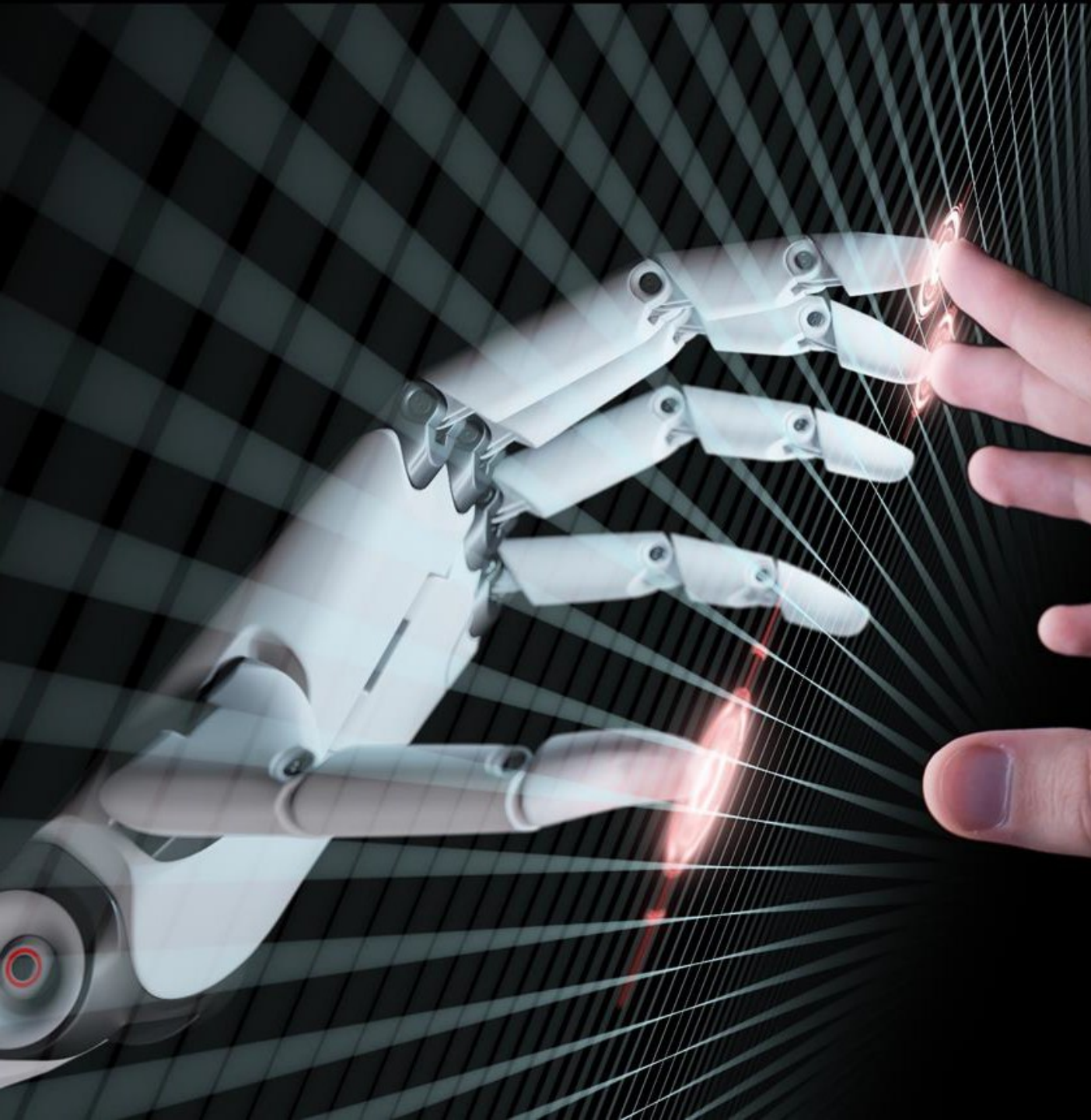




Διάλεξη: Εισαγωγή στα Ψηφιακά Δίδυμα ΕΞΥΠΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης-ΔΠΘ

Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών 2024-2025

Διοίκηση Καινοτομίας, Τεχνολογίας και
Επιχειρήσεων

Διδάσκοντες: Καθ. Γαστεράτος Αντώνιος(agaster@pme.duth.gr)

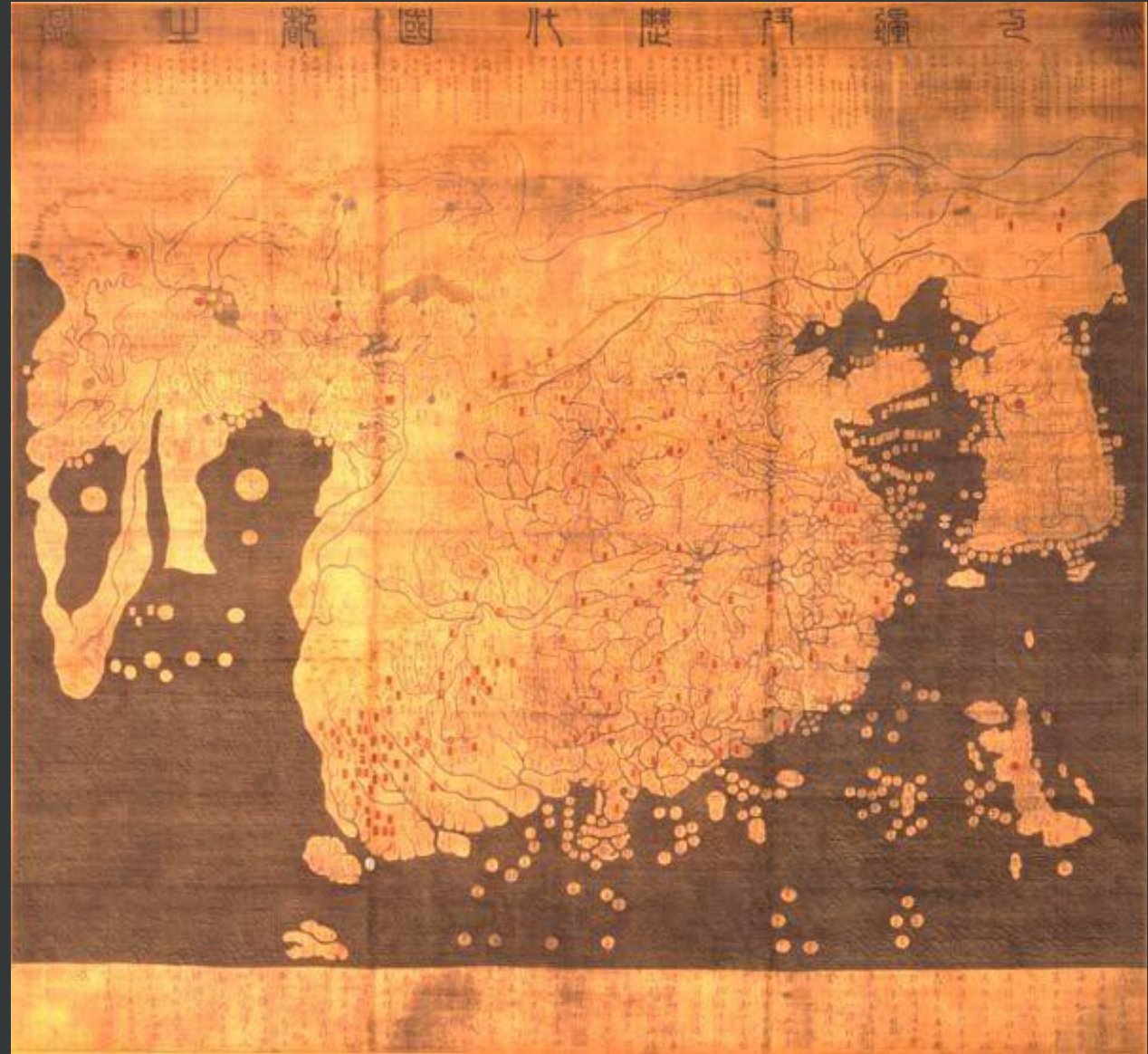
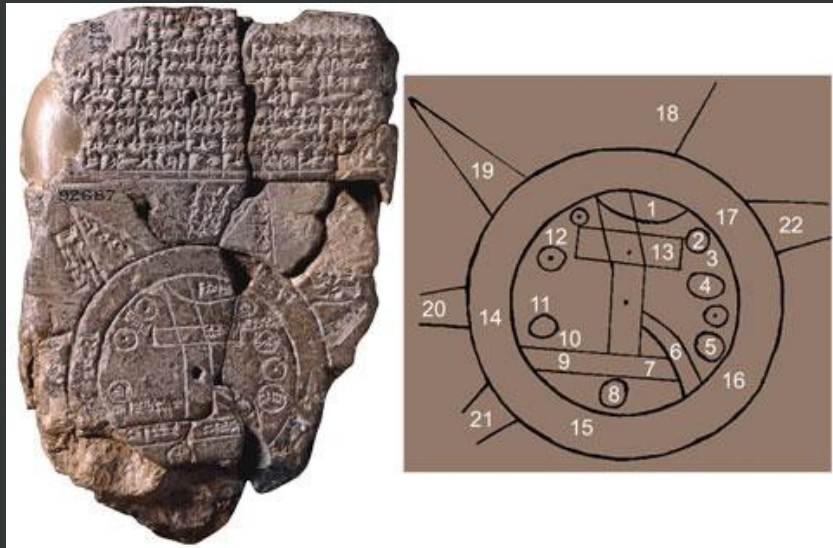
Δρ. Μπαλάσκα Βάσια (vbalaska@pme.duth.gr)

Εαρινό εξάμηνο 2025



**Τι είναι το
Ψηφιακό
Δίδυμο?**

Analog(?) Twin



ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ένα ψηφιακό δίδυμο είναι μια εικονική αναπαράσταση ενός φυσικού αντικειμένου ή συστήματος σε όλο τον κύκλο ζωής του, χρησιμοποιώντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να καταστεί δυνατή η κατανόηση, η μάθηση και η συλλογιστική.**IBM**

Ένα ψηφιακό δίδυμο είναι μια εικονική αναπαράσταση ενός φυσικού προϊόντος ή διαδικασίας, που χρησιμοποιείται για την κατανόηση και την πρόβλεψη των χαρακτηριστικών απόδοσης του φυσικού αντίστοιχου.**Siemens**

Τα ψηφιακά δίδυμα είναι ρεαλιστικές ψηφιακές αναπαραστάσεις φυσικών πραγμάτων. Εκκλειδώνουν την αξία επιτρέποντας βελτιωμένες πληροφορίες που υποστηρίζουν καλύτερες αποφάσεις, οδηγώντας σε καλύτερα αποτελέσματα στον φυσικό κόσμο.**Cambridge Centre for Digital Build Britain**

Ένα ψηφιακό δίδυμο είναι μια κατοπτρική εικόνα μιας φυσικής διαδικασίας που αρθρώνεται παράλληλα με την εν λόγω διαδικασία, συνήθως ταιριάζει ακριβώς με τη λειτουργία της φυσικής διαδικασίας που λαμβάνει χώρα σε πραγματικό χρόνο.**Michael Batty, UCL**

Τι είναι το Ψηφιακό Δίδυμο?

Physical entity

Virtual entity

Connections







Ψηφιακό δίδυμο(Digital Twin [DT]) - Πλεονεκτήματα



Increased

monitoring



Reducing

Time to
Market



Keeping

Optimal
Operation



Reducing

Energy
Consumption



Reducing

Maintenanc
e Cost

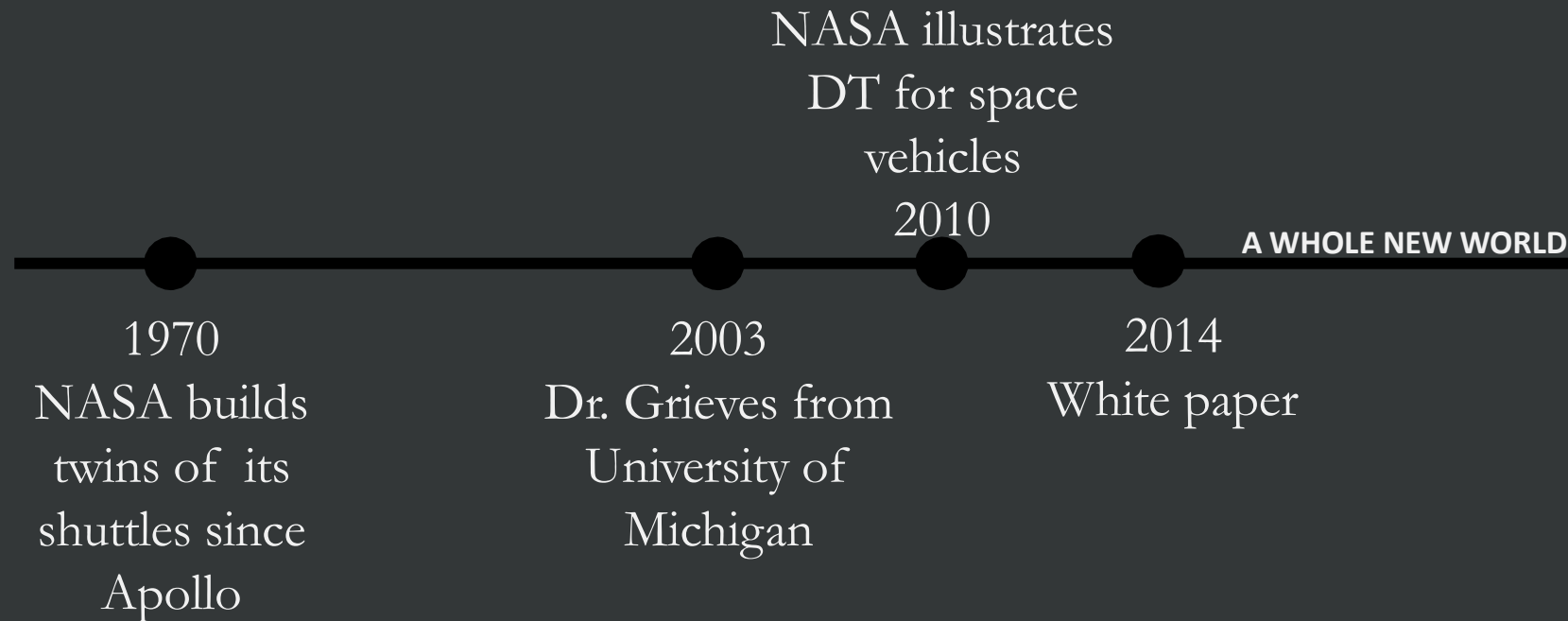


Increasing

User
Engagement

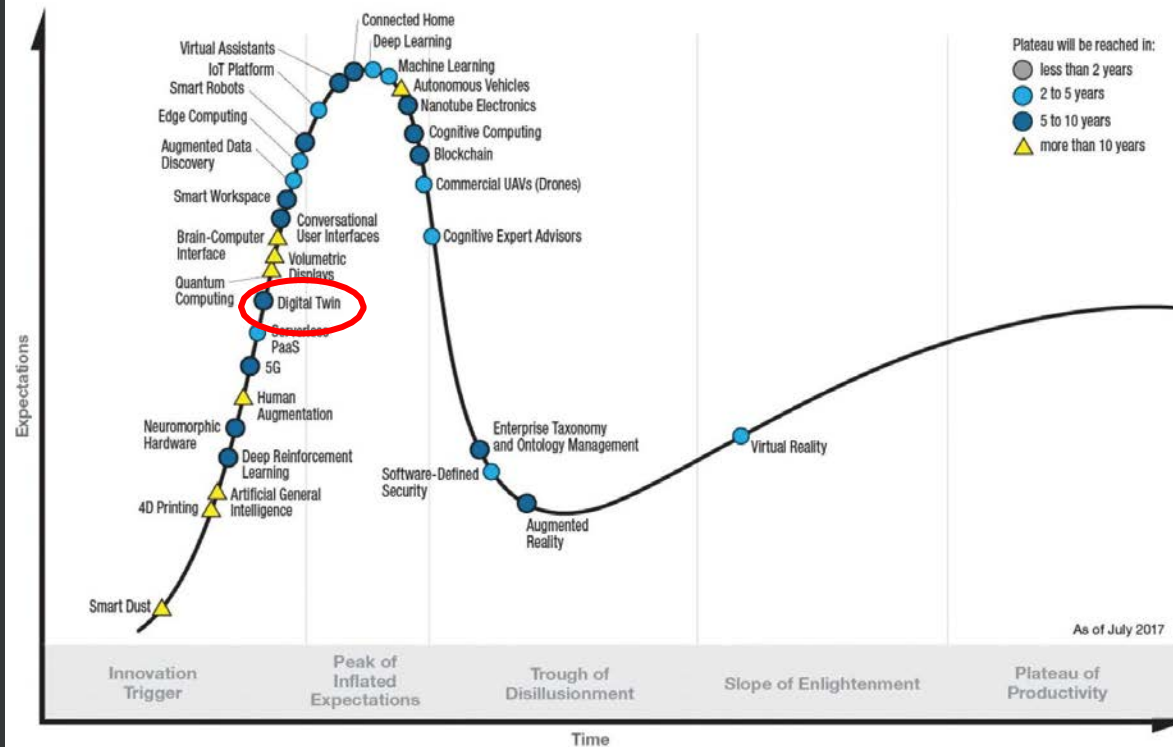


Ιστορική Διαδρομή



Ιστορική Διαδρομή

Gartner **Hype Cycle** for Emerging Technologies, 2017



A WHOLE NEW WORLD

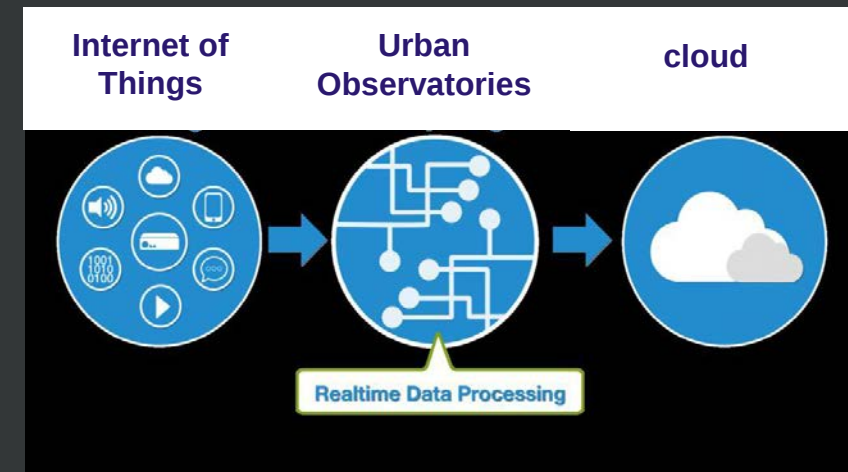
aper

gartner.com/SmarterWithGartner

Source: Gartner (July 2017)
© 2017 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved.

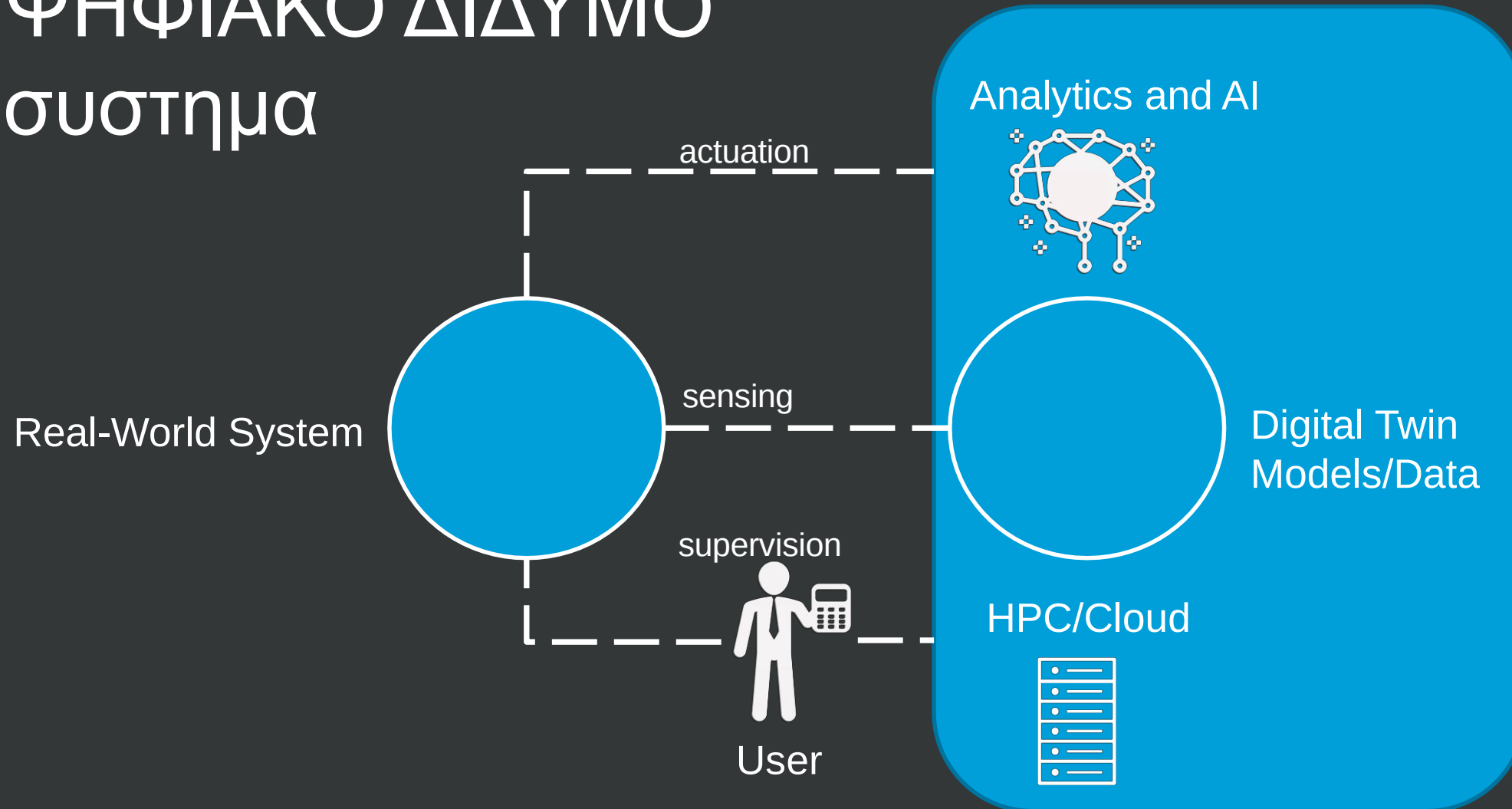
Gartner

ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ-ΥΠΟΔΟΜΗ



- Αποθήκευση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο
- Δίκτυο αισθητήρων μεγάλης κλίμακας
- HPC για επεξεργασία πληροφοριών
- Συνεργατική πλατφόρμα μοντελοποίησης
- Εργαλεία ανάλυσης και οπτικοποίησης
- Ασφαλές περιβάλλον – Υπηρεσία Ασφαλείας

ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ συστημα





ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ-ΕΠΙΠΕΔΑ

Επίπεδο 1- Βασική Αναφορά και Ανάλυση

- Δυναμικό μοντέλο χαμηλής πιστότητας
- Συνδέεται με το σύστημα του πραγματικού κόσμου
- Το μοντέλο ενημερώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα αλλά όχι απαραίτητα σε πραγματικό χρόνο
- Δεν υπάρχει δυνατότητα αυτόνομης λήψης αποφάσεων
- Βασική μάθηση, ικανότητα αφομοίωσης δεδομένων
- Βασικές λειτουργίες ανάλυσης και οπτικοποίησης της τρέχουσας κατάστασης

ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ-ΕΠΙΠΕΔΑ

Επίπεδο 2- Προηγμένη Αναφορά, Ανάλυση και Πρόβλεψη

- Δυναμικά μοντέλα υψηλής πιστότητας σε πραγματικό χρόνο που αναπτύχθηκαν από τις πρώτες αρχές
- Το μοντέλο ενημερώθηκε σε πραγματικό χρόνο
- Τυπική προκαθορισμένη ικανότητα ελέγχου/λήψης αποφάσεων
- Προηγμένη ικανότητα αφομοίωσης δεδομένων για εξασφάλιση σύγκλισης και ακρίβειας
- Προηγμένη προγνωστική ανάλυση

ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ-ΕΠΙΠΕΔΑ

Επίπεδο 3- Υποστήριξη για τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων

- Σε πραγματικό χρόνο, δυναμικά, υβριδικά μοντέλα πολλαπλής πιστότητας κυβερνοφυσικών συστημάτων
- Λειτουργία σε πραγματικό χρόνο
- Προηγμένος, προσαρμοστικός έλεγχος/λήψη αποφάσεων. Μπορεί να προτείνει παρεμβάσεις
- εντός ενός συγκεκριμένου τομέα.
- Προηγμένη χωροχρονική ανάλυση και οπτικοποίηση
- Προηγμένη μάθηση και αφομοίωση δεδομένων από πολλαπλά σύνολα δεδομένων

ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ-ΕΠΙΠΕΔΑ

Επίπεδο 4- Αυτόνομη Λήψη Αποφάσεων

- Δυναμικά μοντέλα πολλαπλής κλίμακας, πολλαπλών τομέων, πολλαπλών συστημάτων - ομοσπονδιακά ψηφιακά
- δίδυμα
- Λειτουργία σε πραγματικό χρόνο
- Υψηλό επίπεδο αυτονομίας – μπορεί να εκτελέσει τις περισσότερες λειτουργίες του ανθρώπινου χειριστή
- παρεμβάσεις και να λάβει αυτόνομα νέους δρόμους δράσης
- Αναλύσεις και οπτικοποίηση τελευταίας τεχνολογίας
- Δυνατότητα εκμάθησης τεχνητής νοημοσύνης/μηχανής τελευταίας τεχνολογίας



Digital Twin Εφαρμογές και Οφέλη

- Παρέχει μια αναπαράσταση επιχειρησιακών δεδομένων
- Ανάλυση ιστορικών τάσεων και πιθανών αιτιών για την υποβάθμιση της απόδοσης
- Υποστήριξη για λήψη αποφάσεων και βελτιστοποίηση των καθημερινών λειτουργιών
- Προσδιορίστε την ανώμαλη συμπεριφορά και μειώστε το χρόνο διακοπής λειτουργίας
- Μοντελοποίηση μελλοντικής συμπεριφοράς με βάση την ανάλυση των λειτουργικών παραμέτρων
- Προβλεπτική συντήρηση για την ελαχιστοποίηση λειτουργικών διαταραχών
- Ευέλικτη λήψη αποφάσεων ως απάντηση σε αλλαγές και παρεμβάσεις
- Υποστήριξη για μακροπρόθεσμες στρατηγικές αποφάσεις για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας, της ασφάλειας και της αξιοπιστίας
- Εντοπίζει και προτείνει νέες παρεμβάσεις και δράσεις
- Μειωμένη εξάρτηση από τους χειριστές – ενισχυμένη ασφάλεια

Ψηφιακά Δίδυμα - Παραδείγματα

- Ένα παράδειγμα ψηφιακών διδύμων μπορεί να είναι η χρήση τρισδιάστατης μοντελοποίησης για τη δημιουργία ενός ψηφιακού αντίγραφου ενός φυσικού αντικειμένου.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προβολή της κατάστασης του πραγματικού φυσικού αντικειμένου, το οποίο παρέχει έναν τρόπο προβολής φυσικών αντικειμένων στον ψηφιακό κόσμο

Για παράδειγμα, όταν οι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα από μια συνδεδεμένη συσκευή, τα δεδομένα του αισθητήρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενημέρωση ενός "ψηφιακού διπλού" αντιγράφου της κατάστασης της συσκευής σε πραγματικό χρόνο.

Ψηφιακά Δίδυμα Εφαρμογές

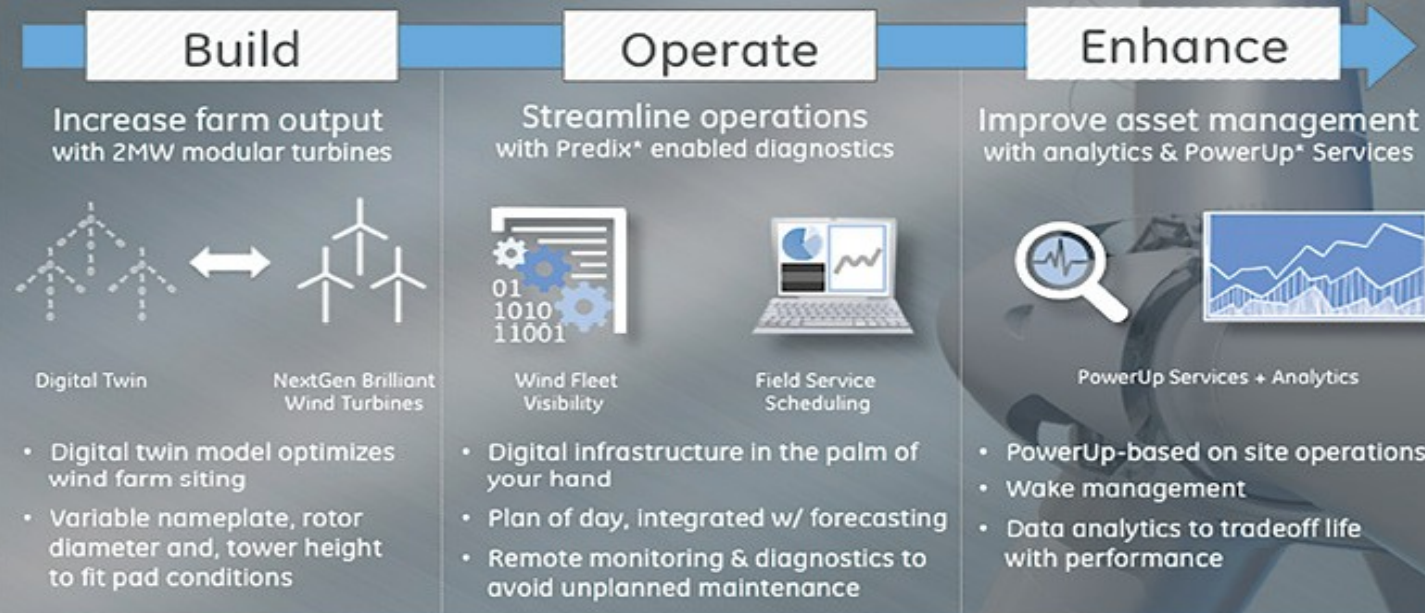
- Σε ένα άλλο πλαίσιο, το Digital Twin μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για παρακολούθηση, διαγνωστικά και προγνωστικά.
- Σε αυτό το πεδίο, τα αισθητηριακά δεδομένα είναι επαρκή για την κατασκευή ψηφιακών διδύμων.
- Αυτά τα μοντέλα βοηθούν στη βελτίωση του αποτελέσματος των προγνωστικών με τη χρήση και αρχειοθέτηση ιστορικών πληροφοριών φυσικών περιουσιακών στοιχείων και πραγματοποιούν σύγκριση μεταξύ του στόλου των γεωγραφικά κατανεμημένων μηχανών.
- Ως εκ τούτου, οι πολύπλοκες πλατφόρμες προγνωστικών και ευφυών συστημάτων συντήρησης μπορούν να αξιοποιήσουν τη χρήση των ψηφιακών διδύμων για την εύρεση της βασικής αιτίας των προβλημάτων και τη βελτίωση της παραγωγικότητας



ADVENTURES IN DATA

GE'S DIGITAL POWER PLANT ANALYTICS PLATFORM HAS GENERATED SALES OF \$100M SINCE ITS LAUNCH IN SEPTEMBER 2015. **CHRIS LO** TAKES A LOOK AT THE SYSTEM'S SUCCESS STORY AND ASKS HOW IT COULD TRANSFORM POWER PLANT MANAGEMENT

Digital Wind Farm: The next evolution of wind energy



Up to 20% Increase in Annual Energy Production*



*Trademark/Service Mark of General Electric Company
*Compared to previous technology with a standard configuration

Video of industry applications

Aircraft Engines: **Minds + Machines: Meet the Digital Twin**

<https://www.youtube.com/watch?v=2dCz3oL2rTw> (15 min)

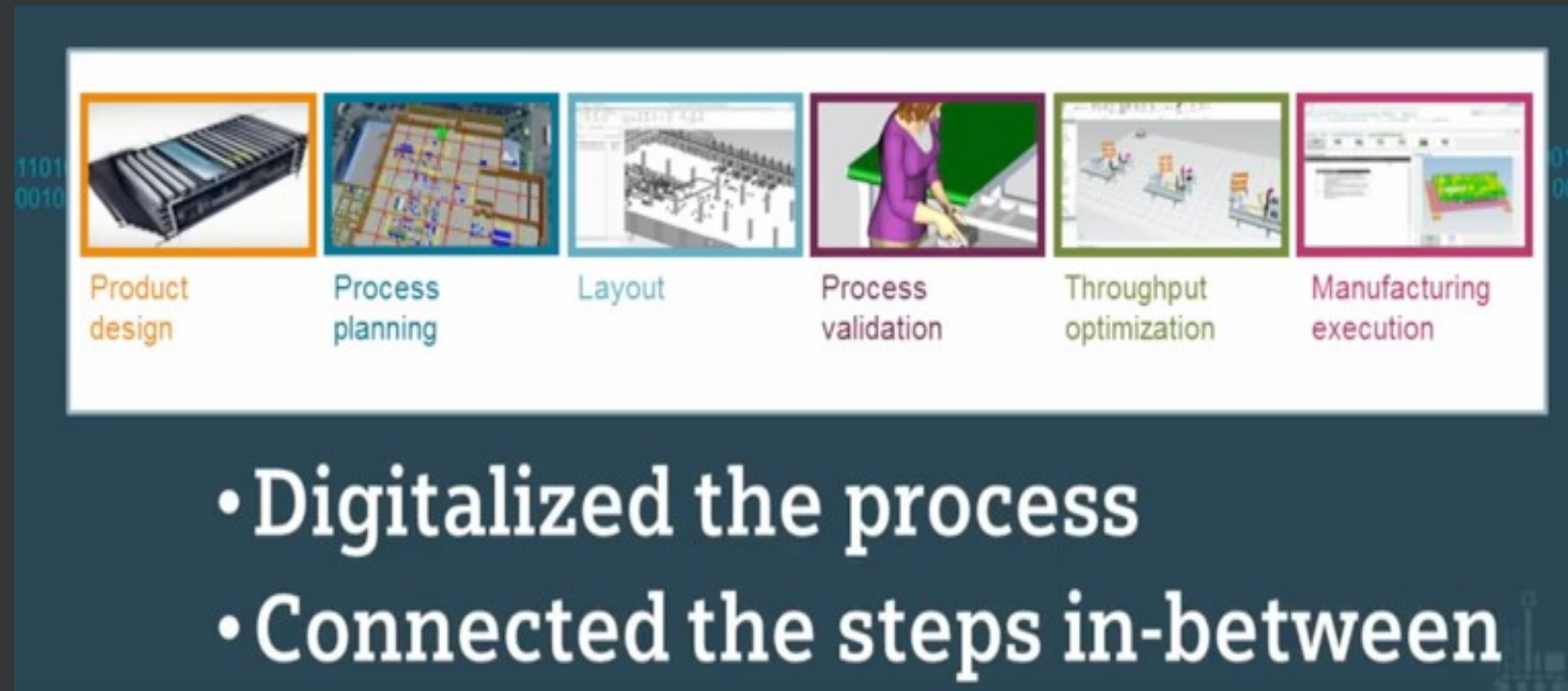
Wind Turbines

<https://www.youtube.com/watch?v=OZ-N3h40IPc>

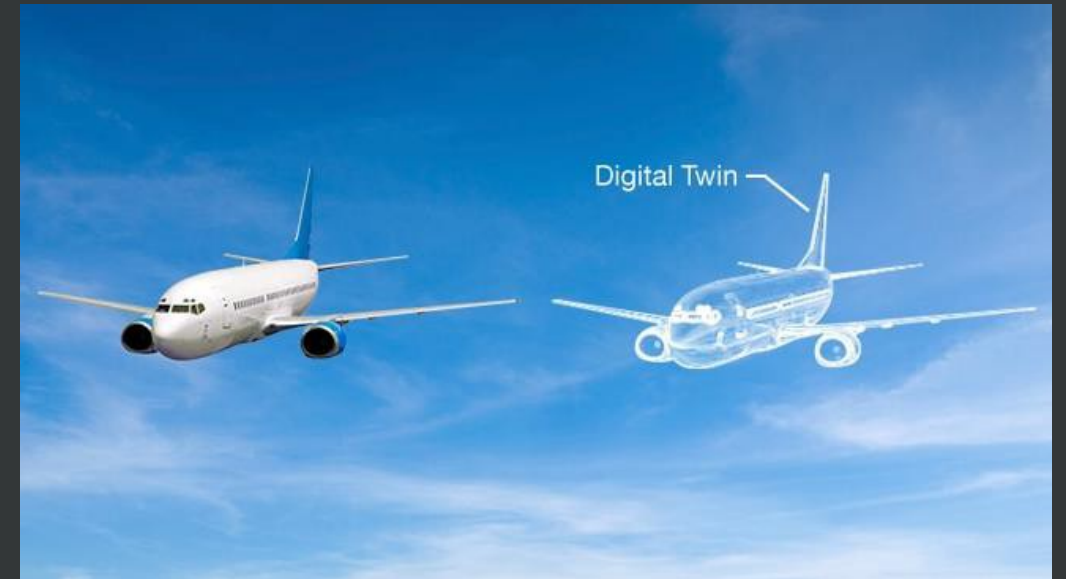
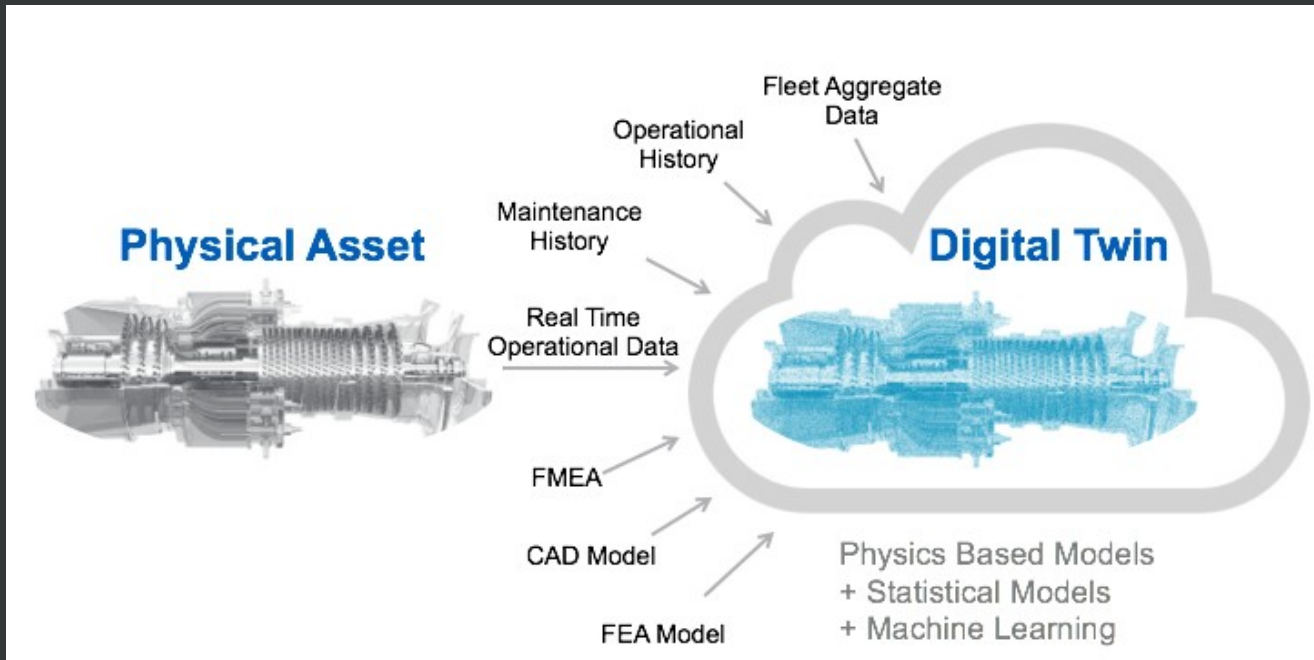
An holistic vision of Digital Twins

Siemens PLM - The Real Value of the Digital Twin (24v min)

<https://www.youtube.com/watch?v=gK5sHDfBMP4>



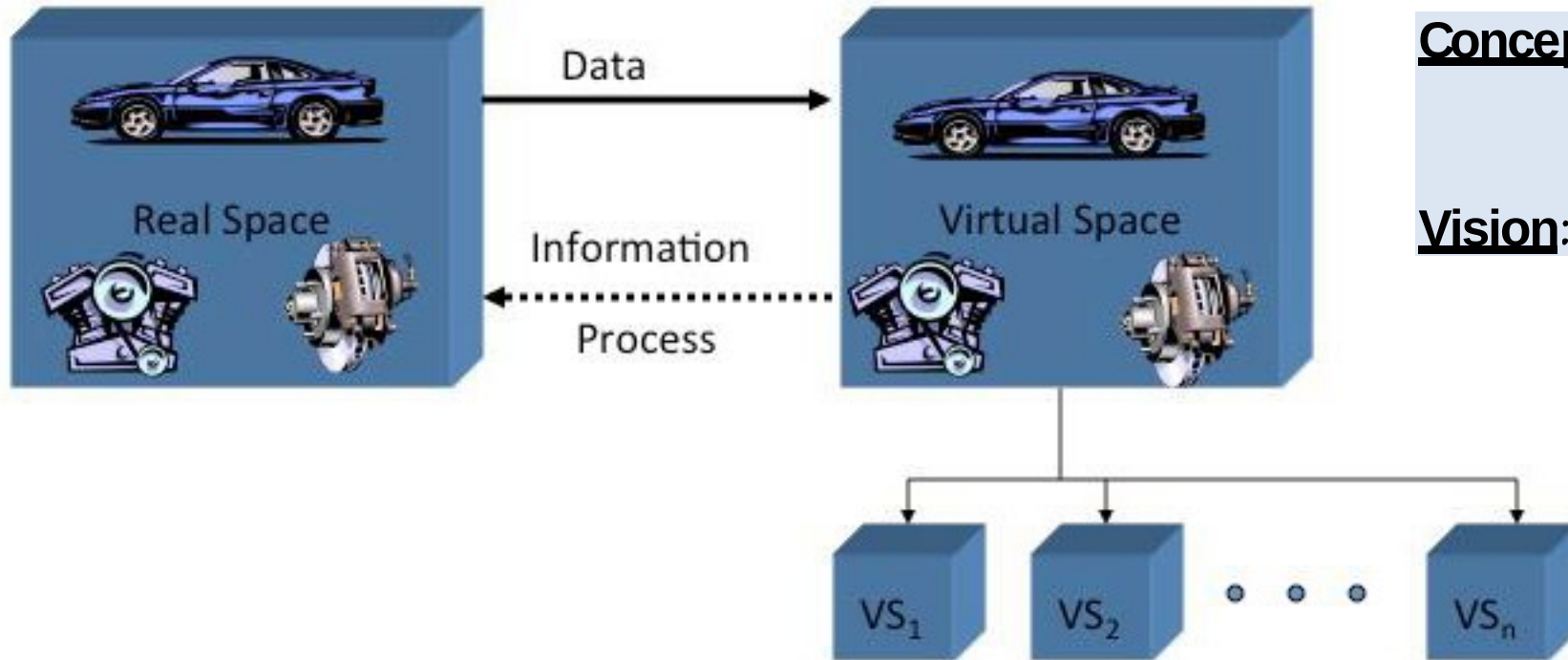
Ψηφιακό Δίδυμο-digital Twin [DT]



Digital Twins

A digital twin is a **virtual representation of a physical object or system** across its lifecycle, using **real-time data** to enable understanding, learning and reasoning.

Conceptual Ideal for PLM

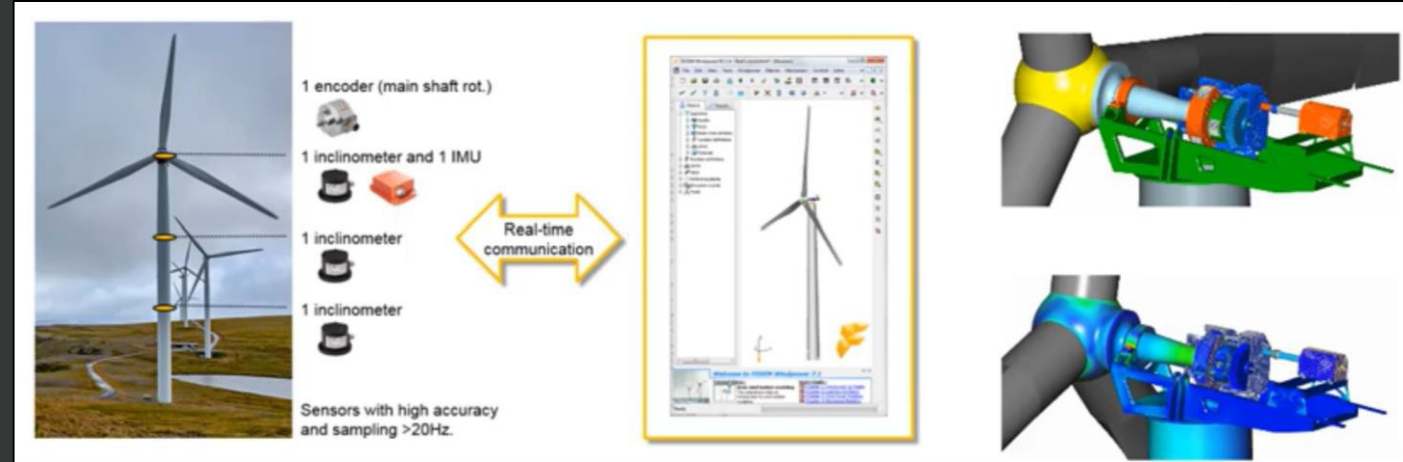
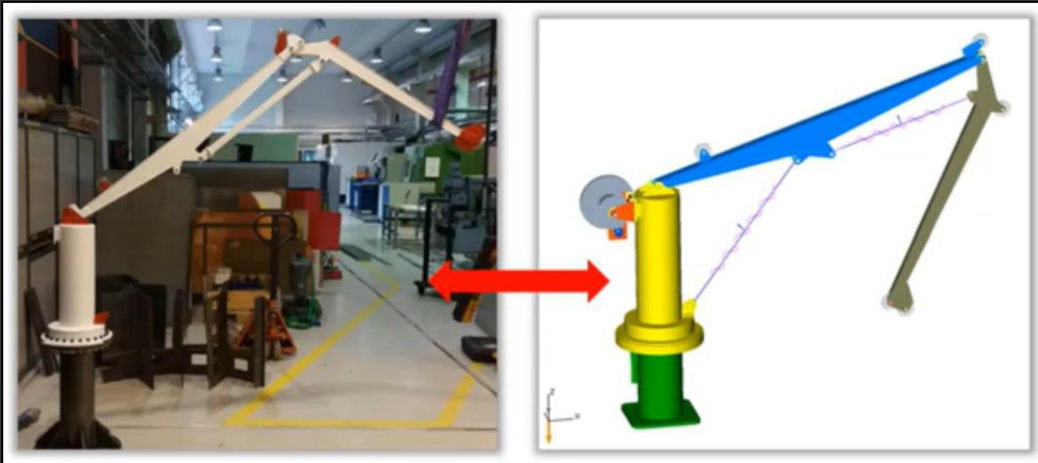


Concept: Digital Informational Construct

Vision: Create, Test, Build

Figure 3

Παραδείγματα από DT



Universe evolution recreated in lab

By Pallab Ghosh
Science correspondent, BBC News

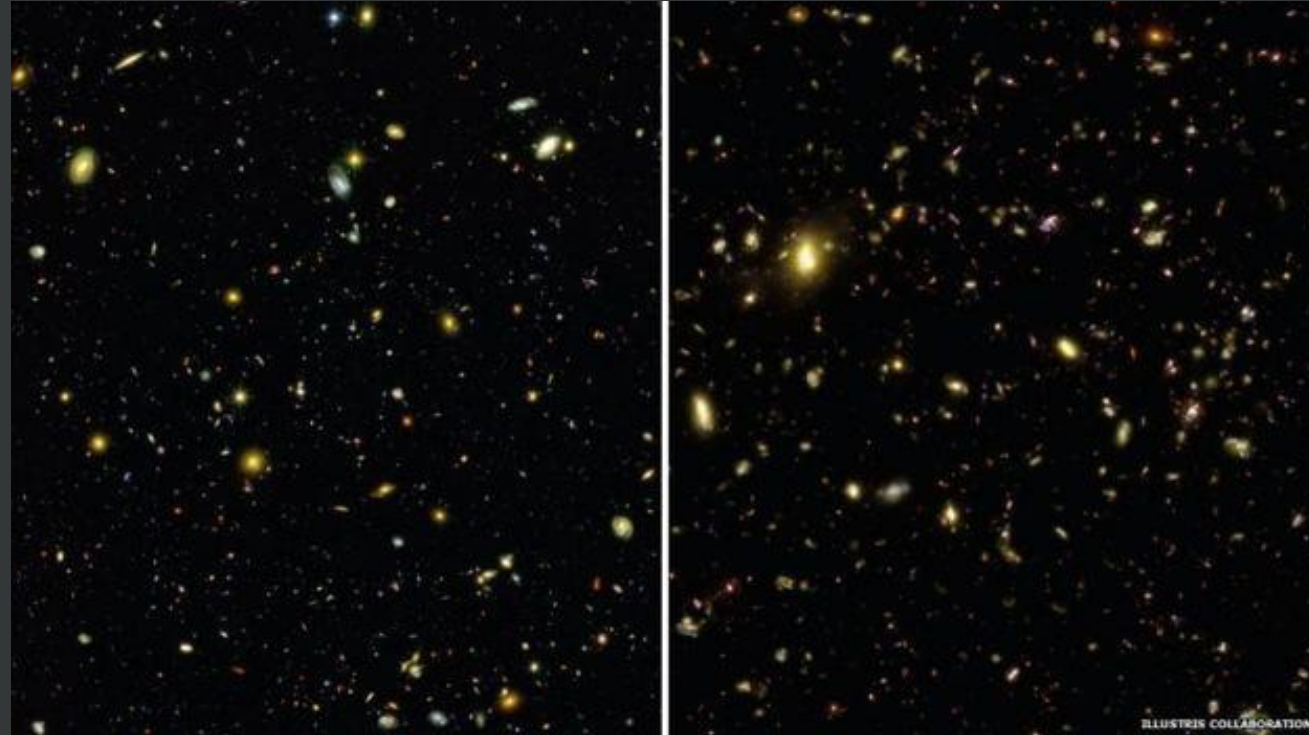
🕒 7 May 2014

[f](#) [💬](#) [🐦](#) [✉](#) [Share](#)



Pallab Ghosh explains the significance of the visual simulation

An international team of researchers has created the most complete visual simulation of how the Universe evolved.



<Source: <http://www.bbc.com/news/science-environment-27299017>>

Η άνοδος των ψηφιακών διδύμων σε έξυπνες πόλεις

The rise of digital twins in smart cities

Special Reports 06 Jan 2019 by Sue Weekes: News editor, Smart Cities World

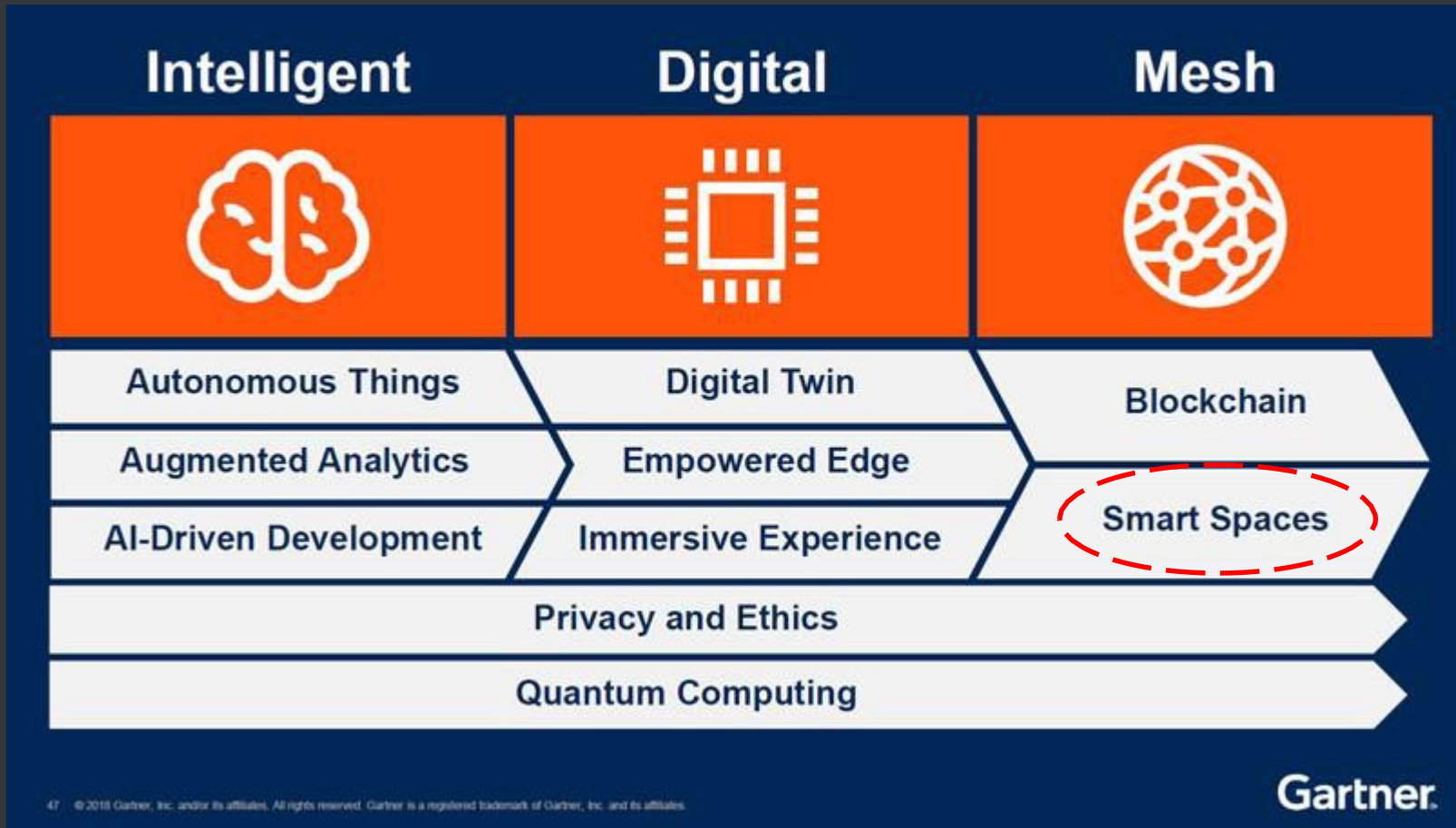
2019 could see virtual 'twins' help to make smart cities a reality.



The digital twin of Amaravati, a smart city being built in India



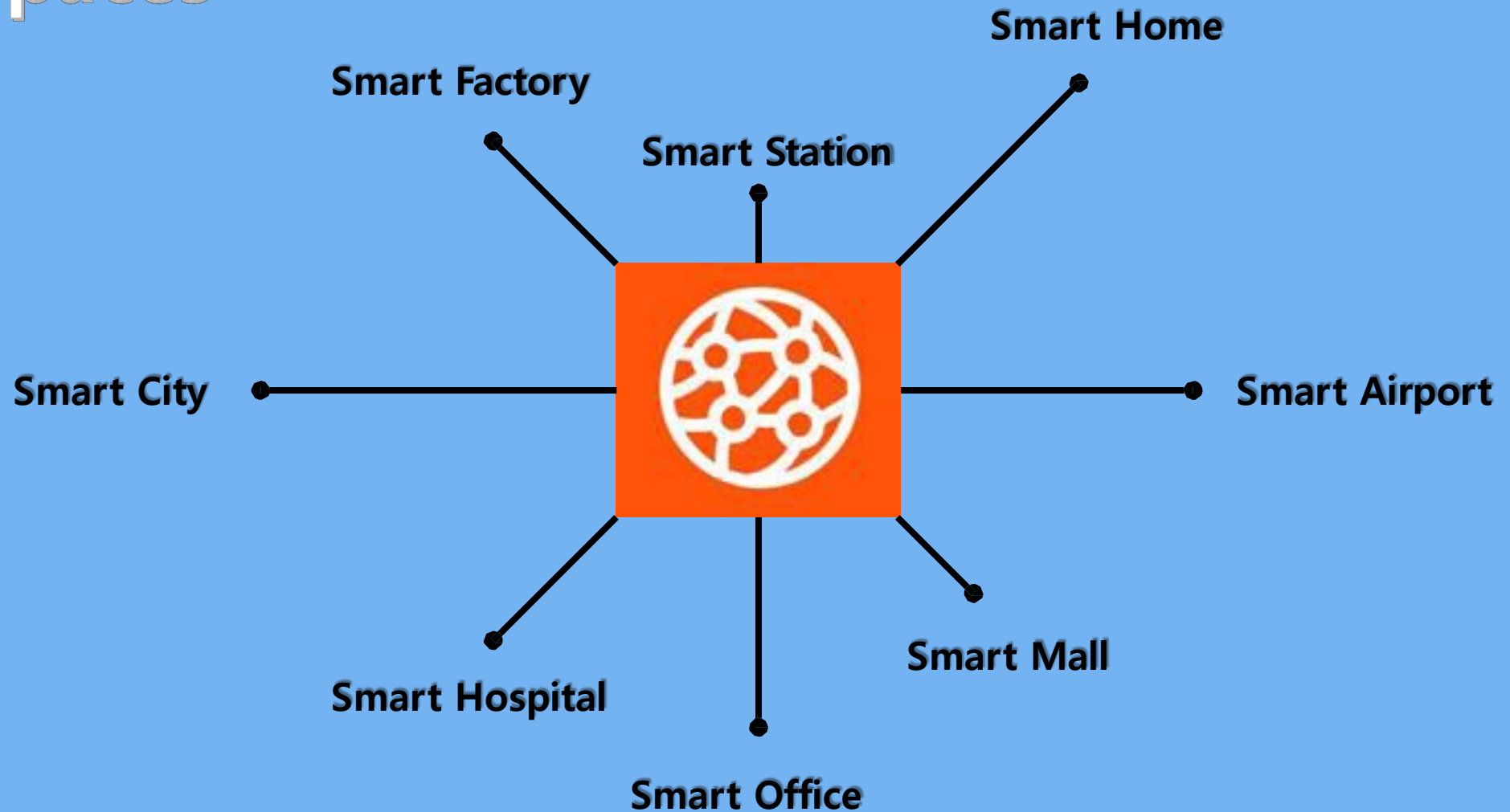
Smart Spaces



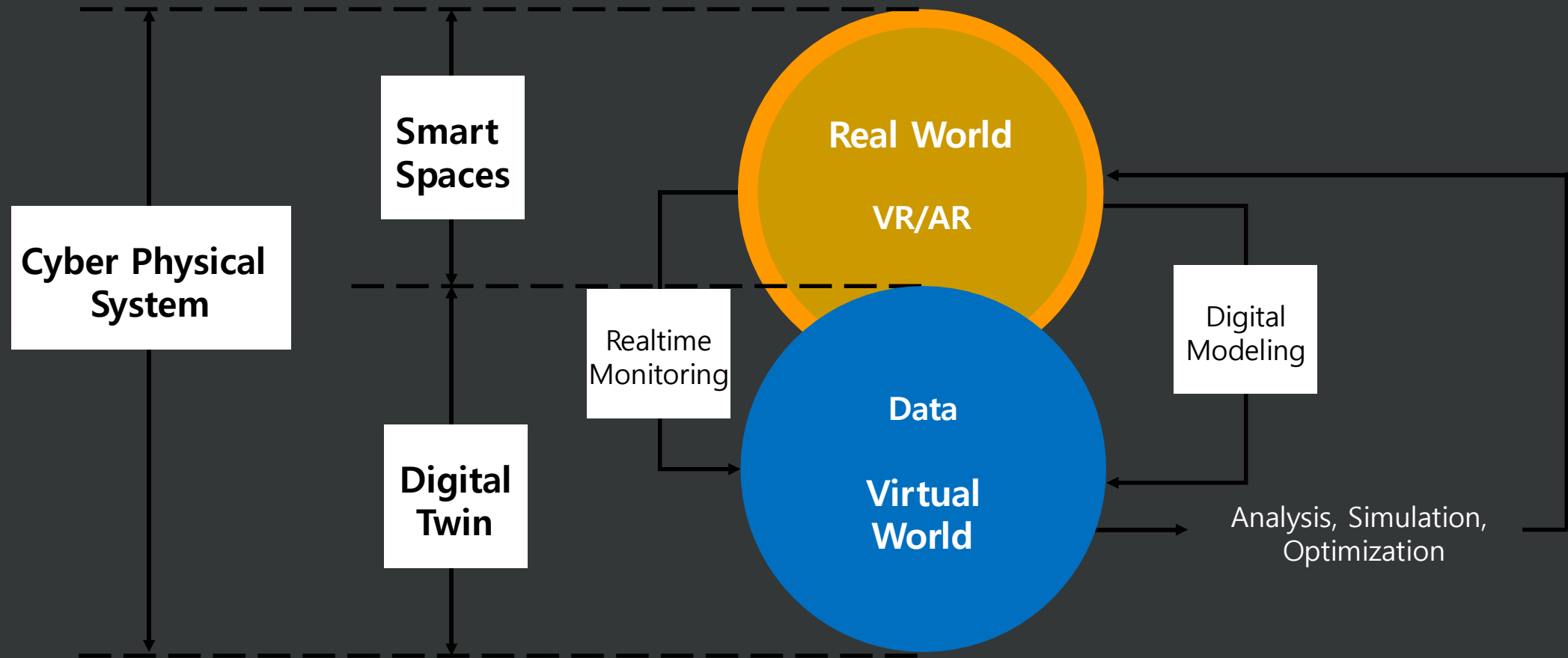
Smart Space

Smart spaces are not some sort of virtual reality, but rather **physical environments** decked out with technology. They are implemented with monitors and sensors that enable **humans and integrated technological systems to interact**.

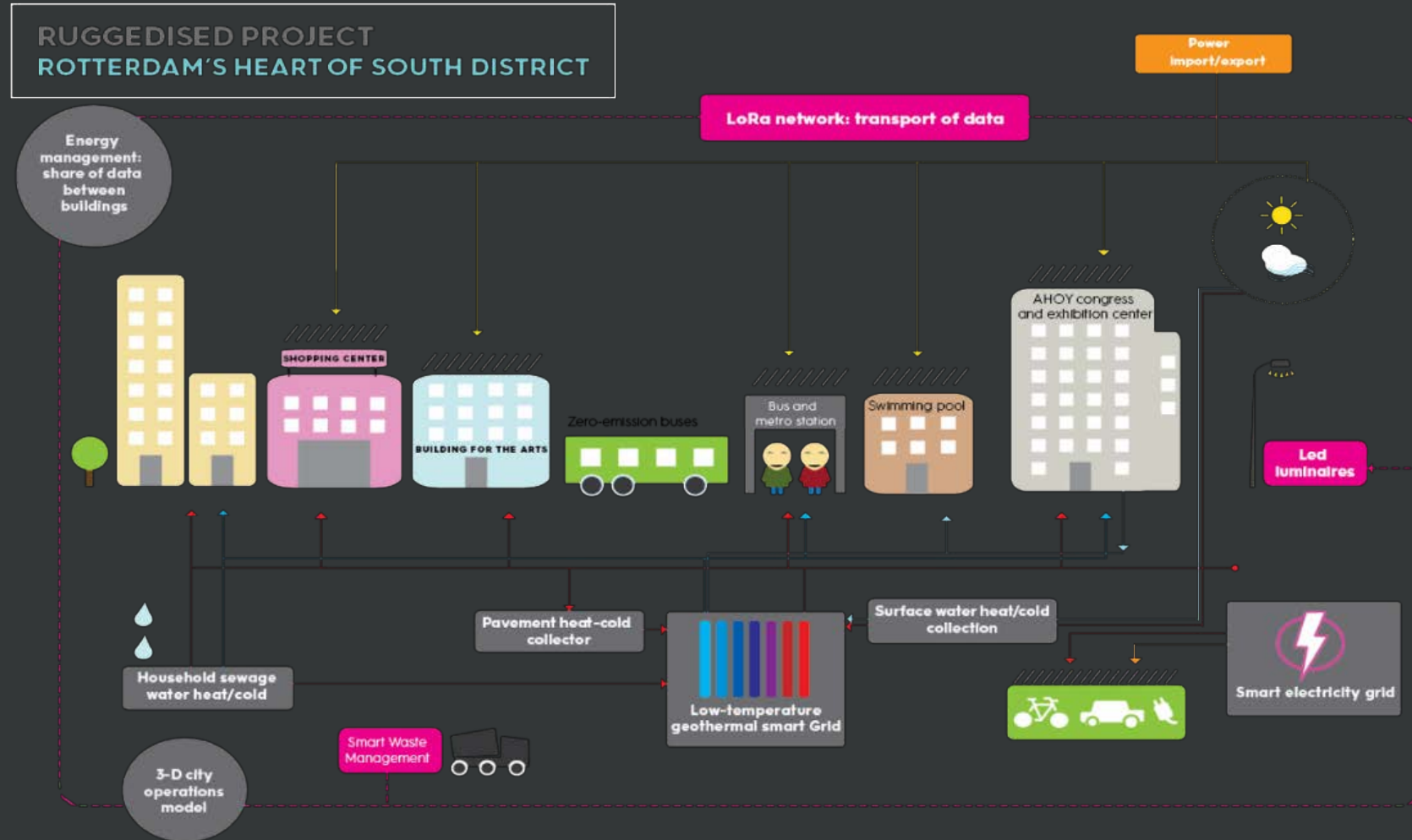
Smart Spaces



Digital Twin + Smart Spaces



Digital Twin + Smart Spaces





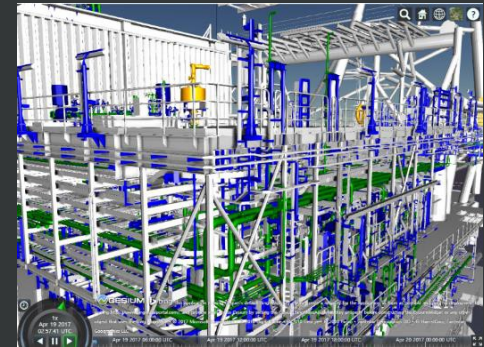
Bottle Neck!



mago3D = 3D + Web + Open Source

mago3D is a platform for ...

- 1 Visualizing massive and complex 3D objects including BIM on a web browser
- 2 Seamless integration of BIM/AEC and 3D GIS in a single space
- 3 'Digital Twin' that can create parallel worlds in a virtual reality with numerous IoT, sensor data
- 4 Web based collaborative issue/process management



Introduction – mago3D



mago3D runs on any device

Results: BIM(Indoor/Outdoor) Integration

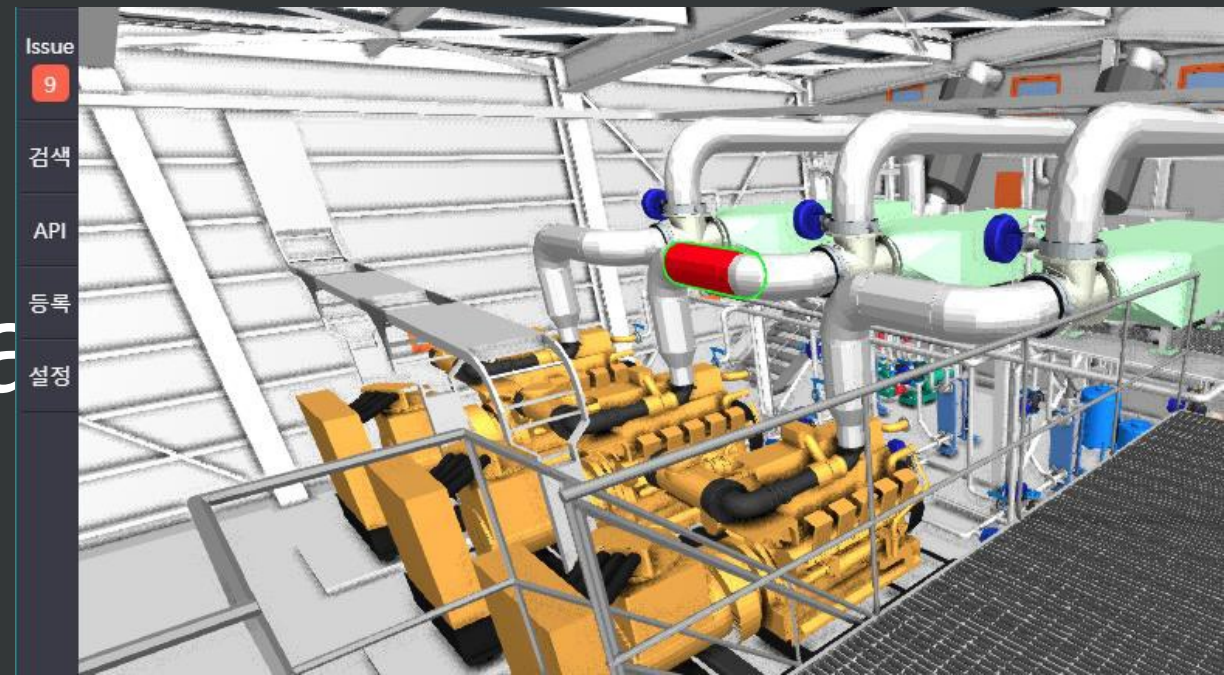
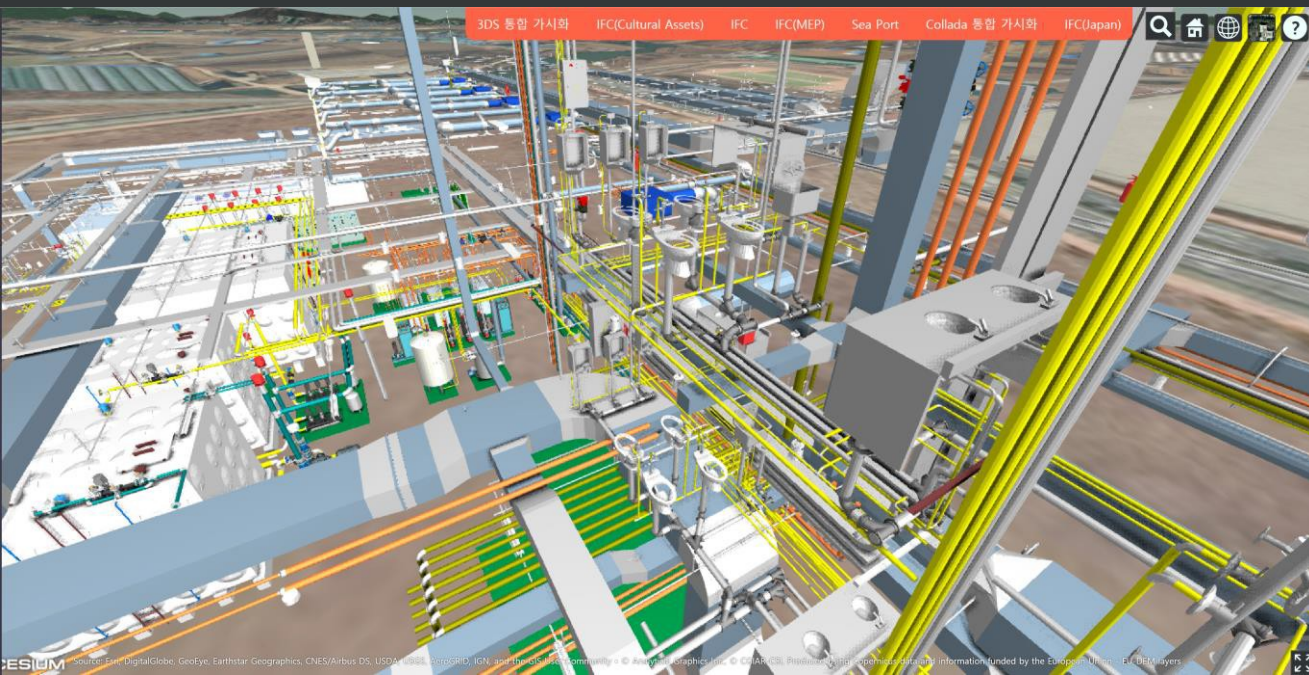


Scene from indoor to outdoor through windows



Scene from outdoor to indoor through windows

Seamless integration of indoor and outdoor space
on the same platform



Integration of large size AEC and 3D GIS on a web browser



Integration of large size CityGML and 3D GIS on a web browser



Integration of large size Point Cloud and 3D GIS on a web browser



Integration of OGC Web Processing Service

Cases – Digital Twin based Ship Building Monitoring

- Project Name: Ship Building Management System
- 3D Models in Service



Factories



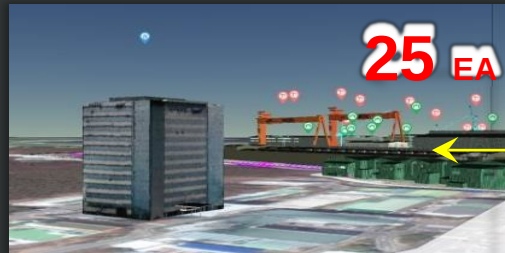
Cranes



Ships



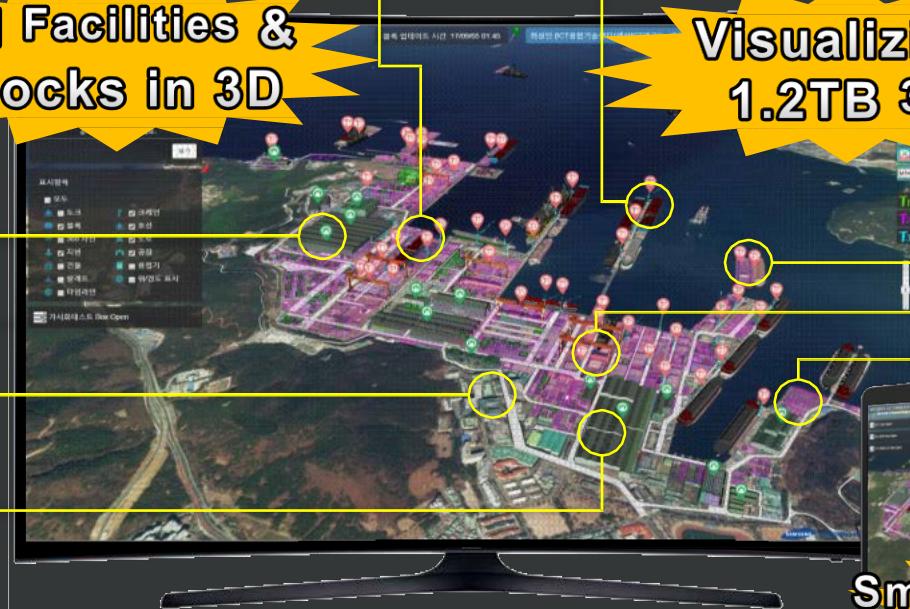
Blocks



Office Buildings

**All Facilities &
Blocks in 3D**

**Visualizing
1.2TB 3D**



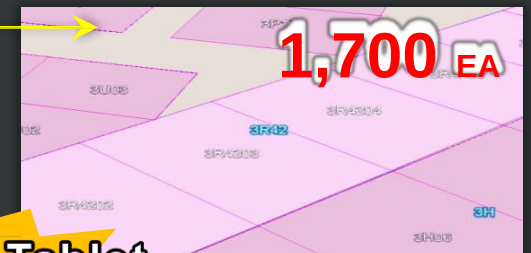
Virtual Yard on Web Browser!



Docks



Smart Welding Machine



Yards

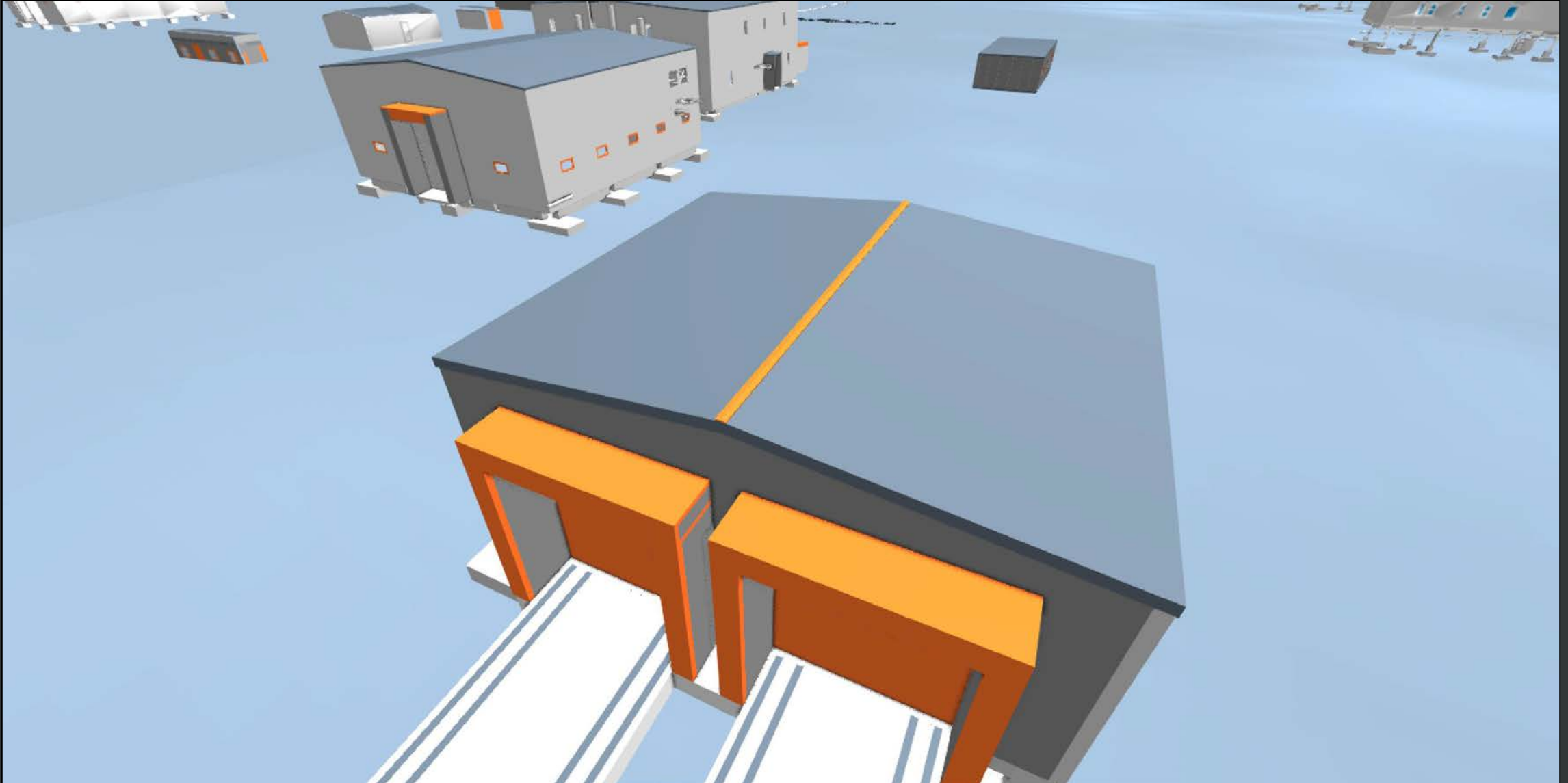
**Smartphone, Tablet,
Laptop & PC**

Cases – Seoul C-ITS

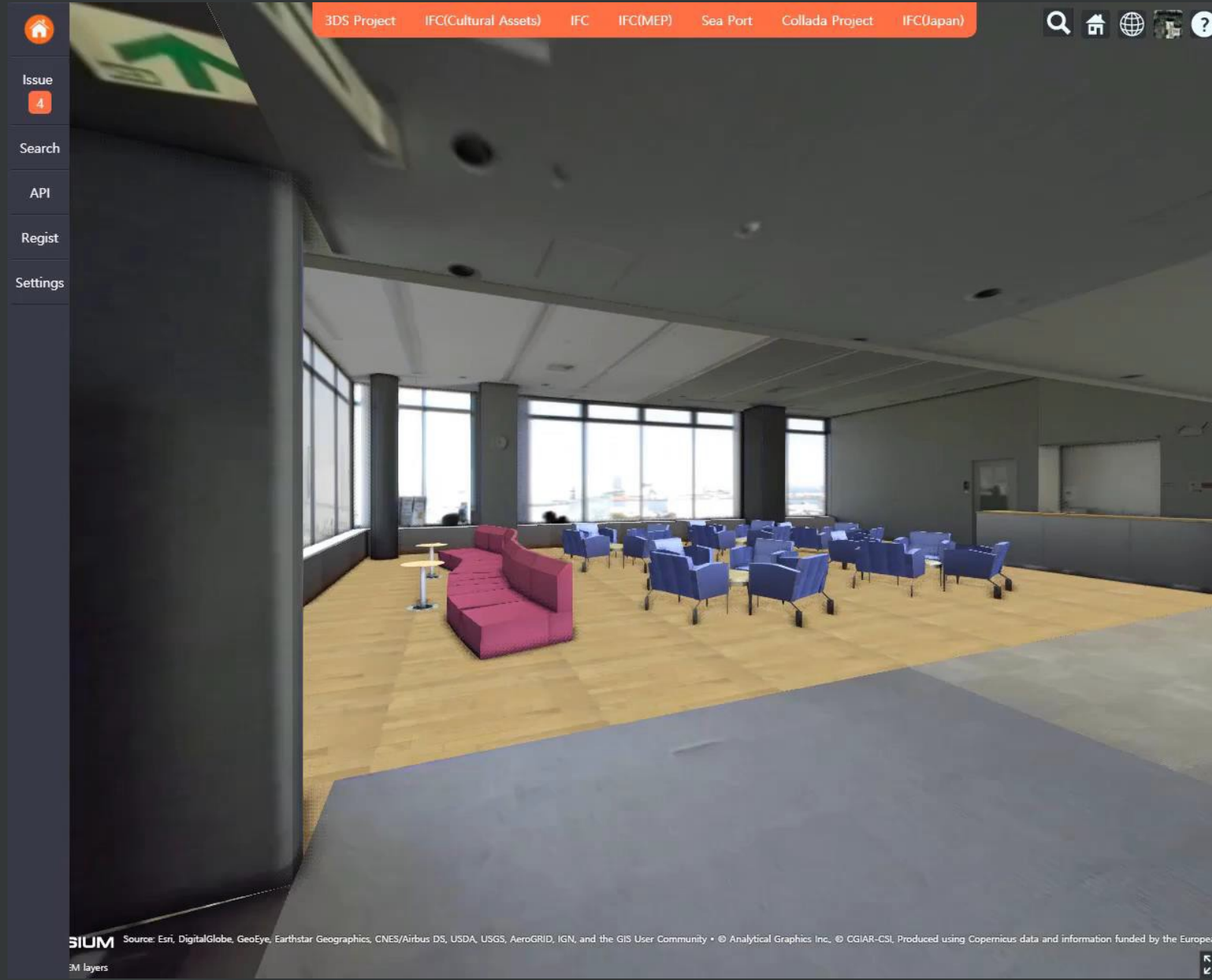
- Project Name: Seoul Autonomous Vehicle Monitoring and Command Center



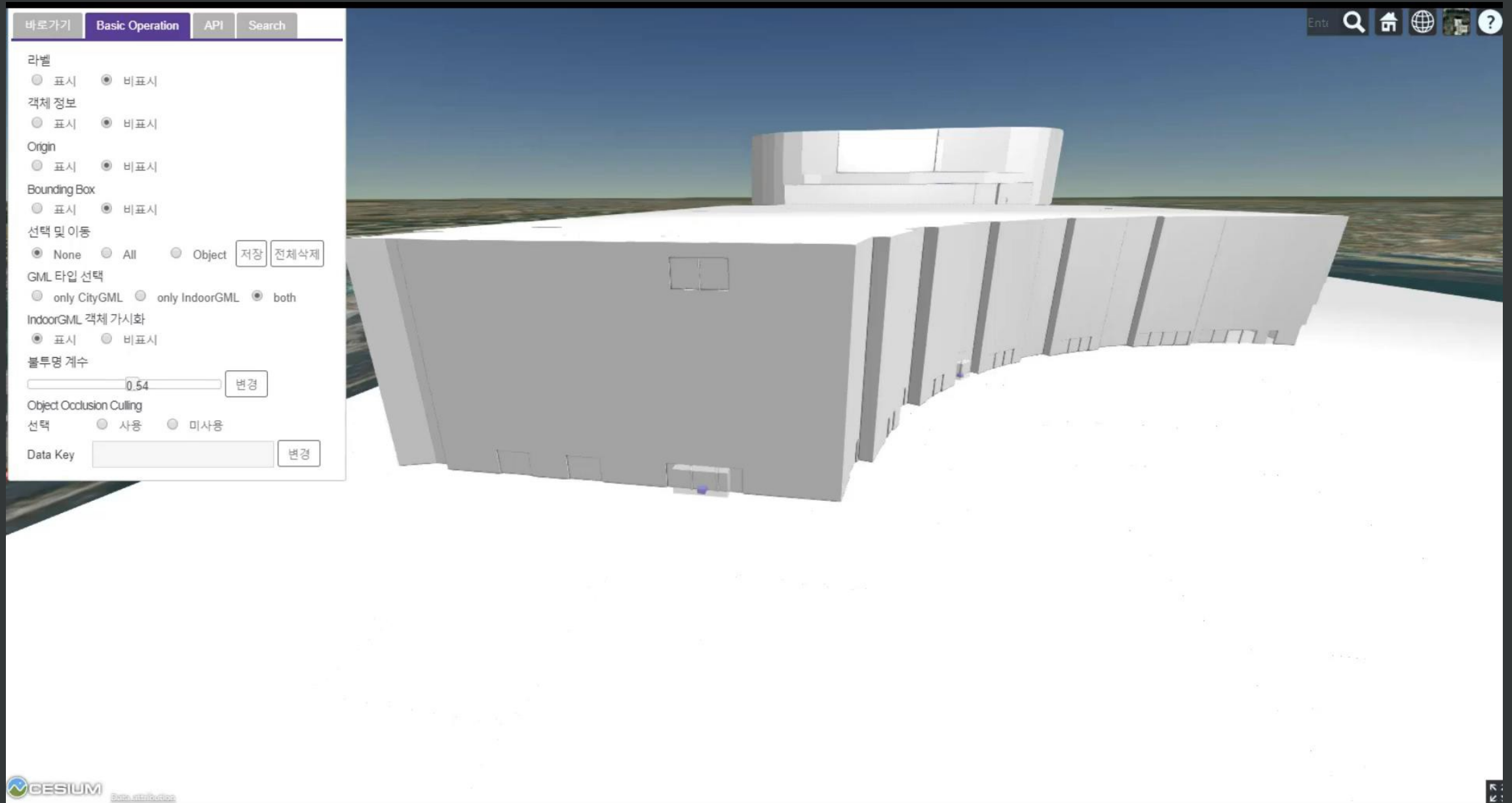
- Project Name: King Sejong Antarctica Research Base Facility Management System

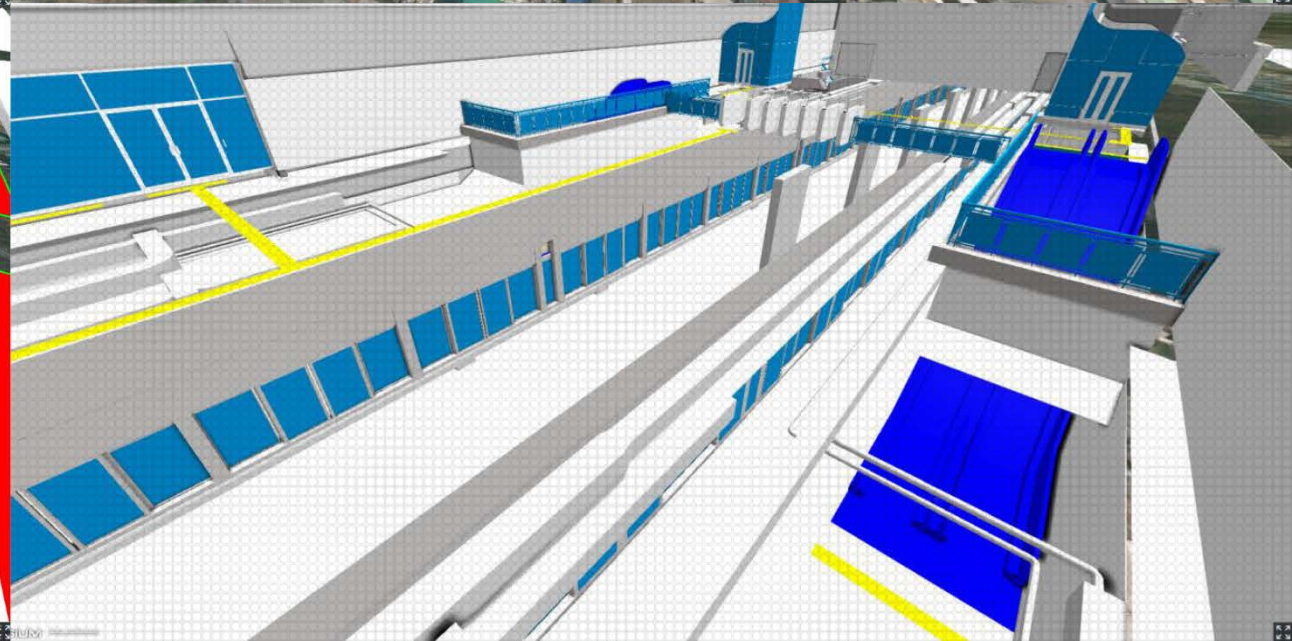
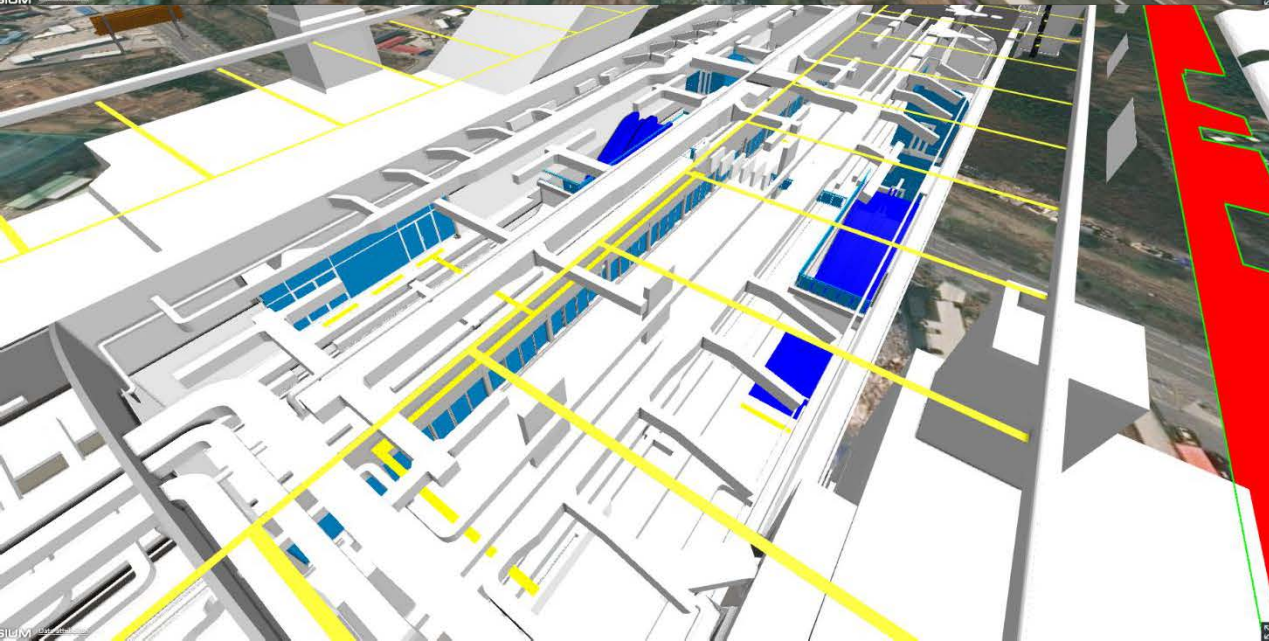


Cases — National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan



Cases – OpenIndoorMap Project





Ψηφιακό Δίδυμα στη Βιομηχανία



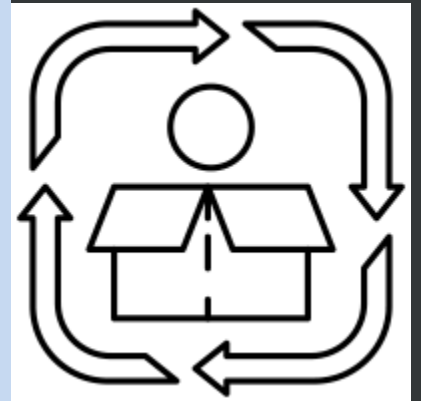
DT + Κύκλος ζωής προϊόντος

DT στον σχεδιασμό, την παραγωγή, το σέρβις, σε πολλαπλά στάδια

- **DT + Σχεδιασμός**

Ένας καλός σχεδιασμός όχι μόνο μπορεί να δείξει πλεονεκτήματα στον σχεδιασμό, αλλά έχει και καλή δυνατότητα κατασκευής

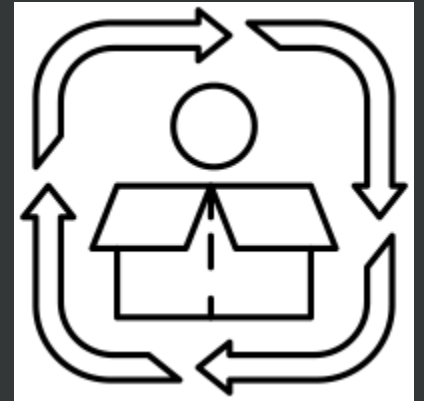
Με την προσομοίωση υψηλής πιστότητας που παρέχεται από το DT, ο σχεδιασμός για ένα προϊόν ή ένα σύστημα παραγωγής μπορεί να επικυρωθεί για την εξάλειψη των πιθανών αστοχιών πριν από την πραγματική εκτέλεση.



DT + Κύκλος ζωής προϊόντος

DT + Παραγωγή

- αύξηση της ευελιξίας των διαδικασιών παραγωγής, μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων κ.λπ
- καθώς το DT προσφέρει μια γέφυρα για τη σύνδεση του φυσικού και εικονικού χώρου μεταξύ τους, μπορεί να κάνει τον εικονικό χώρο να αντικατοπτρίζει τις φυσικές πρακτικές καταστάσεις έγκαιρα και να ελέγχει τις συμπεριφορές των φυσικών αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο

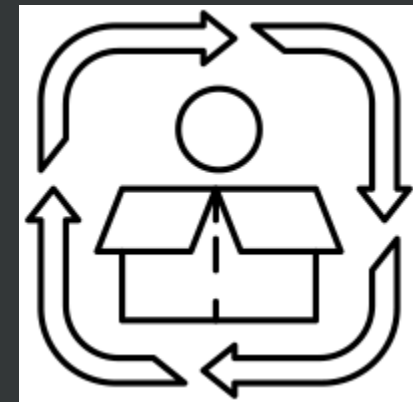


DT + Κύκλος ζωής προϊόντος

DT + Service

Προγνωστική και διαχείριση υγείας Το PHM είναι ένα κρίσιμο βήμα για την παρακολούθηση της υγείας ενός προϊόντος, τη διάγνωση και την πρόγνωση απόδοσης και την παροχή κανόνων σχεδιασμού για συντήρηση

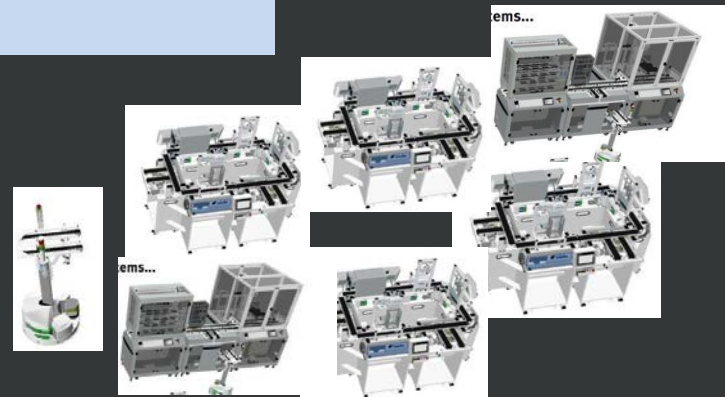
Μπορούν να ληφθούν μοντέλα και προσομοιωμένα δεδομένα και να ενσωματωθούν με φυσικά δεδομένα για τη δημιουργία πιο ολοκληρωμένων και πολύτιμων πληροφοριών για την ανίχνευση και ανάλυση της κατάστασης της υγείας



Επίπεδα εφαρμογής DT

Η ευαισθησία του φυσικού χώρου μπορεί να είναι μέσα

- **DT Επίπεδο μονάδας** όπως ένα άτομο, ένα μηχάνημα, ένα εργαλείο ή ένα προϊόν. Το DT χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση, την πρόβλεψη σφαλμάτων και τη συντήρηση ενός μεμονωμένου εξοπλισμού
- **Επίπεδο συστήματος DT:** συνδυασμός περισσότερων της μιας μονάδων, π.χ. γραμμή παραγωγής. Το DT χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση διαφορετικών μονάδων, όπως ο προγραμματισμός, ο έλεγχος προόδου και ο έλεγχος ποιότητας προϊόντος
- **DT Σύστημα συστημάτων:** περιλαμβάνει πολλαπλά συστήματα, π.χ. ολόκληρο το κατάστημα. DT που χρησιμοποιείται για βελτιστοποίηση και συντονισμό ολόκληρου του καταστήματος



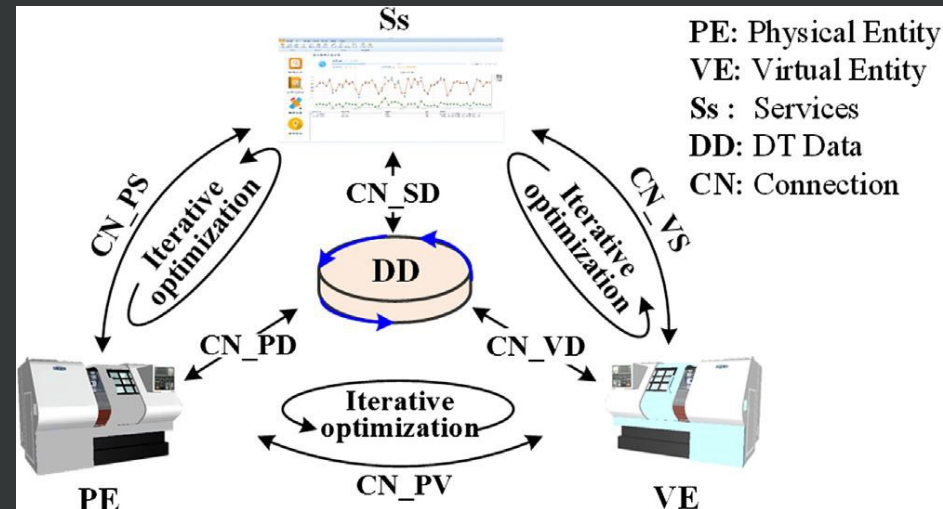


5-D DT στοιχεία

Πυρήνες DT

- Φυσικός χώρος Οντότητα ΠΕ
- Εικονικός χώρος Οντότητα VE
- Σύνδεση (IoT) CN
- Στοιχεία DT DD
- Υπηρεσιών Ss

Original definition (2003)



DT concept model [1]

DT στοιχεία [1]

Εικονικός χώρος:

- Κάθε φυσικό αντικείμενο έχει έναν ψηφιακό σύντροφο που μπορεί με ακρίβεια
- προβλέψει τη συμπεριφορά του.
- Ο ψηφιακός συνοδός αποτελείται από ένα σύνολο μοντέλων που επιτρέπουν την προβολή του ψηφιοποιημένου φυσικού αντικειμένου σε 3 διαστάσεις στον υπολογιστή
- Μπορεί να αναπαράγει τις πραγματικές ιδιότητες, συμπεριφορές και κανόνες του φυσικού αντίστοιχου
- Μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα στον εικονικό χώρο για να δημιουργήσει μια σειρά προσομοιωμένων συμπεριφορών «ιδανικές συμπεριφορές» για να καθοδηγήσει τη λειτουργία του φυσικού αντικειμένου

Έχετε την ικανότητα να προβλέψετε προβλήματα ακόμη και από τη φυσική πλευρά πριν το περιστατικό

Μπορεί να επικυρώσει τις επιδόσεις ενός προϊόντος ή ενός συστήματος πριν ολοκληρωθούν

Σύνδεση:

- Ενεργοποιήστε κάθε στοιχείο στο DT (π.χ. οντότητα, μοντέλο και
- πληροφοριακό σύστημα/εργαλείο) αλληλεπιδρούν μεταξύ τους
- Οι συνδέσεις μπορεί να είναι
- I) εντός του φυσικού χώρου,
- II) εντός εικονικού χώρου και
- III) σε φυσικούς και εικονικούς χώρους

DT στοιχεία [1]

Υπηρεσίες:

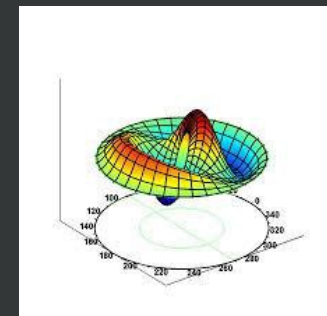
- Το Ss περιλαμβάνει υπηρεσίες τόσο για το PE όσο και για το VE
- Ενσωματώστε τις λειτουργίες που παρέχονται από το DT (π.χ. αξιολόγηση, βελτιστοποίηση, πρόβλεψη και επικύρωση) σε τυπικές υπηρεσίες για εύκολη και βολική χρήση. Δεν θα χρειαστεί βαθιά γνώση.
- Οι υπηρεσίες είναι μαύρα κουτιά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς καμία γνώση των εσωτερικών μηχανισμών
- Για το PE, το Ss περιλαμβάνει την υπηρεσία παρακολούθησης, PHM
- υπηρεσία, υπηρεσία βελτιστοποίησης κατανάλωσης ενέργειας κ.λπ.
- Για το VE, τα Ss μπορεί να περιλαμβάνουν υπηρεσία κατασκευής, υπηρεσία βαθμονόμησης και υπηρεσία δοκιμής για μοντέλα.

Δεδομένα:

- Πολύτιμες πληροφορίες μπορούν να αντληθούν αποτελεσματικά από το
- δεδομένα (σε πραγματικό χρόνο).
- Τα δεδομένα προέρχονται από φυσικό (π.χ. κύκλος ζωής προϊόντος) και εικονικό χώρο (π.χ. προσομοίωση)
- Οδηγήστε τις λειτουργίες του DT, π.χ., οι αποφάσεις μπορούν να είναι
- οδηγείται από προσομοιωμένα δεδομένα.

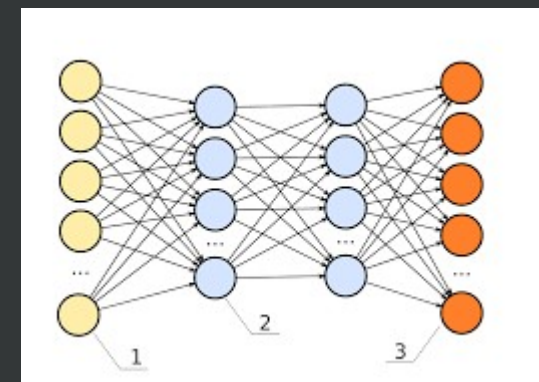
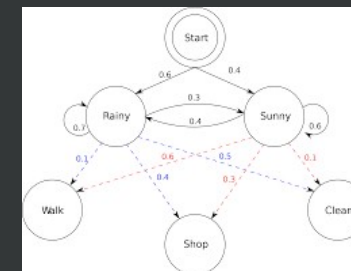
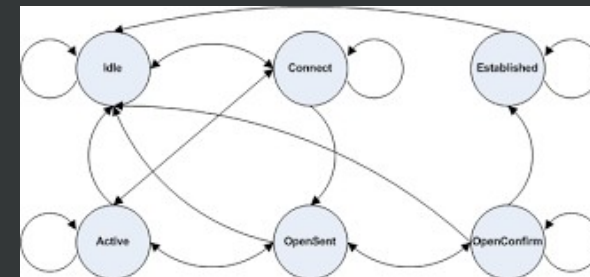
Εικονικά Μοντέλα[1]

- Για την αναπαραγωγή της οντότητας του φυσικού χώρου, δημιουργούνται διαφορετικοί τύποι μοντέλων στον εικονικό χώρο
- **Τα γεωμετρικά μοντέλα**, οι παράμετροι συμπεριλαμβανομένων των σχημάτων, των μεγεθών και των σχέσεων συναρμολόγησης μοντελοποιούνται για την προσομοίωση της διαδικασίας συναρμολόγησης και μηχανής, logistics,...
- **Το γεωμετρικό μοντέλο + VR/AR** μπορεί να δημιουργήσει περιβάλλον παρόμοιο με φυσικό χώρο για προσομοίωση.
- Μπορεί να εμπλουτίσει τα **γεωμετρικά μοντέλα** με μοντέλα φυσικών παραγόντων, π.χ. δύναμη, θερμοκρασία, δόνηση, ... για τη διεξαγωγή προσομοίωσης αλλαγής φυσικών παραμέτρων, αξιολόγηση σχεδίου διαδικασίας, αξιολόγηση αξιοπιστίας

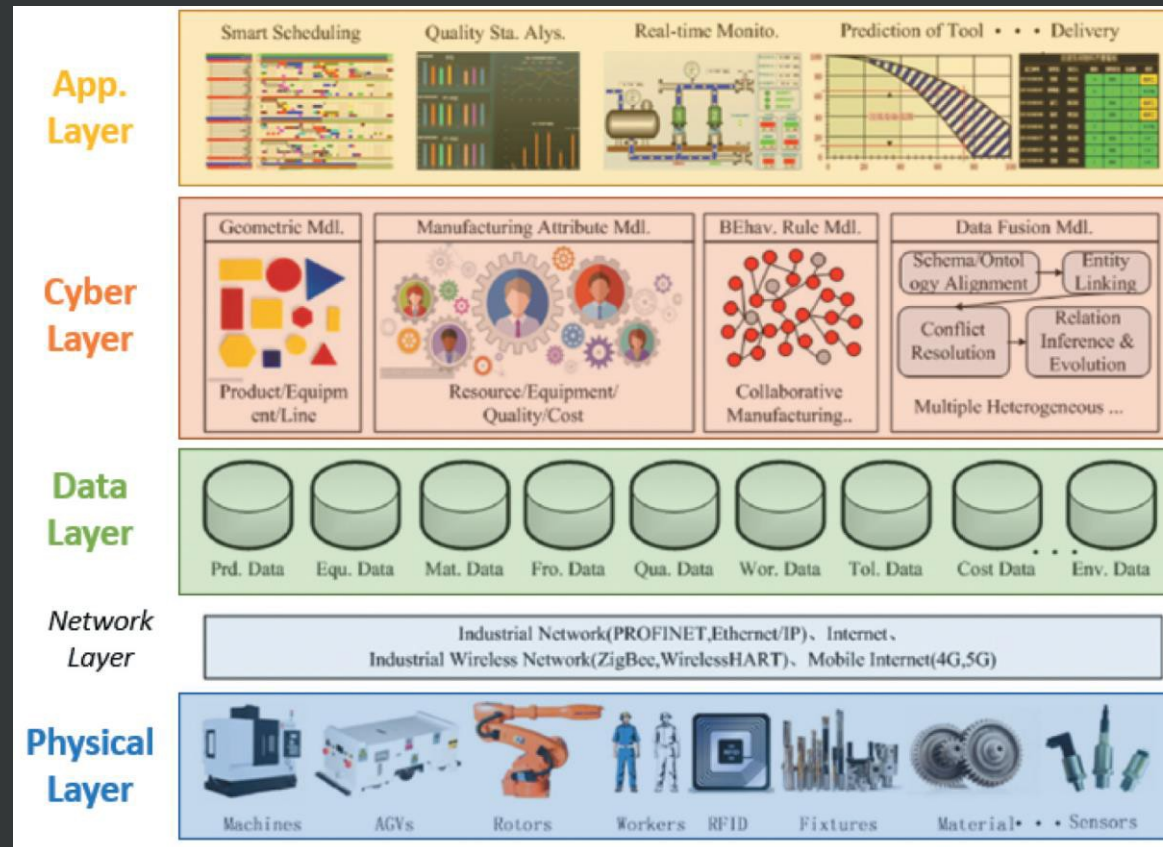


Εικονικά Μοντέλα[1]

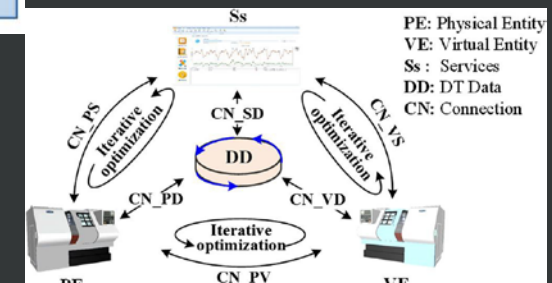
- Για να μιμηθούν συμπεριφορές της φυσικής οντότητας υπό διαφορετικές συνθήκες, μέθοδοι όπως νευρωνικό δίκτυο, Bayesian, μηχανή πεπερασμένης κατάστασης και αλυσίδα Markov μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων και των συμπεριφορών. Τα μοντέλα συμπεριφοράς βοηθούν στην κατανόηση των εσωτερικών δομών της φυσικής οντότητας και στην πρόβλεψη ορισμένων επιδόσεων εκ των προτέρων
- Τα μοντέλα για κανόνες μπορούν επίσης να κατασκευαστούν μέσω της επεξεργασίας μεγάλου όγκου ιστορικών δεδομένων της φυσικής οντότητας, με βάση αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Τα μοντέλα κανόνων παρέχουν κριτήρια και κανόνες για τη βελτιστοποίηση της φυσικής οντότητας.



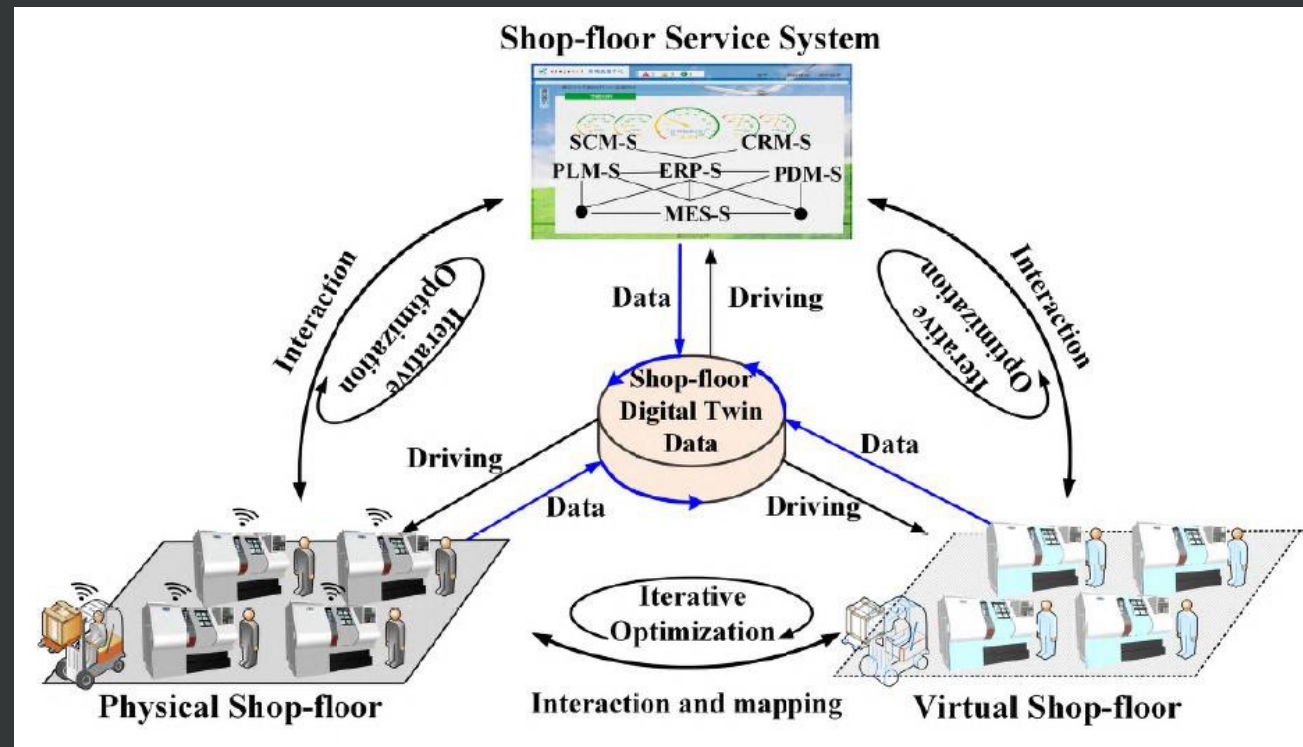
Ένα άλλο μοντέλο DT [7]



Product Manufacturing Digital Twin Model

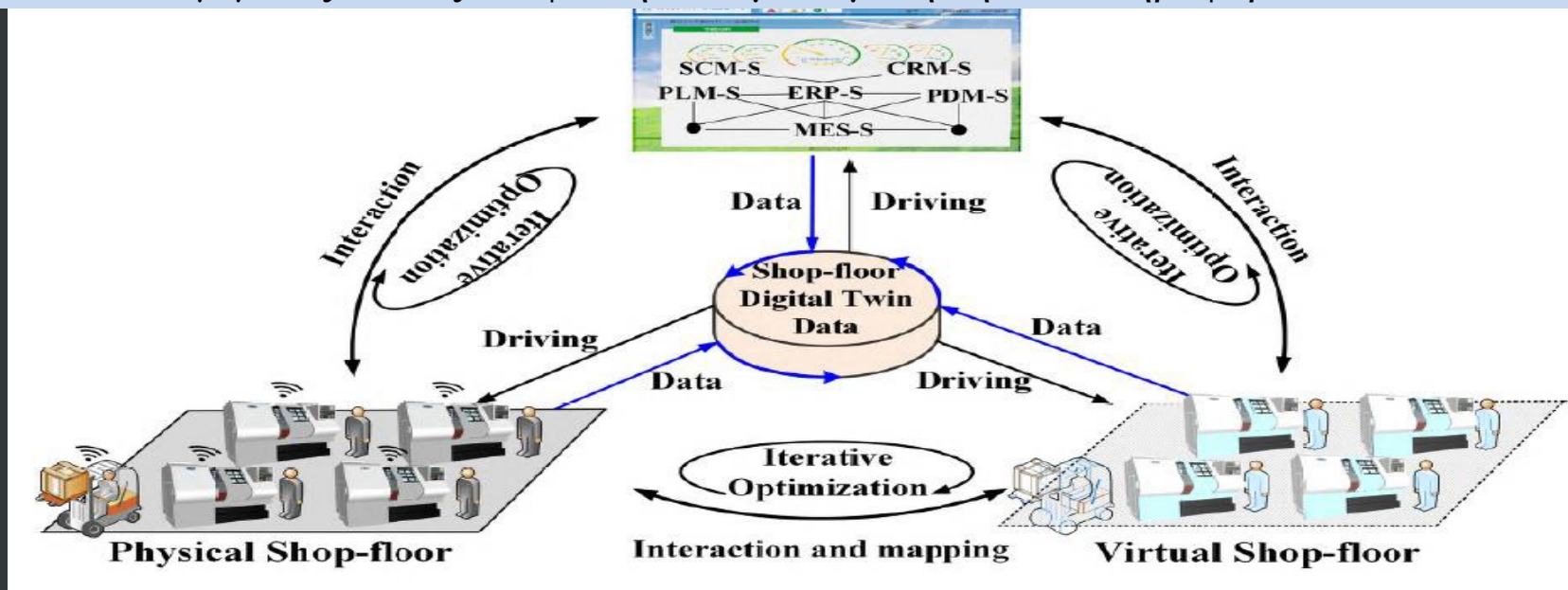


DT Shop-floor στοιχεία]

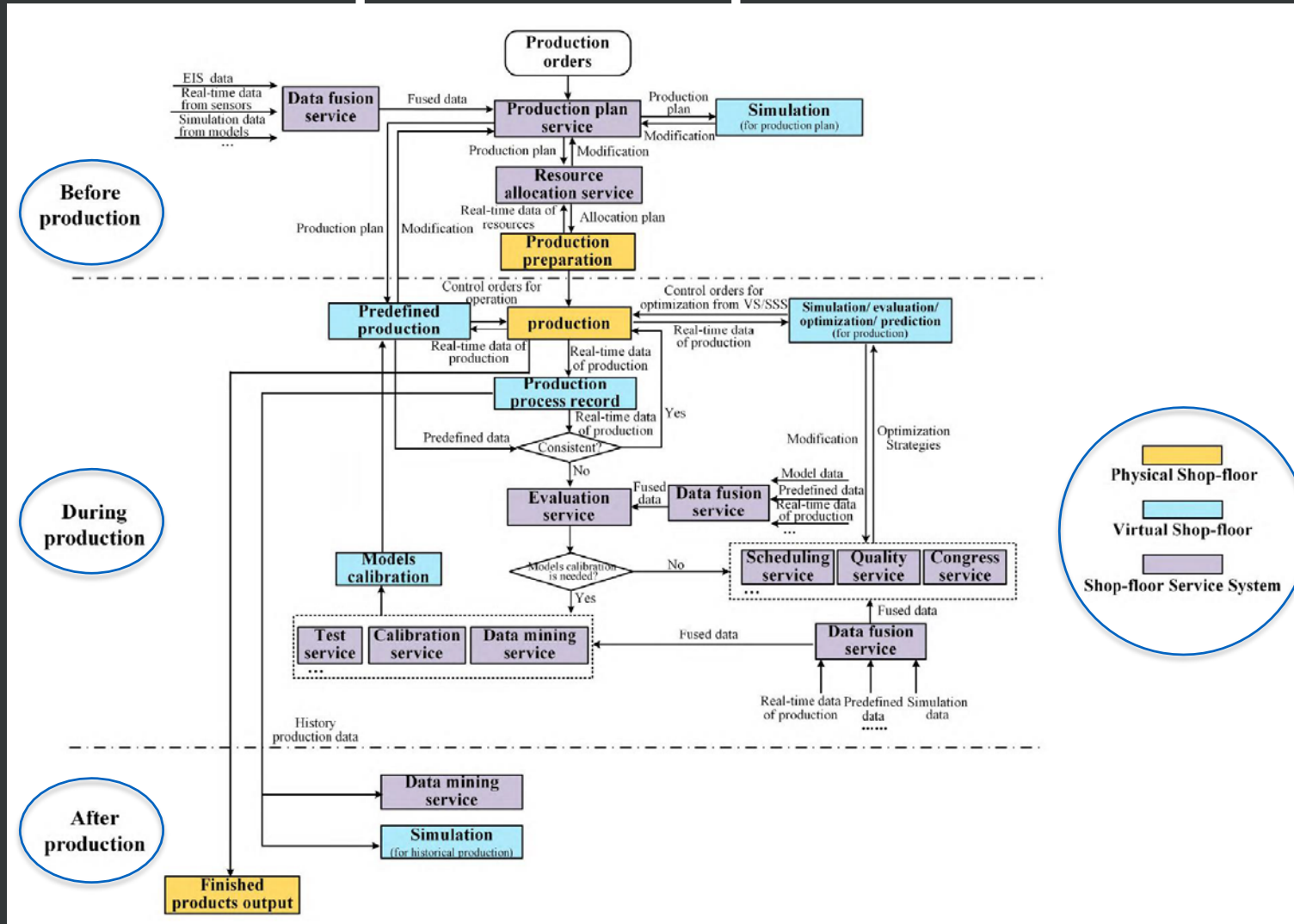


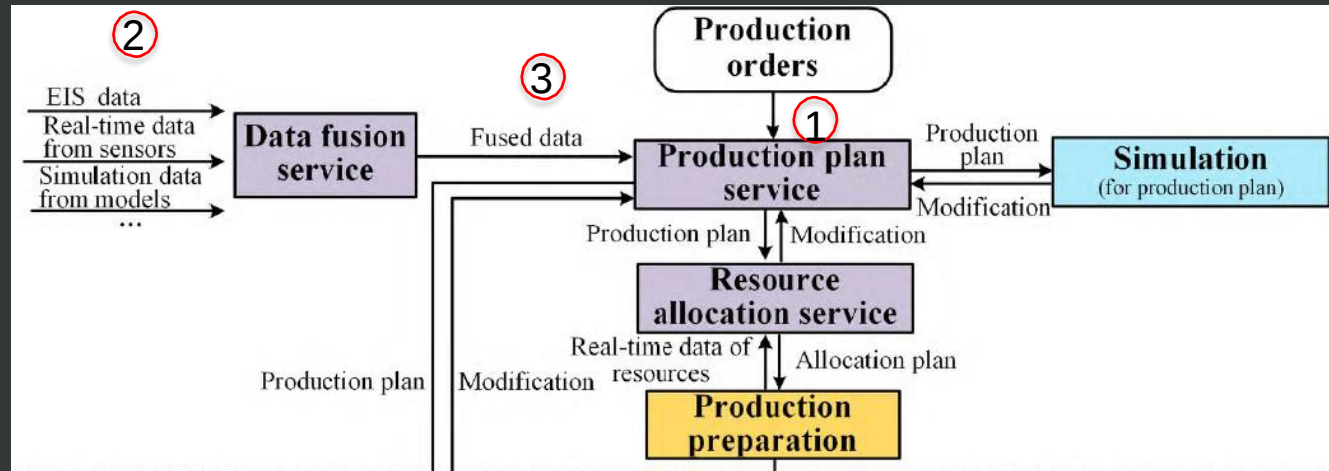
DT Shop-floor στοιχεία[3]

- Το PS περιλαμβάνει μια σειρά από οντότητες, όπως ο άνθρωπος, οι μηχανές και τα υλικά, που υπάρχουν αντικειμενικά στο φυσικό χώρο. Ακολουθώντας αυστηρά τις προκαθορισμένες παραγγελίες τόσο από την VS όσο και από την SSS, η PS οργανώνει την παραγωγή που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις παράδοσης, κόστους και ποιότητας κ.λπ.
- Το VS αποτελείται από μοντέλα κατασκευασμένα σε πολλαπλές διαστάσεις, συμπεριλαμβανομένων της γεωμετρίας, της φυσικής, της συμπεριφοράς και του κανόνα. Το VS εξελίσσεται με το PS, παρέχοντας εντολές ελέγχου για PS και στρατηγικές βελτιστοποίησης για SSS.
- Το SSS είναι μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα υπηρεσιών, η οποία ενσωματώνει τις λειτουργίες του Enterprise Information System (EIS), εργαλείων με τη βοήθεια υπολογιστή, μοντέλων και αλγορίθμων κ.λπ. σε υπο-υπηρεσίες και στη συνέχεια τα συνδυάζει για να σχηματίσει σύνθετες υπηρεσίες για συγκεκριμένες απαιτήσεις από PS και VS.
- Το SDTD περιλαμβάνει δεδομένα PS, VS και SSS, τα συγχωνευμένα δεδομένα των τριών μερών, καθώς και τις υπάρχουσες μεθόδους μοντελοποίησης, βελτιστοποίησης και πρόβλεψης κ.λπ. Τα δεδομένα στο SDTD ενσωματώνονται, γεγονός που εξαλείφει την απομονωμένη νησίδα πληροφοριών



DT Shop-floor operation [3]





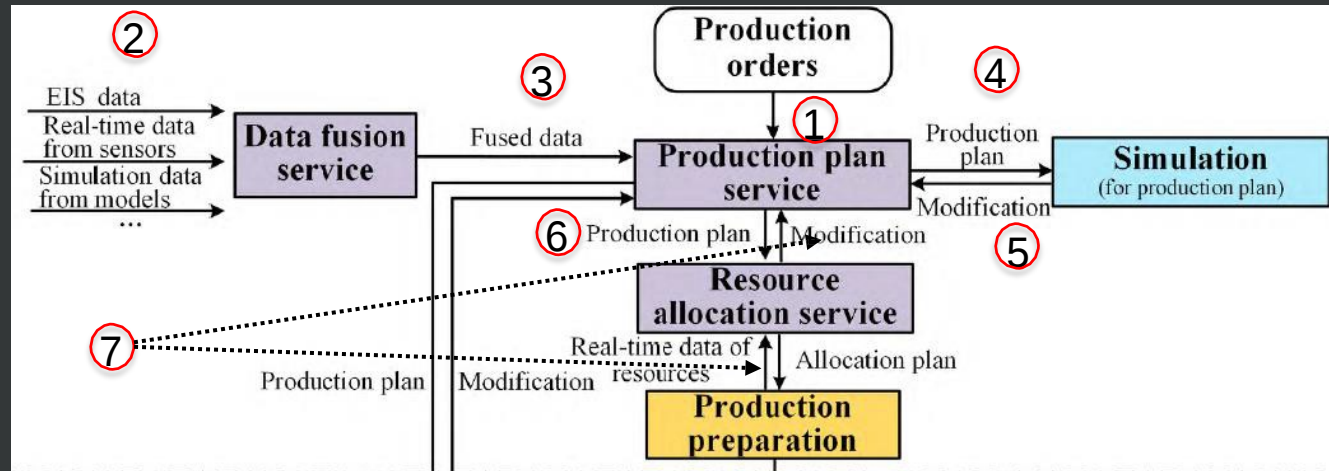
1 Οι παραγγελίες (π.χ. παράδοση, ποσότητα, κόστος και ποιότητα) μεταδίδονται στην υπηρεσία σχεδιασμού παραγωγής.

2 Συλλογή δεδομένων από:

- a. Αισθητήρες, π.χ. απόθεμα υλικών, φόρτος εργασίας ανθρώπων και χωρητικότητα εξοπλισμού.
- b. Προσομοίωση, π.χ. πρόβλεψη βλαβών εξοπλισμού, ανάλυση απόδοσης υλικών.
- c. Σύστημα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πληροφοριών (EIS), π.χ. δεδομένα κύκλου ζωής προϊόντων, έγγραφα διαδικασιών και δεδομένα αγοράς.

3. Η υπηρεσία συγχώνευσης δεδομένων (data fusion service) συνδυάζει τα συλλεγμένα δεδομένα και δημιουργεί μια συνεπή ερμηνεία για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.

Πριν την παραγωγή



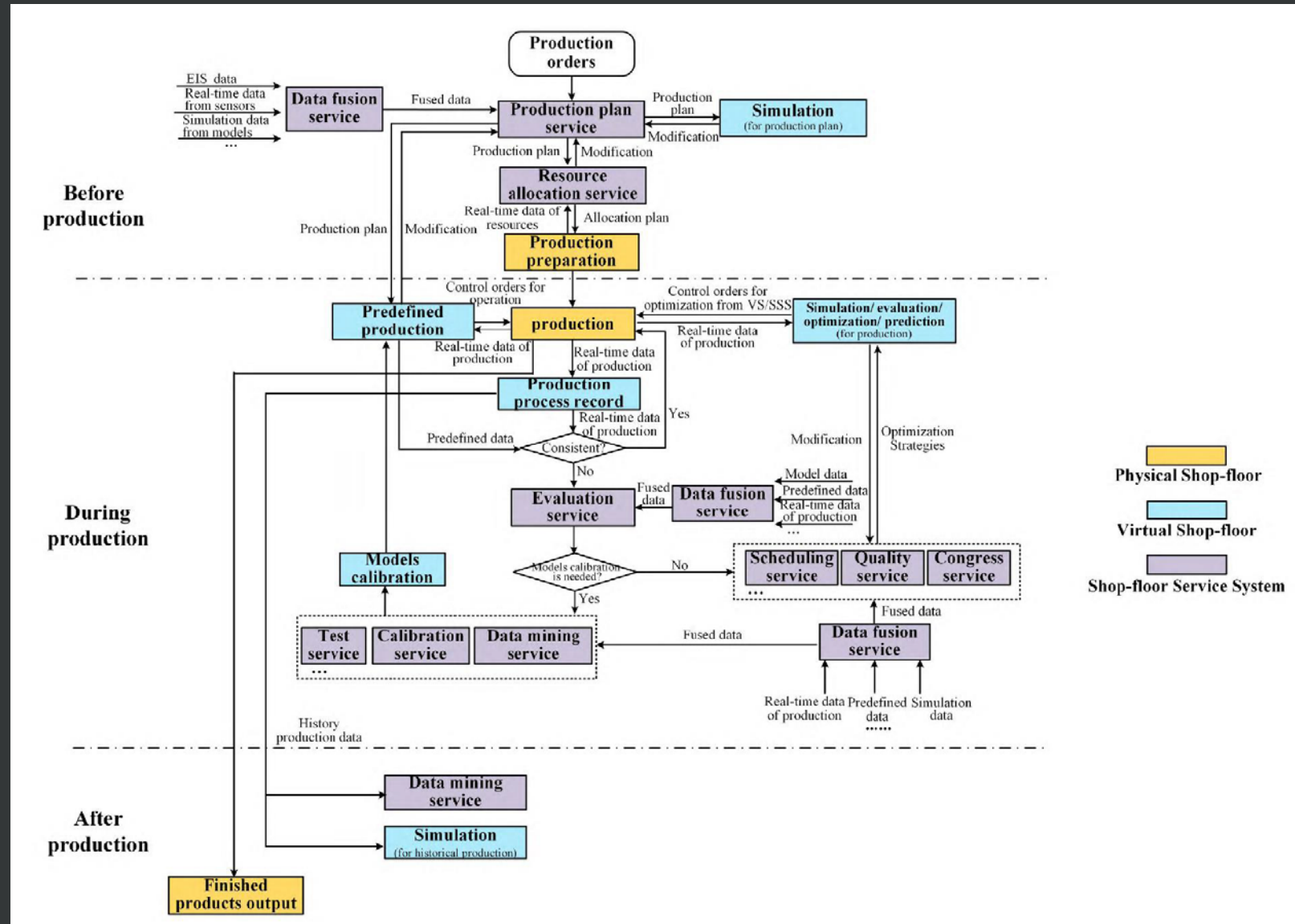
4 Από τα βήματα 1 και 3, η υπηρεσία σχεδιασμού παραγωγής δημιουργεί ένα σχέδιο και το στέλνει στην προσομοίωση για επαλήθευση.

5 Η προσομοίωση εντοπίζει πιθανά προβλήματα στο σχέδιο και προτείνει στρατηγικές τροποποίησης.

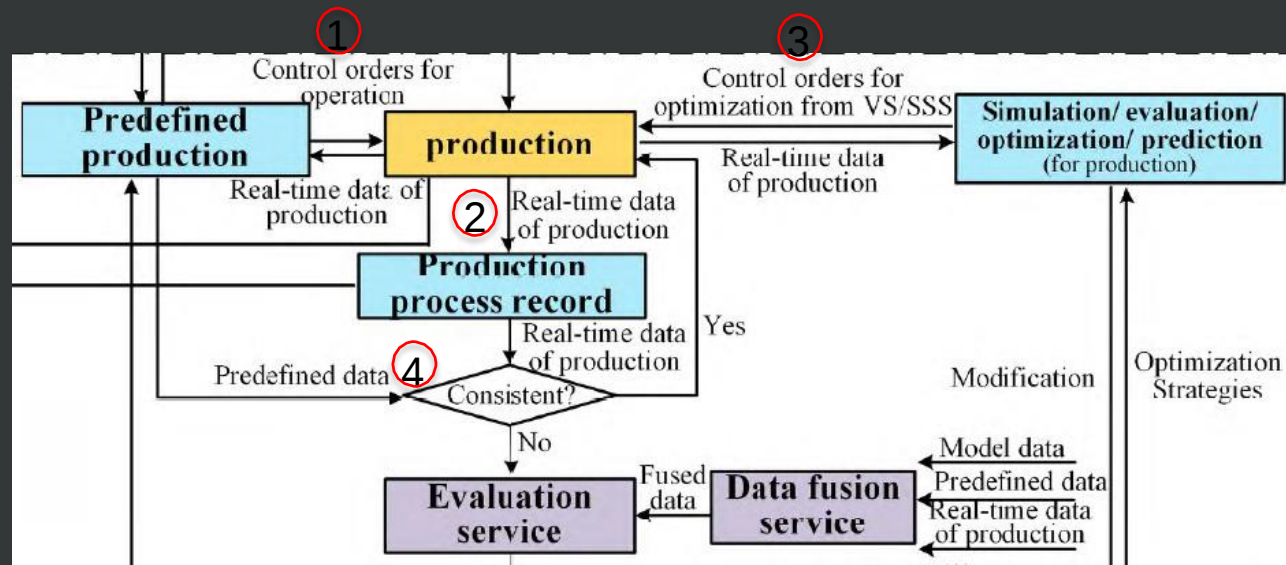
6 Ένα αναθεωρημένο σχέδιο παραγωγής αποστέλλεται στην υπηρεσία κατανομής πόρων, η οποία καθοδηγεί την προετοιμασία για την παραγωγή.

7 Αν οι πραγματικές συνθήκες των πόρων αλλάξουν, μπορούν να δοθούν νέες συστάσεις πίσω στην υπηρεσία σχεδιασμού παραγωγής.

DTS λειτουργία [3]

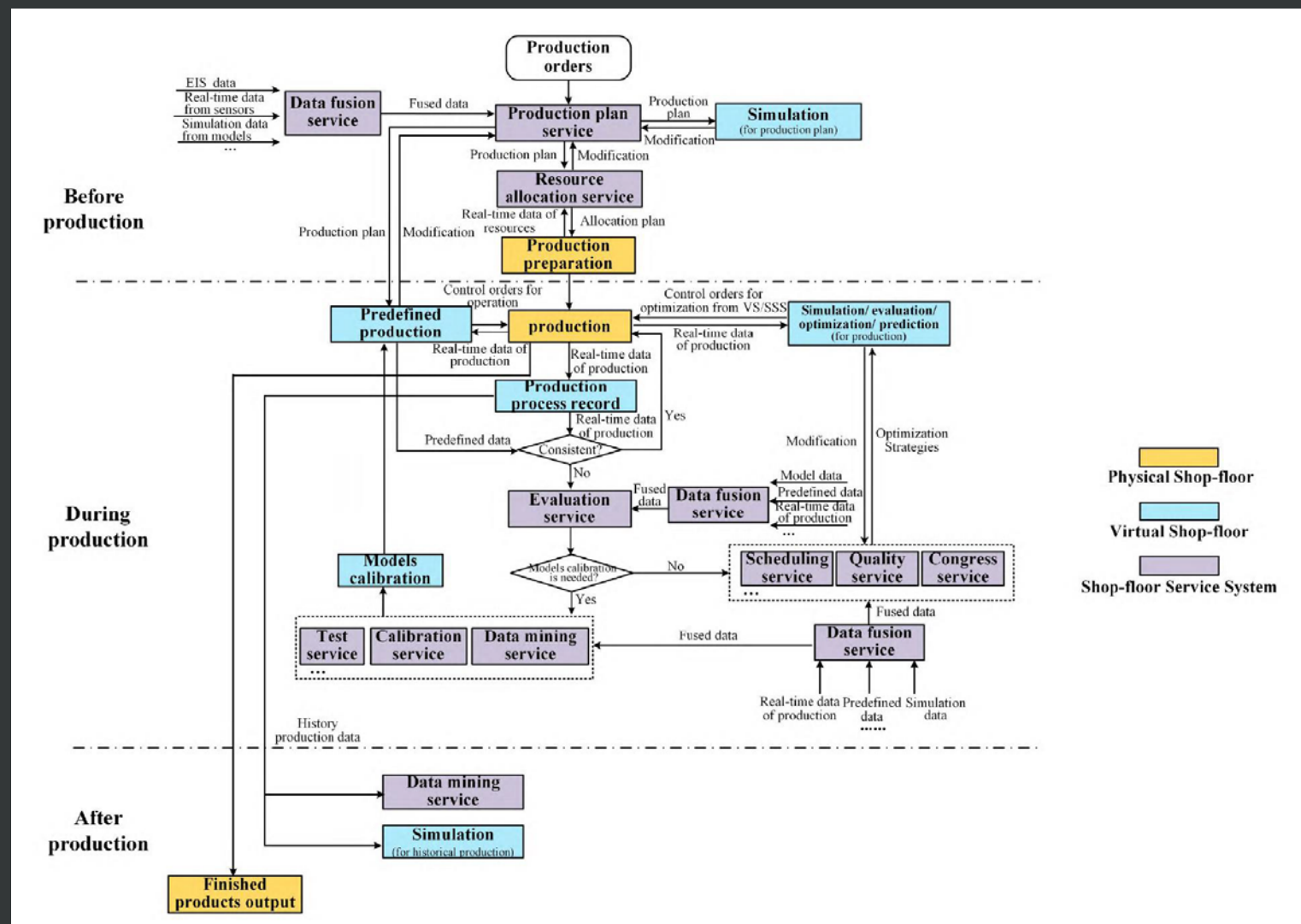


Κατά την διάρκεια της παραγωγής



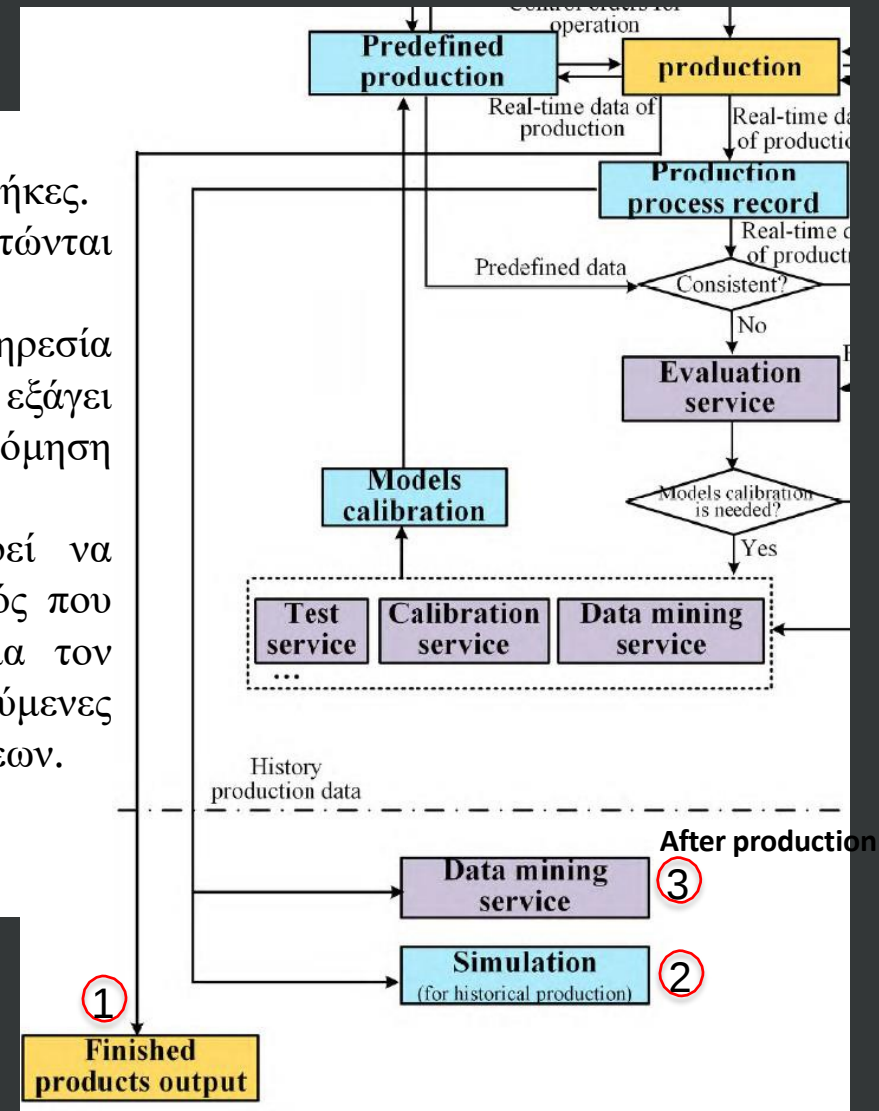
Κατά τη διάρκεια της παραγωγής

1. Το σχέδιο παραγωγής αποστέλλεται στην προκαθορισμένη παραγωγή και, βάσει αυτού, στέλνεται εντολή για την έναρξη της πραγματικής διαδικασίας παραγωγής.
2. Τα δεδομένα πραγματικού χρόνου της παραγωγής δημιουργούνται και αποστέλλονται σε εικονικές οντότητες (προσομοίωση, αρχείο διαδικασίας παραγωγής και προκαθορισμένη παραγωγή).
3. Η προσομοίωση, η αξιολόγηση, η βελτιστοποίηση και η πρόβλεψη δημιουργούν εντολές για τη ρύθμιση της παραγωγής, εφόσον απαιτείται.
4. Τα προκαθορισμένα δεδομένα από το σύστημα εικονικής προσομοίωσης (VS) συγκρίνονται συνεχώς με τα δεδομένα πραγματικού χρόνου της παραγωγής. Αν εντοπιστεί ασυνέπεια, ενεργοποιείται η υπηρεσία αξιολόγησης.



Μετά την παραγωγή

1. Τα τελικά προϊόντα μεταφέρονται στις αποθήκες.
2. Τα ιστορικά δεδομένα παραγωγής ανακτώνται από τις καταγραφές στα μοντέλα.
3. Βάσει των ιστορικών δεδομένων, η υπηρεσία εξόρυξης δεδομένων (data mining service) εξάγει νέα γνώση για τη δημιουργία και βαθμονόμηση μοντέλων.
4. Το σύστημα προσομοίωσης (VS) μπορεί να αναπαράγει ιστορικές καταστάσεις, γεγονός που αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο για τον εντοπισμό ελαττωμάτων σε προηγούμενες παραγωγές καθώς και των αντίστοιχων λύσεων.



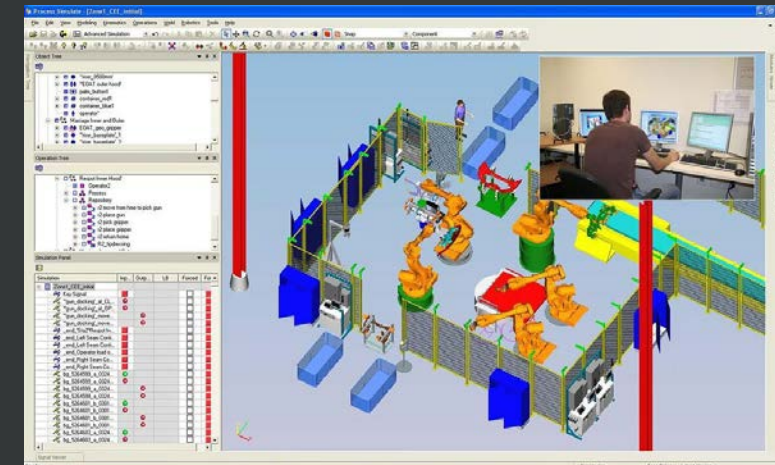
Ψηφιακό Δίδυμο Εικονικής Έναρξης Λειτουργίας

- Η εικονική θέση σε λειτουργία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό και την επίλυση προβλημάτων πριν από την επένδυση και την αποφυγή δαπανηρών προσαρμογών κατά τη διάρκεια ή μετά την εγκατάσταση του εξοπλισμού κατασκευής.
- Η εικονική θέση σε λειτουργία χρησιμοποιεί τεχνολογία προσομοίωσης για το σχεδιασμό, τη δοκιμή, την αξιολόγηση συστημάτων πριν τα συνδέσει με τον πραγματικό εξοπλισμό ή σύστημα
- Η εικονική θέση σε λειτουργία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε από τα τέσσερα επίπεδα σε ένα κατάστημα παραγωγής:
 - επίπεδο μηχανής,
 - επίπεδο κυττάρου παραγωγής,
 - επίπεδο γραμμής παραγωγής,
 - επίπεδο συστήματος παραγωγής



Ψηφιακό Δίδυμο Εικονικής Έναρξης Λειτουργίας

- Ένα ψηφιακό δίδυμο εικονικής θέσης σε λειτουργία είναι μια δυναμική, εικονική αναπαράσταση του αντίστοιχου φυσικού του στοιχείου που χρησιμοποιείται για να υποκαταστήσει το φυσικό του στοιχείο για τον σκοπό της θέσης σε λειτουργία
- Παράδειγμα: Το ψηφιακό δίδυμο εικονικής θέσης σε λειτουργία μιας εργαλειομηχανής CNC δεν έχει εγκατασταθεί και ένα ψηφιακό δίδυμο εικονικής θέσης σε λειτουργία έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί για τη δοκιμή και τη βελτιστοποίηση στρατηγικών ελέγχου, παραμέτρων ελέγχου και προγραμμάτων NC





Τι χρειάζεται για να εφαρμόσουμε το DT

- Για την εφαρμογή του digital twin στη βιομηχανία, θα απαιτηθούν πρότυπα
- Δώστε ακριβείς ορισμούς
- Κοινές ορολογίες
- Πλαίσιο και κατευθυντήριες γραμμές εφαρμογής



DT standards [8]

- **IEC TS** (The International Electrotechnical Commission Technical Specifications) **62832**, Digital Factory Framework. The specification defines a framework to establish and maintain the digital representation of a production system throughout its life cycle.
- **IEEE** (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) **P2806**, System Architecture of Digital Representation for Physical Objects in Factory Environments.
- **IPC** (The Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits) **2551**, International Standard for Digital Twins. The standard is part of the IPC Factory of the Future standards. The IPC digital twin is comprised of the digital twin product, manufacturing process, and lifecycle frameworks.
- **ISO 23247**, Digital Twin Framework for Manufacturing. The standard series defines a framework that provides a generic guideline, a reference architecture, methods, and approaches for case-specific, digital-twin implementations

ISO 23247 Digital Twin Framework for Manufacturing

- Standard under development
<https://www.iso.org/standard/75066.html>
- Provide a generic development framework that can be instantiated for case-specific implementations of digital twins in manufacturing:
 - overview and general principles
 - reference architecture
 - digital representation
 - information exchange

ISO 23247 Reference Architecture part

- Defines reference model from **domain** and **entity** perspectives
 - **Observable manufacturing domain.** This domain is outside of the digital twin framework.
 - **Data collection and device control domain.** This domain links the OMEs to their digital twins for synchronization.
 - **Core domain.** This domain is responsible for overall operation and management of a digital twin. It hosts applications and services such as data analytics, simulation, and optimization to enable provisioning, monitoring, modeling, and synchronization.
 - **User domain.** This domain is responsible for users' interaction with the digital twins. A user can be a human, a device, an application or a system that uses applications and services provided by the digital twins.

ISO 23247 Overview and General Principles part

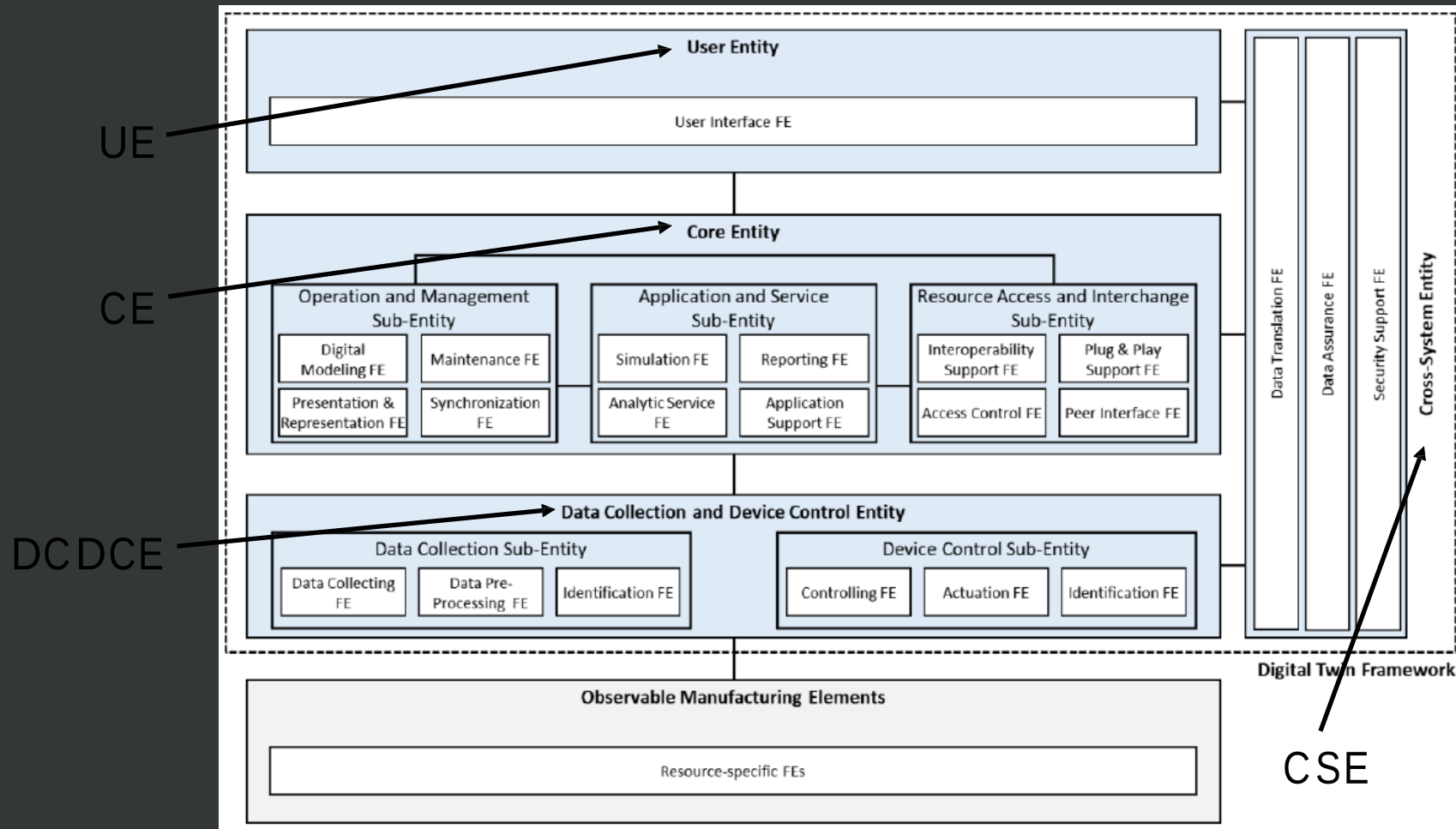
- Defines terminologies used by the standard
- Physical systems are defined as Observable Manufacturing Element OMEs
- OME is an entity that has an **observable physical presence or operation** in manufacturing. It could be personnel, equipment, material, process, facility, environment, product, or supporting document ”
- Synchronization between a digital twin and its OME

ISO 23247 Reference Architecture part

- Defines reference model from **domain** and **entity** perspectives
 - **Observable manufacturing domain.** This domain is outside of the digital twin framework.
 - **Data collection and device control domain.** This domain links the OMEs to their digital twins for synchronization.
 - **Core domain.** This domain is responsible for overall operation and management of a digital twin. It hosts applications and services such as data analytics, simulation, and optimization to enable provisioning, monitoring, modeling, and synchronization.
 - **User domain.** This domain is responsible for users' interaction with the digital twins. A user can be a human, a device, an application or a system that uses applications and services provided by the digital twins.

ISO 23247 Reference Architecture [8]

Κάθε τομέας έχει μια λογική ομάδα εργασιών και συναρτήσεων, οι οποίες εκτελούνται από τις λειτουργικές οντότητες (Fes)



ISO 23247 Digital Representation & information Exchange parts

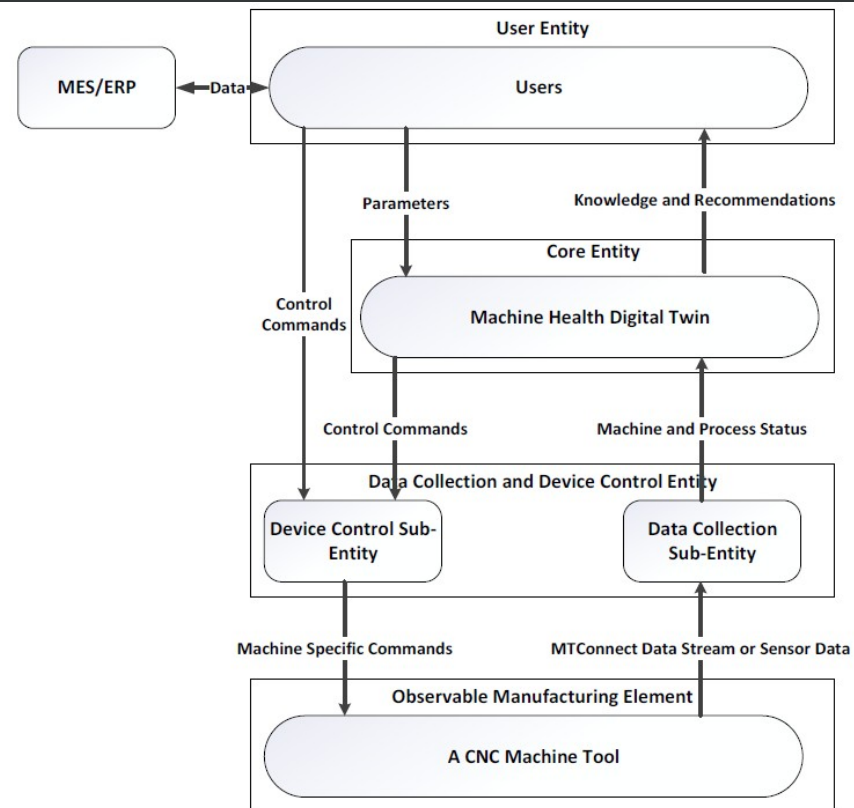
- **Ψηφιακή Αναπαράσταση**
 - Περιγράφει την ψηφιακή αναπαράσταση των OME (Operational Manufacturing Entities – Οντοτήτων Λειτουργικής Παραγωγής).
 - Τα υπάρχοντα πρότυπα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των OME.
 - Κάθε OME θα πρέπει, εάν είναι δυνατόν, να χρησιμοποιεί έναν μοναδικό αναγνωριστικό επιχείρησης.
- **Ανταλλαγή Πληροφοριών**
 - Παρουσιάζει τεχνικές απαιτήσεις για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ οντοτήτων στο πλαίσιο.

Ένα ψηφιακό δίδυμο υγείας μηχανής μπορεί να χρησιμοποιήσει δεδομένα διεργασιών και εξοπλισμού για την παρακολούθηση, την αντιμετώπιση προβλημάτων, τη διάγνωση και την πρόβλεψη βλαβών και αστοχιών στον κατασκευαστικό εξοπλισμό.

Το ψηφιακό δίδυμο υγείας μηχανής μπορεί να περιλαμβάνει τα ακόλουθα λειτουργικότητες:

- Καθορίστε τους στόχους και τους στόχους συντήρησης,
- Συλλέξτε δεδομένα συντήρησης και μέτρησης απόδοσης,
- Ανάλυση συλλεγόμενων δεδομένων κατάστασης εξοπλισμού,
- Δημιουργήστε εντολές ελέγχου ή συστάσεις με δυνατότητα δράσης.

Use case 1 Machine Health Digital Twin

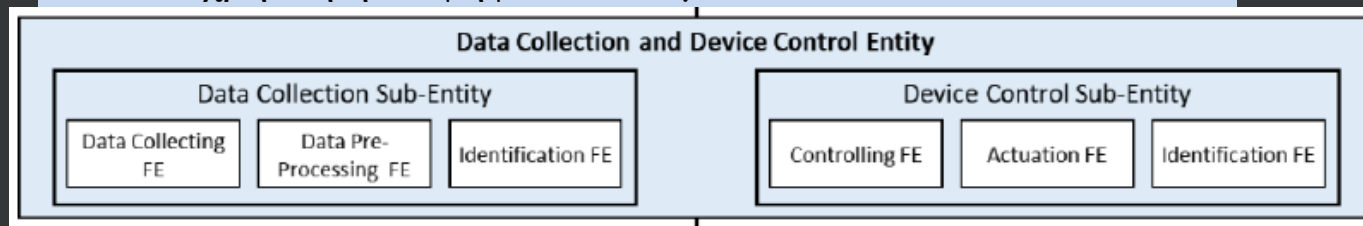


A mapping of the Machine Health Digital Twin to the ISO/DIS 23247 reference architecture.



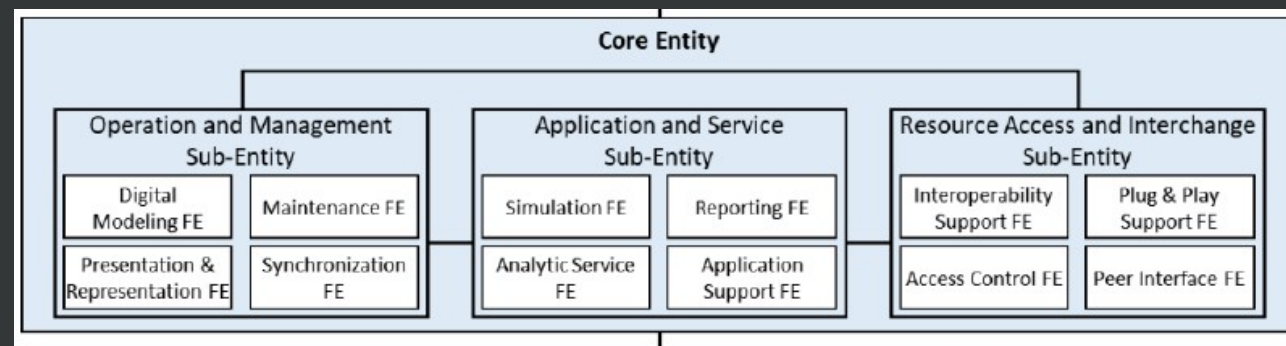
Use case 1 Machine Health Digital Twin

- Μέσω του DCDCE, το Machine Health Digital Twin συλλέγει, αποθηκεύει και αναλύει πληροφορίες μηχανής και KPI όπως: ταχύτητες άξονα, ρυθμούς τροφοδοσίας, κατανάλωση ενέργειας μηχανής, θερμοκρασία, πίεση, όγκο, δονήσεις, επίπεδα θορύβου και υγρασία
- Οι τιμές KPI μπορούν να αντικατοπτρίζουν τυχόν ανωμαλίες για ορισμένες καταστάσεις
 - Τα FE μέσα στο DCDCE περιλαμβάνουν
 - Συλλογή Δεδομένων FE.
 - Προεπεξεργασία δεδομένων FE, καθαρισμός δεδομένων, ενοποίηση
- Έλεγχος FE.
 - Η FE ελέγχει το μηχανήμα μέσω του χρήστη ή το ψηφιακό δίδυμο.
 - Ενεργοποίηση FE. σύμφωνα με τις εντολές από τον χρήστη ή το ψηφιακό δίδυμο



Use case 1 Machine Health Digital Twin

- Στο CE, η ψηφιακή δίδυμη υγεία μηχανής προσομοιώνει τη διαδικασία κατεργασίας και συγκρίνει δυναμικά τους συλλεγόμενους λειτουργικούς KPI της μηχανής με τις επιτρεπόμενες τιμές τους
- Ανάλογα με τη φύση και τη σοβαρότητα του προβλήματος, αντιμετωπίζεται κάθε σημαντική απόκλιση από τα επιτρεπόμενα όρια, είτε στέλνοντας αυτόματα τις εντολές ελέγχου του μηχανήματος με την αποστολή ειδοποιήσεων στον χρήστη με συστάσεις.
- Οι εντολές ελέγχου που αποστέλλονται στο μηχάνημα ελέγχουν έναν διακόπτη on/off, έναν προειδοποιητικό συναγερμό ή ένα σύστημα αυτόματης απενεργοποίησης.
- Το ψηφιακό δίδυμο για την υγεία του μηχανήματος επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιούν δεδομένα όπως η χρήση, η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού και ο χρόνος διακοπής λειτουργίας του μηχανήματος
- Για νέα σφάλματα χωρίς προηγούμενη γνώση σχετικά με τα όρια KPI και πιθανές λύσεις, η γνώμη των ειδικών θα προστεθεί ως νέα γνώση στο ψηφιακό δίδυμο για μελλοντική αναφορά.



Use case 1 Machine Health Digital Twin

Στο CE, τα ισχύοντα FE για το ψηφιακό δίδυμο

Ψηφιακή Αντιπροσωπεία FE. Το FE μοντελοποιεί στατικές πληροφορίες της μηχανής και δυναμικά δεδομένα που συλλέγονται από τις διαδικασίες κατεργασίας για να αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά, την κατάσταση και τις συνθήκες της μηχανής

Προσομοίωση FE. Το FE προσομοιώνει και προβλέπει τη συμπεριφορά του μηχανήματος. Τόσο τα δεδομένα κανονικής λειτουργίας όσο και τα δεδομένα αστοχίας απαιτούνται για τη δημιουργία της προσομοίωσης του μηχανήματος,

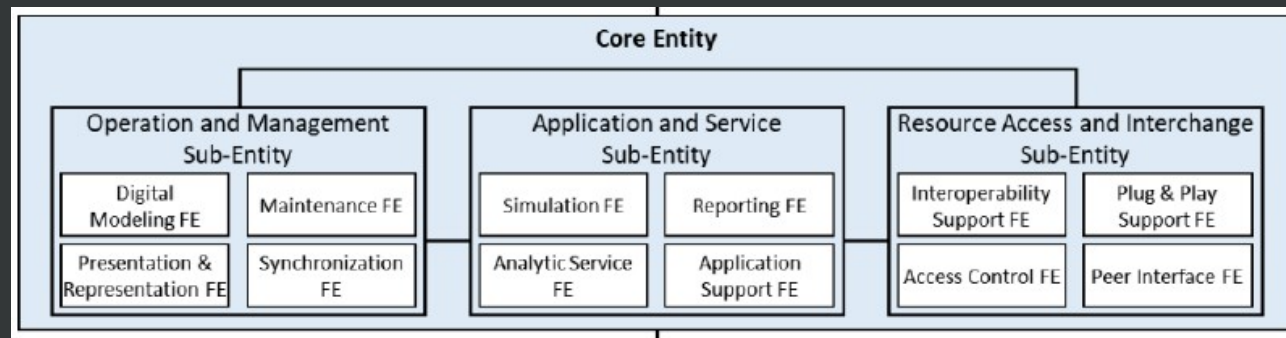
Αναλυτική Υπηρεσία FE. Το FE αναλύει δεδομένα που συλλέγονται από το μηχανήμα, διαδικασία μηχανικής κατεργασίας και τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

Υποστήριξη Εφαρμογών FE. Το FE παρέχει υπηρεσίες για την εφαρμογή μιας εφαρμογής προγνωστικής συντήρησης

Συγχρονισμός FE. Το FE συγχρονίζει τις ψηφιακές διπλές παραμέτρους με την κατάσταση του μηχανήματος.

Παρουσίαση FE. Το FE παρουσιάζει πληροφορίες σε κατάλληλη μορφή κειμένου, πίνακες, γραφήματα, ήχος ή βίντεο για ανθρώπινους χρήστες.

Αναφορά FE. Το FE δημιουργεί αναφορές ψηφιακής δίδυμης ανάλυσης και πρόβλεψης.

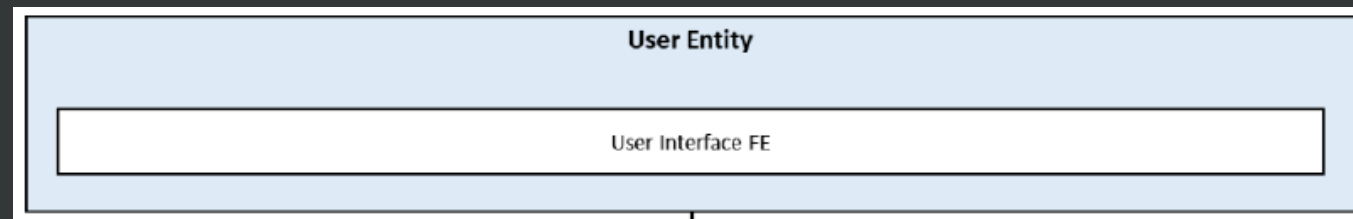


Use case 1 Machine Health Digital Twin

Στην ΕΕ, οι χρήστες μπορεί να είναι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων, προσωπικό συντήρησης ή χειριστές μηχανών που αλληλεπιδρούν με το ψηφιακό δίδυμο, το μηχάνημα ή υπάρχοντα εταιρικά συστήματα, όπως συστήματα διαχείρισης κύκλου ζωής προϊόντος (PLM), συστήματα MES και ERP.

Οι συστάσεις ή οι αποφάσεις που μπορούν να γίνουν πράξη, συμπεριλαμβανομένων των προτεινόμενων παραμέτρων λειτουργίας, παρουσιάζονται στον χρήστη από το ψηφιακό δίδυμο.

Μια αντίστοιχη ενέργεια μπορεί να γίνει την κατάλληλη στιγμή (είτε online είτε εκτός σύνδεσης) από τον υπεύθυνο, ώστε το πρόβλημα να αντιμετωπιστεί έγκαιρα



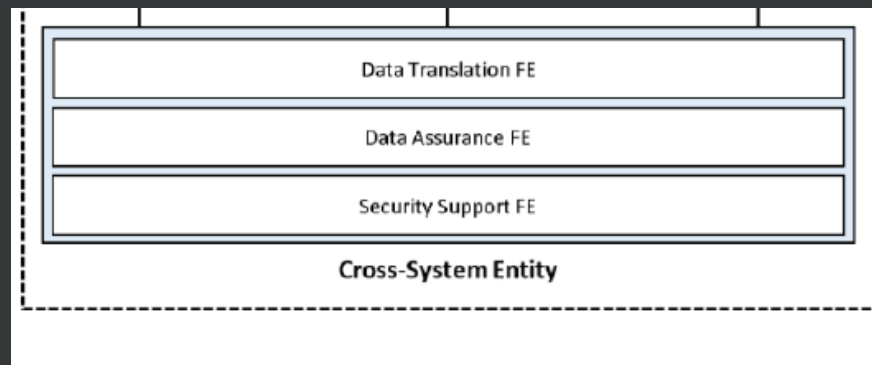
Use case 1 Machine Health Digital Twin

Οντότητα μεταξύ συστημάτων (CSE):

Data Assurance FE. Το FE διασφαλίζει την ακρίβεια και την ακεραιότητα των συλλεγόμενων δεδομένων.

Υποστήριξη Ασφαλείας FE. Το FE διασφαλίζει το ψηφιακό δίδυμο υγείας του μηχανήματος σε έλεγχο ταυτότητας, εξουσιοδότηση, εμπιστευτικότητα και ακεραιότητα.

Μετάφραση Δεδομένων FE. Το FE υποστηρίζει μεταφράσεις των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ οντοτήτων. Οι μεταφράσεις μπορεί να γίνονται μέσω μετατροπής πρωτοκόλλου, προσαρμογής σύνταξης και σημασιολογικής επίγνωσης.





Προκλήσεις στην εφαρμογή των DT

- Δυσκολίες στην πρόσβαση στα δεδομένα
- Από πολλές διαφορετικές πηγές, π.χ. παλαιού τύπου συστήματα
- Σε όλα τα οργανωτικά σιλό
- Διαφορετικά μέρη αλληλεπιδρούν με τα δεδομένα όχι μόνο από την επιχείρηση, αλλά και από τους συνεργάτες και τους πελάτες της
- Μια ολιστική προσέγγιση για την αποθήκευση, διαχείριση και χειρισμό ζωής του προϊόντος
- Πρότυπαδεδομένων είναι απαραίτητη.
- Πολυπλοκότητα πιθανών περιπτώσεων χρήσης
- Μάθετε πού μπορεί ένα ψηφιακό δίδυμο να δημιουργήσει αξία και ποια είναι τα άλλα οφέλη του.
- Κόστος, ασφάλεια, απόρρητο και ενσωμάτωση
- Αξιόπιστα δεδομένα
- Ποιότητα δεδομένων
- Μια πηγή πληροφοριών που είναι μοναδική, έγκυρη και συνεπής σε ολόκληρο τον κύκλο

Τεχνικά Χαρακτηριστικά των Ψηφιακών Διδύμων

- Αρχιτεκτονική: Physical, Data, Digital, Interface Layers
- Κατηγορίες Digital Twins: Product, Process, System Twins
- Υπολογιστικές Απαιτήσεις: Real-time processing, HPC

Εισαγωγή στο Ψηφιακό Δίδυμο Εργοστασίου

- Ορισμός: Ένα Ψηφιακό Δίδυμο (Digital Twin) είναι μια εικονική αναπαράσταση ενός εργοστασίου.
- Στόχος: Βελτίωση παραγωγικότητας, μείωση κόστους, πρόληψη προβλημάτων.
- Παράδειγμα: Εφαρμογή σε εργοστάσιο αυτοκινήτων.



Συλλογή & Επεξεργασία Δεδομένων

- Πηγές: Αισθητήρες IoT, SCADA, PLC, ERP, MES.
- Ανάλυση: Καταγραφή, αποθήκευση, καθαρισμός δεδομένων.
- Παράδειγμα: Παρακολούθηση συναρμολόγησης αυτοκινήτων.

Μοντελοποίηση & Προσομοίωση

- Δημιουργία γεωμετρικών & φυσικών μοντέλων.
- Χρήση CFD, FEA για προσομοίωση διεργασιών.
- Παράδειγμα: Ανάλυση ρομποτικών συστημάτων.

Ενσωμάτωση AI & Machine Learning

- Χρήση AI για πρόβλεψη συντήρησης, αναγνώριση προτύπων.
- Προσαρμογή διεργασιών για μέγιστη απόδοση.
- Παράδειγμα: Πρόβλεψη συντήρησης ρομποτικών συστημάτων.

Ανάλυση Δεδομένων σε Πραγματικό Χρόνο

- Χρήση Edge & Cloud Computing.
- Δυνατότητα επέμβασης & αυτόματης διόρθωσης.
- Παράδειγμα: Ανίχνευση ανωμαλιών στη γραμμή παραγωγής.

Βελτιστοποίηση Παραγωγής

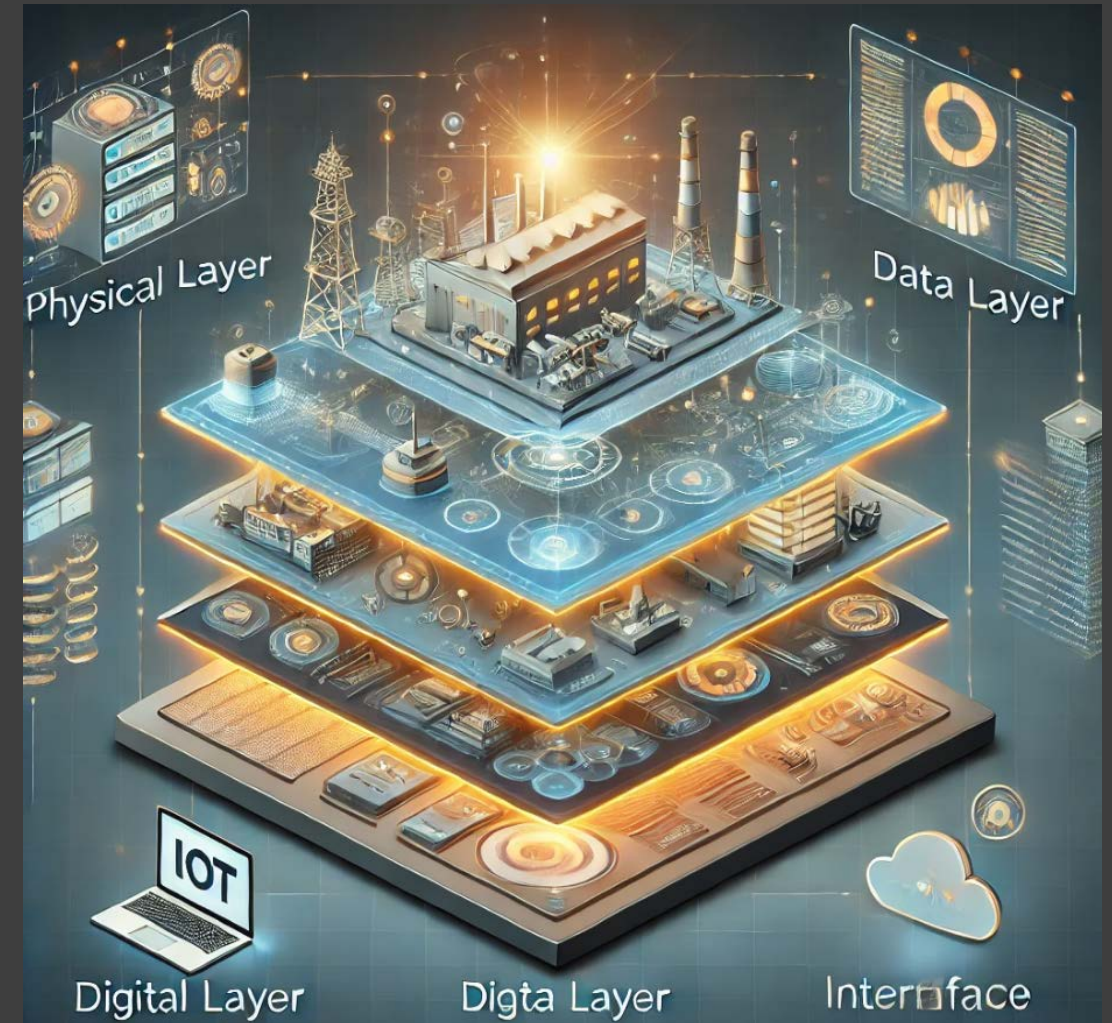
- Βελτίωση απόδοσης, προσαρμογή διεργασιών.
- Αποδοτικότερη διαχείριση ενέργειας και πρώτων υλών.
- Παράδειγμα: Μείωση κατανάλωσης ενέργειας.

Μελλοντικές Επεκτάσεις & Αυτοματισμοί

- Ενσωμάτωση ρομποτικών συστημάτων.
- Έξυπνα εργοστάσια με IoT & AI.
- Παράδειγμα: Πλήρως αυτοματοποιημένο εργοστάσιο αυτοκινήτων.

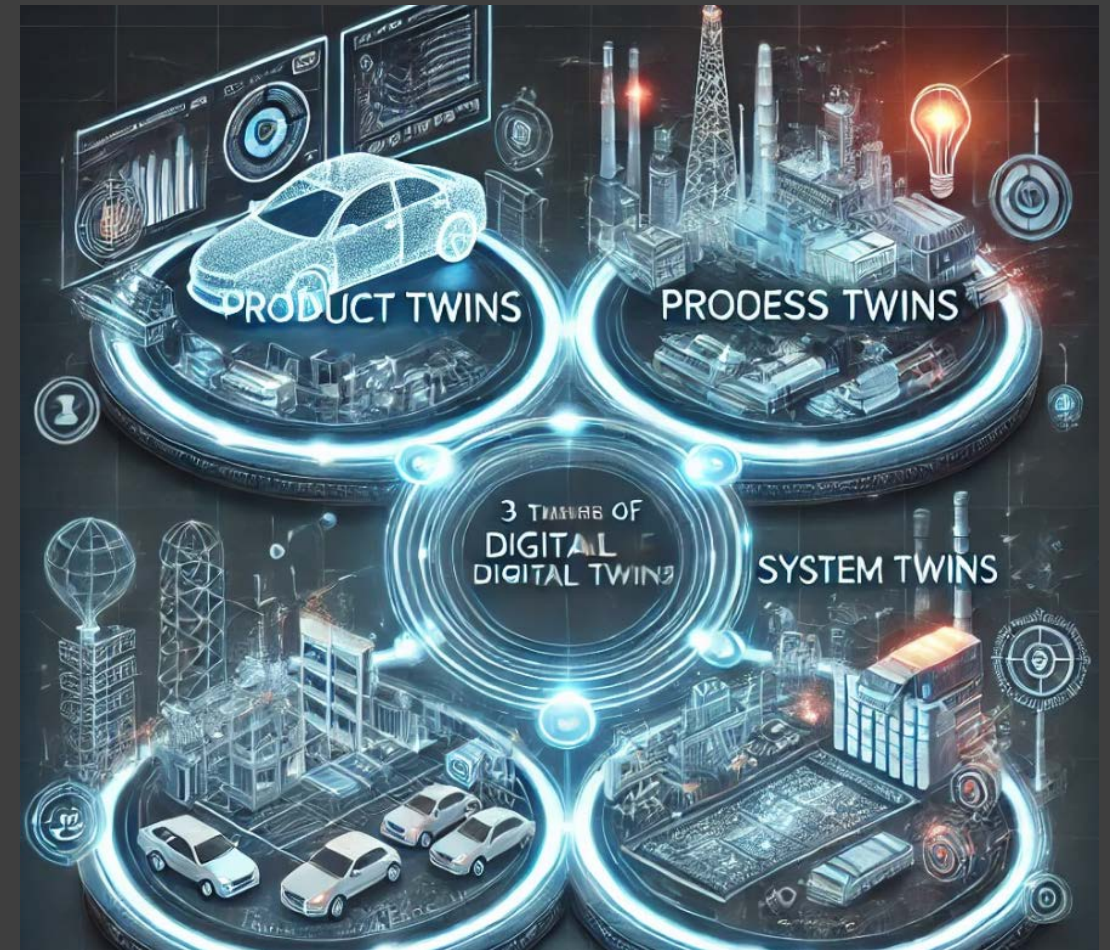
Αρχιτεκτονική των Digital Twins

- - Physical Layer: Πραγματικό σύστημα με αισθητήρες
- - Data Layer: Συλλογή & επεξεργασία δεδομένων
- - Digital Layer: Προσομοίωση με AI & ML
- - Interface Layer: Διεπαφή με χρήστες & άλλα συστήματα



Κατηγορίες Digital Twins

- - Product Twins: Ψηφιακά δίδυμα προϊόντων (π.χ. μηχανήματα, αυτοκίνητα)
- - Process Twins: Προσομοίωση διαδικασιών (π.χ. παραγωγή, logistics)
- - System Twins: Ανάλυση ολοκληρωμένων συστημάτων (π.χ. έξυπνες πόλεις)





Υπολογιστικές Απαιτήσεις

- - Real-time Processing: Ανάλυση δεδομένων αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο
- - High-Performance Computing (HPC): Υψηλή υπολογιστική ισχύς για προσομοιώσεις
- - Cloud & Edge Computing: Κατανεμημένη επεξεργασία για αποδοτική λειτουργία



Τεχνολογίες & Εφαρμογές

- - Τεχνολογίες Προσομοίωσης: FEM, CFD, AI/ML
- - IoT & Δεδομένα: Αισθητήρες, SCADA, MQTT
- - Εφαρμογές: Βιομηχανία, Υγεία, Έξυπνες Πόλεις, Ρομποτική



Τεχνολογίες Προσομοίωσης

- - Finite Element Method (FEM), CFD, Multibody Simulations
- - MATLAB, AnyLogic, Unity, OpenModelica

Μέθοδοι Προσομοίωσης

- - Finite Element Method (FEM): Δομική ανάλυση, αντοχή υλικών, θερμική ανάλυση
- - Computational Fluid Dynamics (CFD): Ανάλυση ροής ρευστών, αεροδυναμική
- - Multibody Simulations: Ρομποτική, μηχανισμοί, αυτοκινητοβιομηχανία

Λογισμικά Προσομοίωσης

- - **MATLAB/Simulink**: Έλεγχος συστημάτων, μηχανική μάθηση, σήματα
- - **AnyLogic**: Εφοδιαστικές αλυσίδες, βιομηχανική προσομοίωση
- - **Unity/Unreal Engine**: 3D απεικόνιση, VR/AR εφαρμογές
- - **OpenModelica**: Ενεργειακά & βιομηχανικά συστήματα

Εφαρμογές των Τεχνολογιών στα Digital Twins

- - FEM: Δομική ανάλυση, αντοχή υλικών
- - CFD: Ροή ρευστών, αεροδυναμική
- - Multibody: Ρομποτικά συστήματα, αυτοκινητοβιομηχανία
- - MATLAB: Ανάλυση δεδομένων, προγνωστική συντήρηση
- - AnyLogic: Προσομοίωση εργοστασίων και βιομηχανίας
- - Unity/Unreal: 3D Digital Twins & VR/AR εφαρμογές

Συμπεράσματα

- - Οι τεχνολογίες προσομοίωσης είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη Digital Twins
- - Επιτρέπουν ανάλυση φυσικών φαινομένων και προγνωστική συντήρηση
- - Η σύνδεση με IoT και Big Data βελτιώνει την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα

Συλλογή Δεδομένων από Φυσικά Συστήματα

- - Αισθητήρες: Θερμοκρασία, Κάμερες, LIDAR
- - SCADA, OPC UA, MQTT, REST APIs
- - Επεξεργασία σε Edge & Cloud

Αισθητήρες & Συστήματα Απόκτησης Δεδομένων

- - Θερμοκρασία & Υγρασία: Βιομηχανία, έξυπνα κτίρια, αγροτική παραγωγή
- - Κάμερες & LIDAR: Ρομποτική, αυτόνομα οχήματα, χαρτογράφηση
- - Δόνηση & Πίεση: Βιομηχανικός εξοπλισμός, μηχανικές καταπονήσεις
- - Βιομετρικοί Αισθητήρες: Παρακολούθηση υγείας, wearable τεχνολογίες

Πρωτόκολλα & Τεχνολογίες Διασύνδεσης

- - SCADA: Έλεγχος & παρακολούθηση βιομηχανικών διαδικασιών
- - OPC UA: Ασφαλής επικοινωνία μεταξύ βιομηχανικών μηχανών
- - MQTT: Real-time data streaming για IoT
- - REST APIs & WebSockets: Διασύνδεση IoT με web εφαρμογές

Επεξεργασία Δεδομένων σε Edge & Cloud

- - Edge Computing: Χαμηλή καθυστέρηση, real-time ανάλυση
- - Cloud Computing: Big Data & Machine Learning
επεξεργασία
- - Hybrid Edge-Cloud: Συνδυασμός real-time & αποθήκευσης

Παραδείγματα Χρήσης στα Digital Twins

- - *Βιομηχανία 4.0*: SCADA, IoT αισθητήρες, Edge & Cloud
- - *Έξυπνες Πόλεις*: Κάμερες, LIDAR, MQTT
- - *Υγεία & Wearables*: Βιομετρικοί αισθητήρες, AI στο Cloud
- - *Αυτόνομα Οχήματα*: LIDAR, GPS, Hybrid Edge-Cloud

Συμπεράσματα

- - Η συλλογή δεδομένων είναι κρίσιμη για την ακρίβεια των Digital Twins
- - Οι τεχνολογίες IoT, SCADA, MQTT και Edge AI επιτρέπουν real-time ανάλυση
- - Η προγνωστική συντήρηση και η έξυπνη διαχείριση δεδομένων αυξάνουν την αποδοτικότητα

Συστήματα IoT & Επεξεργασία Δεδομένων

- Azure Digital Twins & AWS IoT TwinMaker → Ψηφιακές απεικονίσεις συνδεδεμένων συσκευών και cloud-based IoT πλατφορμών.
- Real-time streaming με Kafka & Flink → Ροές δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οπτικοποιημένες με διαγράμματα και ψηφιακές ροές.
- Hybrid Cloud & Edge Computing → Δικτυωμένες υποδομές cloud και edge computing συσκευές, με δεδομένα που μετακινούνται μεταξύ αυτών.

Πλατφόρμες Ψηφιακών Διδύμων & IoT

- - Azure Digital Twins: Real-time προσομοίωση και AI μοντέλα
- - AWS IoT TwinMaker: Διαχείριση IoT & 3D visualization
- - IBM Maximo & Siemens MindSphere: Βιομηχανική ανάλυση & Predictive Maintenance

Real-time Streaming & Big Data Processing

- - Apache Kafka: Streaming δεδομένων IoT
- - Apache Flink: Real-time data analytics
- - Google Cloud IoT & BigQuery: Machine Learning σε πραγματικό χρόνο

Hybrid Cloud & Edge Computing

- - **Edge Computing:** Real-time επεξεργασία κοντά στους αισθητήρες
- - **Cloud Computing:** Big Data επεξεργασία και αποθήκευση
- - **Hybrid Approach:** Συνδυασμός για υψηλή απόδοση

Παραδείγματα Χρήσης στα Digital Twins

- - Βιομηχανία 4.0: Azure Digital Twins, Kafka, Edge AI
- - Έξυπνες Πόλεις: AWS IoT TwinMaker, BigQuery
- - Αυτόνομα Οχήματα: Edge Computing, Flink, AI
- - Ενέργεια & Δίκτυα: Siemens MindSphere, Predictive Analytics

Ασφάλεια & Ιδιωτικότητα Δεδομένων

- - Κυβερνοεπιθέσεις: Sensor Spoofing, Unauthorized Access
- - Role-Based Access Control (RBAC), Blockchain
- - GDPR & Προστασία Δεδομένων

Διαχείριση Μεγάλων Δεδομένων & AI

- - Data Pipelines: ETL, Data Lakes, Warehouses
- - AI για Predictive Maintenance & Anomaly Detection
- - Real-time analytics με Kafka & Flink

Data Pipelines: ETL, Data Lakes, Warehouses

- - ETL (Extract, Transform, Load): Συλλογή & προετοιμασία δεδομένων
- - Data Lakes: Αποθήκευση μεγάλων & μη δομημένων δεδομένων
- - Data Warehouses: Δομημένη αποθήκευση για BI & Reporting

ΑΙ για Predictive Maintenance & Anomaly Detection

- - Predictive Maintenance: Προβλέπει βλάβες και μειώνει κόστη
- - Anomaly Detection: Εντοπίζει ασυνήθιστες συμπεριφορές στα δεδομένα
- - Τεχνολογίες: Machine Learning, Deep Learning, Autoencoders

Real-time Analytics με Kafka & Flink

- - **Apache Kafka:** Μεταφορά real-time δεδομένων από IoT αισθητήρες
- - **Apache Flink:** Ανάλυση μεγάλων δεδομένων με χαμηλή καθυστέρηση
- - **Εφαρμογές:** Βιομηχανία, έξυπνες πόλεις, δίκτυα ενέργειας

Παραδείγματα Χρήσης στα Digital Twins

- - Βιομηχανία 4.0: Predictive Maintenance, Kafka, Data Lakes
- - Έξυπνες Πόλεις: Anomaly Detection, Flink
- - Υγειονομικός Τομέας: Real-time AI ανάλυση δεδομένων
- - Αυτόνομα Οχήματα: Real-time επεξεργασία αισθητήρων

Βιομηχανία 4.0

- ◆ Predictive Maintenance, Kafka, Data Lakes
- - Predictive Maintenance: Πρόβλεψη βλαβών με ανάλυση δεδομένων.
- - Kafka: Real-time streaming δεδομένων από αισθητήρες.
- - Data Lakes: Αποθήκευση και ανάλυση μεγάλων δεδομένων από μηχανήματα.

Έξυπνες Πόλεις

- ◆ Anomaly Detection, Flink
 - - Anomaly Detection: Ανίχνευση ασυνήθιστων γεγονότων (π.χ. ρύπανση, κυκλοφορία).
 - - Apache Flink: Επεξεργασία μεγάλων δεδομένων πόλεων σε πραγματικό χρόνο.
 - - Βελτιστοποίηση φωτισμού, μεταφορών και δημόσιων υποδομών.

Υγειονομικός Τομέας

- ◆ Real-time AI ανάλυση δεδομένων
- - Monitoring Ασθενών: Real-time ανάλυση ζωτικών σημείων με IoT συσκευές.
- - Virtual Healthcare: Ψηφιακά δίδυμα ασθενών για δοκιμές θεραπειών.
- - AI Διαγνώσεις: Αυτόματη ανάλυση ιατρικών δεδομένων και εικόνων.

Αυτόνομα Οχήματα

- ◆ Real-time επεξεργασία αισθητήρων
- - LIDAR & Κάμερες: Ανάλυση περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο.
- - Machine Learning Models: Προσομοίωση κινήσεων πριν από εφαρμογή σε οχήματα.
- - Safety Testing: Δοκιμές επικίνδυνων σεναρίων χωρίς πραγματικό κίνδυνο.

Συμπεράσματα

- - AI & Big Data βελτιστοποιούν τα Digital Twins
- - Predictive Maintenance μειώνει κόστη & αυξάνει αξιοπιστία
- - Real-time analytics επιτρέπουν άμεσες αποφάσεις

Μελέτη Περίπτωσης: Siemens Digital Twins

- - Χρήση των Digital Twins στη βιομηχανία
- - Predictive Maintenance, Optimized Production
- - Σύνδεση με αισθητήρες & real-time δεδομένα

Χρήση των Digital Twins στη Βιομηχανία

- - Βιομηχανία 4.0: Αυτοματοποιημένη παραγωγή & έλεγχος ποιότητας
- - Ενεργειακά Συστήματα: Βελτιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας
- - Αυτοκινητοβιομηχανία: Ανάλυση σχεδίασης & δοκιμές αντοχής υλικών

Predictive Maintenance & Optimized Production

- - Predictive Maintenance: Χρήση AI για πρόβλεψη βλαβών και συντήρηση
- - Βελτιστοποίηση Παραγωγής: Ανάλυση & προσομοίωση εργοστασιακών διαδικασιών
- - Πλατφόρμες Siemens: MindSphere, NX, Tecnomatix

Σύνδεση με Αισθητήρες & Real-time Δεδομένα

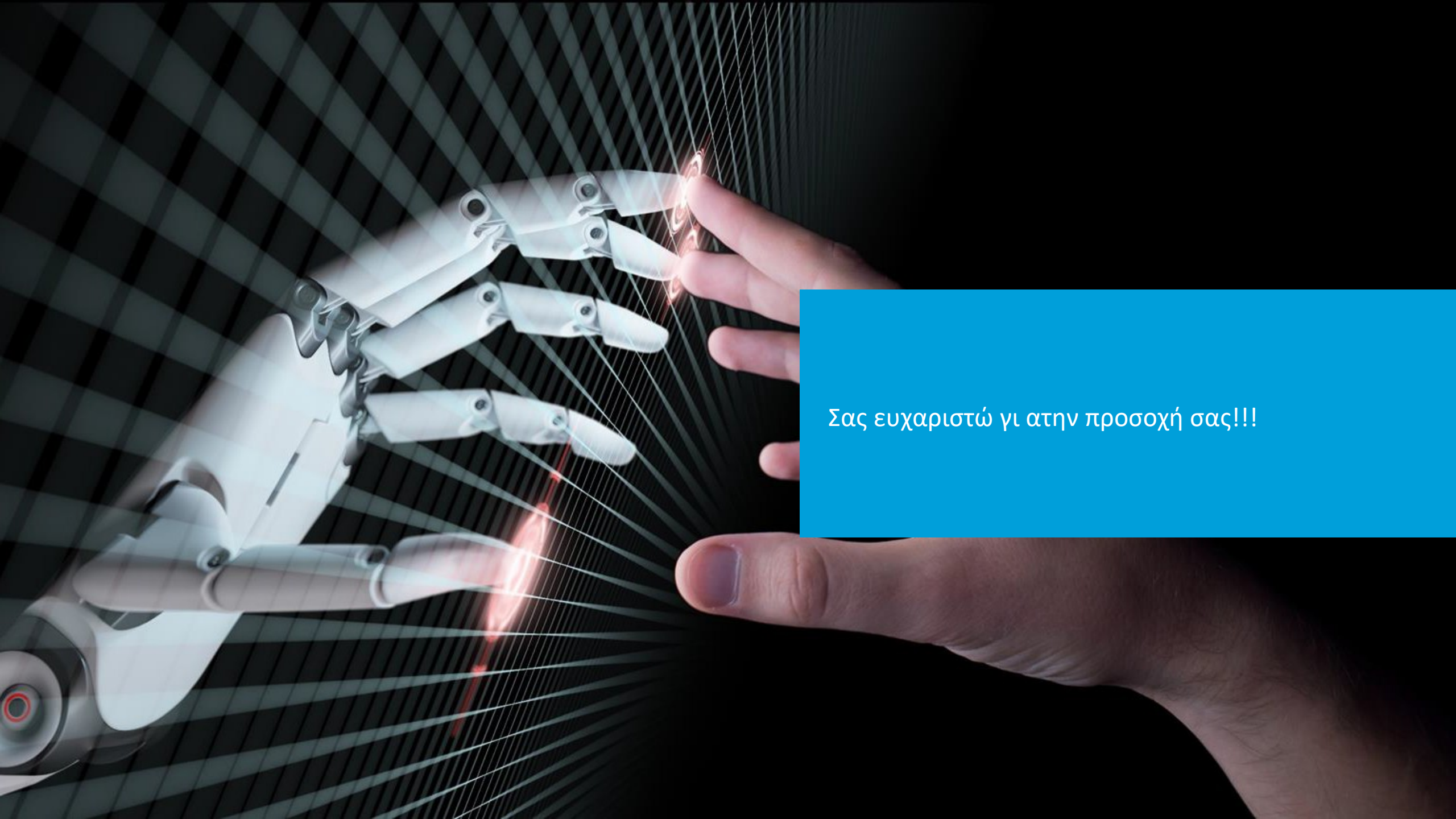
- - Siemens MindSphere: IoT πλατφόρμα για real-time δεδομένα
- - SCADA & OPC UA: Επικοινωνία μεταξύ αισθητήρων και Digital Twins
- - Βιομηχανικοί αισθητήρες: Θερμοκρασία, LIDAR, ενέργεια

Παραδείγματα Χρήσης των Siemens Digital Twins

- - Αυτοκινητοβιομηχανία: 20% μείωση κόστους παραγωγής
- - Ενεργειακά Δίκτυα: 30% βελτίωση ενεργειακής απόδοσης
- - Αεροναυπηγική: 40% μείωση δοκιμών προϊόντων

Συμπεράσματα

- - Η Siemens αξιοποιεί τα Digital Twins για βιομηχανική καινοτομία
- - Predictive Maintenance & real-time analytics βελτιστοποιούν τη συντήρηση
- - IoT αισθητήρες επιτρέπουν τη συνεχή βελτίωση των παραγωγικών διαδικασιών



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!!!

