

1

บทนำสู่อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

1.1 ลักษณะของ IoT

Internet of Things (IoT) สามารถใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับธุรกิจได้ อย่างความสะดวกในการเพิ่มคุณสมบัติที่มีคุณค่าให้กับธุรกิจ โดยที่เฟรมเวิร์ก IoT ได้รับการออกแบบเพื่อเชื่อมต่อข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อถึงกัน กระบวนการนี้แบ่งออกเป็นห้าขั้นตอน ระยะแรกคือ "ระยะสร้าง" ซึ่งเซ็นเซอร์รวบรวมข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม ข้อมูลนี้สามารถสร้างข้อมูลสำหรับธุรกิจได้ ประการที่สองคือ "ระยะการสื่อสาร" ซึ่งข้อมูลที่สร้างขึ้นในระยะแรกจะถูกสื่อสารไปยังปลายทางที่ต้องการ ประการที่สามคือ "ระยะรวม" ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมผ่านเครือข่ายจะถูกรวบรวมโดยตัวอุปกรณ์เอง ประการที่สี่คือ "ขั้นตอนการวิเคราะห์" ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อสร้างรูปแบบและใช้เพื่อควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ ประการที่ห้าคือ "ระยะการกระทำ"

ลักษณะของ IoT อาจแตกต่างกันไปในแต่ละโดเมน ลักษณะบางประการมีการระบุไว้ดังต่อไปนี้:

- 1.ปัญญา:**IoT ได้รับการปฏิบัติอย่างชาญฉลาดเนื่องจากการผสมรวมของฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์ ความสามารถในการคำนวณ และอัลกอริธึม คุณลักษณะข่าวกรองในระบบ IoT สร้างความสามารถที่ยอดเยี่ยมในการตอบสนองต่อสถานการณ์อย่างชาญฉลาดเพื่อดำเนินงานเฉพาะ IoT ให้วิธีการป้อนข้อมูลมาตรฐานในรูปแบบของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ซึ่งทำให้ใช้งานง่าย
- 2.การเชื่อมต่อ:**การเชื่อมต่อนำวัตถุมารวมกันผ่าน IoT เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการเชื่อมต่อมีส่วนทำให้เกิดปัญหาโดยรวมของระบบ ช่วยให้สามารถเข้าถึงเครือข่ายและความเข้ากันได้ของฮาร์ดแวร์ โอกาสใหม่ ๆ สามารถสร้างได้ในตลาดล่าสุดโดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์อัจฉริยะผ่านเครือข่าย
- 3.ธรรมชาติแบบไดนามิก:**IoT มีลักษณะเป็นไดนามิก เนื่องจากมีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงแบบไดนามิก เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือความเร็ว

Internet of Things နှ့် Raspberry Pi ညး Arduino

3. **ปลอดภัยไว้ก่อน:** ผลที่ตามมาของการหลีกเลี่ยงความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์ IoT อาจร้ายแรงมากเนื่องจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับโลกแห่งความจริงโดยตรง นอกจากนี้ การสร้างความไว้วางใจจะต้องเป็นหนึ่งในแรงผลักดันหลักในหมู่นักออกแบบ เนื่องจาก IoT เป็นการผสมผสานระหว่างฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และเครือข่าย สถานการณ์ใดๆ ของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงสถานการณ์ข้อผิดพลาด คุณลักษณะของการสื่อสารข้อผิดพลาดกับผู้ใช้อาจสร้างความเชื่อถือ สิ่งสำคัญคือต้องทำให้ข้อมูลของผู้ใช้ปลอดภัย เพื่อสร้างความไว้วางใจต่อ IoT
4. **พิจารณาบริบท:** IoT solutions directly deal with the real world, where many unexpected things happen at a time when the user should feel safe. IoT solutions should be capable of handling changing environmental situations, such as a change in temperature. Also, an IoT device can have multiple users, unlike a smartphone, so this context needs to be addressed.
5. **Strong brand:** To handle adverse conditions such as device failure, building a strong brand is very important among users. When users feel connected with a brand, they are more forgiving and are more likely to keep the products.
6. **Prototyping:** โซลูชัน IoT เป็นการผสมผสานระหว่างทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และทั้งคู่มีช่วงชีวิตที่แตกต่างกัน แต่ใน IoT โซลูชันต้องได้รับการปรับให้สอดคล้องกัน ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ IoT นั้นอัปเดตได้ยากเมื่อวางไว้ที่ตำแหน่ง ดังนั้น การสร้างต้นแบบและการทำซ้ำจึงเป็นวิธีแก้ปัญหาก่อนที่จะสรุปผลิตภัณฑ์เพื่อเปิดตัวจริง
7. **ใช้ข้อมูลอย่างมีความรับผิดชอบ:** โซลูชัน IoT สร้างข้อมูลจำนวนมากในช่วงอายุของมัน อย่างไรก็ตาม แนวคิดนี้ไม่ใช่เพื่อเก็บข้อมูลทั้งหมด แต่เพื่อระบุจุดข้อมูลที่สำคัญในการทำให้โซลูชันทำงานและมีประโยชน์แทน ดังนั้นความเป็นไปได้ของวิทยาศาสตร์ข้อมูลจึงมาที่วิทยาศาสตร์ข้อมูลให้โซลูชันเพื่อลดแรงเสียดทานของผู้ใช้ สามารถใช้เพื่อตีความสัญญาณที่มีความหมายและทำให้การตัดสินใจตามบริบทต่างๆ เป็นไปโดยอัตโนมัติ

1.3 สถาปัตยกรรมและโปรโตคอล IoT

1.3.1 สถาปัตยกรรม IoT

สถาปัตยกรรม IoT ประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้:

- 1.**สิ่ง:**IoT เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลและแอคทูเอเตอร์เพื่อดำเนินการที่สอดคล้องกับคำสั่งที่ได้รับจากคลาวด์
- 2.**ประตู:**ใช้สำหรับกรองข้อมูล ประมวลผลล่วงหน้า และสื่อสารกับระบบคลาวด์และในทางกลับกัน (รับคำสั่งจากคลาวด์)

3.คลาวด์เกตเวย์:ใช้เพื่อส่งข้อมูลระหว่างเกตเวย์และเซิร์ฟเวอร์กลาง IoT

4. **ตัวประมวลผลข้อมูลสตรีมมิง:** มันกระจายข้อมูลที่มาจากเซ็นเซอร์ไปยังอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่เชื่อมต่อในเครือข่าย
5. **ดาต้าเลค:** มันถูกใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลที่กำหนดไว้และไม่ได้กำหนดทั้งหมด
6. **คลังข้อมูลขนาดใหญ่:** ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลที่มีค่า
7. **โปรแกรมควบคุม:** ใช้สำหรับส่งคำสั่งไปยังแอคทูเอเตอร์
8. **การเรียนรู้ของเครื่อง:** ใช้ในการสร้างแบบจำลองโดยใช้อัลกอริธึมกับข้อมูลซึ่งสามารถใช้ควบคุมแอปพลิเคชันได้
9. **แอปพลิเคชันผู้ใช้:** ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลและตัดสินใจเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ
10. **การวิเคราะห์ข้อมูล:** ใช้สำหรับการประมวลผลข้อมูลด้วยตนเอง

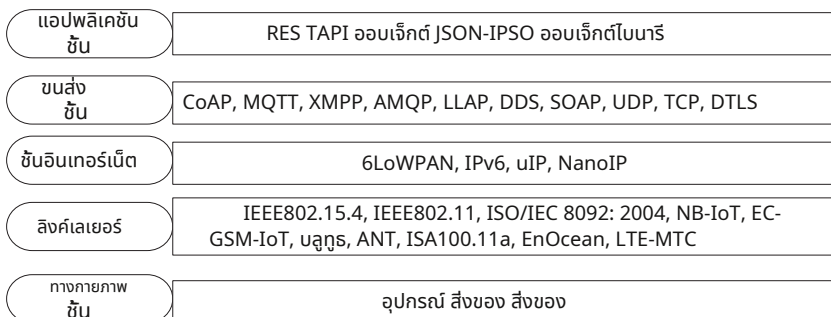
1.3.2 โปรโตคอล IoT

1.3.2.1 şu OSI

โมเดล OSI (Open Systems Interconnection) สำหรับโปรโตคอล IoT ดังแสดงในรูปที่

1.1 ประกอบด้วยห้าเลเยอร์: ฟิสิคัลเลเยอร์ ลิงค์เลเยอร์ อินเทอร์เน็ตเลเยอร์ เลเยอร์การขนส่ง และเลเยอร์แอปพลิเคชัน

ชั้นกายภาพประกอบด้วยอุปกรณ์ วัตถุ และสิ่งของ เลเยอร์ลิงก์ทำงานบนโปรโตคอล เช่น IEEE 802.15.4, IEEE 802.11, IS/IEC 18092: 2004, Bluetooth, ANT, NB-IoT, EC-GSM-IoT, ISA100.11a, EnOcean และ LTE-MTC โปรโตคอลชั้นอินเทอร์เน็ตคือ 6LoWPAN, IPv6, nIP และ NanoIP โปรโตคอลชั้นการขนส่งคือ CoAP, TCP, UDP, MQTT, XMPP, AMQP, LLAP, DDS, SOAP และ DTLS โปรโตคอลแอปพลิเคชันคือออบเจกต์ JSON-IPSO, REST API และอ็อบเจกต์ไบนารี



រូបភាព 1.1

โมเดล OSI สำหรับโปรโตคอล IoT

เว็บทางกายภาพ:Physical Web เป็นแนวทางในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ และเข้าถึงได้อย่างลงตัว

ไอบีเออร์แค:เป็นไอบีเออร์มีเดียให้นักเบาก็ใช้ JSON แบบโอเพ่นซอร์ส รูปแบบเกิดตาล็อกสำหรับเปิดเผยคอลเล็กชัน URI

MQTT(การจัดคิวข้อความ Telemetry Transport):MQTT เป็นแสง-โปรโตคอลให้นักที่เปิดเผยใช้งานรูปแบบการส่งข้อความเผยแพร่/สมัครรับข้อมูล ใช้สำหรับการเชื่อมต่อระยะไกลในเครือข่าย

CoAP(Constrained Application Protocol): CoAP เป็นแอปพลิเคชันเลเยอร์มาตรฐาน. ได้รับการออกแบบมาเพื่อแปลเป็น HTTP เพื่อการผสานรวมกับเว็บที่ง่ายขึ้น

เอสเอ็มซีพี:เป็นสแต็ก CoAP แบบ C ซึ่งสามารถใช้สำหรับฝังตัวสภาพแวดล้อม มี I/O แบบอะซิงโครนัสอย่างสมบูรณ์และรองรับทั้งข้อก่เกิด UIP และ BSD

เหยียบ:ย่อมาจาก Simple Text Oriented Messaging Protocol ที่ใช้ในเครือข่ายการสื่อสาร

XMPP:ย่อมาจาก Extensible Messaging และ Presence Protocol

XMPP-IoT:มันเหมือนกับ XMPP ที่มีคุณสมบัติเพิ่มเติมเพื่อสร้าง-เชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างเครื่องกับผู้คนและเครื่องต่อเครื่อง

มีซีนี/M3DA:ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างเซิร์ฟเวอร์ M2M และเกตเวย์ฝังตัว M3DA เป็นเวอร์ชันเสริมสำหรับขนส่งข้อมูลไบนารี M2M

แอมคิวพี:ตัวย่อคือ Advanced Message Queuing Protocol และ is เลเยอร์แอปพลิเคชันโอเพ่นซอร์สที่ใช้เป็นมิดเดิลแวร์ในแอปพลิเคชันการส่งข้อความมีความน่าเชื่อถือและปลอดภัยมากขึ้นในการกำหนดเส้นทางและการเข้าคิว

ก.บ.:ย่อมาจาก Data Distribution Service สำหรับระบบเรียลไทม์เป็นโอเพ่นซอร์สและมาตรฐานสากลในการสื่อสารระหว่างระบบเรียลไทม์และระบบฝังตัว

แอลแอล:มีการอธิบายอย่างละเอียดว่าเป็นโปรโตคอลการทำงานอัตโนมัติในพื้นที่ที่มีนักเบาล LAP จำนวนความสะดวกในการส่งข้อความสั้นๆ และเรียบง่ายระหว่างอ็อบเจ็กต์อัจฉริยะ

พิทฟ่อน:ย่อมาจาก Representational State Transfer สบู

:ย่อมาจาก Simple Object Access Protocol

เว็บช็อกเก็ต:เป็นช็อกเก็ตฟูลดิวเพล็กซ์ที่ใช้สื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์

เซนเซอร์ML:อธิบายเซ็นเซอร์และกระบวนการวัดโดยป-viding โมเดลมาตรฐานและการเข้ารหัส XML

แรม:ตัวย่อคือ RESTful API Modeling Language ใช้เพื่อออกแบบและแบ่งปัน API

IoTivity:ก่อตั้งโดย Linux Foundation เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับโอเพ่นซอร์สโครงการและสนับสนุนโดย คปก.

IEEE P2413:เป็นมาตรฐานสำหรับกรอบงานสถาปัตยกรรมสำหรับ IoT

OTrP(เปิดโปรโตคอลที่เชื่อถือได้):โปรโตคอลนี้ใช้เพื่อติดตั้ง อัปเดตและลบแอปพลิเคชัน จัดการการกำหนดค่าความปลอดภัยใน Trusted Execution Environment (TEE)

1.4 การเปิดใช้งานเทคโนโลยีสำหรับ IoT

ในโลกปัจจุบัน เทคโนโลยีแบบมีสายและไร้สายจำนวนมากมีส่วนสนับสนุนการทำงานอัตโนมัติ IoT เป็นเทรนด์ล่าสุดของเทคโนโลยี ส่วนเครือข่ายใน IoT อาจเกี่ยวข้องกับสื่อหรืออุปกรณ์สื่อสารมากกว่าหนึ่งประเภท

1.เทคโนโลยีไร้สายระยะสั้น

เครือข่าย Bluetooth ในตาข่าย:เป็นเครือข่ายตาข่ายที่รองรับบลูทูธพลังงานต่ำ (BLE) ที่มีจำนวนโหนดเพิ่มขึ้น

ความเที่ยงตรงของแสง (Li-Fi):เทคโนโลยีนี้เกือบจะคล้ายกับมาตรฐาน Wi-Fi แต่ใช้สเปกตรัมแสงที่มองเห็นได้

การสื่อสารระยะใกล้ (NFC):เป็นโปรโตคอลการสื่อสารที่ช่วยให้สามารถสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สองเครื่องได้ภายในระยะ 4 ซม.

รหัส QR และบาร์โค้ด:เป็นแท็กแสงที่เครื่องอ่านได้ มันเก็บข้อมูลสำหรับรายการที่จะซ่อนกัน

การระบุความถี่วิทยุ (RFID):ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่ออ่านข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในแท็กของรายการอื่นๆ

เกลียว:โปรโตคอลเครือข่ายนี้เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4

ไวไฟ:ใช้สำหรับเครือข่ายท้องถิ่นซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.11

ซี-เวฟ:เป็นโปรโตคอลการสื่อสารระยะใกล้ที่ใช้พลังงานต่ำ เวลาแฝงต่ำ และมีความน่าเชื่อถือที่ดีกว่า Wi-Fi

ซิกบี:โปรโตคอลนี้สามารถใช้สำหรับเครือข่ายส่วนบุคคล เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4

2.เทคโนโลยีไร้สายระดับกลาง

ฮาโลว์:เป็นตัวแปรของมาตรฐาน Wi-Fi ให้อัตราการส่งข้อมูลต่ำในช่วงกว้าง

LTE-ขั้นสูง:เป็นเทคโนโลยีวิวัฒนาการระยะยาวเพื่อให้การสื่อสารไร้ที่ติดด้วยอัตราข้อมูลสูง

3.เทคโนโลยีไร้สายระยะไกล

เครือข่ายบริเวณกว้างพลังงานต่ำ (LPWAN): เครือข่ายไร้สายนี้อำนวยความสะดวกในการสื่อสารที่หลากหลายพร้อมด้วยอัตราบิตต่ำและใช้พลังงานน้อยลง

ข้อควรระวังขนาดเล็กมาก (VSAT):การสื่อสารนี้ใช้ในดาวเทียมโดยใช้เสาอากาศจานสำหรับข้อมูลแถบความถี่แคบ

4.เทคโนโลยีแบบมีสาย

อีเธอร์เน็ตเป็นเทคนิคการสื่อสารแบบมีสายโดยใช้สายบิดเกลียวและใยแก้วนำแสง พร้อมอับหรือสวิตช์

มัลติมีเดียผ่าน Coax Alliance (MoCA): เทคโนโลยีนี้ช่วยเพิ่มคุณภาพวิดีโอผ่านสายเคเบิลที่มีอยู่

การสื่อสารด้วยสายไฟ (PLC): เทคโนโลยีการสื่อสารนี้ใช้การส่งกำลังไฟฟ้าและข้อมูล

1.5 សេចក្តី IoT

ระดับ 1 IoT:ระบบ IoT ระดับ 1 ทำหน้าที่ตรวจสอบจับ กระตุ้น จัดเก็บ และการดำเนินการวิเคราะห์และประกอบด้วยโหนด/อุปกรณ์เดียว ตัวอย่างคือระบบอัตโนมัติภายในบ้านที่โหนดเดียวออกแบบมาเพื่อควบคุมไฟและเครื่องใช้จากระยะไกล

ระดับ 2 IoT:ระบบ IoT ระดับ 2 ทำหน้าที่ตรวจสอบ กระตุ้น และทวาร-
ysis และโมโนด/อุปกรณ์เดียว เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ข้อมูลถูก
เก็บไว้ในคลาวด์ เป็นที่นิยมสำหรับแอปพลิเคชันที่ใช้ระบบคลาวด์ เช่น การทำฟาร์ม
อัจฉริยะ

ระดับ 3 IoT:ระบบ IoT ระดับ 3 เป็นแพลตฟอร์มคลาวด์แบบโหนดเดียว ระบบประเภทนี้เหมาะสำหรับความต้องการข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีการประมวลผลสูง ตัวอย่างคือระบบติดตามพัสดุภัณฑ์ ระบบประกอบด้วยโหนดเดียว (สำหรับแพ็คเกจ) ซึ่งตรวจสอบระดับการสั่นสะเทือนของบรรจุภัณฑ์ที่จัดส่ง

ระดับ 4 IoT:ระบบ IoT ระดับ 4 มีหลายโหนดที่ทำหน้าที่การวิเคราะห์และข้อมูลที่จัดเก็บบนคลาวด์ ระบบอาจมีโหนดเซิร์ฟเวอร์ในระบบและบนคลาวด์ที่รับข้อมูลและอัปโหลดบนคลาวด์ โหนดเซิร์ฟเวอร์จะประมวลผลข้อมูลเท่านั้นและไม่ดำเนินการควบคุม เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องใช้โหนดหลายโหนดและเกี่ยวข้อง กับข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีการประมวลผลสูง ตัวอย่างคือการตรวจสอบเสียงรบกวน

ระดับ 5 IoT:ระบบ IoT ระดับ 5 มีโหนดปลายหลายจุดและโหนดเดียว
โหนดผู้ประสานงาน โหนดปลายสุดดำเนินการตรวจจับและ/หรือกระตุ้นการทำงาน
การรวบรวมข้อมูลที่ทำโดยโหนดผู้ประสานงานจะสร้างโหนดเซ็นเซอร์และสื่อสารกับ
คลาวด์และวิเคราะห์

บทนำสู่อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

11

บนคลาวด์ ระบบนี้เหมาะสำหรับโซลูชันที่ใช้ WSN ที่มีข้อมูลขนาดใหญ่และความต้องการที่เข้มข้นในการคำนวณ ตัวอย่างคือการตรวจจับไฟฟ้า ระบบประกอบด้วยโหนดหลายโหนดที่วางอยู่ในตำแหน่งต่างๆ เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้น และ CO₂ ระดับในป่า

ระดับ 6 IoT: ระดับ 6 ประกอบด้วยโหนดเซ็นเซอร์และตัวกระตุ้น เพื่อดำเนินการตรวจจับและควบคุม เป็นฐานข้อมูลบนคลาวด์ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ตัวควบคุมส่วนกลางทราบสถานะของโหนดปลายทางทั้งหมดและส่งคำสั่งควบคุมไปยังโหนด ตัวอย่างคือระบบตรวจสอบสภาพอากาศ ระบบนี้ประกอบด้วยโหนดหลายโหนดที่วางอยู่ในตำแหน่งต่างๆ เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิ ความดัน ความชื้น การแผ่รังสี และความเร็วลม โหนดเซ็นเซอร์มีหน้าที่ในการส่งข้อมูลจากโหนดปลายทางไปยังปลายทางผ่าน websocket ข้อมูลถูกเก็บไว้ในเซิร์ฟเวอร์บนคลาวด์ การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการบนคลาวด์เพื่อคาดการณ์โดยการรวบรวมข้อมูล

1.6 IoT เทียบกับ M2M

IoT สามารถกำหนดเป็นระบบที่วัตถุหลายชิ้นสื่อสารกันและแบ่งปันข้อมูลผ่านเซ็นเซอร์และการเชื่อมต่อดิจิทัล โซลูชัน Machine-to-machine (M2M) ประกอบด้วยช่องทางการสื่อสารเชิงเส้นระหว่างเครื่องจักรเพื่อให้ทำงานเป็นรอบ ในที่นี้ การทำงานของเครื่องหนึ่งทำให้เกิดกิจกรรมของอีกเครื่องหนึ่ง

ความแตกต่างระหว่าง IoT และ M2M

- ผู้เชี่ยวชาญบางคนกำหนด M2M เป็นส่วนย่อยของ IoT ในขณะที่คนอื่นเรียก Internet of Things ว่าเป็นเวอร์ชันที่พัฒนาแล้วของแมชชีนทูแมชชีน ไม่ว่าจะด้วยวิธีใด ข้อสรุปก็คือ IoT เป็นพื้นที่ที่กว้างกว่า M2M
- เทคโนโลยีทั้งสองทำงานบนหลักการของการเชื่อมต่ออุปกรณ์และทำให้ทำงานร่วมกันได้ แม้ว่า M2M จะใช้เครื่องมือการเชื่อมต่อแบบเดิม เช่น Wi-Fi แต่ IoT ก็มีความยืดหยุ่นและตัวเลือกการเชื่อมต่อที่หลากหลาย
- โซลูชัน M2M มีขอบเขตที่จำกัดมาก และถูกจำกัดให้สร้างเครือข่ายของเครื่องที่ทำงานในการซิงโครไนซ์ IoT สร้าง 360°โซลูชันสำหรับการตอบสนองที่ยืดหยุ่นและการสื่อสารหลายระดับ
- ข้อดีของ IoT บน M2M คือความสามารถในการเพิ่มการโต้ตอบระหว่างอุปกรณ์ Machine to Machine ทำงานโดยทริกเกอร์การตอบสนองตามการกระทำเป็นการสื่อสารทางเดียว ในระบบที่ใช้ IoT การสื่อสารจะไหลไปๆ มาๆ อย่างอิสระ