



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
HAROKOPIO UNIVERSITY

Supply Chain Management

Αναπλ. Καθηγήτρια Κλεοπάτρα Μπαρδάκη

cleobar@hua.gr



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
HAROKOPIO UNIVERSITY

IoT-enabled SCM

Ορισμός

Το **Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)** αποτελεί το δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας **συσκευών**, οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε **αντικειμένου** που ενσωματώνει **ηλεκτρονικά μέσα**, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η **σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων**.

Απλούστερα, η φιλοσοφία του IoT είναι η σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους (τοπικό δίκτυο) ή με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο (παγκόσμιο ιστό).

(Wikipedia)

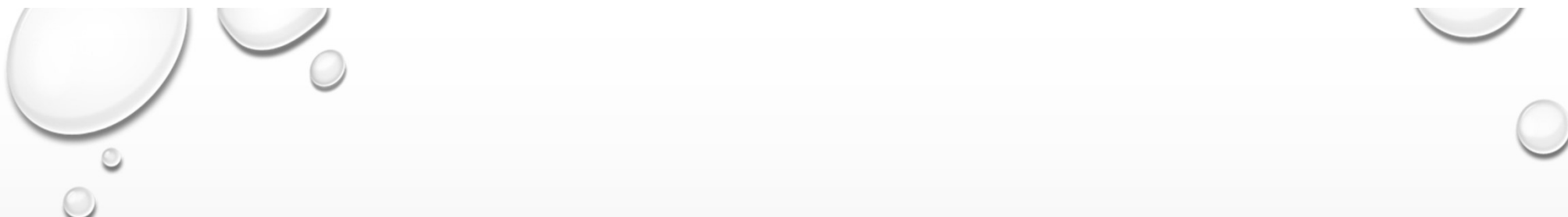
Ορισμός

Το IoT φέρνει/ πραγματοποιεί:

- Συνδεσιμότητα (**connectivity**) μεταξύ 'things' σε κάθε χώρο και κάθε στιγμή,
- Αυτόνομη και Ασφαλής **ανταλλαγή δεδομένων** μεταξύ συσκευών και εφαρμογών/ συστημάτων,
- Διασυνδεδεμένη οικονομική και κοινωνική ζωή,
- Φυσικές δραστηριότητες στον **ιδεατό χώρο** (virtual space)
- Απεριόριστες εφαρμογές για **«έξυπνη» ζωή και «έξυπνες» επιχειρήσεις.**

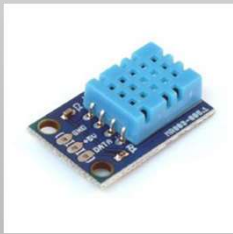
Ουσιαστικά, το IoT παρέχει για τα αντικείμενα

- Μοναδική αναγνώριση
- Πληροφορία σε πραγματικό χρόνο (real time) για
 - Θέση
 - Κατάσταση
 - Περιεχόμενο
- Ιδεατό/ ψηφιακό αποτύπωμα (**digital footprint**)
- Συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο
- Δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων

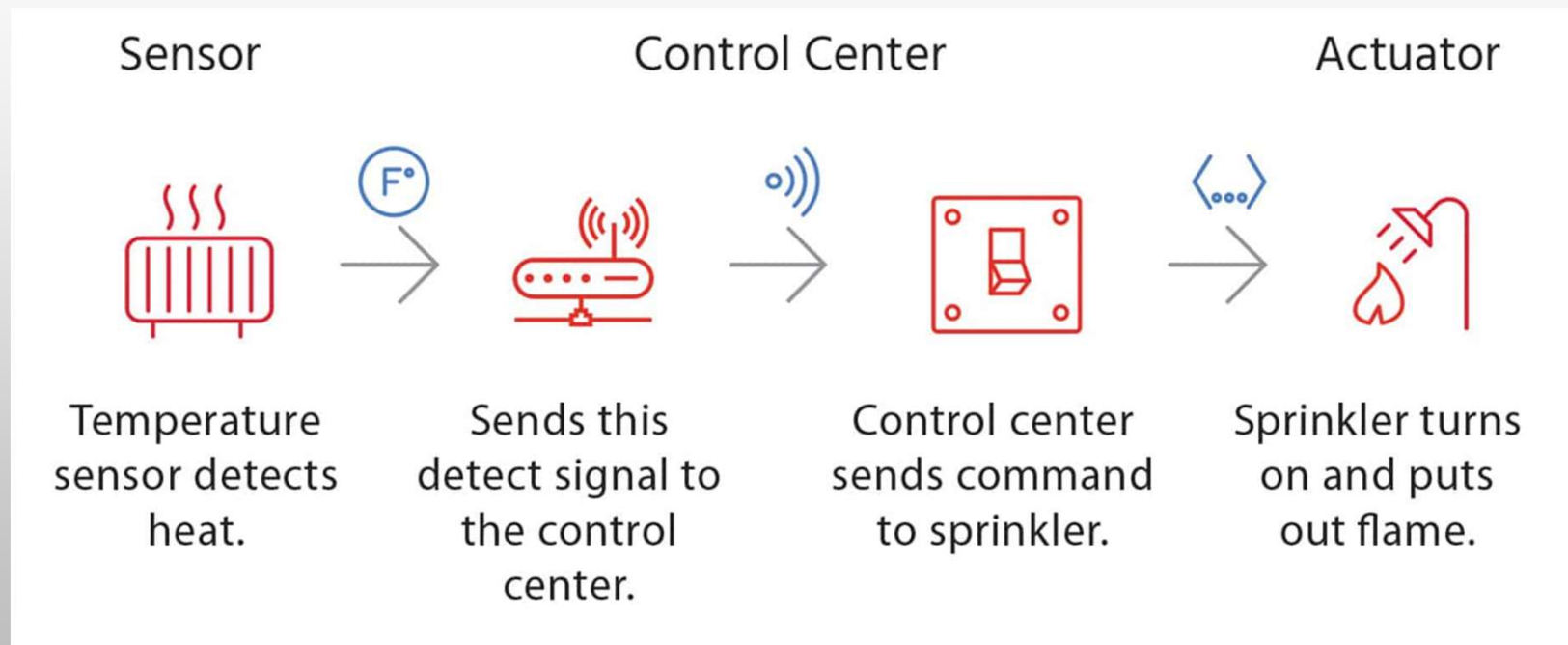


IoT is driven by:

Sensors

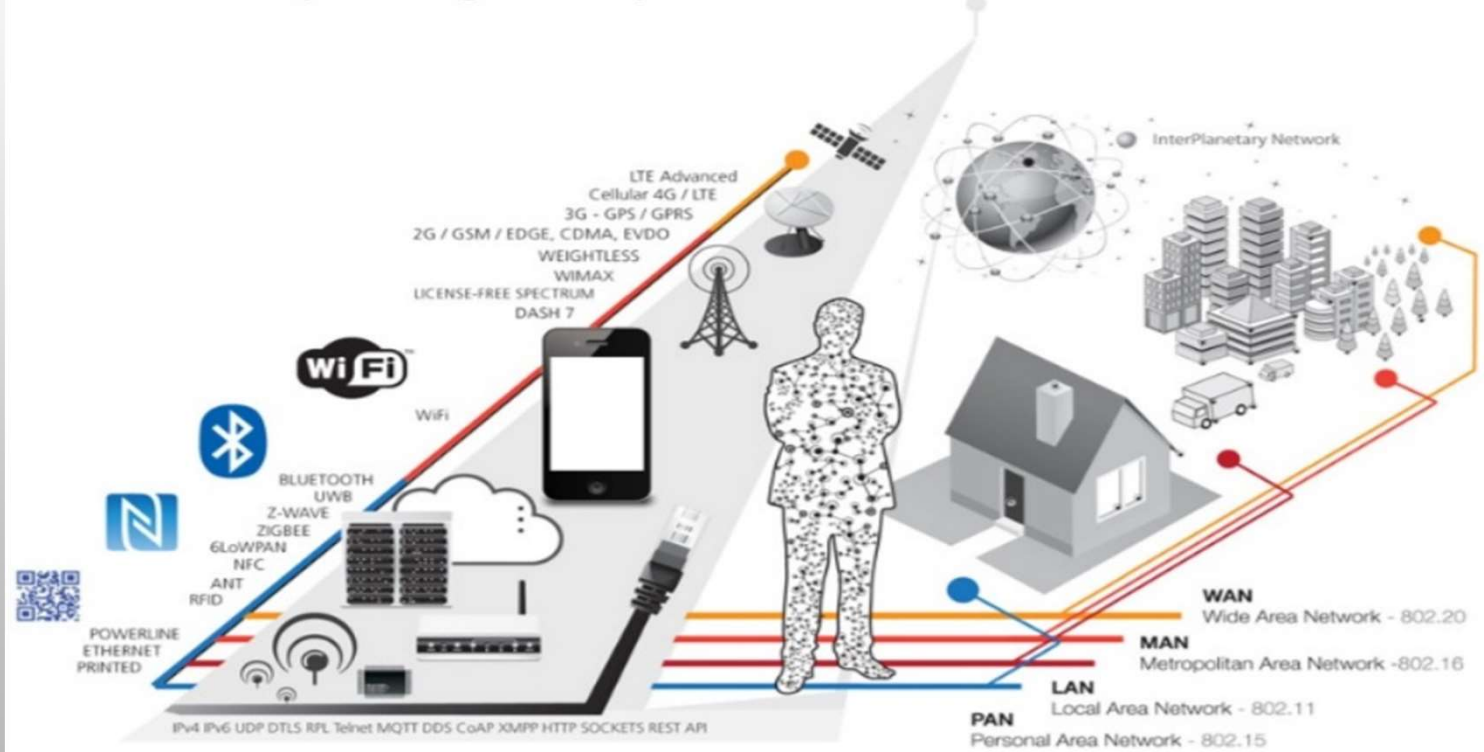
Light sensor	Motion sensor	Sound sensor
		
Temperature humidity sensor	Weight sensor	Water sensor
		

Sensor to Actuator flow



2 CONNECTIVITY

These inputs are digitized and placed onto networks.



Source:
<https://www.postscapes.com/what-exactly-is-the-internet-of-things-infographic/>

RFID (Radio Frequency Identification)

- **Automatic** Scanning – requires no line of sight.
- **Unique object Identification** (e.g. pallet, case, product item)
- **Components**

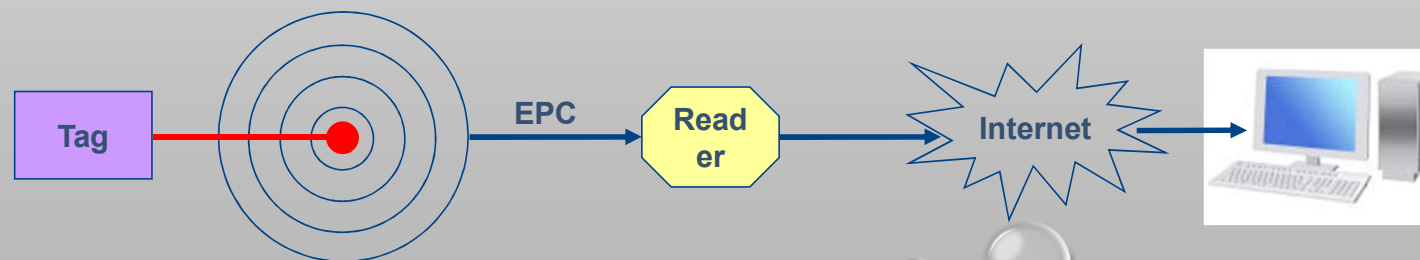
✓ RFID Tag: Chip + Antenna

✓ Reader

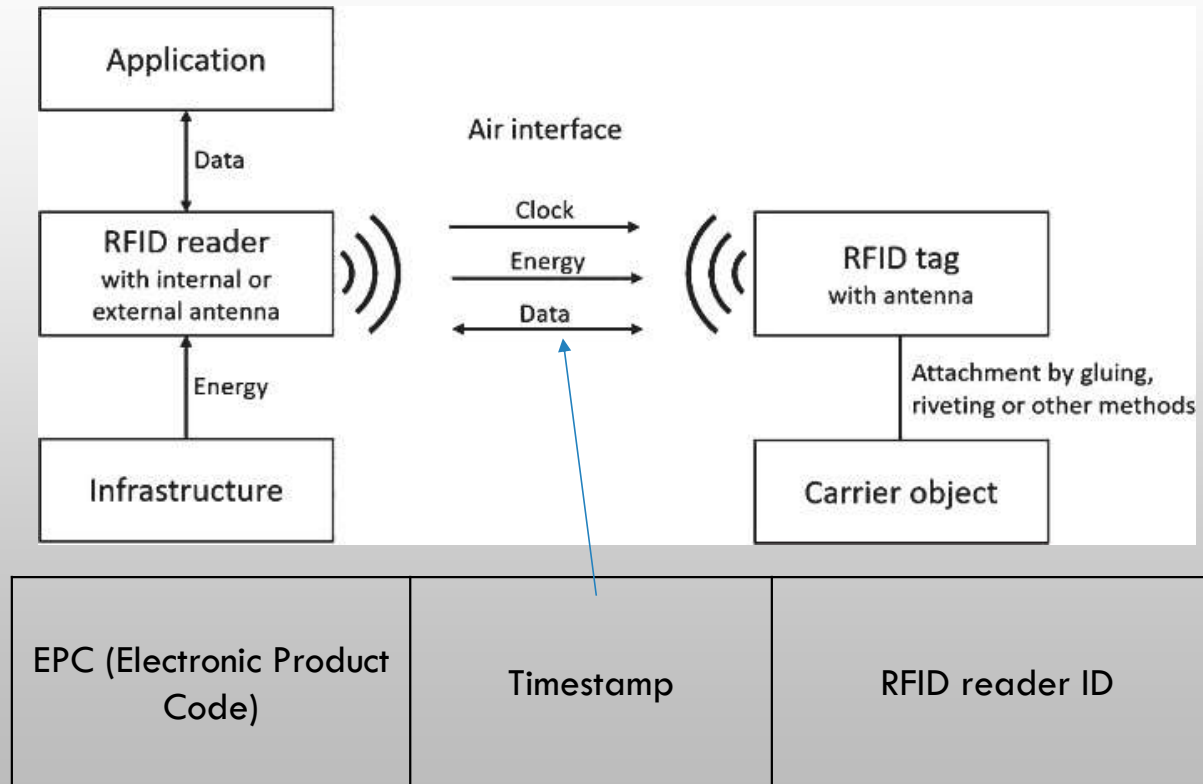


chip

Antenna



RFID data



RFID installations



RFID gate

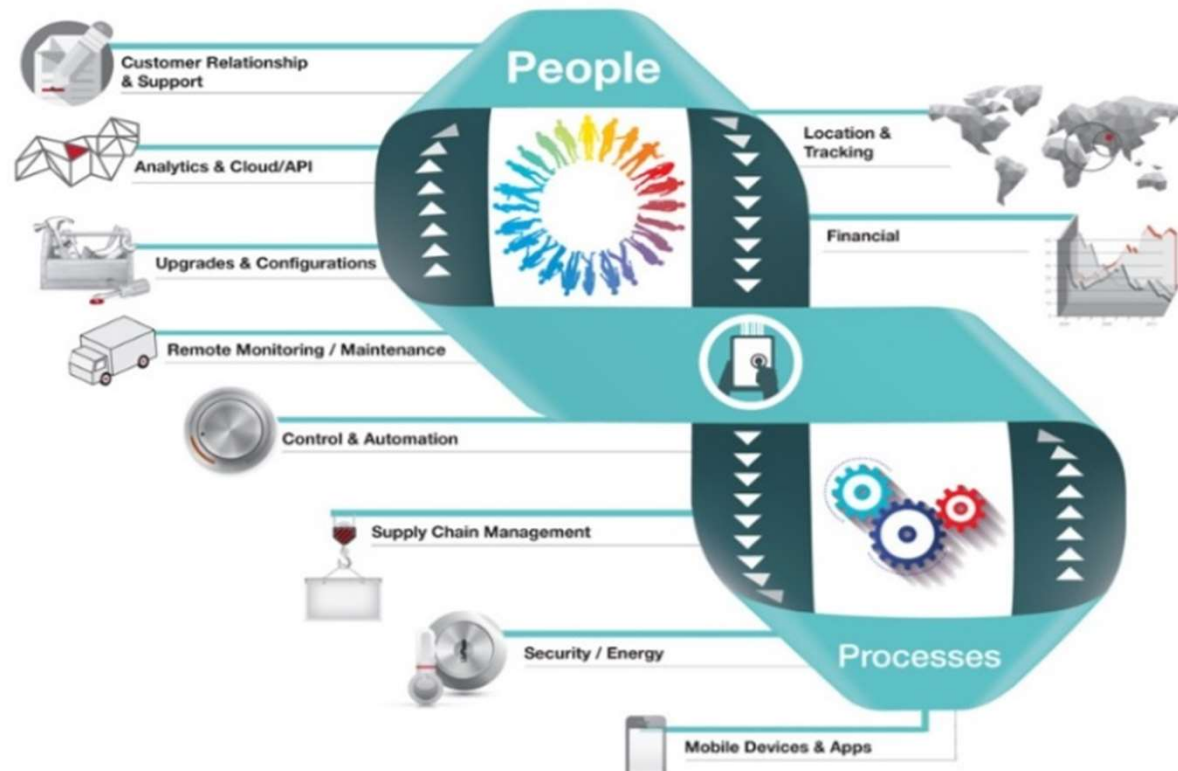


RFID στην οροφή



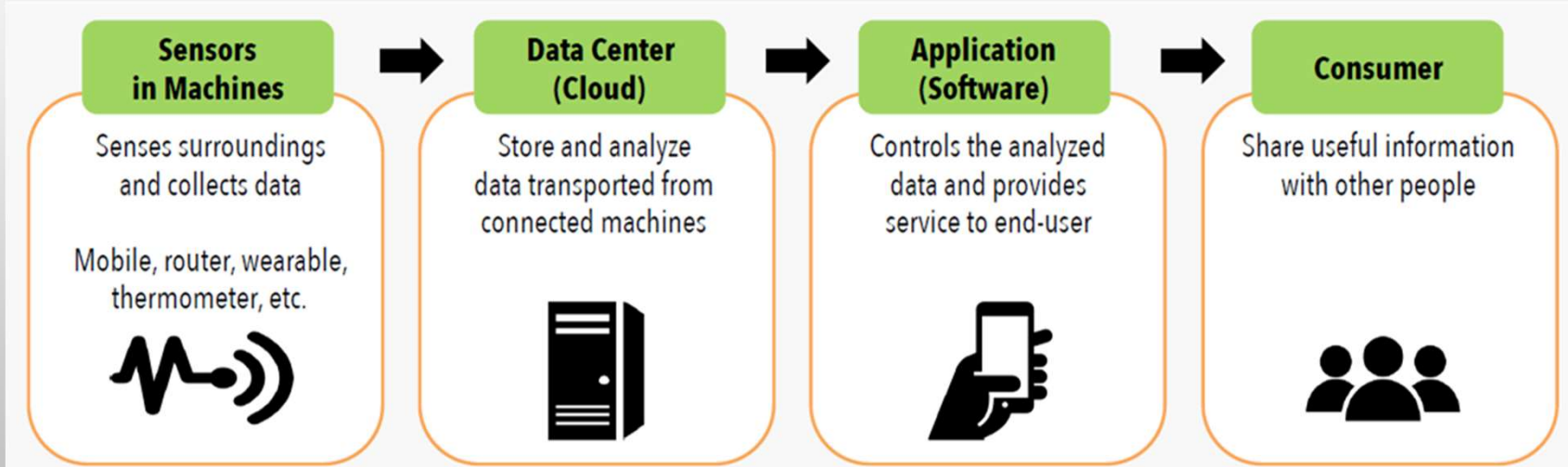
3 PEOPLE & PROCESSES

These networked inputs can then be combined into bi-directional systems that integrate data, people, processes and systems for better decision making.



Source:
<https://www.postapex.com/what-exactly-is-the-internet-of-things-infographic/>

IoT Data flow



Paper

IoT-based tracking and tracing platform for prepackaged food supply chain

Li, Z., Liu, G., Liu, L., Lai, X. and Xu, G. (2017), "IoT-based tracking and tracing platform for prepackaged food supply chain", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 117 No. 9, pp. 1906-1916.
<https://doi.org/10.1108/IMDS-11-2016-0489>

Introduction

- Research purpose / Research question(s)

Proposing an effective **IoT-enabled real-time tracking and tracing platform** for **prepackaged food supply chain** in order to ensure safe food consumption

- How to design an economically solution to realize item-level real-time tracking and tracing?
- • How to build an integrated tracking and tracing platform for prepackaged food during the whole supply chain?
- How to support the identification of the casual factors when safety incidents appear?
- How to facilitate the decision-making processes based on the mass real-time data collected?

Introduction

- Research motivation

Prepackaged food plays a more and more important role in modern lives as it could bring many benefits, for example, it is much more convenient for usage and storage.

However, with the booming of prepackaged food industry, the food safety incidents increase accordingly -> decrease the confidence of consumers and even bring about severe public health impact.

- Research approach - Design and development of the platform, case study

Introduction

- Summary of results

the **platform** is proved highly effective and beneficial for all the stakeholders involved

the **integration of the QR code and RFID technologies** is proved to be economical and enables real-time data collection

- Contribution

the technical architecture of the IoT-based tracking and tracing platform

integration of QR code and RFID technologies -> cost decrease

information sharing between stakeholders -> guaranteeing the quality and safety of prepackaged food

Related work / Background

Food supply chain refers to the processes from food production, processing, distribution,

to consumption and disposal.

A lot of research has been made through using various emerging technologies to guarantee the food safety and maximize the economic benefits in a specific food supply chain process.

- Thakur and Hurburgh (2009) proposed a **system for bulk grain supply chain traceability**.
- Kong et al. (2013) presented the **quality traceability system for bee products**.
- Bechini and Cimino (2008) developed a prototype of **traceability web information system** for the food supply chain to track and trace product units.

Related work / Background

Qiao et al. (2013) proposed a [vegetable safety traceability model](#) by integrating two-dimensional barcode technology and web service technology.

Tavares et al. (2012) designed a [tracking and tracing solution in supply chains by using a quick response code](#).

Hsu et al. (2008) proposed an [RFID-enabled traceability system for live fish supply chain](#) where the RFID tag is put on each live fish and is regarded as the mediator which links the live fish logistic center, retail restaurants, and consumers for identification.

Azuara et al. (2012) implemented a [secure traceability system](#) with a cryptographic operator. The system could identify fakes and potential counterfeits, which could significantly reduce the cost of security management.

Related work / Background

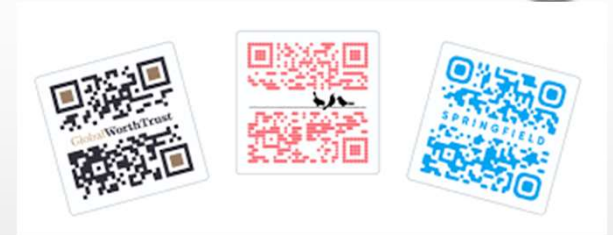
QR code - quick response code

a two-dimensional version of the barcode
conveys a wide variety of information almost instantly with the scan of a
mobile device.

stores up to 7089 digits or 4296 characters, including punctuation marks
and special characters,

it can encode words and phrases such as internet addresses.

the more data, the bigger size increases and the more complex structure



Related work / Background

 RFID Tags	vs QR Codes 
 RFID uses radio technology, using a combination of frequencies that each have their own use cases.	QR codes use optics technology (lasers), which are easier to generate on a mobile device or for temporary usage. 
 Depending on the RFID frequency, read distances can range from centimetres to long-range (100+ meters)	QR code technology requires a camera to recognise the code - limiting read distances to directly in front of a reader 
 Utilises radio technology to be able to be tracked and give real-time information and updates.	Quick Response (QR) code is static and information is only transferred once it is manually scanned. 
 Real-time data can be captured at multiple stages, with the ability to scan multiple RFID tags in a short space of time.	QR codes have no limit of information being transferred as they normally transfer to a URL, meaning lots of data can be 'stored' on a QR code 

Proposing an IoT-based tracking and tracing platform

SOA

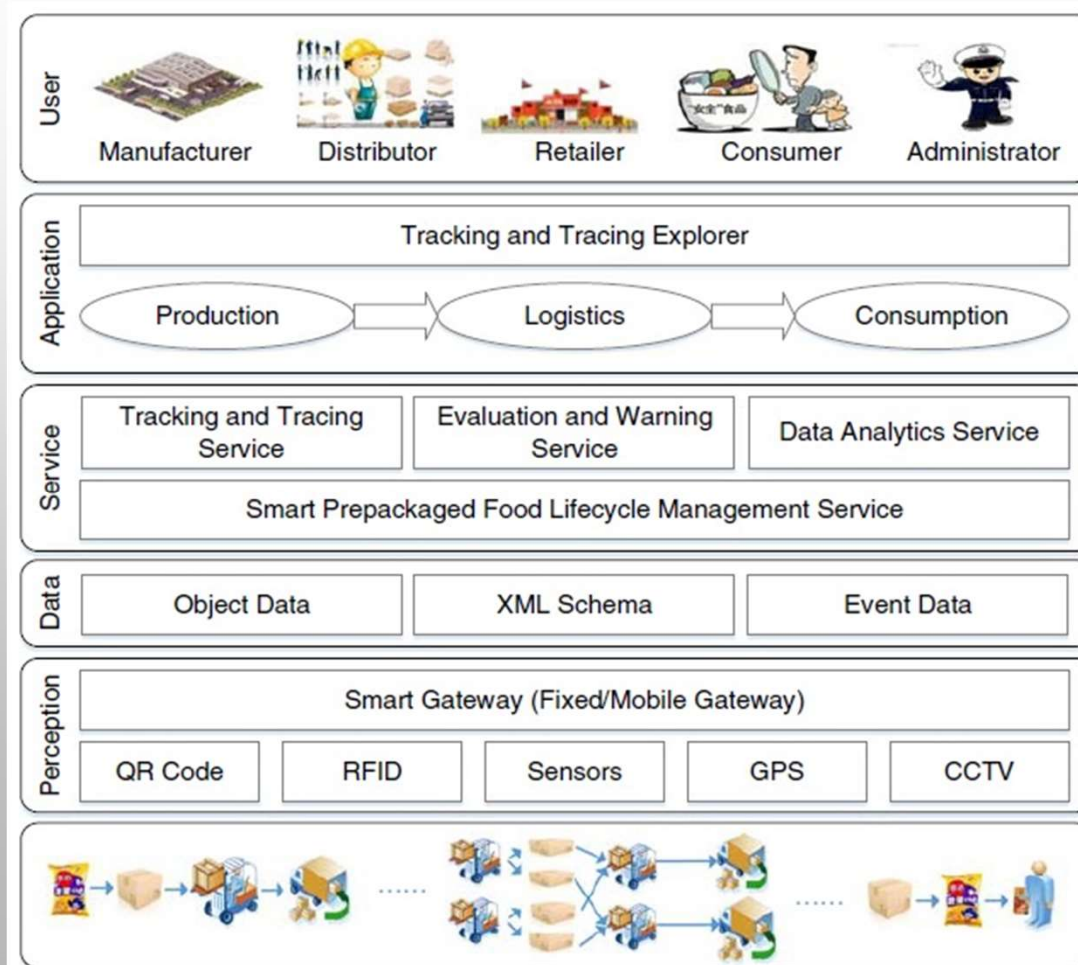
5 layers

- perception layer
- data layer
- service layer
- application layer
- users layer

XML schema facilitates the data exchange among various heterogeneous systems

XML - one of the most widely-used formats for sharing structured information today: between programs, between people, between computers and people, both locally and across

Dr. C. N. Sankar



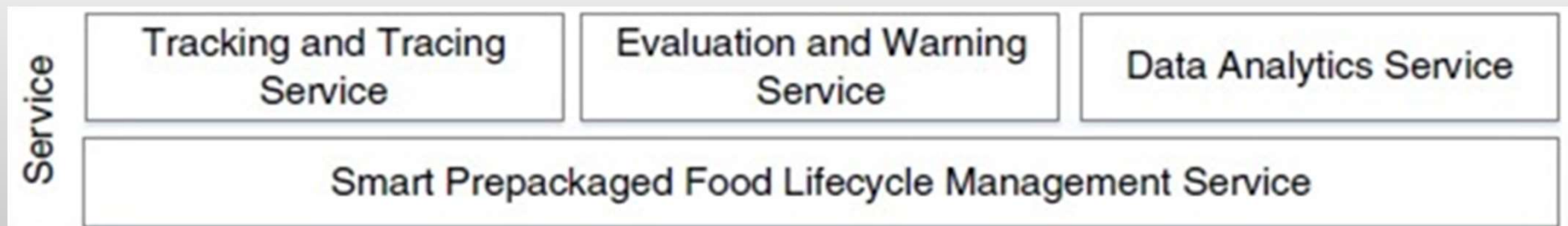
QR code for every prepackaged food item

RFID tag for different levels of packaging

Key services

Consumers can scan the QR code by their smart phones to capture the safety information of the prepackaged food.

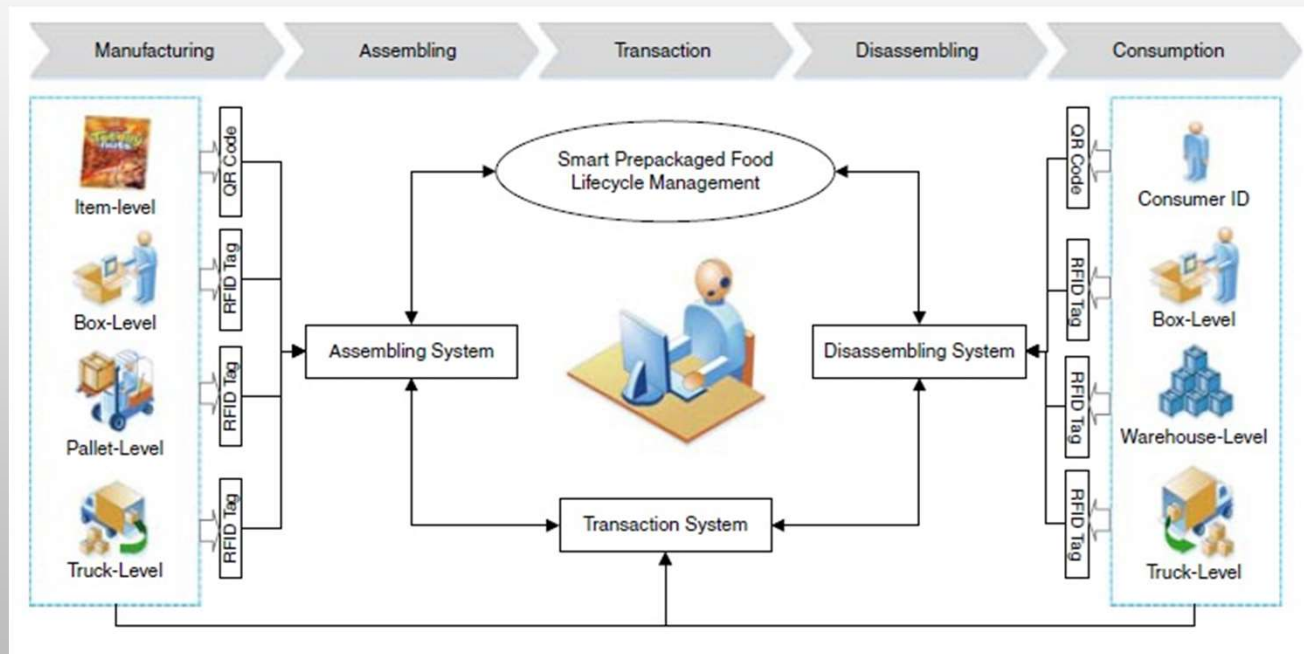
provide warning information for potential problems.



Mining useful information from historical data

- Regional consumption analysis
- Anti-counterfeiting analysis
- Quality analysis

Smart prepackaged food lifecycle management service



Case study

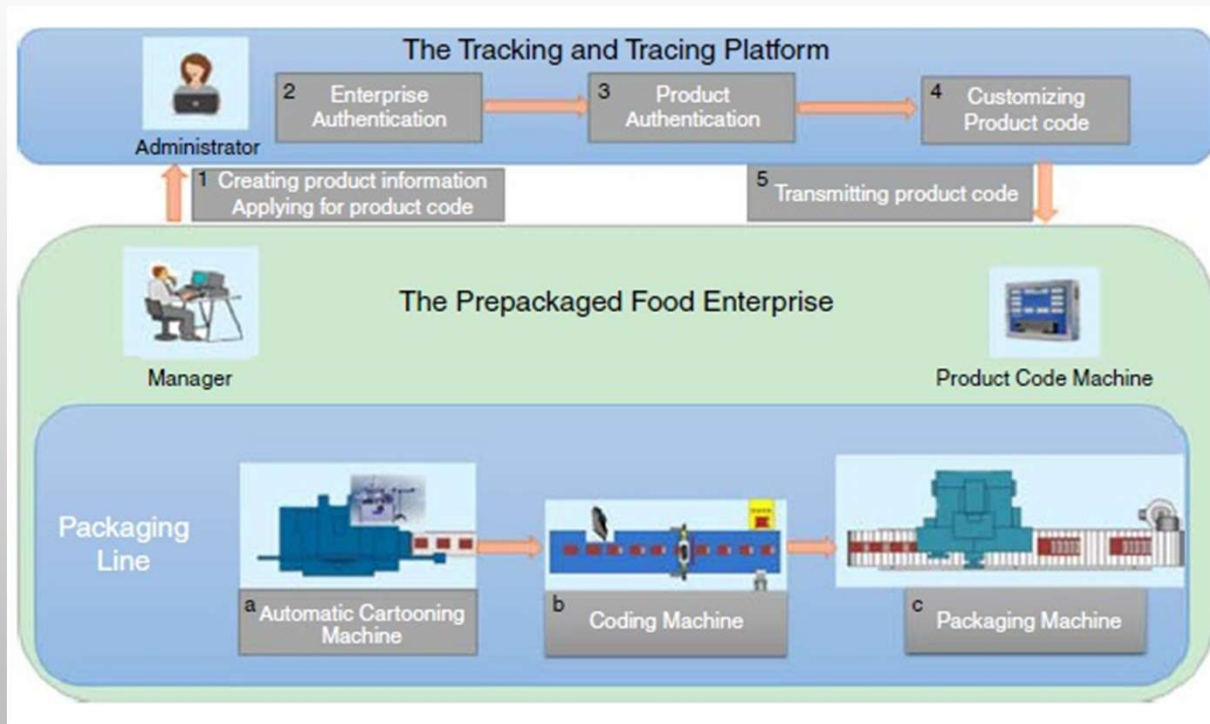
Guangxi Wuzhou Double Coins Industrial Co. Ltd (GWDCI) - one of the largest prepackaged food producers in South China.

Annual production of its representative product, tortoise jelly, has already exceeded 1,000 tons.

Several Challenges:

- very difficult to control the quality through the whole supply chain
- when safety incidents occur, it is difficult for GWDCI to identify the casual
- Factors
- lacks an effective method to get feedbacks from consumers.

Case study - implementation



A middle-level package - 24 boxes of tortoise jelly.

RFID tag - 0.66 dollar

QR code - 0.0003 dollars.

Case study – management processes



Circulation management

records the transactions of the prepackaged food -> depicts their routes.

Consumption management

After purchase, consumers can scan the QR code on the prepackaged food to check its detailed information, as well as tracing its logistics processes.

Discussion and Conclusions

Several **benefits** of the platform

- Enables the company to **monitor the whole process** of prepackaged food supply chain.
- The **implementation cost** could be greatly reduced through adopting the integrated QR/RFID solution.

Example: 1,000 boxes per day -> combination method = **28.02** dollars, RFID only = **660** dollars

- Builds an effective **consumers' feedback channel** for companies -> great help to improve the quality of the products
- **Identification of causal factors** when food incidents occur.



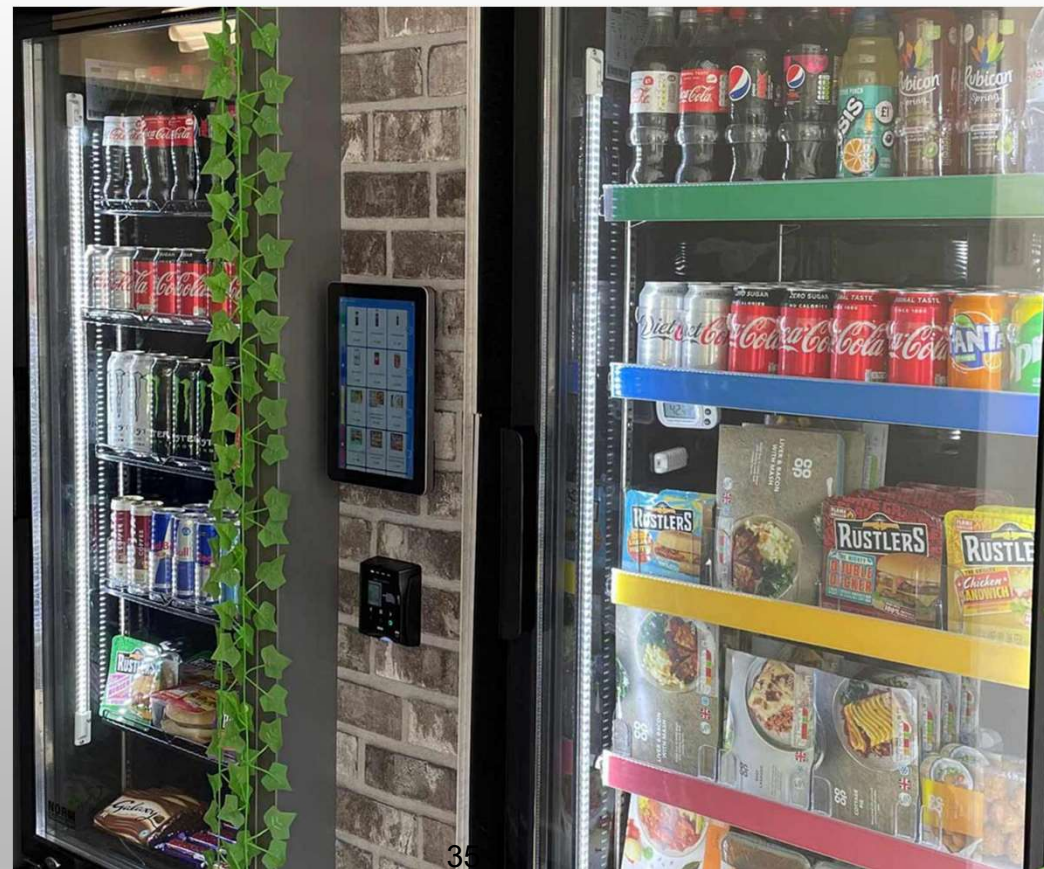
IoT-enabled Supply Chain

Περιπτώσεις εφαρμογής

Το IoT προσφέρει

Πληροφορία	Διαδικασίες
• συνεχής (continuous) • ακριβής (accurate) • σε πραγματικό χρόνο (real time) • ασφαλή διαμοιρασμό πληροφορίας • Περισσότερη πληροφορία (Big data)	• αυτοματοποίηση • Εντοπισμός πόρων • Ορατότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα • Βέλτιστη διαχείριση αποθεμάτων • Αποτελεσματικές αποφάσεις • Μοναδική αναγνώριση πόρων, προϊόντων, μηχανών • ιχνηλασιμότητα • μείωση εργατικού κόστους, χρόνου, λαθών

«Εξυπνο» IoT-enabled Ψυγείο για Λιανεμπόρους



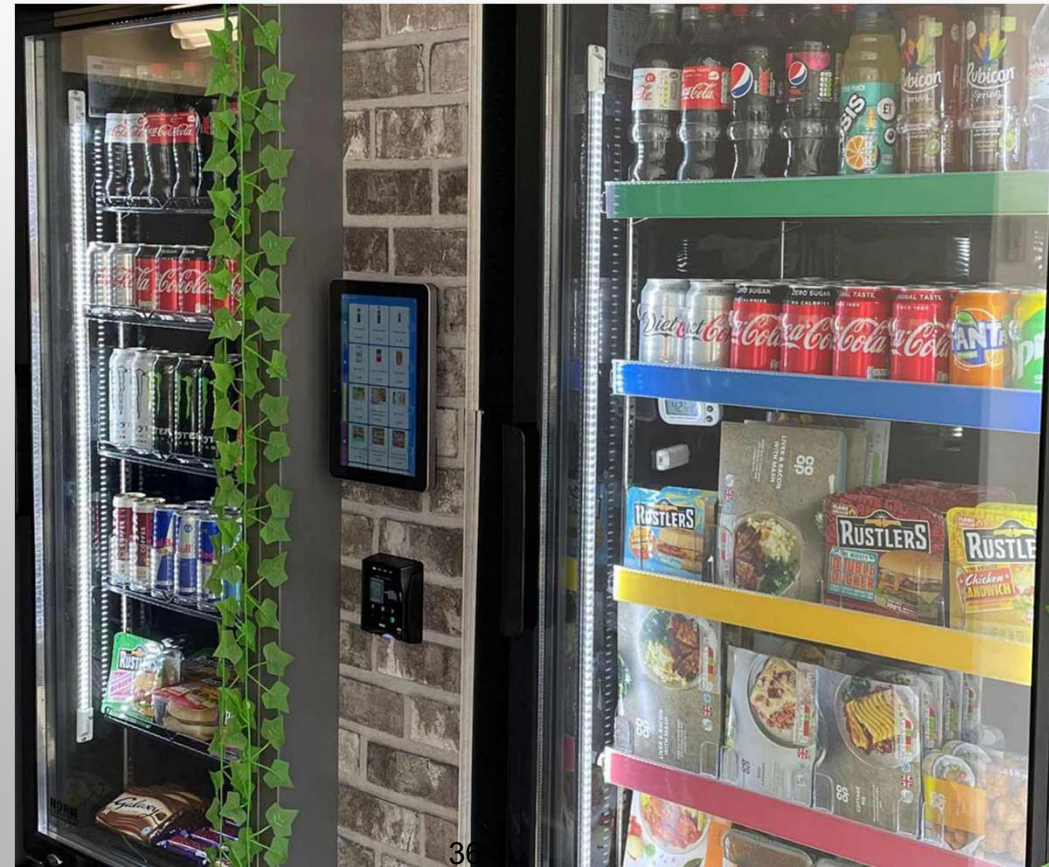
«Εξυπνο» IoT-enabled Ψυγείο για Λιανεμπορους

Εναλλακτικά σενάρια ανασχεδιασμού/
υλοποίησης λύσης

Α Τοποθέτηση RFID ετικέτας ανά τεμάχιο +
RFID reader στο ψυγείο

- Παρακολούθηση αποθέματος ανά
κατηγορία προϊόντων -> alert
αναπλήρωσης για τον υπάλληλο
- Αν το προϊόν είναι φρέσκο, μπορώ να
παρακολουθώ και την ημ. λήξης/ τεμάχιο

Ακριβή λύση ανασχεδιασμού αλλά μας δίνει
με μεγάλη ακρίβεια τις αγορές και το απόθεμα
ανά κατηγορία προϊόντος



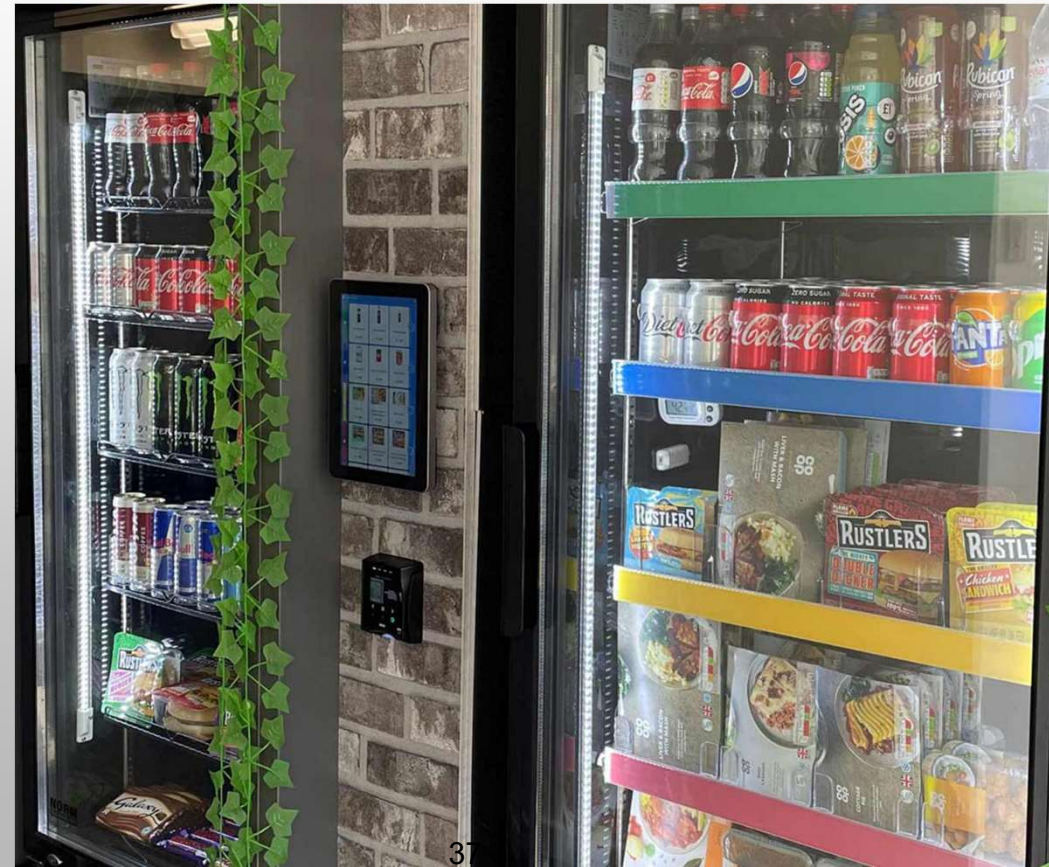
«Εξυπνο» IoT-enabled Ψυγείο για Λιανεμπορους

Εναλλακτικά σενάρια ανασχεδιασμού/
υλοποίησης λύσης

Β Τοποθέτηση αισθητήρα βάρους στα ράφια

- Παρακολούθηση βάρους ανά ράφι
- Γνωρίζω βάρος ανά τεμάχιο και μέσες ημερήσιες πωλήσεις ανά κατηγορία προϊόντων -> Ο αλγόριθμος υποθέτει τις πωλήσεις και το απόθεμα -> alert αναπλήρωσης για τον υπάλληλο

Πιο φθηνή λύση ανασχεδιασμού -> μικρότερη ακρίβεια πληροφορίας για τις αγορές και το απόθεμα ανά κατηγορία προϊόντος

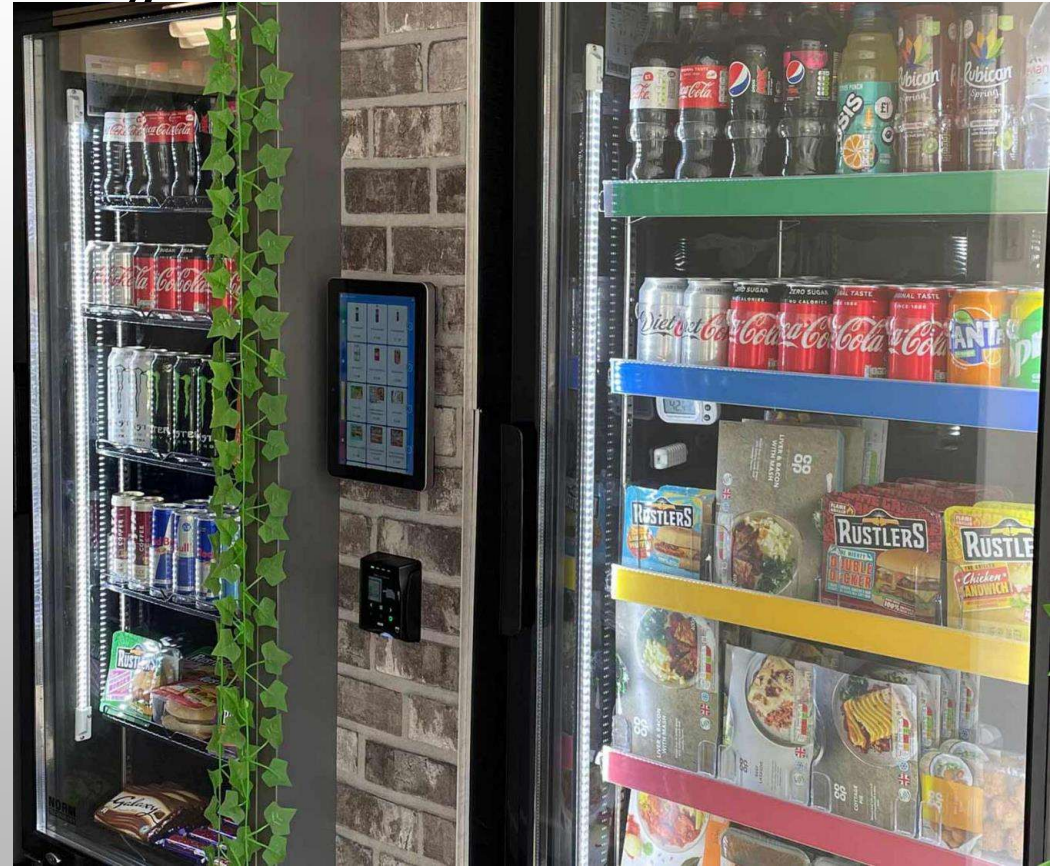


«Εξυπνο» IoT-enabled Ψυγείο για Λιανεμπορους (μικρούς και μεγάλους)

- Με αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, βάρους και ανοίγματος πόρτας
- **Mobile εφαρμογή** για να «παρακολουθείς» το ψυγείο

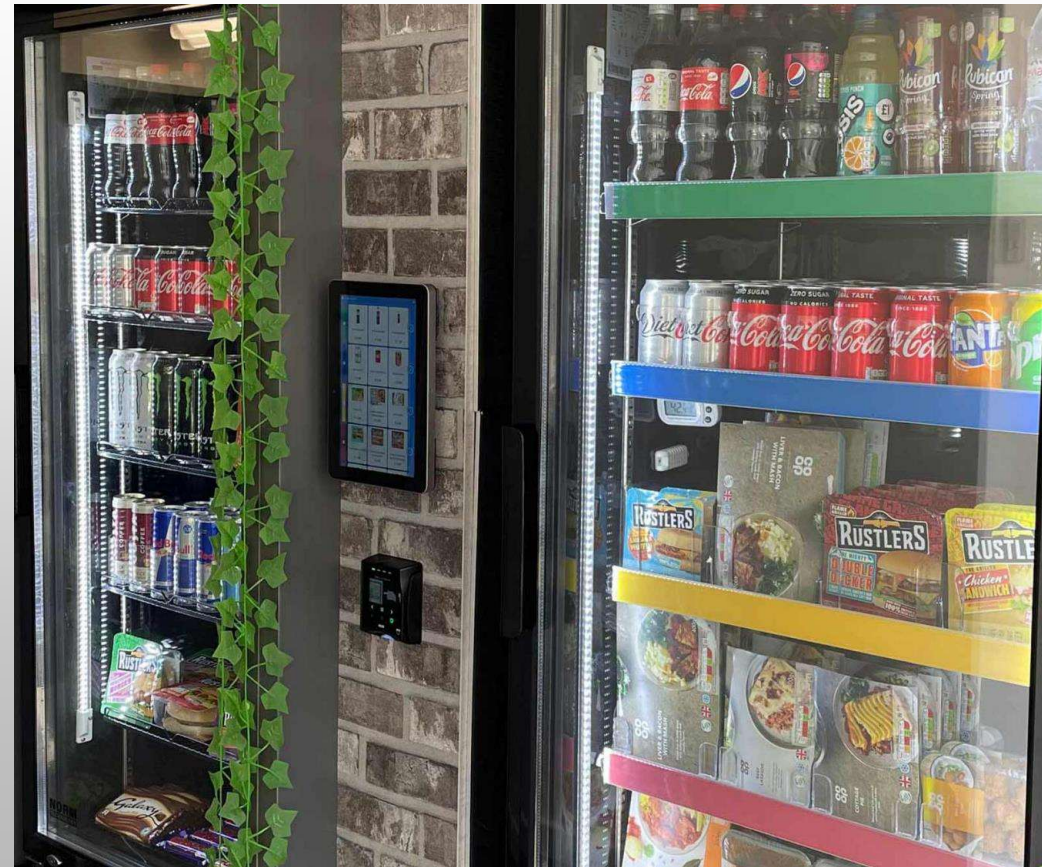
Προσφέρει:

- Επόπτευση του ψυγείου σε πραγματικό χρόνο
- Ειδοποιήσεις για τυχόν προβλήματα
- Αναφορές λειτουργίας του ψυγείου
- Αναφορές κατανάλωσης των προϊόντων

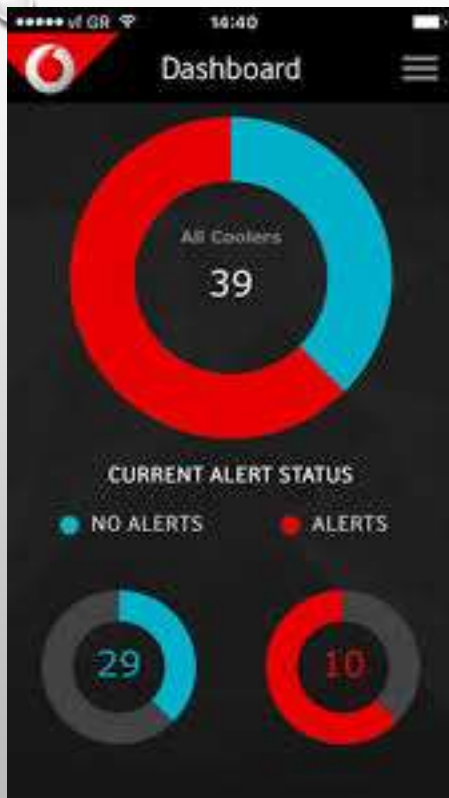


«Εξυπνο» IoT-enabled Ψυγείο - Οφέλη

- Εγγύηση ποιότητας προϊόντων
- Ειδοποίηση -> Γρήγορη αντίδραση σε πρόβλημα/ ζημιές
- Αποδοτικότερη αναπλήρωση προϊόντων -> καλύτερη χρήση προσωπικού
- Εικόνα κατάστασης του ψυγείου σε πραγματικό χρόνο
- Εικόνα πωλήσεων σε πραγματικό χρόνο



Vodafone IoT Cooler Control



Vodafone IoT Fleet Control

Βασική λύση

- Online πλατφόρμα
- Παρακολούθηση οχημάτων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (20-30")
- Συγκεντρωτική εικόνα κατάστασης οχημάτων (κίνηση, στάση, λήξη)
- Χάρτες Ελλάδας/ εξωτερικού
- Εντοπισμός οχημάτων, διευθύνσεων
- Απεικόνιση κυκλοφοριακής ροής στον χάρτη
- Σημεία Ενδιαφέροντος
- Ανάλυση Οδηγικής συμπεριφοράς(Driver Safety)
- Διατήρηση Ιστορικού Συντηρήσεων
- Αναλυτικές αναφορές & ιστορικό για 1 έτος
- Ειδοποιήσεις με sms/email

Προχωρημένη λύση

- Βασική λύση
- +
- Έλεγχος θερμοκρασίας φορτηγών ψυγείων
- Έλεγχος στάθμης και κατανάλωσης καυσίμου
- Panic Button
- Αναφορές & διαγράμματα ανά αισθητήρα
- Χρειάζονται επιπλέον αισθητήρες για την παρακολούθηση θερμοκρασίας, πόρτας, καυσίμου, οδηγών & panic button



«Εξυπνος» Στόλος φορτηγών – Διαχείριση στόλου

- Με αισθητήρες έχουμε πληροφορία θέσης και λειτουργίας του οχήματος
- **Mobile εφαρμογή** για να «παρακολουθείς» το στόλο φορτηγών

Προσφέρει:

- Παρακολούθηση στόλου σε πραγματικό χρόνο
- Αναφορές κατάστασης οχημάτων
- Αναφορές θέσης σε χάρτες
- Εντοπισμός οχημάτων
- Αναφορές ροής οχημάτων
- Αναφορές οδηγικής συμπεριφοράς
- Ειδοποιήσεις



«Εξυπνος» Στόλος φορτηγών – Οφέλη

- Εικόνα οχημάτων -> εικόνα χρόνου παραδοσεων/ παραλαβών
- Εικόνα διαδρομών -> δρομολόγηση
- Ασφαλεια οχημάτων
- Βελτίωση ενεργειακού αποτυπώματος
- Μείωση χρόνου μετακινήσεων

