

ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

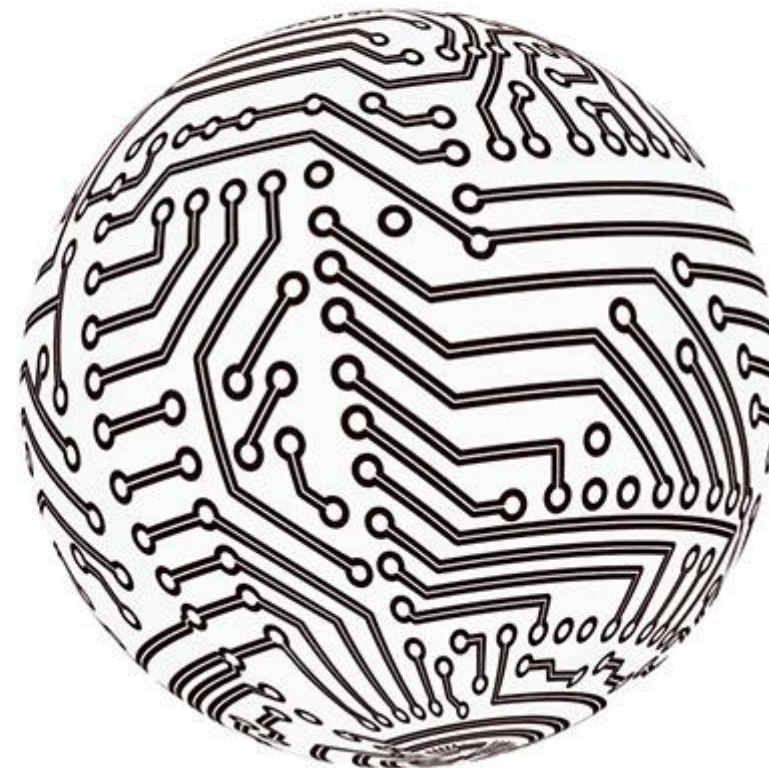
за специалност *"ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИ"*,
образователно-квалификационна степен БАКАЛАВЪР,
катедра „Комуникационни мрежи“

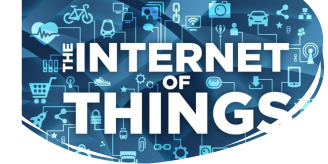
Код ВТС11, Кредити 4

✓ **ЦЕЛ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ДИСЦИПЛИНАТА**

✓ **ХОРАРИУМ**

	Вид на занятията	Семестър	Хорариум, ч.
1.	Лекции	VI	30
2.	Лабораторни упражнения	VI	15
3.	Аудиторна заетост	VI	45
4.	Извън аудиторна заетост	VI	75
5.	Курсова работа	VI	не
	Всичко		120
	Кредити		4



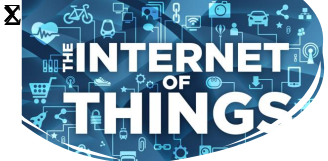


МОДУЛ: ВЪВЕДЕНИЕ В „ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА (IoT)“

- 1. Въведение в Интернет на нещата.** Базови дефиниции, архитектура, приложни протоколи. **Въведение в кибер-физичните системи.** Същност и приложение 3 ч.
- 2. Индустриален Интернет на нещата (IIoT).** Индустриални интернет системи – характеристики и проектиране. Характеристики на IIoT за индустриални процеси. Архитектура. Приложения. **Индустрия 4.0.** Изисквания към дизайна на индустрията 4.0. SmartBusiness перспектива. Влияние на индустрията 4.0. 3 ч.
- 3. Екосистема на Интернет на нещата.** Референтна архитектура. Бизнес модели на IIoT и IIoT. Възможности за бизнес в IIoT и IIoT 3 ч.
- 4. Ключови технологии в Интернет на нещата.** Облачни технологии. Fog computing. Разширена реалност. Виртуална реалност. BigData и разширени анализи. Интелигентни фабрики 3 ч.
- 5. Планиране на IIoT мрежи.** Характеристики на трафика в IIoT. Телетрафични модели. Планиране на IIoT мрежи. Управление на IIoT мрежи . 3 ч.

МОДУЛ: ТЕХНОЛОГИИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА IIoT РЕШЕНИЯ

- 1. Мрежови технологии и протоколи за изграждане на решения за Интернет на нещата.** Безжични технологии за IIoT – ZigBee, Bluetooth Low Energy (BLE), LoRa/LoRaWAN, NB-IIoT, LTE-M. Мрежова свързаност и протоколи за IIoT базирани комуникации. Технологии за предаване на данни в индустриална среда. Въведение в индустриалния Интернет 3 ч.
- 2. Хардуерни платформи за изграждане на решения за Интернет на нещата.** Технически изисквания. Сензорни елементи, устройства, модули и възли в IIoT. Изпълнителни елементи, устройства и модули в IIoT и IIoT. Локална обработка и анализ на сигнали за специфични IIoT приложения 3 ч.
- 3. Програмни среди за разработка на Интернет на нещата приложения.** Концептуални модели, методи и средства за проектиране на софтуерни приложения. IIoT и IIoT платформи 3 ч.
- 4. Облачни технологии за изграждане на решения за Интернет на нещата.** Съпоставка между конвенционални и облачно-базирани IIoT решения. Облачно-базирани IIoT платформи. Доставчици на облачни IIoT услуги. Облачни технологии за изграждане на IIoT решения 3 ч.
- 5. Анализ на данни в Интернет на нещата.** Конвенционални и облачно-базирани алгоритми и технически решения за съхраняване и обработка на големи количества данни от IIoT устройства и приложения 3 ч.



Основна литература

1. Khan J. Y., M. R. Yuce, *Internet of Things (IoT): Systems and Applications*. Jenny Stanford Publishing Pte. Ltd., 2019, ISBN 978-9-814-80029-7.
2. Serpanos D., M. Wolf, *Internet-of-Things (IoT) Systems: Architectures, Algorithms, Methodologies*. Springer International Publishing AG, 2018, ISBN 978-3-319-69715-4.
3. Adryan B., D. Obermaier, P. Fremantle, *The Technical Foundations of IoT*, Artech House, 2017, ISBN 978-1-63081-251-5.

Допълнителна литература

1. Misra S., C. Roy, A. Mukherjee, *Introduction to Industrial Internet of Things and Industry 4.0*, CRC Press, 2021, ISBN 978-0-367-89758-1.
2. Bruce P., A. Bruce, P. Gedeck, *Practical Statistics for Data Scientists: 50+ Essential Concepts Using R and Python*, O'Reilly, 2020, ISBN 978-1-492-07294-2.
3. Kim D.-S., H. Tran-Dang, *Industrial Sensors and Controls in Communication Networks: From Wired Technologies to Cloud Computing and the Internet of Things*, Springer, 2019, ISBN 978-3-030-04927-0.
4. Lea P., *Internet of Things for Architects*, Packt Publishing, 2018, 978-1-788-47059-9.
5. W. de Silva C., *Sensor Systems Fundamentals and Applications*, CRC Press, 2016, ISBN 978-1-498-71624-6.

Стандарти за оценяване

Отличен (6) – за задълбочено овладени ключови и допълнителни знания и умения, осмислено и правилно разбиране на материята, умения за решаване на сложни задачи, собствено мислене и аргументиране на решенията.

Мн. добър (5) – за много добре овладени ключови и допълнителни знания, осмислено и правилно разбиране на материята.

Добър (4) – за добре овладени ключови и допълнителни знания за решаване на задачи, но неспособност да бъдат развити до самостоятелно мислене и творчески да ги прилага.

Среден (3) – за решения на прости задачи и усвоени ключови знания.

№	Компонент	Коефициент на тежест	Пример 1	Пример 2
1	Изпит	0,70	4 $0,7 = 2,8$	6 $0,7 = 4,2$
2	Лабораторни упражнения	0,30	5 $0,3 = 1,5$	4 $0,3 = 1,2$
	Крайна оценка:		$= 4,3 \sim 4$	$= 5,4 \sim 5$



МОДУЛ: ВЪВЕДЕНИЕ В „ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА (IoT)“

ЛЕКЦИЯ 1

ВЪВЕДЕНИЕ

В

ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

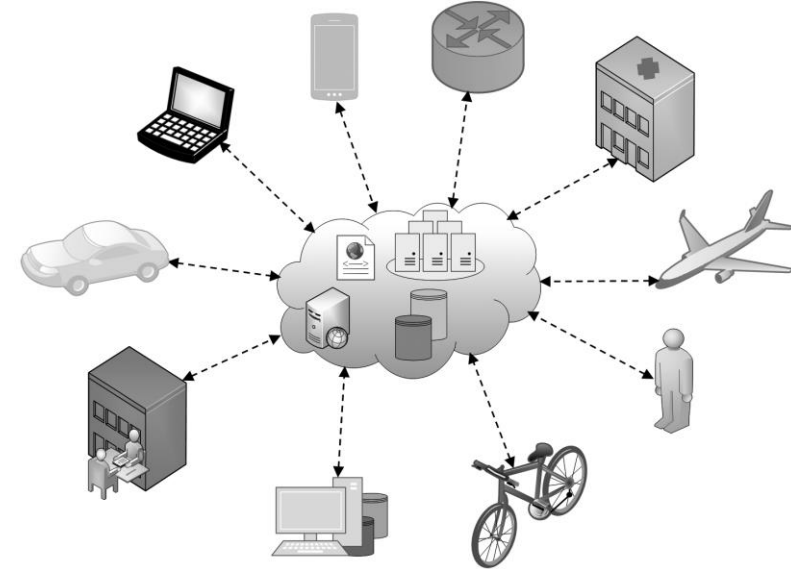


ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

- Базови дефиниции
- Архитектура
- Приложни протоколи
- Въведение в кибер-физичните системи
- Същност и приложение на кибер-физичните системи

Въведение

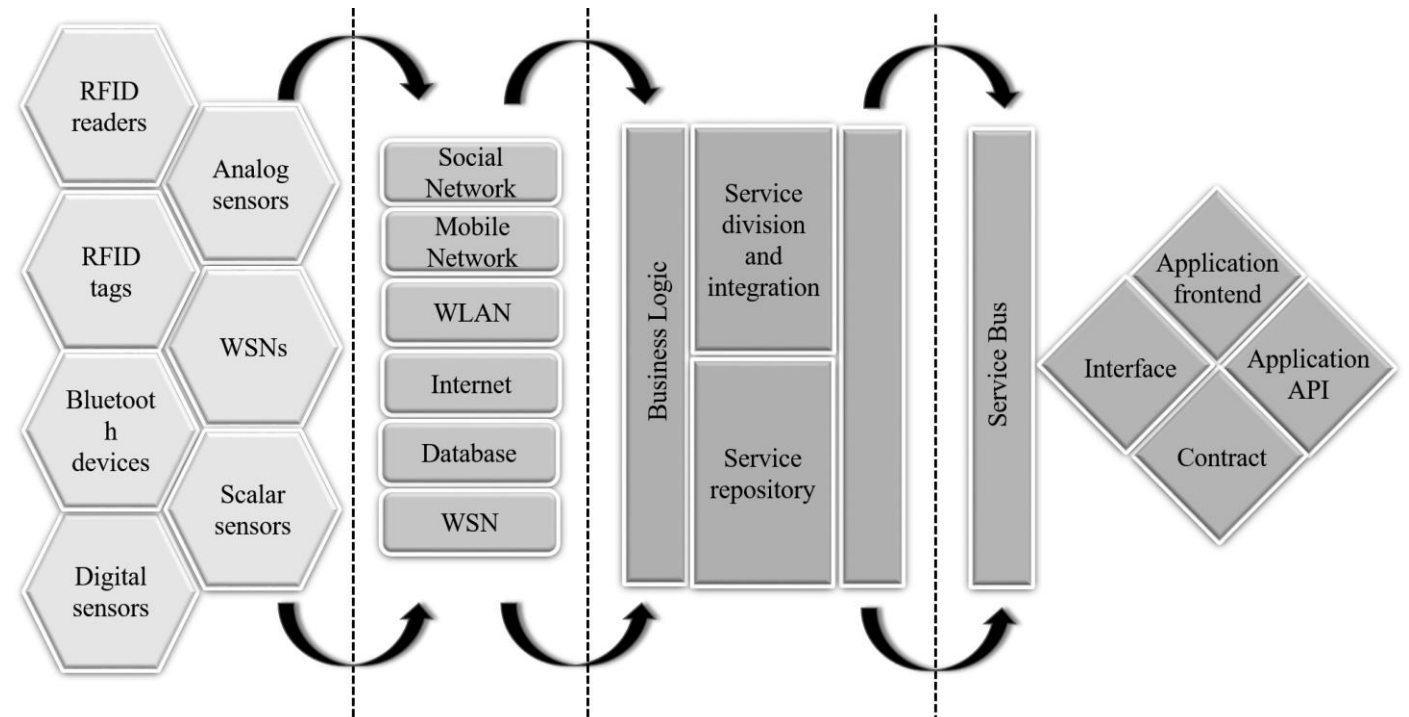
- Интернет свързаността се е превърнала в основна необходимост в съвременния свят
- Бързият напредък на технологиите води до автоматизация и анализи в реално време, които се прилагат в различни области
- Взаимното свързване на физически устройства като уреди, превозни средства и хора с помощта на сензори, задвижващи механизми и софтуер води до образуването на **мрежа**.
- Тази технология позволява на физическите устройства да комуникират, взаимодействат, обработват и обменят данни помежду си
- През последните години IoT оказва значително влияние върху разрастването на свързаните устройства.
- IoT има широк спектър от приложения - в областта на селското стопанство, здравеопазването, производството, транспорта, мониторинг на околната среда и много други



Кевин Аштън, британски технологичен пионер от Масачузетския технологичен институт (MIT), въвежда термина „Интернет на нещата“. Той използва термина IoT, за да обясни система, която свързва физическите устройства през интернет

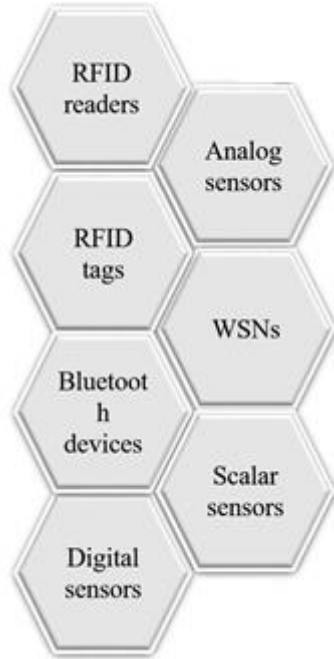
Архитектура на IoT

- IoT платформата свързва разнородни устройства или системи по мрежата
- Архитектура, ориентирана към услуги (SOA)
- Има четири различни слоя на IoT:
 - (1) сензорен слой
 - (2) мрежов слой
 - (3) слой на услугите
 - (4) интерфейсен слой



Сензорен слой

- Сензорни възли
- Регистрират събития и обработват информация, предават информацията в реално време и комуникират помежду си
- Консумират малко енергия и изискват свързаност с ниска скорост на предаване на данни
- Образуват безжична сензорна мрежа (WSN) помежду си
- Въз основа на типа приложение тези сензорни възли са формирани в групи
- Всяко от IoT устройствата има универсален уникален идентификатор (UUID).



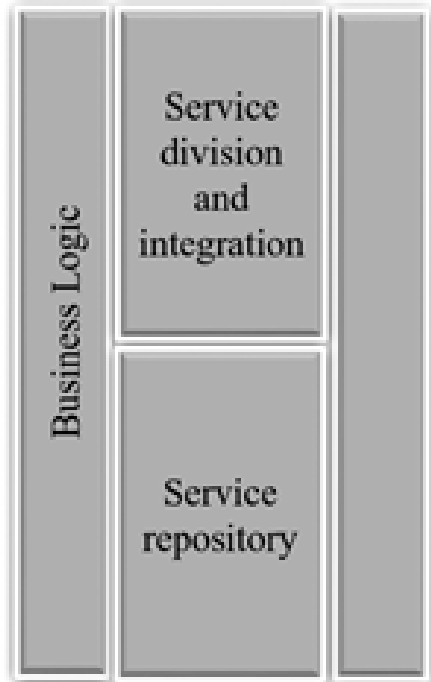


ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Мрежов слой

- Мрежовият слой помага на IoT устройствата да споделят информация с други устройства.
- Освен това този слой обработва колосалното количество данни, генерирани от тези IoT устройства.
- Определени изисквания за QoS трябва да бъдат изпълнени, за да се запази комуникацията между тези хетерогенни устройства.
- Проблемите на дизайна, които трябва да се вземат под внимание са:
 - ✓ латентност (закъснение)
 - ✓ мащабируемост
 - ✓ честотна лента
 - ✓ ергийна ефективност
 - ✓ сигурност и поверителност



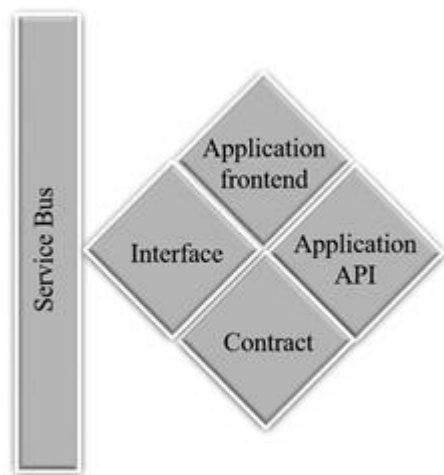


Слой на услугите

- Последователно интегрира услугите и приложенията в IoT.
- Този слой изпълнява цялостния процес на работен поток, който включва обмен на информация, комуникация, съхранение и управление на данни.
- В този слой се извършват различни форми на прогнозен анализ.
- Този слой също така поддържа сигурността и използването на информацията, разширена от другите услуги.

Интерфейсен слой

- Разнородните IoT устройства не винаги следват един и същи IoT протокол.
- Поради наличието на различни видове IoT устройства съществуват проблеми при взаимодействието между тези устройства.
- С бързото нарастване на IoT устройствата, става доста трудно да се свързват, комуникират и управляват тези устройства динамично.
- Интерфейсният слой е от съществено значение. Той може систематично да рационализира управлението и взаимовръзката между нещата.



Пример: оператор на кол център, който може да комуникира само на английски и китайски, получава обаждане на испански. Ако полученото обаждане не се интерпретира динамично, операторът няма да успее да разбере смисъла на последвалата комуникация. Затова трябва да има общ език за общуване между тях

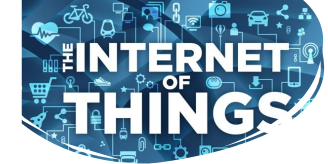


ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Приложно базирани IoT протоколи

- Бързо нарастване на броя и разнородните IoT устройства
- Управление на IoT устройства
- Стандартизация на протоколите в мрежата

Application-based IoT Protocols	Infrastructure	6LowPAN, IPv4/IPv6, RPL
	Identification	EPC, IPv6, uCode
	Communication	Wi-Fi, Bluetooth, LPWAN
	Discovery	Physical Web, mDNS, DNS-SD
	Data Protocols	MQTT, CoAP, AMQP, Websocket
	Device Management	TR-069, OMA-DM
	Semantic	JSON-LD, Web Thing Model
	Multi-layer Frameworks	Alljoyn, Weave, Homekit



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Infrastructure

6LowPAN, IPv4/IPv6, RPL

Инфраструктурно базирани протоколи

- 6LowPAN - базиран на IPv6, с ниска мощност за доставка на пакети. 6LowPAN е в състояние да управлява голям брой устройства,
- IPv6 – занимава се с адресиране през IP-базирани мрежи..
 - ✓ осигурява по-голямо адресно пространство.
 - ✓ header-а е представен в опростен формат.
 - ✓ всяка система има уникален идентификационен код, позволяващ осъществяването на свързаност от край до край.
 - ✓ хост устройствата могат да бъдат автоматично конфигурирани.
 - ✓ маршрутизирането е по-бързо,.
- RPL: Това е IPv6 протокол за маршрутизиране за мрежи с ниска мощност и загуби (LLN). LLN работят в мрежи с висок процент на загуби, ниска скорост на данни и нестабилност. RPL осигурява процедурата за маршрутизиране от множество точки до точка, както и трафик от точка до много точки

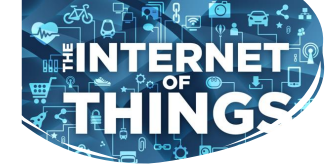


Data Protocols

MQTT, CoAP, AMQP,
WebSocket

Протоколи за данни

- **Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)**
 - ✓ базиран на метода PUBLISH-SUBSCRIBE
 - ✓ протокол на приложния слой, който се използва едновременно с TCP/IP протокол.
 - ✓ използва се предимно за осъществяване на отдалечени връзки, които изискват ограничена честотна лента.
 - ✓ предпочитан за мобилни приложения поради малкия си размер, минималното потребление на енергия и по-ниските изисквания към формиране на пакетите, пренасящи данни.
- **Constrained Application Protocol (CoAP)**
 - ✓ приложен протокол, използван за устройства с ограничени ресурси
 - ✓ подходящ за комуникационната парадигма «машина към машина» (M2M)
 - ✓ следва модела на взаимодействие заявка-отговор (request-response) между точките на приложение.
 - ✓ поддържа мултикаст, по-малък обем на добавена служебна информация, опростена реализация на прокси функционалност и възможности за кеширане.



Data Protocols

MQTT, CoAP, AMQP,
WebSocket

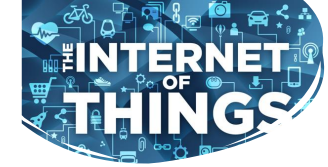
Протоколи за данни

- **Advanced Message Queuing Protocol (AMQP)**

- ✓ отворен протокол, използван за прехвърляне на бизнес съобщения между организации, технологии или бизнес процеси
- ✓ основните характеристики на AMQP са сигурност, оперативна съвместимост, надеждност, буфериране на пакетите и маршрутизиране
- ✓ обработва и доставя съобщения до множество клиенти, в даден момент от време

- **WebSocket**

- ✓ усъвършенствана технология, която помага при отворена, интерактивна комуникационна сесия между клиента и сървъра
- ✓ установява дуплексна връзка с единичен сокет, по която съобщенията се предават между клиента и сървъра



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Features	MQTT	AMQP	Websocket	CoAP
Sponsor	MQTT.org	OASIS	IETF	IETF
Comm- unication Pattern	Publish/Subscribe	Publish/Subscribe	Publish/Subscribe	Request/Response
QoS level	High	High	Low	Moderate
Power Consumption	Low	Medium	Low	Medium
Application	To acquire data from multiple devices and transfer it to the infrastructure	Supports reliable communication via message delivery	Helps in interactive communication between the client and the server	Used between devices on the same constrained network
Network Layer	Application layer	Application layer	Application layer	Application layer
Security	SSL	SSL	SSL/TLS	DTLS
UDP/TCP	TCP	TCP	TCP	UDP



Communication

Wi-Fi, Bluetooth, LPWAN

Транспортни протоколи

- **Wi-Fi**

- ✓ терминът Wi-Fi означава Wireless Fidelity
- ✓ базиран на стандартите IEEE 802.11, които използват радиовълни за комуникация
- ✓ работи в полудуплексен режим, където станциите предават и получават по един и същи канал
- ✓ комуникационният обхват на Wi-Fi е ограничен до малка географска област - предимно под формата на локални мрежи (LAN)
- ✓ работи в честотния диапазон 2,4–5 GHz.

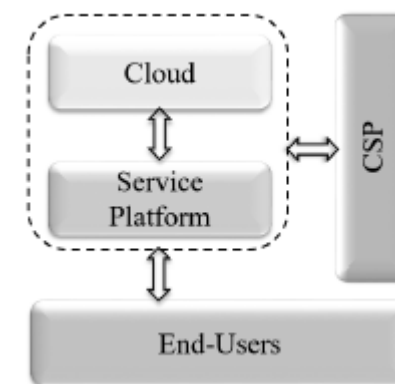
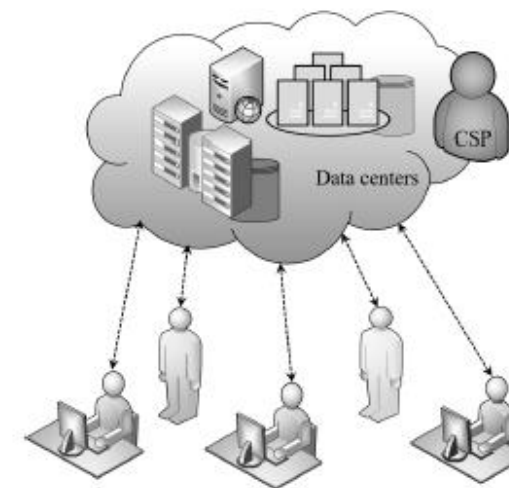
- **Bluetooth**

- ✓ безжична технология, която се използва за свързване на потребители в безжична персонална мрежа (WPAN)
- ✓ предназначен предимно за сигурни, евтини и нискоенергийни приложения
- ✓ Bluetooth е стандартизиран като IEEE 802.15.1
- ✓ работи в честотен диапазон от 2,4 GHz.
- ✓ Bluetooth устройствата се свързват едно с друго чрез еднократен процес, наречен сдвояване

Облачни изчисления (Cloud computing)

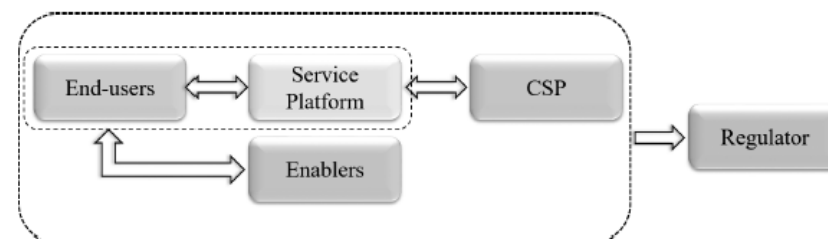
Дефиниция: Облак е голям набор от лесно използваеми и достъпни виртуализирани ресурси (като хардуер, платформи за разработка и/или услуги)

- ✓ Терминът облак се отнася до пълната инфраструктура, услуги и софтуерни приложения, които се използват динамично за изпълнение на задачи на крайните потребители.
- ✓ Тези ресурси могат да бъдат динамично преконфигурирани, за да се приспособят към променливо натоварване (мащаб), което също позволява оптимално им използване.
- ✓ Този набор от ресурси обикновено се използва от модел на плащане при използване (pay-per-use), при който се използват персонализирани споразумения за ниво на обслужване (SLA)

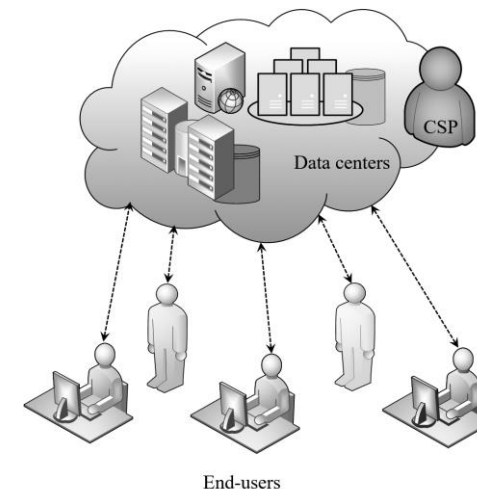


Участници в облачната изчислителна инфраструктура

- Крайни потребители:** Крайните потребители са потребителите, които купуват облачните услуги от доставчика на облачни услуги (CSP), според техните изисквания.
- Доставчик на облачни услуги (CSP):** CSP поддържа, надгражда и управлява ценообразуването на цялата инфраструктура на облака. Например Amazon и Google.
- Активиращи:** Активиращите са организациите, които действат като продавачи и доставят продуктите и услугите за облачни изчисления. Например Cargemini, RightScale и Vordel.
- Регулатори:** Регулаторите са правителствен орган или организация, която прониква във всички участници в облачната инфраструктура.

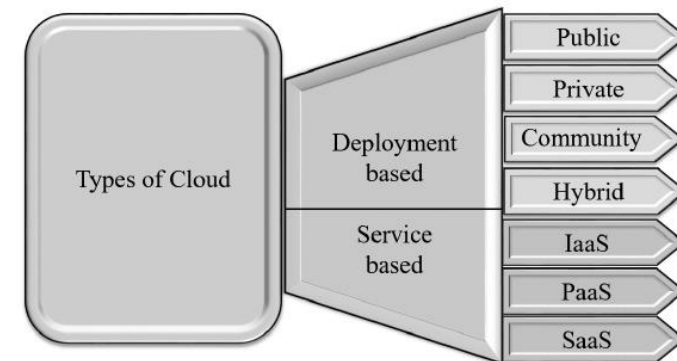


- Облакът може да бъде представен като набор от взаимосвързани и виртуализирани устройства, които динамично предоставят услуги при поискване
- Облакът намалява сложността на управлението на ИТ в зависимост от SLA между доставчика на услуги и крайните потребители
- Основни характеристики на облака:
 - ✓ Крайните потребители могат да използват облака по всяко време, независимо от тяхното географско местоположение.
 - ✓ Крайните потребители трябва да плащат на доставчика само за използваните от тях ресурси (pay-per-use).
 - ✓ Ресурсите в облака са достъпни за потребителя динамично, при поискване
 - ✓ Ресурсите, налични в облака, са “безкрайни”, които динамично се консумират и освобождават от крайните потребители, според техните изисквания.
 - ✓ Облакът позволява на голям брой крайни потребители да се свързват към доставчика едновременно.

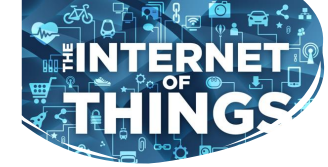


Видове облак

Въз основа на услугите, предоставяни от облака на крайните потребители



- ✓ **Инфраструктура като услуга (IaaS):** Хардуерът или инфраструктурата като дискове за съхранение, мрежи, операционни системи и виртуални сървъри се предоставят от CSP на крайните потребители. IaaS предоставя на крайните потребители най-високо ниво на гъвкавост и контрол върху исканите от тях ресурси.
- ✓ **Платформа като услуга (PaaS):** На крайните потребители се предоставя персонализирана платформа за разработка, която включва операционна система, база данни, среда за програмиране и уеб сървъри. PaaS предоставя на крайните потребители по-високо ниво на яснота при управлението на ресурсите от IaaS.
- ✓ **Софтуер като услуга (SaaS):** Крайните потребители получават достъп до софтуерните приложения на база заплащане при използване. SaaS е най-удобен за крайните потребители за управление на техните ресурси в сравнение с IaaS и PaaS.



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

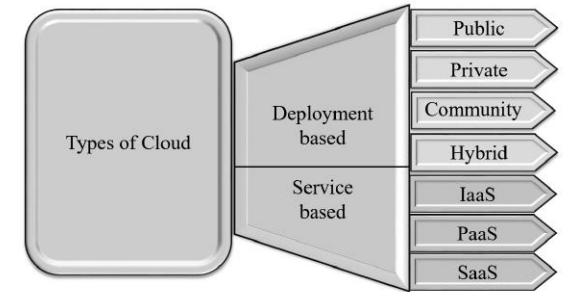
В зависимост от разгръщането на облака

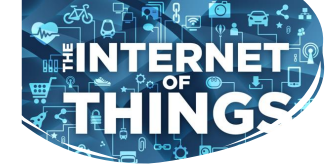
✓ Публичен облак

- Пълната инфраструктура се намира на място на съответната организация.
- Ресурсите на облака се споделят публично сред крайните потребители.
- Сигурността е проблем в публичния облак, поради споделените ресурси.
- Крайните потребители нямат никакъв контрол върху инфраструктурата на облака

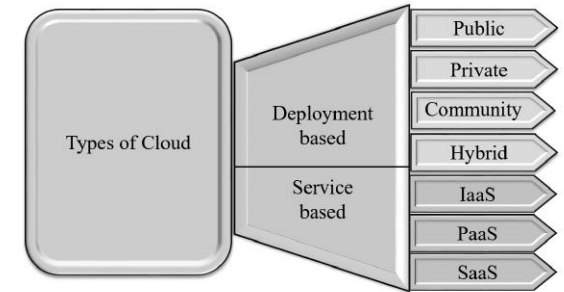
✓ Частен облак

- облачната инфраструктура е изцяло частна собственост на краен потребител или организация
- нивата на сигурност са доста високи
- услугите, предоставяни на крайните потребители, са скъпи - имат физически контрол върху инфраструктурата





ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА



✓ Облак на общността

- притежанието на облачната инфраструктура се разпределя между множество организации, които образуват общност
- всеки от членовете, принадлежащи към общността, споделя опасения за сигурността и поверителността

✓ Хибриден облак

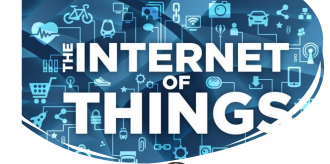
- хибридният облак е комбинация от характеристиките на публични и частни облаци
- разполага се между съответната организация и съществуващата инфраструктура
- ресурсите се управляват и предоставят на крайните потребители, както вътрешно, така и външно



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Бизнес аспекти на облачните технологии

- ✓ промяна на парадигмата от традиционния начин за използване на ИТ ресурси.
- ✓ опростява работата на доставчиците, по отношение на надграждане, тестване на софтуера, услуги за внедряване и приложения за мащабиране
- ✓ доставчикът може отдалечено да наблюдава и осъществява достъп до ресурсите
- ✓ бизнес модел с плащане при използване - крайните потребители се таксуват само за използваните от тях изчислителни ресурси, съхранение и продължителност на ресурсите
- ✓ непрекъснати входящи и изходящи парични потоци между различните участници в инфраструктурата.



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Основните предимства на бизнес перспективата на облака

- ❖ разходите за закупуване и поддръжка на хардуер и софтуер, центрове за данни, консумация на енергия и охлаждане са намалени до голяма степен, с помощта на облачни изчисления.
- ❖ облачните услуги се предоставят на клиентите при поискване - конфигурацията, инсталацията и подобренията в софтуера се извършват от доставчика дистанционно.
- ❖ ресурсите се разпределят на крайните потребители в световен мащаб - осигурява по-голяма еластичност на доставчиците при боравене с ресурсите.
- ❖ облачните услуги управляват ресурсите сигурно и отдалечено с най-новия надграден софтуер - намалява латентността на мрежата.
- ❖ облачните изчисления предоставят на крайните потребители незабавен достъп до инфраструктурата по различни начини.
- ❖ крайните потребители са напълно изолирани един от друг, което допълнително повишава гъвкавостта на инфраструктурата
- ❖ Предоставяне на голямо разнообразие от приложения и услуги на крайните потребители (в реално време; за паралелна обработка и анализ на големи обеми от данни и задачи; разтоварване към облака на интензивни desktop приложения и задачи



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Виртуализация

Дефиниция: процедурата за създаване на логическа абстракция на съществуващите физически ресурси, като компютърна мрежа, устройства за съхранение и хардуерни платформи

- ✓ ключов аспект на облачните изчисления
- ✓ създадената виртуална среда може да бъде единичен екземпляр или обединение от екземпляри на операционните системи, които работят независимо на host машината, без да се намесват в другите програми на потребителя
- ✓ виртуализацията помага да се изпълнява едно и също приложение на множество виртуални машини (VM) едновременно.



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Ползи от виртуализацията

- ✓ изискването за уникални хардуерни характеристики е сведено до минимум
- ✓ повишаване на ефективността, производителността и гъвкавостта
- ✓ ефективно разпределение на ресурсите
- ✓ намален шанс за загуба на данни поради множество резервни копия
- ✓ увеличаване на мащабируемостта и отдалечен достъп до инфраструктурата
- ✓ модел с плащане при използване



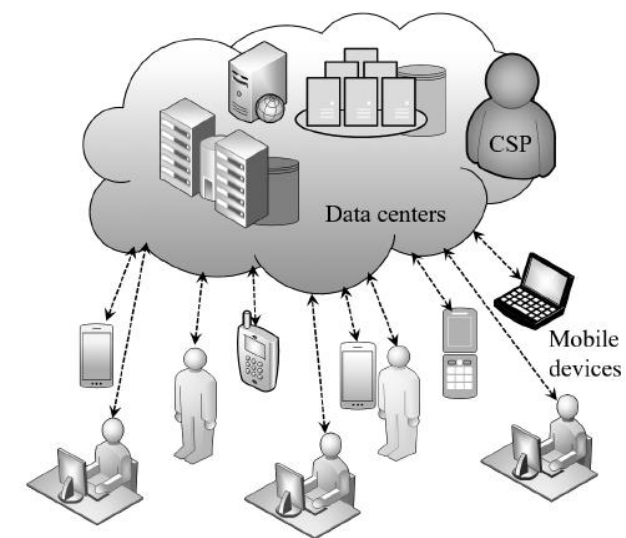
ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Видове виртуализации

- **хардуерна виртуализация** - физическият хардуерен сегмент е логически разделен на множество логически хардуерни сегменти и сървъри. Разпределението на ресурсите се извършва с помощта на хипервайзор
- **софтуерна виртуализация** - виртуалната среда се създава на операционната система на хост машината.
- **виртуализация на съхранение** - различни източници на физическо съхранение се групират и използват като едно хранилище.
- **виртуализация на приложението** - крайният потребител може да получи отдалечен достъп до приложението, работещо на хост машината, чрез виртуализация на приложението.
- **мрежова виртуализация** - мрежовата виртуализация създава множество подмрежи в една и съща физическа мрежа, които може да не комуникират помежду си

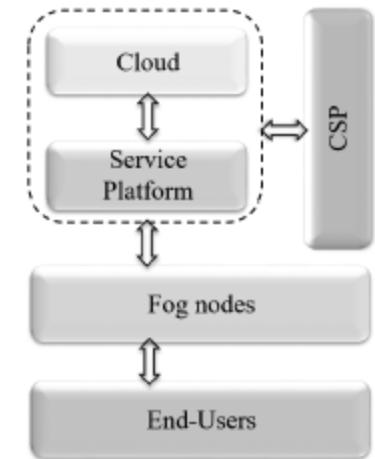
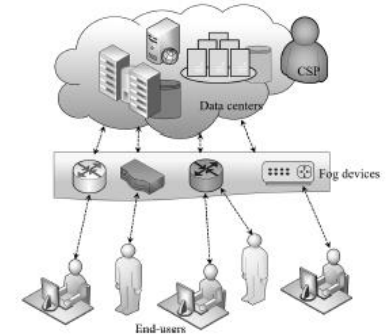
Мобилни облачни изчисления - Mobile Cloud Computing (MCC)

- ✓ интеграция на облачни и мобилни компютри.
- ✓ инфраструктура, където обработката и съхранението на данни се извършва извън мобилното устройство към централизираната облачна платформа
- ✓ Предимства
 - животът на мрежата може да бъде удължен чрез прилагане на техники за разтоварване на изчисленията
 - възможностите за съхранение и мощността на обработка на устройствата се подобряват.
 - цената на услугата е сведена до минимум
 - осигурява гъвкавостта на бързо внедряване на мобилни приложения, за да отговори на търсенето.
- ✓ Недостатъци:
 - в случай, че мобилните приложения не са правилно защитени, това може да представлява заплаха за данните на крайните потребител
 - QoS по отношение на честотната лента и наличността на услугата
 - предоставянето на услуги по заявка на множество, разнородни мобилни потребители, също е предизвикателство



Fog computing

- ✓ технологиите на IoT зависят предимно от облачните услуги за обработка, анализ и съхранение на данни
- ✓ милиарди IoT устройства произвеждат огромни количества данни всяка секунда
- ✓ минимизира закъснението, подобрява честотната лента на мрежата и намалява проблемите със сигурността на мрежата в реално време
- ✓ има децентрализирана архитектура, където възлите могат да комуникират помежду си
- ✓ **характеристики на Fog computing:**
 - възлите са широко разпространени в мрежата на различни места, за да предоставят приложения в реално време
 - възлите са разнородни и са налични в голям брой, поради широкото географско разпространение
 - възлите имат възможност за временно съхранение до 1–2 часа
 - по-бърз отговор на изчисленията, ресурсите, съхранението и заявката за услуги на крайните потребители
 - възлите изпълняват приложения с активиран IoT с време за реакция, вариращо от милисекунди до секунди
 - възлите поддържат оперативната съвместимост на услугите между различните доставчици на услуги.

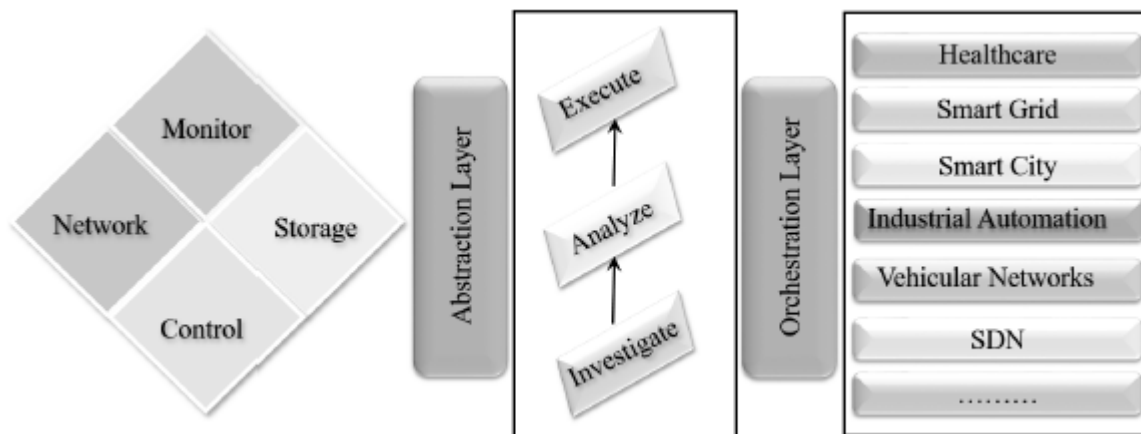


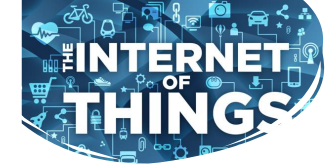
✓ Абстракционен слой

- поддържа разнородни устройства, управлява ресурсите и ги контролира
- с помощта на виртуализация, предоставя услуга на множество крайни потребители едновременно.
- помага на доставчиците на услуги да следят използването на физически ресурси от всеки краен потребител.

✓ Оркестрационен слой

- осигурява динамична инфраструктура, която поддържа множество приложения
- разпределеното съхранение на ресурсите поддържа висока актуализация на скоростта на транзакциите
- софтуерен агент, управлява цялата разпределена рамка на възлите, администрира ресурси и услуги, работещи на възлите чрез абстракционния слой

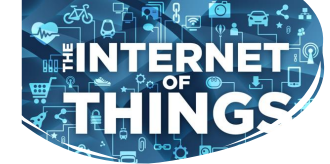




ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Сравнение между Cloud computing и Fog computing

Features	Cloud Computing	Fog Computing
Service Location	Within the Internet	Edge of the network
Geographical distribution	Centralized	Distributed
Response time	Minutes	Milliseconds to seconds
Data storage	Long duration	Transient/Short duration
Geographic coverage	Global	Local
Mobility support	Limited	Supported



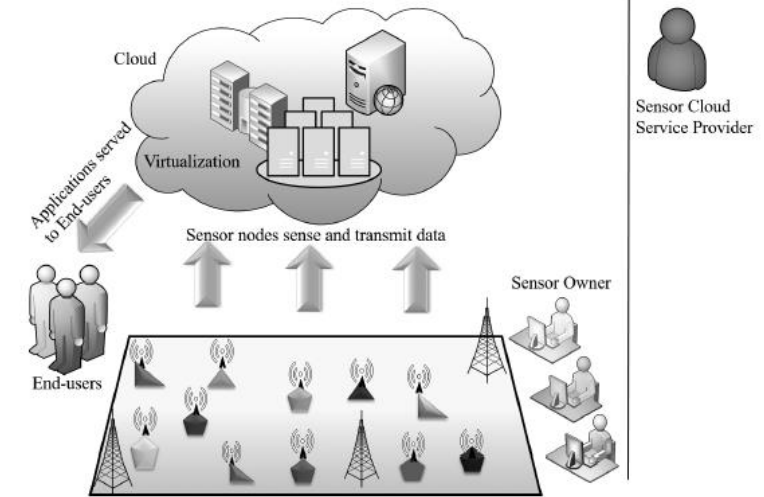
ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Приложения на Fog computing

- ✓ **Интелигентна електрозахранваща мрежа:** възлите на Fog computing и сензорните възли обработват данните, генерирани локално. Първично обработените данни се предават на по-високото ниво за съхранение. В децентрализирана микро-мрежа Fog устройствата помагат за намаляване на натоварването на мрежата. Крайните потребители могат оптимално да използват мощността според техните изисквания
- ✓ **Разширена реалност:** AR приложенията изискват висока изчислителна мощност за обработка на видеоклипове в реално време. Всяко забавяне, възникнало при обработката на тази информация, е нежелателно, тъй като влошава потребителското изживяване
- ✓ **Мрежа за свързани превозни средства:** Fog computing поддържа комуникация в реално време между превозните средства и между превозните средства и крайпътните устройства (RSU). Безопасността на пешеходците, шофьорите и собствениците на превозни средства може да бъде подобрена чрез локална обработка на данни в почти реално време. Предупреждението се предава на превозните средства, ако се установи, че скоростта на превозното средство е над безопасната граница. По същия начин пешеходците също ще получават предупреждение относно пътните сигнали.

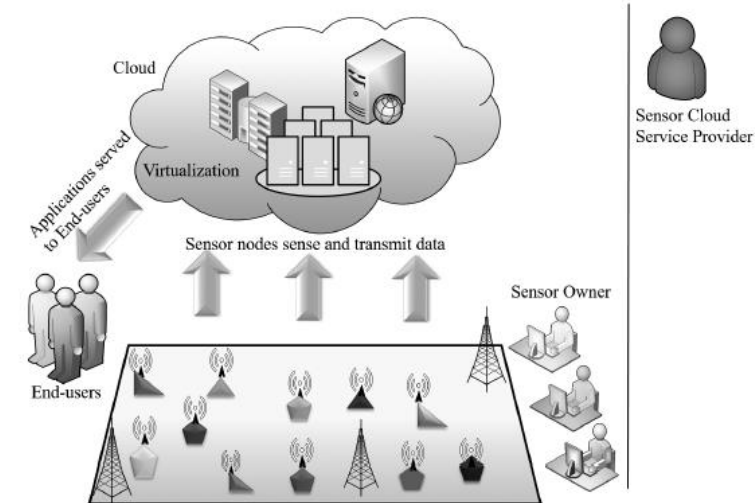
Сензорен облак

- ✓ с появата на WSN, броят на физическите сензорни възли се увеличи глобално в различни приложения
- ✓ приложенията са ориентирани към един потребител (крайният потребител е собственик на сензорните възли)
- ✓ чрез процеса на виртуализация, за крайния потребител действителното местоположение на сензорните възли е маскирано
- ✓ физическите сензорни възли се предоставят като услуга, Sensors-as-a-Service (Se-aaS), на крайните потребители
- ✓ действащи лица
 - собственик на сензор - разполага сензорните възли в определено географско местоположение и отдава под наем техните възли на SCSP
 - краен потребител
 - доставчик на облачни услуги на сензори (SCSP) - централизиран субект, който администрира и управлява цялата инфраструктура
- ✓ Виртуален сензор - формира се от множество физически сензорни възли от подобен тип.
- ✓ Виртуалната сензорна група - формира се от множество виртуални сензорни възли.



Приложения на сензорния облак

- Проследяване на цел: В WSN собственикът разполага сензорните възли за проследяване на целта. Собствениците на WSN на сензорния възел отказват да споделят информацията. Въпреки това, в сценарий с активиран сензорен облак, организацията използва същите физически сензорни възли, за да предоставя услуги при поискване. Доставчикът на услуги осигурява обработката в реално време и управлява физическите сензорни възли, разположени на различни географски места.
- Метеорологични услуги: Крайните потребители могат да поискат метеорологични услуги, като температура, валежи и влажност към SCSP. Въз основа на приложенията, заявени от крайния потребител, виртуалните сензорни групи се създават от доставчика на услуги. Използвайки виртуализация, един и същ физически сензорен възел може да предостави данни на множество крайни потребители едновременно. Крайните потребители също се възползват от услугата на базата на наем според техните изисквания.



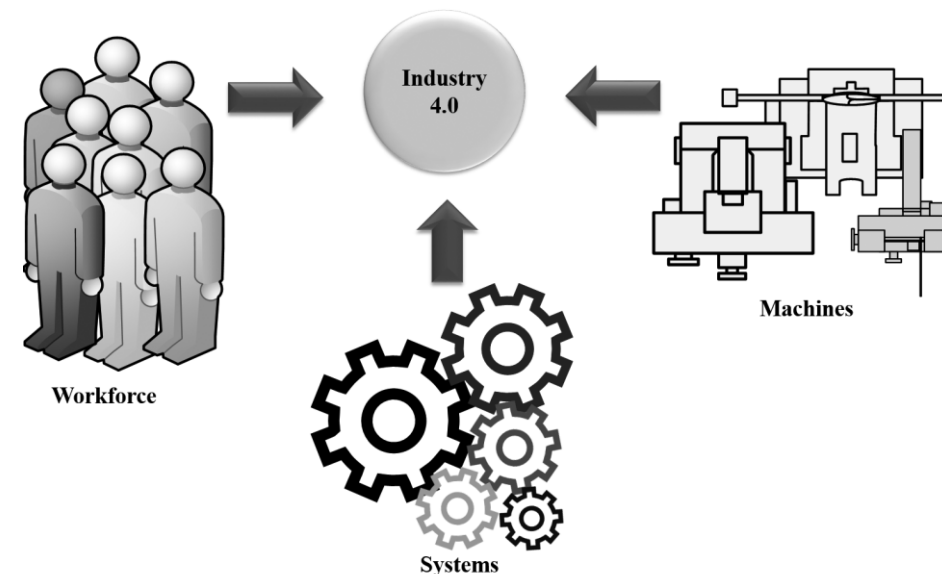
Big data

- ✓ огромния обем данни, генерирани от милиони IoT устройства в структуриран, полуструктуриран и неструктуриран формат
- ✓ предоставят различни възможности за вземане на решения, базирани на данни
- ✓ Характеристики
 - **Обем** - показва огромното количество данни, генерирани и събрани от сензорни възли
 - **Разнообразие** - показва формата на различните типове данни (неструктуриран/полуструктуриран формат)
 - **Скорост** - показва скоростта на генерираните данни и обработката на данните в реално време.
 - **Достоверност** - обозначава наличието на шум и деформация в данните. Качеството на големите данни също се отнася до достоверността на данните
 - **Стойност** - основната цел, резултат, приоритизиране, обща стойност и значение, придавано на данните от заинтересованите страни.
 - **Променливост** - показва непредсказуемостта на данните. По отношение на данните, от тях може да бъде извлечена значима информация. Пример: хаштагове, мултимедия и геопространствени данни.
 - **Визуализация** - означава представяне на данните в картинен или графичен формат. Поради разнообразието, скоростта и съответната връзка между данните, не е много лесно да се визуализират данните.



Индустрия 4.0

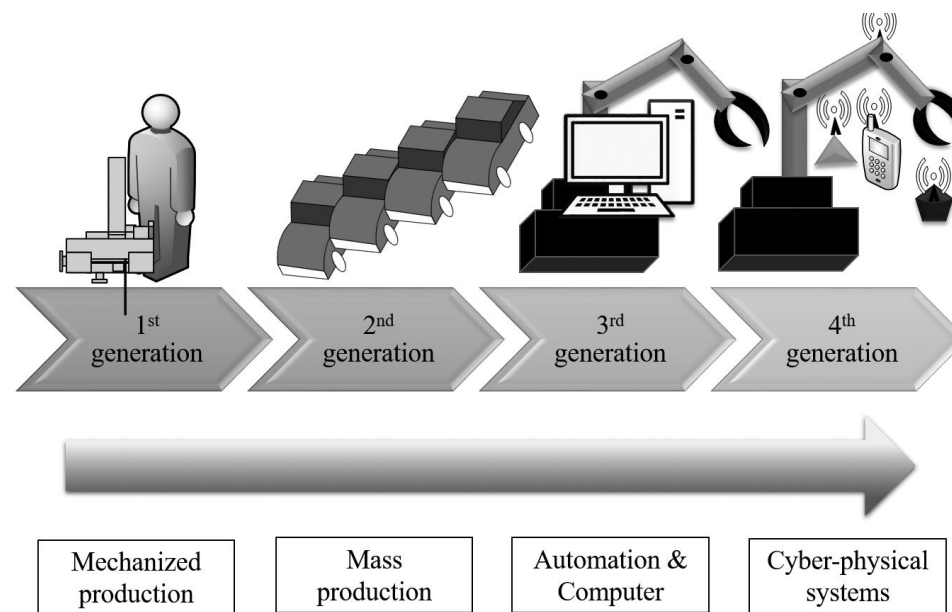
- ✓ Индустрия 4.0 е терминът, присвоен на настоящите технологични тенденции, като автоматизация, обмен на данни между взаимосвързани устройства и оперативна съвместимост
- ✓ активиращи технологии – кибер-физични системи, облачни изчисления и IoT
- ✓ ключовите фактори - оперативната съвместимост между различни процеси, устройства, събрани данни и обработка в реално време на данните, генерирани от сензорните възли
- ✓ комбинацията от разнородни машини, работна сила (хора) и системи в индустриите
- ✓ въвежда интернет базирани технологии за подобряване на комуникацията между системите.



Комуникацията между взаимосвързаните устройства, системи и машини колективно води до формирането на Индустрия 4.0.

Основните характеристики на дизайна на Индустрия 4.0

- разнородни устройства, като сензорни възли, задвижващи механизми, устройства и машина, са свързани помежду си и предоставят уникален идентификатор чрез интернет базирани технологии
- информационната система агрегира необработените сензорни данни и създава виртуално копие на физическото предприятие, използвайки събраните данни
- взаимосвързаните системи могат да комуникират помежду си, да изпълняват сложни задачи в реално време и да вземат решения с много малка или никаква човешка намеса
- системите събират, обработват и анализират данните, получени от сензорните възли, за да генерират сами решения.

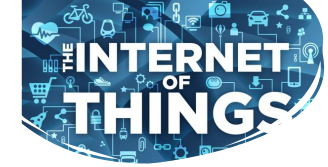




ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Развитие на Индустрия 4.0

- Широкото използване на дигитализация и интернет-базирани технологии са основните характеристики на Индустрия 4.0.
- Интегрирането на различни технологии, като AI, квантово изчисление, секвениране на гени, разширена и виртуална реалност, 5-то поколение (5G) безжични комуникационни технологии и 3D принтиране формира стъпалото към еволюцията на Индустрия 4.0
- Тези технологии формират градивните елементи за интелигентни фабрики, интелигентни и свързани машини и интелигентни производствени системи.
- Основният скелет на интернет базираните технологии са интелигентните сензорни възли.
- Интелигентните сензорни възли станаха мощни, по-евтини и по-малки по размер, в сравнение с традиционните сензорни възли.

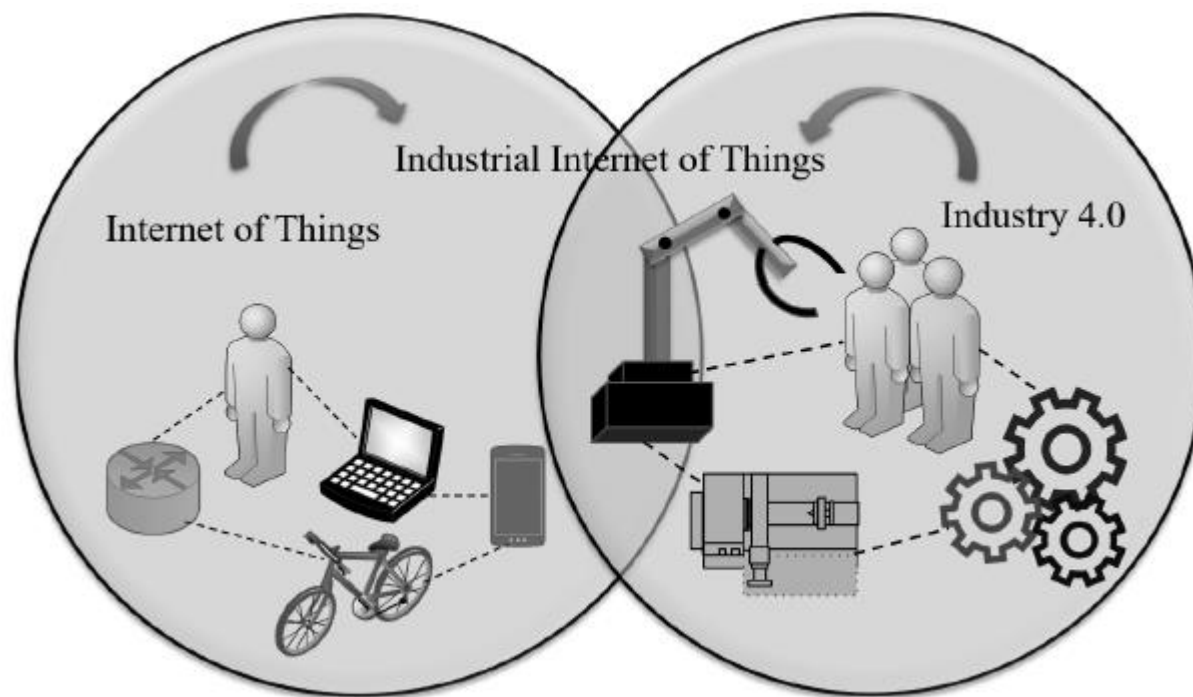


ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Сравнение между традиционни системи за автоматизация и Industry 4.0

Features	Industry 4.0	Traditional Automation
Real-time communication	Machine-to-Machine (M2M) communication is possible with minimum latency (dynamic)	Machine-to-Machine (M2M) communication occur in small scale (mostly static)
Digital information	One of the actor, either sender or receiver is a machine	Sender or receiver may be a machine or any device
Automation	Automation is possible among the machine parts with the help of logic system	Automatic operation of machine parts is not possible

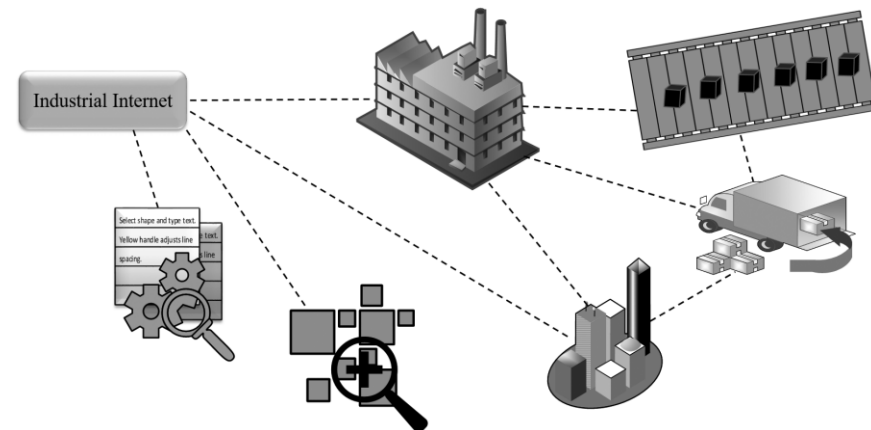
Взаимодействие между IoT и Industry 4.0 → IIoT



5G – ключова технология за бъдещо развитие на Industry 4.0 и IIoT

Индустриален интернет

- ✓ Индустриалният интернет е резултат от комбинацията от физически и цифров свят
- ✓ Дефиниция: „конвергенция на глобалните индустриални системи със силата на усъвършенстваните изчисления, анализи, евтини сензори и нови нива на свързаност, разрешени от интернет“
- ✓ организациите, които прилагат индустриалния интернет, използват сензорни възли, софтуер и комуникация от машина към машина (M2M), за да събират данни от материални неща или устройства.
- ✓ взаимосвързаните устройства в индустриите, автоматизираната поточна линия, данните в реално време, събрани от сензорните възли, и техният анализ заедно могат да бъдат посочени като индустриален интернет
- ✓ обработените и анализирани данни предоставят услуги с добавена стойност
- ✓ увеличаване на скоростта и ефективността в широк спектър от индустрии, като авиация, железници, минно дело, производство на електроенергия и системи за здравеопазване
- ✓ подобряване на условията за работа, ускоряване на производителността на производствената система и насърчаване на цялостния икономически растеж.



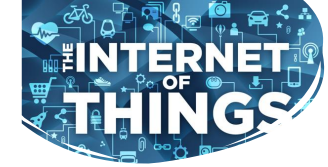
С прости думи, индустриите ще имат оптимизирано и централизирано управление на процесите, на оборудването и на системите в индустриите.



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Фази в развитието на индустриалния Интернет

- ✓ **Индустриална революция** - по време на първата и втората индустриална революция бяха инициирани производителността и механизацията на фабриките. Ефективността на производството на водна енергия, разработването на парни двигатели и намаляването на разходите за гориво се случиха по време на първата индустриална революция. С появата на поточните линии по време на втората индустриална революция започва масовото производство. Освен това безжичната комуникация с помощта на клетъчни телефони е разработена в по-късните етапи през този период.
- ✓ **Интернет революция** - третата индустриална революция доведе до развитието на автоматизацията в производствената система, компютрите и появата на интернет (World Wide Web). Тази революция е известна още като компютърна или дигитална революция. Един от най-забележителните ефекти от тази революция е обменът на информация на големи разстояния чрез интернет и смартфони.
- ✓ **Индустриален интернет**: Сливането на кибер-физичните системи и еволюцията на интернет-базирани технологии доведе до развитието на индустриалния интернет. Поради това обикновено се приема, че Индустрия 4.0 или 4-та индустриална революция са се развили от тези технологии.



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

Сравнение между Industry 4.0 и IIoT

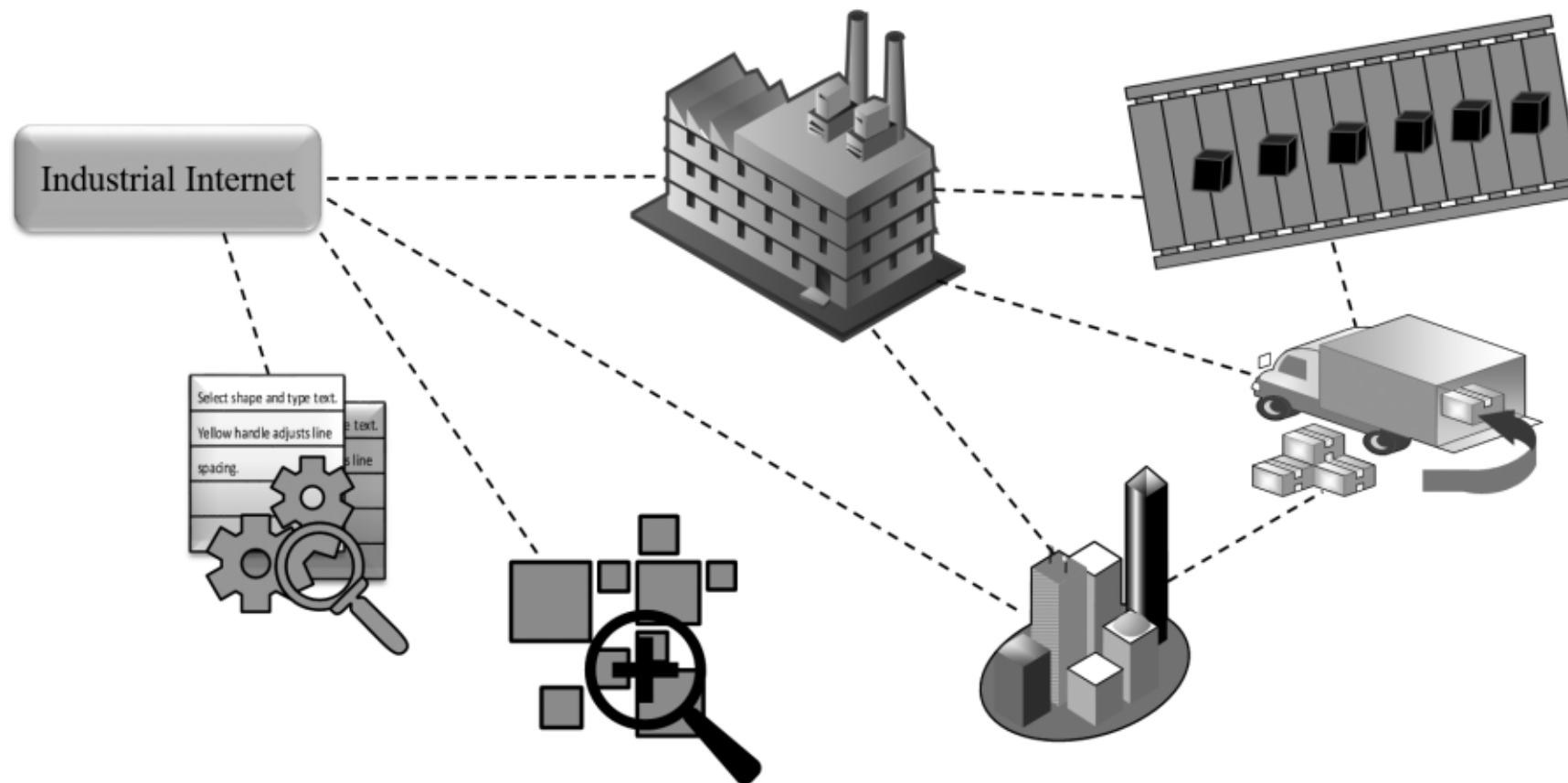
Features	Industry 4.0	IIoT
Initiative	German government initiative (also known as Fourth Industrial Revolution)	GE termed it as Industrial Internet, while CISCO termed it as Internet of Everything. The IIC recognizes IIoT.
Primary focus	Manufacturing Industry	Both manufacturing and nonmanufacturing industries
Objective	To secure a competitive position in a dynamic market	To enable and accelerate the Internet-enabled technologies across industries
Description	Economic impact	Technological development
Effect	Less advantageous in the long run	Advantageous in the long-run



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

- ✓ интегрирането на IoT и Industry 4.0 подпомогна появата на IIoT
- ✓ взаимосвързаните устройства, машини и неща се идентифицират с уникален идентификатор и се комбинират с автоматизирани машини
- ✓ тази свързана мрежа от неща формира основата на IIoT
- ✓ технологиите за безжична комуникация 5G действат като ключова характеристика както за Industry 4.0, така и за IIoT.
- ✓ цялостните технологични промени ще имат по-голямо влияние върху цялата бизнес еко-система
- ✓ приложенията Industry 4.0 и IoT предефинират автоматизацията в индустриалните сектори

ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА





ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

- ✓ Ключовите елементи зад развитието на индустриалния интернет
 - интелигентни машини
 - усъвършенствани методи за анализ на данни
 - свързани хора

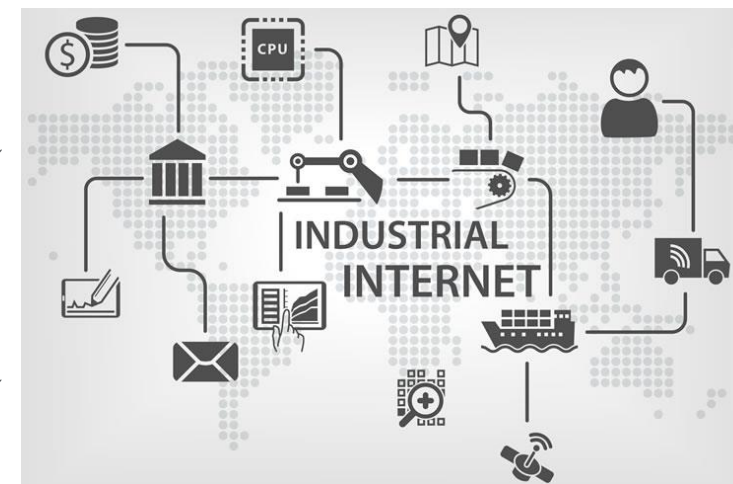
- ✓ Взаимовръзката между тези ключови елементи и тяхната комбинация подобрява цялостната икономика чрез оптимизиране на процесите, минимизиране на разходите за продукти и анализ на данните в реално време

- ✓ Данните в реално време помагат за предоставяне на по-задълбочена представа и подобряване на работата на системата в различни индустриални сектори

- ✓ Катализатори за развитието на индустриалния интернет:
 - внедряването на сензорни възли, необходими инструменти, бизнес процеси и актуализирани интерфейси на потребителските приложения
 - усъвършенствани системи за сигурност (на чувствителна информация, данни и интелектуална собственост)
 - насърчаване на растежа на нови таланти (подобри инженерни проучвания, данни и софтуерните експерти)

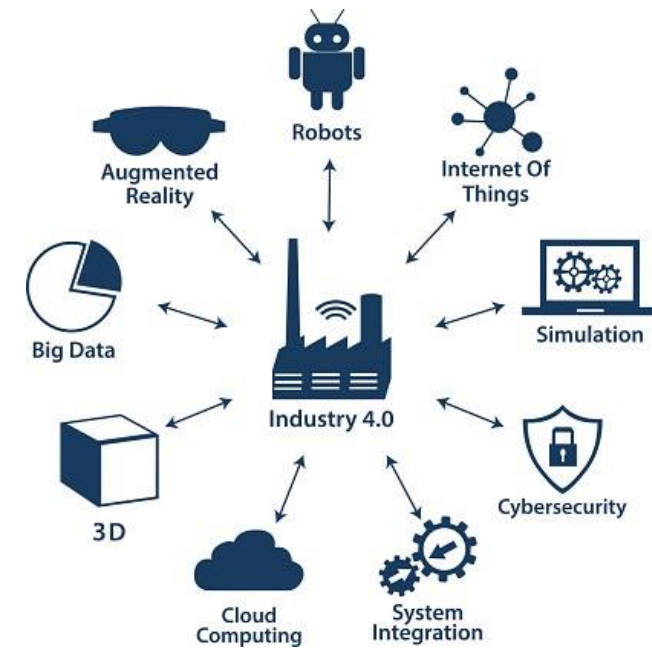
Приложения на индустриалния интернет

- ✓ Авиационна индустрия - помага при управлението на екипажите, намаляването на разхода на гориво, поддръжката на бордовия двигател, управление на разписанието на полетите.
- ✓ Транспорт - намаляване на разходите за поддръжка и оптимизиране на графици на превозните средства (анализ на данни в реално време; предсказващо поведение, надеждност на софтуера)
- ✓ Здравеопазване - надграждане на здравната система и подобряване на резултатите от лечението. Индустриалният интернет позволява безопасна, сигурна и ефективна система за здравеопазване.
- ✓ Производство на енергия - подобряването на производството на енергия, поддържането на надеждност, безопасност и оптимизиране на използването на гориво са основните цели на индустриалния интернет. Откриване и управление на неизправности по електропреносната инфраструктура (в реално време)



Приложения на Индустрия 4.0

- ✓ Интелигентна фабрика и система за производство: с еволюцията на напредналите технологии, като AI и машинно обучение, конкурентоспособността на пазара, рисковете, свързани с провал, и увеличаването на производството подпомагат развитието на системата за интелигентна фабрика.
- ✓ Интелигентен продукт- кибер-физичните системи, информационни и комуникационни технологии, IoT и интеграция на данни в облак, заедно с интелигентни сензорни възли, формират интелигентния продукт. Интелигентните продукти се произвеждат чрез взаимосвързани физически и цифрови процеси.
- ✓ Интелигентен град: Интелигентните хора, интелигентната мобилност, интелигентната околна среда, интернет, сензорните мрежи, безжичната широколентова мрежа и интелигентното управление се обединяват, за да образуват интелигентен град. Основната цел на интелигентния град е да подобри качеството на живот на обикновените хора, безопасността на гражданите, по-добър и навременен транспорт и повишена енергийна ефективност.

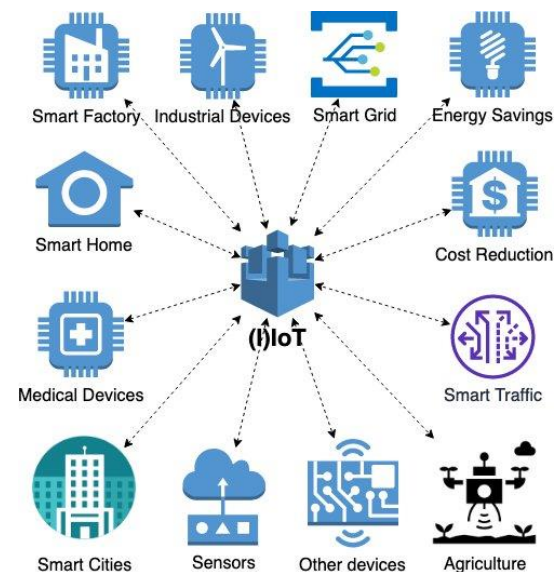


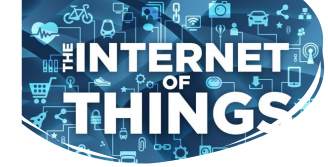
Предпоставки за ПоТ

- ПоТ може да се опише като взаимосвързаност на голям брой индустриални процеси и системи, които комуникират и координират помежду си.
- Данните в реално време, събрани от сензорните възли, се съхраняват, обработват и анализират, за да се подобри производителността и ефективността на цялостната система
- Тъй като цифровият свят и физическият свят могат да комуникират помежду си чрез сензорни възли и задвижващи механизми, индустриалните системи са придобили голяма прилика с кибер-физичните системи.

изисквания на ПоТ

- ✓ сигурност:
- ✓ оперативна съвместимост:
- ✓ мащабируемост
- ✓ точност
- ✓ закъснение
- ✓ надеждност
- ✓ автоматизация
- ✓ възможност за обслужване





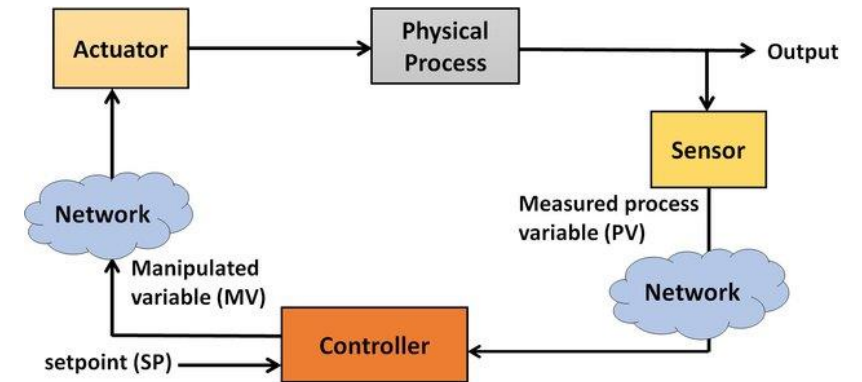
ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

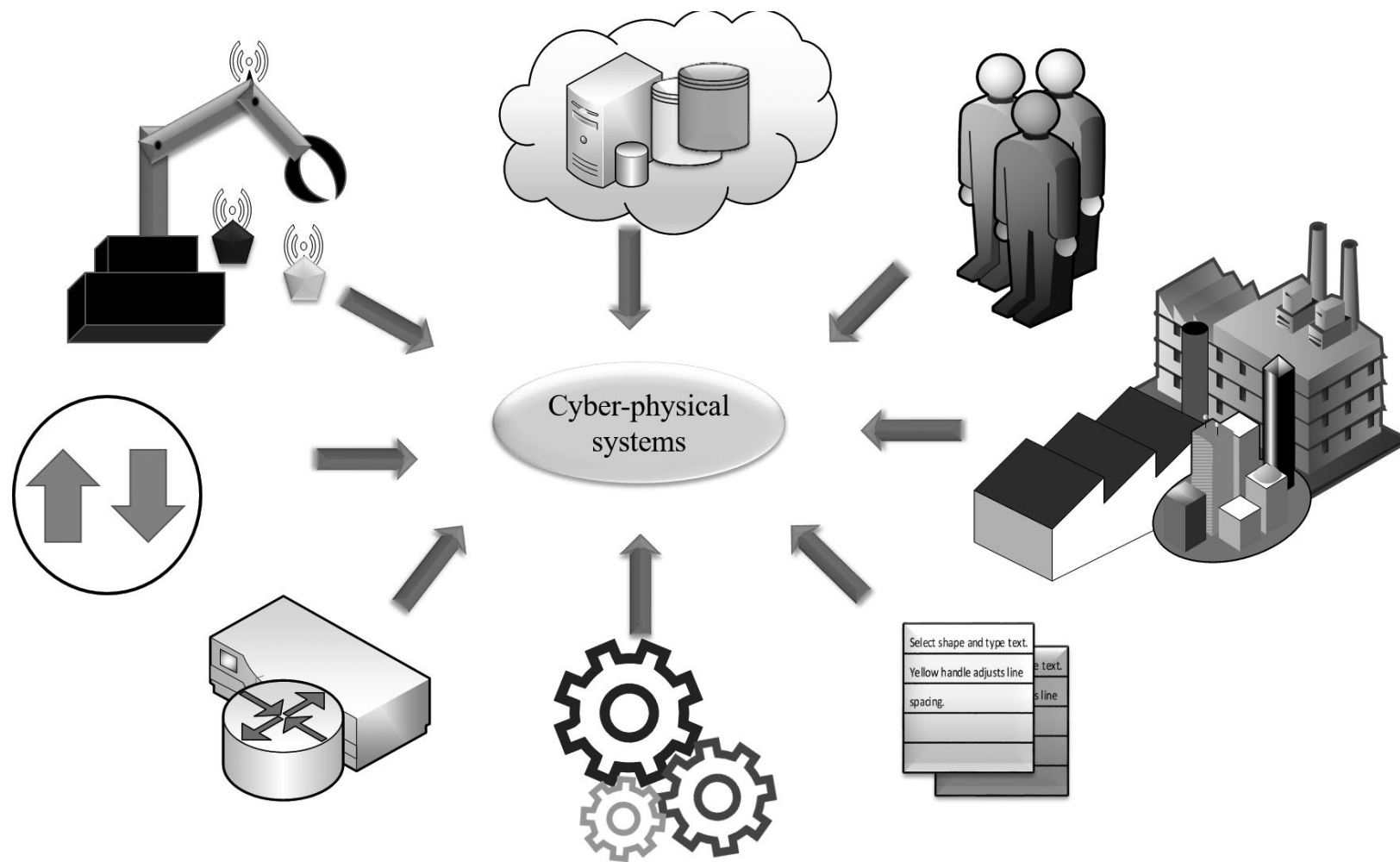
Сравнение между IoT и IIoT

Features	IoT	IIoT
Focus	Devices are developed for the well-being of individuals	Devices are developed for the improvement of efficiency, safety, and security in industries
Interoperability	M-2-M communication possible in small scale	M2M communication, SCADA, and other manufacturing technologies are applicable in large scale
Scalability	Applicable in small scale, compared to IIoT, where things are interconnected through the Internet	Applicable in large scale networks, where seamless integration of devices are done in the industrial networks and IoT devices
Automation	IoT devices sense, process, and transmit data with limited or no human involvement	IIoT devices, in addition to the intelligence of the IoT devices, require control and automation logic, deep learning, and analytics
Emergency situation	In case any device fails, an emergency situation will not occur	Failure of any device may lead to a critical situation
Application	Consumer purpose	Industrial purpose

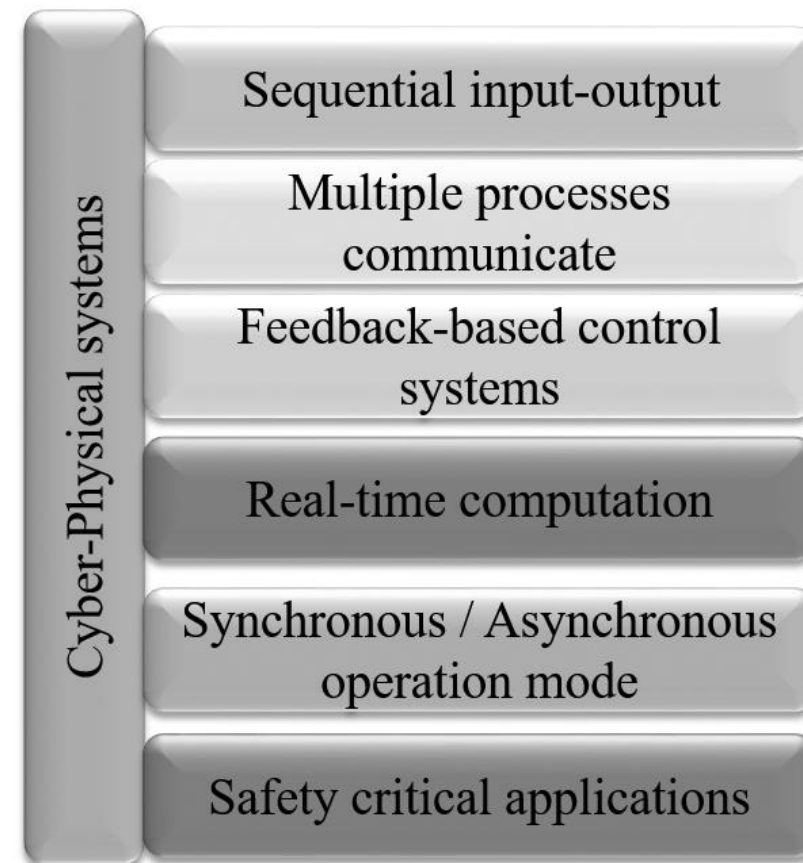
Основи на кибер-физичните системи

- Кибер-физичните системи интегрира физически обекти и компютърно базирани алгоритми, които комуникират помежду си и придобиват знания от заобикалящата ги среда.
- Физическите обекти и потребителите са свързани с помощта на Интернет
- Кибер-физичните системи комбинират и координират между физическите и цифровите елементи
- Характеристиките на взаимосвързаните елементи
 - ✓ изчислителни възможности - по-висока мощност на обработка, по-евтини и по-малки по размер.
 - ✓ сензорни технологии - приемат и предават данни от/към околната среда в реално време
 - ✓ свързване между елементите - елементите безпроблемно се свързват с множество технологии едновременно и моментално и прилагат контрол с обратна връзка.





- ✓ традиционните кибер-физични системи зависят най-вече от мрежа от взаимосвързани обекти, които са статични.
- ✓ кибер-физичната система притежава определени основни характеристики, като: последователен вход-изход; комуникация между множество процеси, управление на обратна връзка в реално време, въз основа на данните, събрани от сензорни възли, прикрепени към машините; синхронна и асинхронна работа; безопасни след отказ приложения
- ✓ Мобилни кибер-физични системи – физическата система е мобилна
 - ✓ Ограничения – стабилност на мрежата; електрическо захранване; сигурност и динамично поведение.



ЛЕКЦИЯ 1 ВЪВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

