevantes foram as dificuldades relacionadas com a interoperabilidade com sistemas internos ou externos e dificuldades na seleção de tecnologias que permitam a realização de aplicações IoT. O domínio industrial dos inibidores foi considerado o menos desafiante com inibidores, tais como regulamentos e leis indefinidas em torno da privacidade do cliente e da recolha de dados.

A abordagem de abordar exaustivamente os motivadores e inibidores relacionados com o desenvolvimento e implantação de aplicações IoT e comparar a sua relevância levou à percepção de que a inovação para a IoT não se trata apenas de desenvolver tecnologia e superar regulamentos de privacidade, como é frequentemente discutido na literatura académica, mas também no desenvolvimento e implementação de aplicações de IoT bem sucedidas. Os desafios relevantes para este fim a nível empresarial não são principalmente sobre tecnologia ou regulamentos, mas sobre organização empresarial e empresarial. As empresas e a organização empresarial são impulsionadas pelo comportamento humano e, por conseguinte, merecem uma maior atenção dos domínios de investigação não técnicos, como já acontece no domínio da gestão da inovação (por exemplo, modelos de negócio IoT). O potencial das aplicações de IoT nas empresas industriais de fabrico ainda não está totalmente explorado. O modelo de cadeia de valor alargado utilizado neste estudo poderia ajudar a identificar novas aplicações IoT que não as mais conhecidas, como a manutenção preditiva.

Os resultados deste estudo implicam que os inibidores identificados podem ser utilizados por governos ou associações do setor interessados em fomentar inovações baseadas em IoT ou por empresas que operam e inovam durante a era da transformação digital orientada pela tecnologia para refinar políticas e tomadas de decisão. Especialmente, os governos e associações do setor podem definir o seu papel de apoio para uma futura economia digital - como proposto por Hanna (2018)- com base nas aprendizagens obtidas com este estudo. Este estudo pode derivar-se de duas direções possíveis para o trabalho futuro. A primeira é a investigação sobre as ferramentas e métodos para superar os inibidores aqui identificados. A imprevisibilidade da procura e das

receitas e o elevado grau de incerteza correspondente poderiam ser resolvidos através da utilização de métodos de desenvolvimento ágeis, que facilitam a rápida incorporação do feedback dos utilizadores. O desafio associado a esta abordagem é gerir os diferentes ritmos dos ciclos de iteração para o desenvolvimento de hardware e software. Para ajudar as empresas a superar a falta de conhecimentos e competências internos, devem ser investigados métodos que permitam às organizações adquirir novos conhecimentos. Em segundo lugar, o modelo de cadeia de valor alargado pode ser investigado como uma ferramenta não só para alocar motivadores, mas também para procurar sistematicamente novas aplicações IoT ao longo de toda a cadeia de valor.