

تحلیل داده ها

در مدیریت عملیات

دکتر عباس سقایی



abbas.saghaei@gmail.com



[Instagram.com/abbas.saghaei](https://www.instagram.com/abbas.saghaei)



www.saghaei.ir

کنترل فرایند آماری

هدف از کنترل فرایند آماری کاهش میزان تغییرات و اجرای فرایند در یک وضعیت تحت کنترل از لحاظ آماری می باشد.

- وضعیتی که بتوان میان انحرافات با دلایل تصادفی و انحرافات با دلایل قطعی تمایز قائل شد.
- بتوان پی برد که در کجا فرایند به صورت کارآمد پیش می رود.
- و اینکه چه زمانی محصول به اندازه کافی بازدهی دارد.

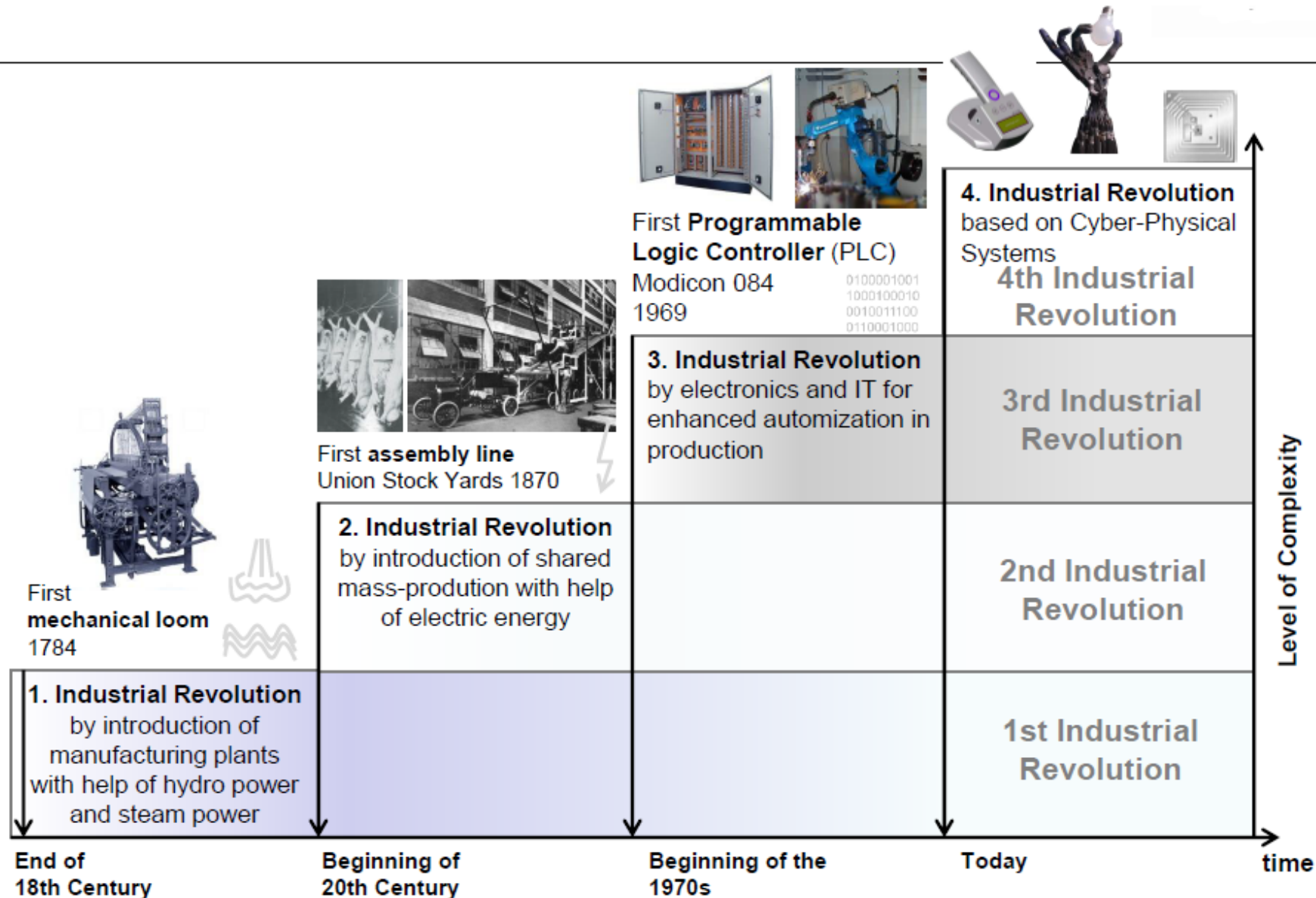
کنترل کیفیت آماری چند متغیره واقع گرایانه تر بوده اما پیچیده تر می باشد.

- ارتقاء عملکرد
- نظارت
- بهبود

Industry 4.0

عبارت **industry 4** بیانگر انقلاب صنعتی چهارم می باشد. دیگر عبارات مربوطه شامل اینترنت صنعتی یا کارخانه دیجیتال می شوند اما هیچکدام نمایی کامل را از این مفهوم ارائه نمی دهند. در دوره انقلاب سوم صنعتی تمرکز بر روی اتوماتیک سازی انفرادی ماشین ها و فرآیندها بود اما در انقلاب صنعتی چهارم تمرکز بر دیجیتال سازی فراگیر تمامی دارایی های فیزیکی و هماهنگ سازی آنها در قالب یک اکوسیستم دیجیتال میباشد. انقلاب صنعتی چهارم به واسطه ایجاد شبکه ای از تکنولوژی های نوین، دستاوردهایی را از جمله تولید تحلیل و تبادل داده به همراه دارد.

Industry 4.0 – چهارمین انقلاب صنعتی



چرا 4 industry ؟

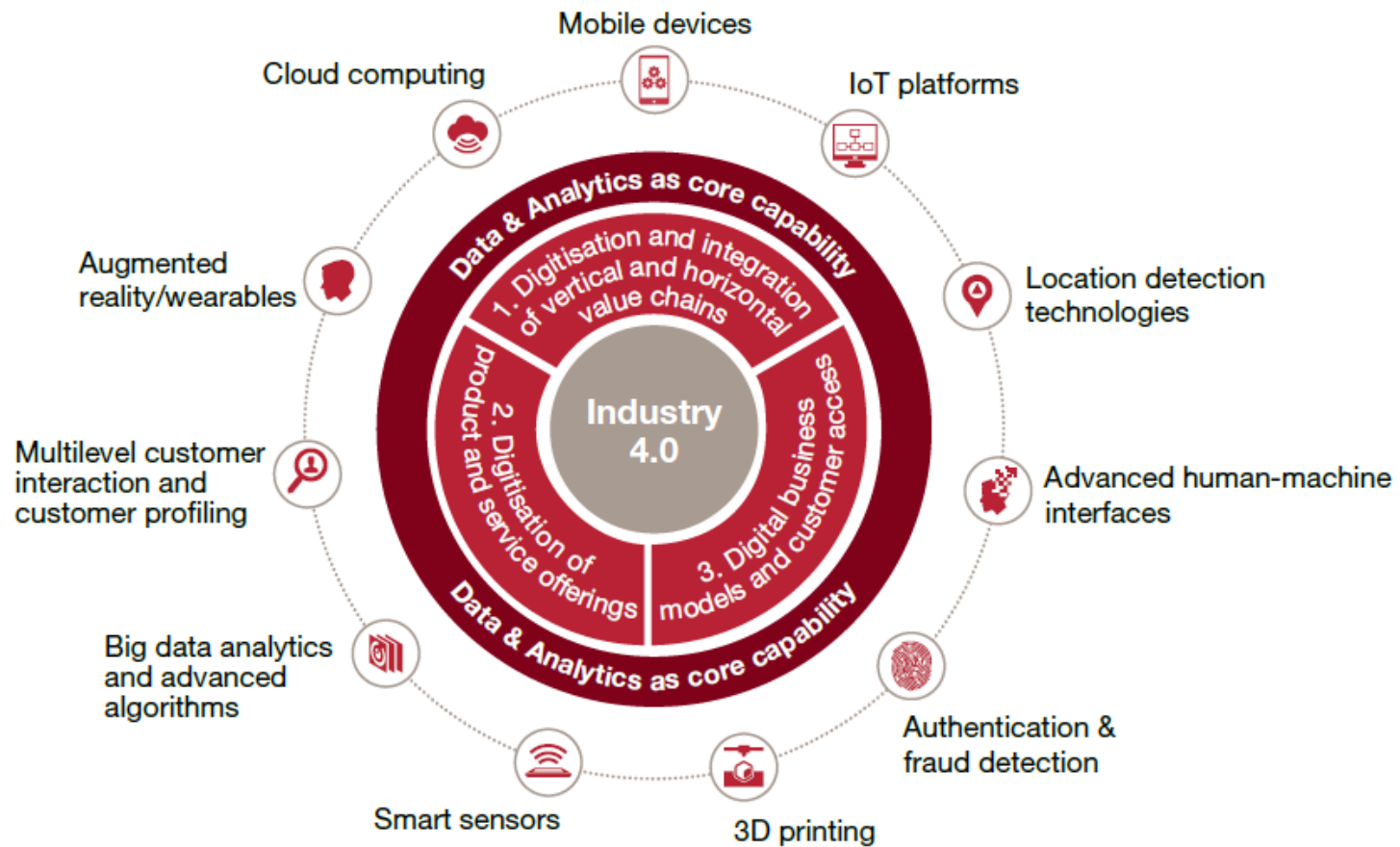
- صنعت چهارم یک تکنولوژی جدید و یا یک چارچوب در زمینه کسب و کار نیست بلکه رویکردی جدید به منظور دستیابی به نتایجی است که تا ده سال پیش قابل دسترسی نبودند.
- انقلاب صنعتی چهارم حرکتی است به سمت دیجیتالیزه شدن.
- صنعت چهارم از اینترنت اشیا و سیستم های فیزیکی مبتنی بر کامپیوتر مثل سنسورها که توانایی جمع آوری داده را داشته و می توانند به وسیله تولیدکنندگان استفاده شوند بهره می برد.
- به کمک پیشرفتهای صورت گرفته در زمینه داده های کلان و تحلیل های قدرتمند سیستم ها می توانند با استفاده از داده های تولید شده بینش هایی به دست آورند که بتوان با کمک آن ها به سرعت به شرایط مختلف واکنش نشان داد.
- زیربنای ارتباطی این تکنولوژی از امنیت کافی برخوردار بوده و می تواند به وسیله صنایع بزرگ استفاده شود.

صنعت چهارم تا چه میزان ارزشمند است ؟

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته توسط KPMG تا سال ۲۰۲۰ بازار تکنولوژی‌های کاربردی در صنعت چهارم از ارزش بالغ بر ۴ تریلیون دلار برخوردار خواهند بود.

بر اساس گزارشی که اخیراً از جانب دولت انگلستان منتشر یافته استفاده از این تکنولوژی پیشرفته باعث سودآوری بخش تولیدات صنعتی به اندازه ۴۴۵ میلیون پوند خواهد شد و همچنین نزدیک به ۱۷۵ هزار شغل ایجاد خواهد کرد.

چهارچوب عملکردی نسل چهارم انقلاب صنعتی و تکنولوژی‌هایی که در این نسل مشارکت دارند

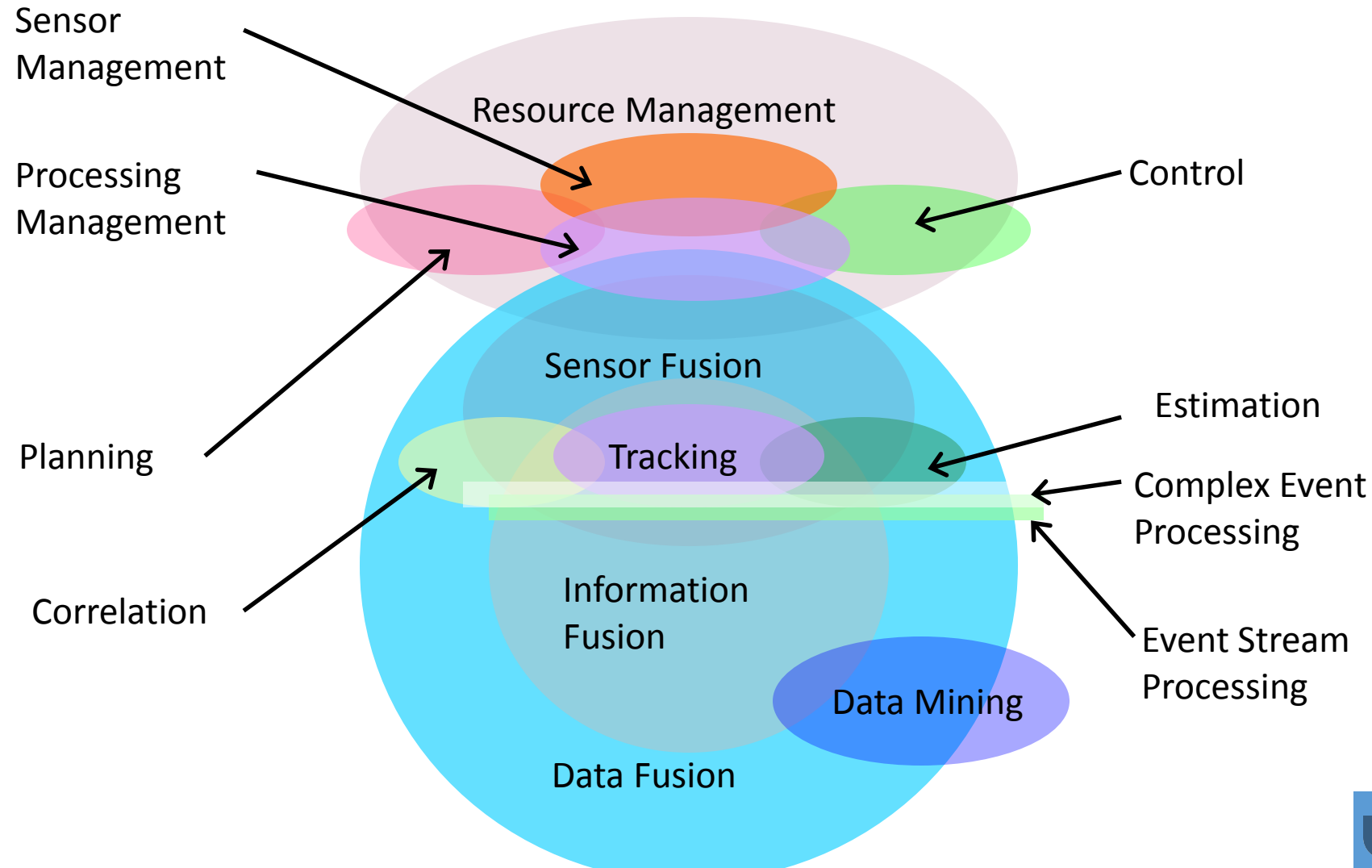


کارخانه هوشمند



مورد کاوی تحلیل فرایند در یکی از بزرگترین صنایع فولادی کشور

A Vocabulary of Confusion (Work in Progress)



Adapted from: Steinberg, A., & Bowman, C., CRC Press, 2001



Internet of things

اینترنت اشیا چیست ؟

اینترنت اشیا شبکه‌ای از اشیاء فیزیکی همچون دستگاه‌ها، اتومبیل‌ها، ساختمان‌ها می‌باشد. هر کدام از این اشیاء به اجزای الکترونیکی، نرم افزارها سنسورها و قابلیت اتصال به شبکه مجهز شده‌اند که آنها را قادر می‌سازد داده‌ها را جمع‌آوری و مبادله کنند

چرا از اینترنت اشیا استفاده کنیم ؟

استفاده از شبکه ای از اشیا متصل به هم که با یکدیگر و همچنین با کاربر به تبادل داده می پردازند، می تواند میزان خدمت رسانی را ارتقا و همچنین ارزش بیشتری ایجاد کند

از مزایای استفاده از اینترنت اشیا می توان به موارد زیر اشاره نمود :

- مدیریت هرچه بهتر دارایی ها
- مصرف بهینه منابع
- از میان برداشتن خطاهای انسانی
- ایجاد بازدهی بالاتر و همچنین تسهیل امور برای کاربر

بازار اینترنت اشیا

با بررسی های صورت گرفته توسط IDC پیش بینی شده است که هزینه های صورت گرفته بر روی اینترنت اشیا در سطح جهانی به ۷۷۲,۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۸ خواهد رسید که افزایش ۱۵ درصدی را نسبت به هزینه های انجام شده (۶۷۴ میلیارد دلار) در زمینه اینترنت اشیا در سال ۲۰۱۷ نشان می دهد.

اینترنت اشیا و زمینه های تحلیلی

Predictive Analytics Enhances the Value of IoT



- Smart Supply Chains:
 - Risk Analysis
 - Delivery Optimization
 - Supplier Assessment

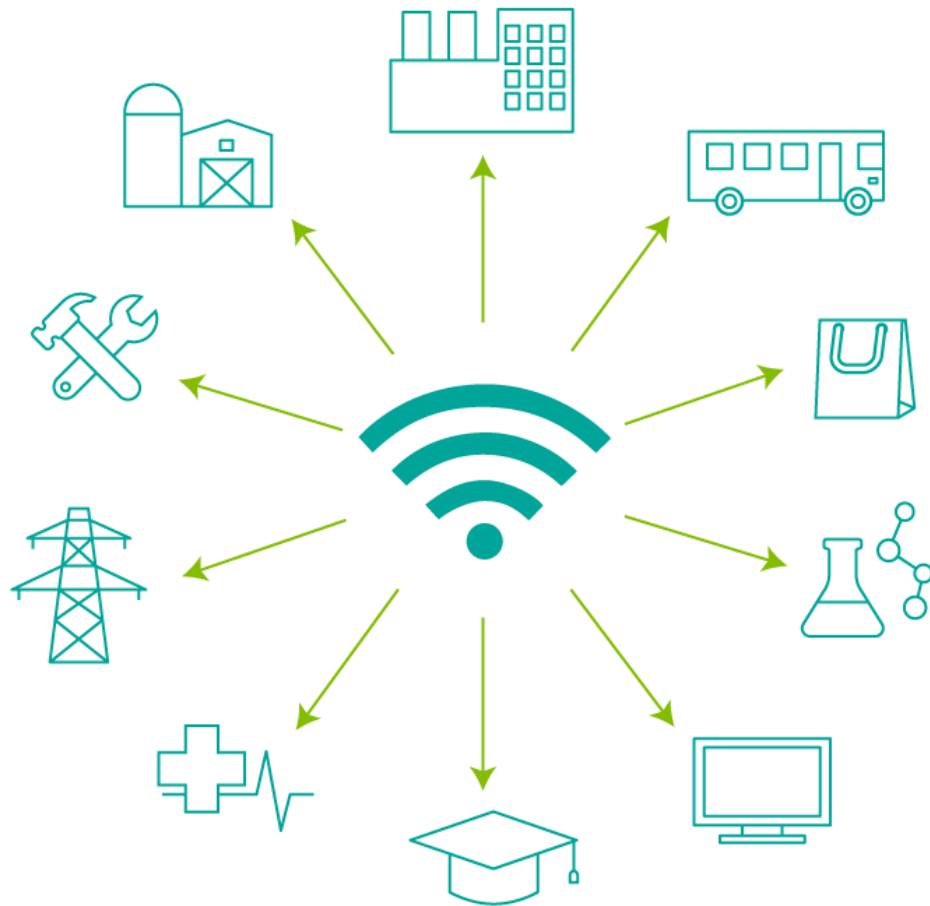


- Smart Manufacturing
 - Predictive Maintenance
 - Quality Improvement
 - Anomaly Detection
 - Asset Optimization
 - Root Cause Analysis
 - Machine Learning



- Smart Demand Chains
 - Demand Planning
 - Customer Experience
 - Social Sentiment
 - Warranty Analytics

چه بخشهایی از اینترنت اشیا استفاده می کنند ؟



1. بخش تولیدات
2. حمل و نقل
3. خرده فروشی
4. زمینه های علمی و تکنولوژی
5. فناوری اطلاعات و ارتباطات
6. تحصیلات
7. مراقبتهای درمانی و بهداشتی
8. انرژی
9. ساخت و ساز

توسعه های صورت گرفته در زمینه کسب و کار به واسطه اینترنت اشیا

خرده فروشی

- بررسی خودکار محصولات خریداری شده از جانب مشتریان
- مدیریت انبار و موجودی

تولیدات صنعتی

- بازدهی عملیات
- تعمیرات و مدیریت دارایی

توسعه‌های صورت گرفته در زمینه کسب و کار به واسطه اینترنت اشیا

بخش‌های دولتی

- بازدهی و ذخیره انرژی
- امنیت

مصرف کنندگان

- سرگرمی
- سلامتی و تناسب اندام

توسعه‌های صورت گرفته در زمینه کسب و کار به واسطه اینترنت اشیا

حمل و نقل

- خودکار سازی و کنترل ترافیک
- مدیریت ناوگان

مراقبت‌های بهداشتی درمانی

- نظارت
- اجرای خودکار فرآیندهای درمانی

Size in 2025¹



















\$ billion, adjusted to 2015 dollars

■ Low estimate □ High estimate

Settings

Total = \$3.9 trillion–11.1 trillion

Major applications

	Human		170– 1,590	Monitoring and managing illness, improving wellness
	Home		200– 350	Energy management, safety and security, chore automation, usage-based design of appliances
	Retail environments		410– 1,160	Automated checkout, layout optimization, smart CRM, in-store personalized promotions, inventory shrinkage prevention
	Offices		70– 150	Organizational redesign and worker monitoring, augmented reality for training, energy monitoring, building security
	Factories		1,210– 3,700	Operations optimization, predictive maintenance, inventory optimization, health and safety
	Worksites		160– 930	Operations optimization, equipment maintenance, health and safety, IoT-enabled R&D
	Vehicles		210– 740	Condition-based maintenance, reduced insurance
	Cities		930– 1,660	Public safety and health, traffic control, resource management
	Outside		560– 850	Logistics routing, autonomous cars and trucks, navigation

The Internet of Things & Manufacturing

- IoT applications in mfg. and factory settings expected to generate \$1.2 to \$3.7 trillion of economic value annually by 2025.
- IoT will revolutionize manufacturing processes.
- IoT will revolutionize manufactured products and product systems.

IoT and Manufacturing Processes

IoT will generate 4 primary forms of value in terms of manufacturing processes:

1. Supply Chain Management;
2. Operating Efficiency;
3. Predictive Maintenance;
4. Inventory Optimization.

IoT and Supply Chain Management

- IoT can help manufacturers better manage their supply chains.
- BMW: Knows the real-time status of all machines producing all parts/components from all suppliers going into vehicles.
- Toyota: Reduces recalls by knowing exactly what machine produced which components of which vehicles.
- HP: Integrates network analysis and data visualization into its supply chain management and monitoring; has reduced the time for supply chain management projects by up to 50%.

IoT and Manufacturing Operating Efficiency

- IoT provides manufacturers a comprehensive view of what's occurring at every point in the production process and helps make real-time adjustments.
- Will increase manufacturing productivity by 10-25%.
- Producing up to \$1.8 trillion in global economic value by 2025.

IoT and Manufacturing Operating Efficiency

Explosion of low-cost sensor technologies has made every manufacturing process and component a potential data source.

- Ford: Placed sensors on virtually every piece of production equipment at its River Rouge facility.
- GM: Uses sensors to monitor humidity conditions during vehicle painting; if unfavorable, the work piece is moved elsewhere in plant or ventilation systems adjusted.
- Raytheon: Keeps track of how many times a screw has been turned in its factories.
- Merck: Improves vaccines by conducting up to 15 billion calculations to determine what environmental and process factors influence quality of final product.

IoT and Predictive Maintenance

Monitor the status of production equipment in real-time.

- Intel: Uses predictive modeling to anticipate failures, prioritize inspections, and cut monitoring costs, save \$3M.
- Ford: Downstream machines can detect if work pieces they receive are off in a particular minute dimension, indicating possible problems in upstream machines.
- GE “Brilliant Factories” initiative doubled production of defect-free dishwashers and washing machines.

ANALYTICS

DESCRIPTIVE

CAPTURE
PRODUCTS'
CONDITION,
ENVIRONMENT,
AND OPERATION

DIAGNOSTIC

EXAMINE
THE CAUSES
OF REDUCED
PRODUCT
PERFORMANCE
OR FAILURE

PREDICTIVE

DETECT PATTERNS
THAT SIGNAL
IMPENDING
EVENTS

PRESCRIPTIVE

IDENTIFY
MEASURES
TO IMPROVE
OUTCOMES
OR CORRECT
PROBLEMS

IoT and Predictive Maintenance

IoT expected to reduce factory equipment maintenance costs by up to 40%.

- Expected to reduce equipment downtime by up to 50% and is expected to reduce capital equipment investment costs 5%.
- Generating economic value of \$630B annually by 2025.

IoT and Inventory Optimization

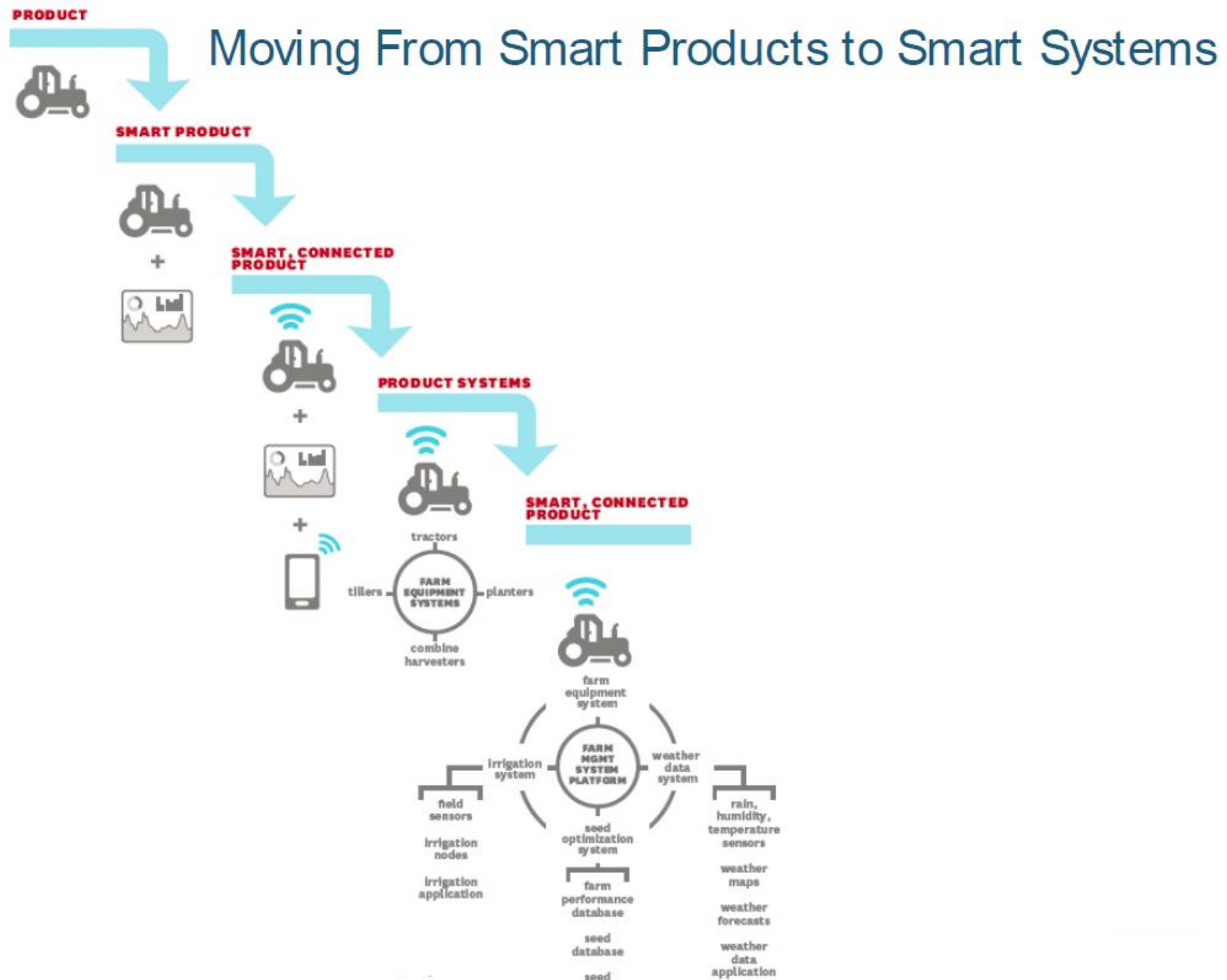
IoT helps manufacturers better manage inventory.

- Wurth USA: Developed an “iBins” system that uses intelligent camera technology to monitor the fill level of a supply box and wirelessly transmit the data to an inventory management system that automatically reorders supplies.
- IoT can drive inventory optimization measures that can save 20 to 50% of factory inventory carrying costs.

Other IoT Apps. In Mfg. Processes

Safety: IoT applied to devices and workers (e.g., badges) can alert or even halt equipment if in too close of proximity.

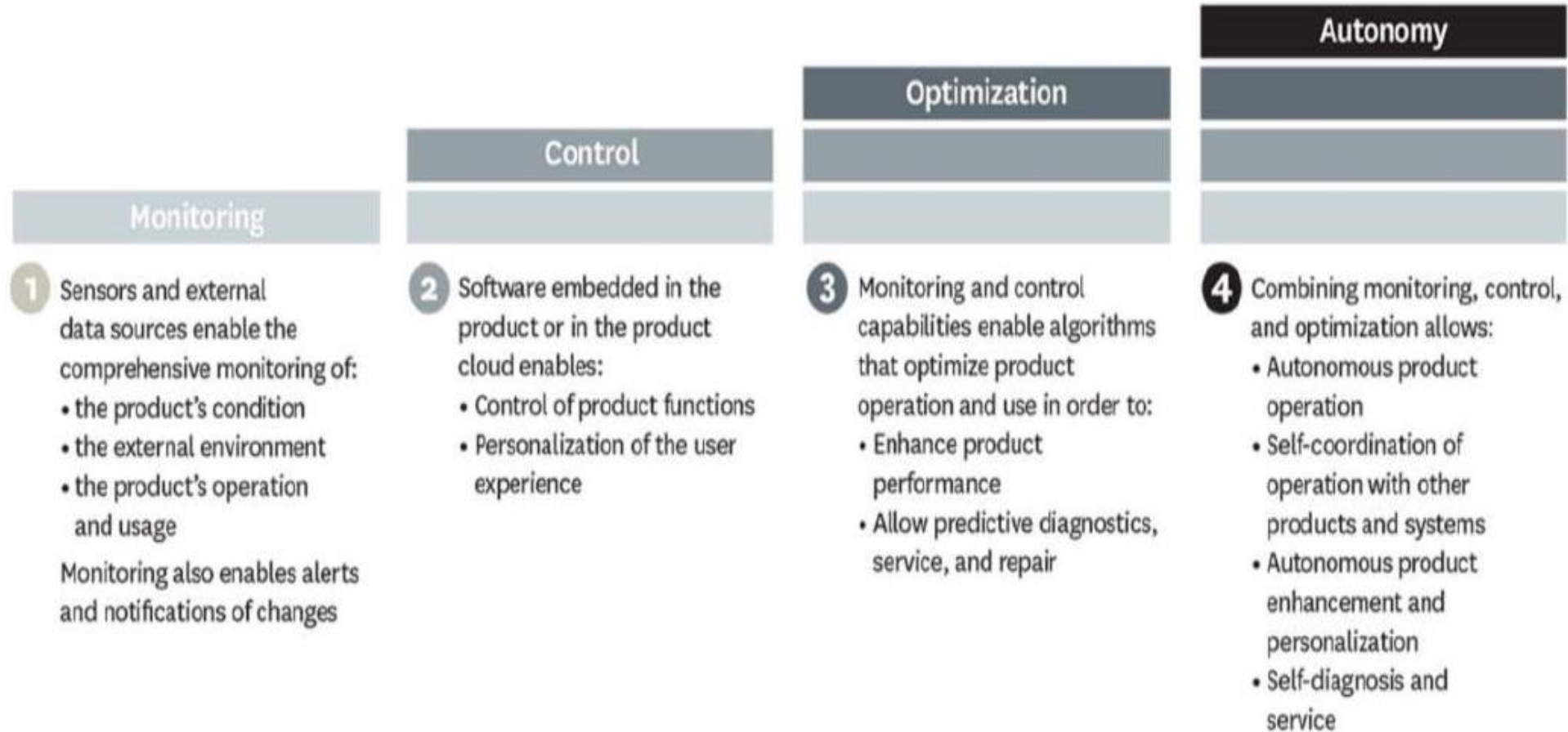
- Leveraging data on factory equipment for usage-based design (improve equipment performance or reduce parts needed.)



Maturity Scale for Smart Manufactured Products

Capabilities of Smart, Connected Products

The capabilities of smart, connected products can be grouped into four areas: monitoring, control, optimization, and autonomy. Each builds on the preceding one; to have control capability, for example, a product must have monitoring capability.



Asset management (diagnostic and prognostic)

شرکت مهندسی و ساخت توربین مپنا (توگا)



Helikopter.ir
09196028059
Helishot.net

در پاسخ به نیاز روزافزون به انرژی الکتریکی در ایران و عدم تولید توربین و تجهیزات جانبی آن در کشور، شرکت مهندسی و ساخت توربین مپنا (توگا) که یکی از زیرمجموعه‌های اصلی گروه مپنا است در تابستان سال ۱۳۷۸ تاسیس و تولید توربین‌های بزرگ گازی در کارخانجات خود واقع در فردیس کرج (سی کیلومتری تهران) را از اواخر سال ۱۳۸۰ آغاز نمود. از آن زمان تاکنون و به منظور پوشش نیاز رو به رشد داخلی و خارجی به این محصولات، تأسیسات و ظرفیت کارخانه مرتباً افزایش یافته و به قریب ۴۰ واحد در سال رسیده است.

در حال حاضر شرکت توگا با ثبت تولید و تحویل بیش از ۳۰۰ واحد توربین‌های گاز و بخار نیروگاهی به بازار ایران و منطقه خاورمیانه در کارنامه خود، یک بازیگر بین‌المللی در صنعت توربین محسوب می‌گردد.





- به منظور تولید قطعات مختلف توربین از ماشین آلات متعددی استفاده می گردد. به طور مثال جهت تولید پره های توربین از ماشین های پره زنی ۵ محوره استفاده می گردد.
- این ماشین از سه محور اصلی X , Y , Z و دو محور کمکی بهره می برد.
- این ماشین دارای سنسور های مختلفی است که بواسطه آن ها می توان به داده های عملکرد ماشین دسترسی پیدا کرد و نسبت به سلامت ماشین اطمینان حاصل نمود. بخشی از این داده ها عبارتند از :
- به ازای هر کدام از محور های X, Y, Z, A, B, U, S :
- سرعت
- دما
- جریان
- بارگذاری
- گشتاور
- موقعیت در جهت هر محور
- پارامترهای الکتریکی :
- متوسط جریانهای سه فاز
- جریان فاز ۱
- جریان فاز ۲
- جریان فاز ۳
- متوسط ولتاژ فاز به نول
- ولتاژ فاز ۱ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۲ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۳ نسبت به نول
- متوسط ولتاژ خط به خط
- ولتاژ فاز ۱ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۲ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۳ نسبت به نول
- cos phi موثر سه فاز
- cos phi فاز ۱
- cos phi فاز ۲
- cos phi فاز ۳
- ضریب توان موثر بر سه فاز توان اکتیو تقسیم بر توان ظاهری
- ضریب توان فاز ۱
- ضریب توان فاز ۲
- ضریب توان فاز ۳
- مجموع توان های حقیقی سه فاز
- توان حقیقی فاز ۱
- توان حقیقی فاز ۲
- توان حقیقی فاز ۳
- مجموع توان های مجازی سه فاز
- توان مجازی فاز ۱
- توان مجازی فاز ۲
- توان مجازی فاز ۳
- مجموع توان های ظاهری سه فاز
- توان ظاهری فاز ۱
- توان ظاهری فاز ۲
- توان ظاهری فاز ۳
- مجموع اعوجاج هارمونیک ولتاژ فاز ۱
- مجموع اعوجاج هارمونیک ولتاژ فاز ۲
- مجموع اعوجاج هارمونیک ولتاژ فاز ۳
- مجموع اعوجاج هارمونیک جریان فاز ۱
- مجموع اعوجاج هارمونیک جریان فاز ۲
- مجموع اعوجاج هارمونیک جریان فاز ۳

- به منظور تولید قطعات مختلف توربین از ماشین آلات متعددی استفاده می گردد. به طور مثال جهت تولید پره های توربین از ماشین های پره زنی ۵ محوره استفاده می گردد.
- این ماشین از سه محور اصلی X , Y , Z و دو محور کمکی بهره می برد.
- این ماشین دارای سنسور های مختلفی است که بواسطه آن ها می توان به داده های عملکرد ماشین دسترسی پیدا کرد و نسبت به سلامت ماشین اطمینان حاصل نمود. بخشی از این داده ها عبارتند از :
- به ازای هر کدام از محور های X, Y, Z, A, B, U, S :
- سرعت
- دما
- جریان
- بارگذاری
- گشتاور
- موقعیت در جهت هر محور
- پارامترهای الکتریکی :
- متوسط جریانهای سه فاز
- جریان فاز ۱
- جریان فاز ۲
- جریان فاز ۳
- متوسط ولتاژ فاز به نول
- ولتاژ فاز ۱ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۲ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۳ نسبت به نول
- متوسط ولتاژ خط به خط
- ولتاژ فاز ۱ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۲ نسبت به نول
- ولتاژ فاز ۳ نسبت به نول

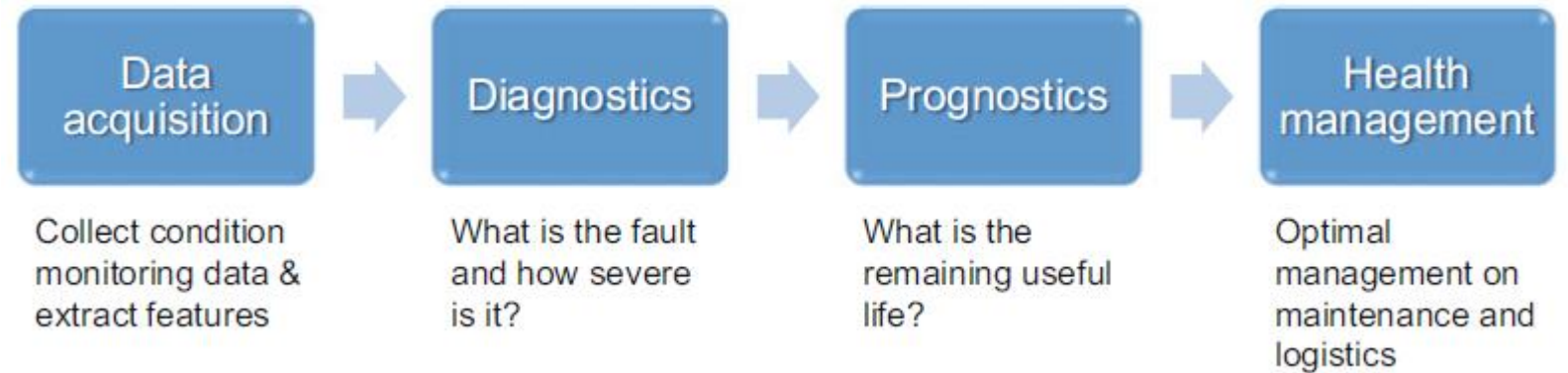
Introduction

- Prognostics and health management (PHM) is a new engineering approach that Enables :
 - real-time health assessment of a system under its actual operating conditions
 - prediction of system future state based on up-to-date information by incorporating various disciplines including sensing technologies, failure physics, machine learning, modern statistics, and reliability engineering
- It enables engineers to turn data and health state into information that will improve our knowledge on the system and provides a strategy to maintain the system in its originally intended function.

Main steps of the PHM

The main steps of PHM include :

- data acquisition
- diagnostics
- Prognostics
- health management



➤ data acquisition

The first step is data acquisition, which is to collect measurement data from the sensors and process them to extract useful features for diagnosis.

➤ diagnostics

The second step is the diagnostics, in which the fault is detected for any anomaly, isolated to determine which component is failing and to identify how severe it is with respect to the failure threshold.

➤ Prognostics

Third step is the prognostics that predicts how long it will take until failure under the current operating condition.

➤ health management

The last step is the health management to manage in optimal manner the maintenance scheduling and logistics support

OSA/CBM

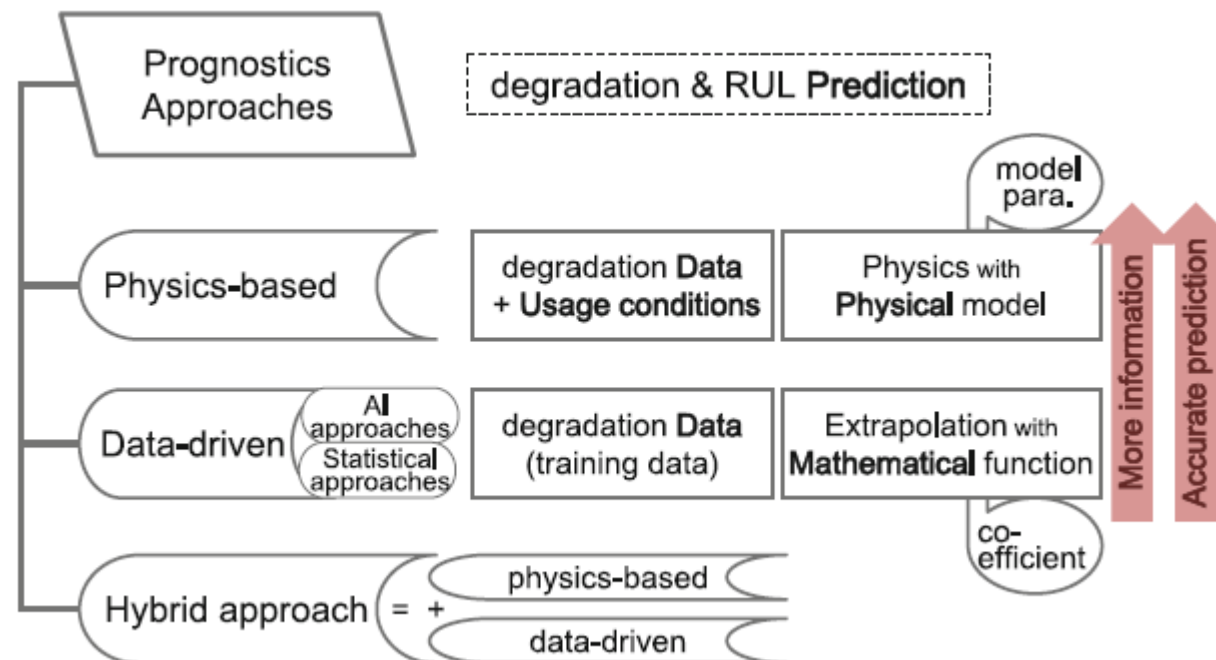
Among the standards proposed for the PHM process the Open System Architecture for Condition Based Maintenance (OSA/CBM) is the most popular, which consists of six phases or layers:

- **data acquisition** : which is concerned with the activity of measuring data using a variety of sensors
- **data manipulation** : which performs processing of raw data which then feeds into the condition monitoring layer.
- **condition monitoring** : this layer calculates condition indicators and provides alarm capabilities for anomaly.
- **health assessment** : uses the condition indicators to determine health status describing how bad it is in quantitative manner
- **Prognostics** : In this layer, an estimate of future progress is made including the remaining useful life .
- **Data acquisition** : Decision-making layer is to produce suitable measures for replacement, and maintenance activities based on the data from the previous layers.

مروری بر الگوریتم‌های مورد استفاده در زمینه prognostics

In general, based on the usage of information, prognostics methods can be categorized into two approaches :

- physics-based
- data-driven approaches



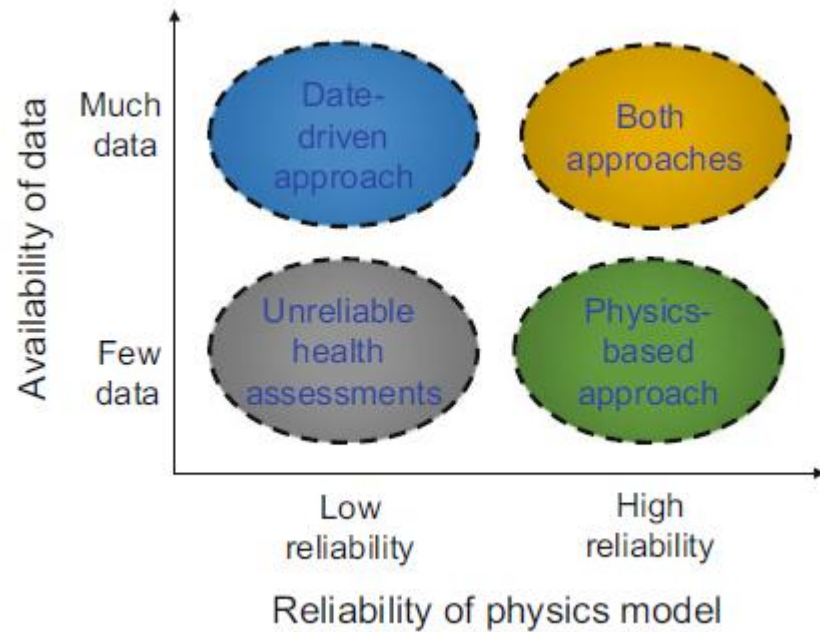
physics-based Approaches :

- Physics-based approaches assume that a physical model describing the behavior of degradation is available and combine the physical model with measured data and usage conditions to identify model parameters and to predict the future behavior.
- Since this approach needs to capture physical basis of failure in model that relates the forces that cause damage to their effect, it requires a detailed understanding of the problem.

physics-based Approaches :

- The most important advantage of physics-based method is that the results tend to be intuitive because they are based on modeled phenomenon. Also, once a model is developed, it can be reused for different systems or different designs by tuning model parameters. If incorporated early enough in design process, it can drive sensor requirements; that is adding or removing sensors. The method is generally considered as computationally efficient than the data-driven method.
- However, the advantages of physics-based approaches can also work against them. For example, model development requires a thorough understanding of the system. If any important physical phenomenon is missed, then it can lead to failure of predicting degradation behavior. Also, high-fidelity models, especially for numerical models, can be computationally intensive.

دامنه کاربرد الگوریتم‌های مبتنی بر فیزیک سیستم و الگوریتم‌های مبتنی بر داده



Industrial Applications and case studies

- Manufacturing applications
- Heavy vehicle and mining application
- Power generation application
- Aerospace and defense applications
- Automotive and electric vehicle application
- Railway applications



abbas.saghaei@gmail.com



[Instagram.com/abbas.saghaei](https://www.instagram.com/abbas.saghaei)



www.saghaei.ir