

Όρος	Επεξήγηση
Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)	Τεχνολογία που επιτρέπει την ενσωμάτωση ψηφιακών πληροφοριών, όπως 3D μοντέλα ή δεδομένα, στον πραγματικό κόσμο μέσω συσκευών, όπως smartphones ή tablets.
CAD (Computer-Aided Design)	Λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ακριβών τεχνικών σχεδίων και 3D μοντέλων, το οποίο επιτρέπει στους μηχανικούς να σχεδιάζουν και να αναπτύσσουν προϊόντα με ακρίβεια.
Blender	Ανοιχτού κώδικα λογισμικό για δημιουργία 3D γραφικών, όπως μοντέλα, animations, και rendering, το οποίο χρησιμοποιείται εδώ για την προετοιμασία των μοντέλων που θα προβληθούν μέσω AR.
Unity	Μηχανή γραφικών (game engine) που χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη παιχνιδιών, αλλά και εφαρμογών AR/VR, προσφέροντας δυνατότητες ανάπτυξης διαδραστικών περιβαλλόντων.
FBX (Filmbox)	Μορφή αρχείου 3D που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση τρισδιάστατων μοντέλων, το οποίο είναι συμβατό με πολλές εφαρμογές AR και CAD, και ιδανικό για την προβολή μοντέλων σε περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας.
Exploded View	Απεικόνιση ενός αντικειμένου όπου τα εξαρτήματά του εμφανίζονται "εκρηκτικά" διαχωρισμένα, επιτρέποντας στους χρήστες να δουν πώς συνδέονται και συναρμολογούνται τα μέρη του.
KPIs (Key Performance Indicators)	Δείκτες απόδοσης που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας ενός συστήματος ή διαδικασίας, όπως ο χρόνος σχεδιασμού, τα λάθη, οι αναθεωρήσεις και η ικανοποίηση των χρηστών.
Image Target	Τεχνολογία που χρησιμοποιεί συγκεκριμένες εικόνες ή επιφάνειες στον πραγματικό κόσμο ως σημεία αναφοράς για την εμφάνιση 3D μοντέλων ή άλλου ψηφιακού περιεχομένου σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας.
Markerless AR	Επαυξημένη πραγματικότητα που χρησιμοποιεί τεχνολογίες όπως η αναγνώριση χώρου για την προβολή μοντέλων σε πραγματικά περιβάλλοντα.
Vuforia SDK	Ένα λογισμικό ανάπτυξης επαυξημένης πραγματικότητας (Software Development Kit) που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν εφαρμογές AR που βασίζονται σε Image Targets και άλλες μορφές οπτικής αναγνώρισης.
Local Server	Υπολογιστής ή δικτυακός εξυπηρετητής που λειτουργεί τοπικά και χρησιμοποιείται για την αποθήκευση δεδομένων και την επικοινωνία μεταξύ συσκευών, όπως στη συγκεκριμένη εφαρμογή AR που αναπτύχθηκε σε αυτή την εργασία.
Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)	Τεχνολογία που επιτρέπει σε υπολογιστικά συστήματα να αναλύουν δεδομένα και να λαμβάνουν αποφάσεις ή να παρέχουν προτάσεις, όπως η πρόβλεψη σφαλμάτων στον σχεδιασμό.

Η σημασία του σχεδιασμού προϊόντων στην παραγωγική διαδικασία και η μετάβαση στα Συστήματα Προϊόντων-Υπηρεσιών (PSS)

Ο σχεδιασμός προϊόντων αποτελεί θεμελιώδες μέρος κάθε παραγωγικής διαδικασίας. Η παραγωγική βιομηχανία έχει μεταβεί από τα παραδοσιακά μοντέλα που επικεντρώνονται αποκλειστικά στα προϊόντα, σε πιο ολοκληρωμένες στρατηγικές, όπως τα Συστήματα Προϊόντων-Υπηρεσιών (PSS). Αυτή η μετάβαση προκύπτει από την κατανόηση ότι η απλή παροχή προϊόντων ή υπηρεσιών δεν επαρκεί πλέον. Αντίθετα, οι εταιρείες πρέπει να προσφέρουν μια ολόκληρη εμπειρία που καλύπτει τον κύκλο ζωής του προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων των φάσεων που σχετίζονται με την παράδοση των υπηρεσιών και τη χρήση του προϊόντος. Οι σύγχρονες τεχνολογίες που έφερε η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0) έχουν επιτρέψει την αναθεώρηση των επιχειρηματικών στρατηγικών, με την ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως η ανάλυση δεδομένων, η τεχνητή νοημοσύνη και το Internet of Things (IoT) στον σχεδιασμό προϊόντων.

Στην εποχή των PSS, η προληπτική διαχείριση των δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος καθίσταται κρίσιμη. Οι κατασκευαστές πρέπει να χρησιμοποιούν δεδομένα για να βελτιώνουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, να ενισχύουν την απόδοση των προϊόντων και να προσφέρουν ποιοτικές υπηρεσίες.

Η ανάδυση της συνεργατικής σχεδίασης προϊόντων και ο ρόλος της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR)

Μια νέα έννοια που έχει αναδειχθεί την τελευταία δεκαετία είναι αυτή της συνεργατικής σχεδίασης προϊόντων. Πρόκειται για μια διαδικασία όπου οι μηχανικοί συνεργάζονται για να σχεδιάσουν ένα προϊόν, με κύριο στόχο τη μείωση του χρόνου και του κόστους. Μέσω της συνεργασίας, οι μηχανικοί μπορούν επίσης να βελτιώσουν την ποιότητα του προϊόντος, επικοινωνώντας καλύτερα μεταξύ τους.

Αυτή η προσέγγιση μπορεί να υλοποιηθεί μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), μια τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιούν εικονικά αντικείμενα και μοντέλα σε ένα πραγματικό περιβάλλον 3D. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας επιταχύνει τη διαδικασία σχεδιασμού, καθώς τα εικονικά μοντέλα μπορούν να αντικαταστήσουν τα πραγματικά πρωτότυπα. Οι μηχανικοί αποκτούν καλύτερη αντίληψη του σχεδιαστικού σταδίου, καθώς είναι σε θέση να οπτικοποιούν και να τροποποιούν τα εικονικά μοντέλα σε πραγματικό χρόνο χωρίς τον περιορισμό να έχουν το πραγματικό μοντέλο μπροστά τους.

Οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας στον βιομηχανικό σχεδιασμό και την εκπαίδευση προσωπικού

Η επαυξημένη πραγματικότητα παρέχει στους μηχανικούς μια ακριβέστερη και πιο ρεαλιστική αναπαράσταση του προϊόντος, βοηθώντας τους να λάβουν καλύτερες σχεδιαστικές αποφάσεις. Παράλληλα, οι μηχανικοί μπορούν να εργάζονται απομακρυσμένα στον σχεδιασμό ενός προϊόντος, χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία τους στον ίδιο χώρο εργασίας. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην εκπαίδευση των εργαζομένων, επιτρέποντάς τους να εκπαιδευτούν σε βασικές λειτουργίες ή στην εκτέλεση εργασιών συντήρησης, με την καθοδήγηση ενός απομακρυσμένου μηχανικού.

Η αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος είναι ιδιαίτερα σημαντική σε τομείς όπως ο σχεδιασμός, η συναρμολόγηση, ο έλεγχος, η συντήρηση και η εκπαίδευση. Παρόλο που η έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας δεν είναι καινούργια, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικά βήματα για την ανάπτυξη συστημάτων CAD που χρησιμοποιούν την AR. Παρόλο που υπάρχουν ήδη συστήματα που επιτρέπουν στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με προϊόντα σε περιβάλλον AR, οι περισσότερες αλλαγές στον σχεδιασμό εξακολουθούν να γίνονται στα παραδοσιακά προγράμματα CAD, όπως το Solidworks ή το Catia.

Βιομηχανία 4.0 και ο ρόλος των Κυβερνοφυσικών Συστημάτων (CPPS)

Η 4^η Βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0), αποτελεί μια ψηφιακή επανάσταση που επιτρέπει τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων μέσω αισθητήρων και άλλων συστημάτων. Η ψηφιοποίηση της παραδοσιακής παραγωγής επιτρέπει στις εταιρείες να δημιουργήσουν ένα ψηφιακό δίκτυο εφοδιασμού και να επιτύχουν ταχύτερο σχεδιασμό και ευφυή σχεδιασμό και κατασκευή.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης είναι η χρήση των Κυβερνοφυσικών Συστημάτων (CPPS). Αυτά είναι αυτοδύναμα συστήματα που συνδέουν όλα τα επίπεδα παραγωγής, από τις μηχανές έως τους χειριστές, και αποτελούν μια βάση για τη συνεργασία μεταξύ φυσικών και ψηφιακών πόρων. Τα συστήματα CPPS, σε συνδυασμό με την επαυξημένη πραγματικότητα, ενισχύουν τη δυνατότητα για ταχύτερη σχεδίαση, συναρμολόγηση και συντήρηση προϊόντων, καθώς και για πιο αποδοτική εκπαίδευση του προσωπικού.

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και τα εργαλεία της

Η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality- AR) ορίζεται ως μια πραγματική ή έμμεση απεικόνιση ενός φυσικού περιβάλλοντος, που έχει εμπλουτιστεί με εικονικές πληροφορίες. Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα (VR), η AR δεν αντικαθιστά τον πραγματικό κόσμο, αλλά επιτρέπει την προσθήκη εικονικών στοιχείων στον φυσικό χώρο. Η AR συνήθως συγκαταλέγεται στα συστήματα Μικτής Πραγματικότητας (MR), όπου πραγματικά και εικονικά στοιχεία συνδυάζονται.

Οι κύριες εφαρμογές της AR στον βιομηχανικό τομέα περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό προϊόντων, την παραγωγή, τη συναρμολόγηση, τη συντήρηση/επιθεώρηση και την εκπαίδευση. Ο όρος "Βιομηχανική Επαυξημένη Πραγματικότητα" (Industrial Augmented Reality - IAR) χρησιμοποιείται για να περιγράψει την εφαρμογή της AR για την υποστήριξη βιομηχανικών διαδικασιών.

Τα εργαλεία και οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της AR περιλαμβάνουν:

- Οθόνες: Όπως οι οθόνες που φοριούνται στο κεφάλι (Head-Mounted Displays - HMDs), οι οποίες επιτρέπουν την οπτικοποίηση εικονικών και πραγματικών εικόνων ταυτόχρονα.
- Συσκευές εισόδου: Όπως γάντια, ασύρματα βραχιολάκια ή ακόμα και το κινητό τηλέφωνο ως δείκτη.
- Συστήματα παρακολούθησης: Χρησιμοποιούν κάμερες, GPS, επιταχυνσιόμετρα και άλλους αισθητήρες.
- Υπολογιστές: Χρειάζονται ισχυρούς επεξεργαστές και μεγάλη μνήμη RAM για την επεξεργασία των εικόνων.

Ένα παράδειγμα εφαρμογής της AR είναι το λογισμικό **Vuforia**, το οποίο υποστηρίζει την αναγνώριση οπτικών αντικειμένων, κειμένων και περιβαλλόντων. Επιτρέπει επίσης την ενσωμάτωση εικονικού περιεχομένου σε πραγματικά περιβάλλοντα μέσω του **Unity**, κάνοντας τη δημιουργία γραφικών και εφαρμογών πιο αποδοτική.

Ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας και λογισμικά

Για την ανάπτυξη εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), απαιτούνται διάφορα λογισμικά και τεχνολογίες που επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση και υλοποίηση τρισδιάστατων μοντέλων και εικονικών αντικειμένων. Αρχικά, τα 3D μοντέλα που χρησιμοποιούνται στις σκηνές AR δημιουργούνται μέσω δημοφιλών λογισμικών 3D CAD όπως το SolidWorks, CATIA, AutoCAD, και Autodesk Fusion 360. Τα αρχεία που παράγονται από αυτά τα προγράμματα συνήθως είναι σε μορφές STL και πρέπει να μετατραπούν σε υποστηριζόμενες μορφές από την εφαρμογή AR, όπως COLLADA (.dae), .obj, .3ds, ή .dxf. Για αυτήν τη μετατροπή χρησιμοποιούνται

προγράμματα όπως το Blender, το MeshLab, το Autodesk Meshmixer και το Open 3D Model Viewer.

Το Unity3D είναι μία από τις κύριες πλατφόρμες που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη εφαρμογών Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας. Το Unity είναι μια ισχυρή μηχανή παιχνιδιών που προσφέρει δυνατότητες για ανάπτυξη εφαρμογών τόσο σε 2D όσο και σε 3D περιβάλλοντα. Επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν πολυδιάστατες σκηνές AR με τη χρήση ειδικών κιτ ανάπτυξης λογισμικού (SDK).

Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα SDK για την ανάπτυξη εφαρμογών AR περιλαμβάνουν:

- ARKit: Ένα SDK της Apple για ανάπτυξη εφαρμογών AR σε συσκευές iOS. Χρησιμοποιεί την κάμερα και τους αισθητήρες των συσκευών για να αναγνωρίζει και να παρακολουθεί επιφάνειες, εικόνες, και τρισδιάστατα αντικείμενα, προσφέροντας πλούσιες εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας. Είναι συμβατό με εκδόσεις iOS 11 ή 12 και χρησιμοποιείται κυρίως σε iPhones και iPads.
- ARCore: Το SDK της Google για ανάπτυξη AR εφαρμογών σε συσκευές Android και iOS. Το ARCore εστιάζει στη βελτίωση της τοποθέτησης εικονικών αντικειμένων σε φυσικά περιβάλλοντα και στην παρακολούθηση της θέσης του χρήστη σε πραγματικό χρόνο.
- Vuforia: Ένα από τα πιο δημοφιλή SDK για εφαρμογές AR. Υποστηρίζει αναγνώριση οπτικών αντικειμένων, κειμένου και περιβαλλόντων και ενσωματώνεται εύκολα στο Unity. Προσφέρει λειτουργίες όπως η αναγνώριση αντικειμένων και η τοποθέτηση επαυξημένου περιεχομένου σε φυσικές επιφάνειες μέσω της λειτουργίας Ground Plane.
- Wikitude: Παρέχει υποστήριξη για Android, iOS και Windows. Προσφέρει δυνατότητες ανίχνευσης μεγάλων αντικειμένων, παρακολούθησης αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο, και γρήγορη ανίχνευση του εικονικού μοντέλου μέσω της λειτουργίας Instant Targets.
- Maxst: Ένα SDK που περιλαμβάνει χαρακτηριστικά όπως παρακολούθηση εικόνας, QR/Barcode ανίχνευση, αναγνώριση cloud, και διαχείριση βάσεων δεδομένων εικόνων.
- DeepAR: Βασισμένο σε τεχνικές μηχανικής μάθησης, το DeepAR SDK ανιχνεύει σημεία προσώπου σε πραγματικό χρόνο, αναγνωρίζοντας περίπου 70 σημεία του προσώπου σε 60 καρέ ανά δευτερόλεπτο, καθιστώντας το ιδιαίτερα αποδοτικό για εφαρμογές AR με υψηλή ακρίβεια.
- EasyAR: Μια εναλλακτική του Vuforia που προσφέρει δυνατότητες όπως αναγνώριση τρισδιάστατων αντικειμένων και περιβαλλοντική αντίληψη, διευκολύνοντας τη δημιουργία AR εφαρμογών.

- ARToolKit: Ένα SDK ανοιχτού κώδικα για την παρακολούθηση αντικειμένων σε εφαρμογές AR. Παρέχει δυνατότητες όπως παρακολούθηση με τη χρήση μίας ή δύο κάμερων, αναγνώριση επίπεδων εικόνων και υποστήριξη για συστήματα προβολής κεφαλής (Head-Mounted Displays).
- Xzimg: Υποστηρίζει πλατφόρμες Android, iOS και Windows και προσφέρει δυνατότητες όπως αναγνώριση προσώπου και οπτικοποίηση για εφαρμογές AR.

Η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού και του SDK εξαρτάται από τις απαιτήσεις της εφαρμογής και το είδος των συσκευών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, ενώ η συνεχής εξέλιξη των τεχνολογιών AR προσφέρει διαρκώς νέες δυνατότητες στους προγραμματιστές.

Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας

Η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) που επιτρέπει την προβολή και μερική επεξεργασία σχεδίων CAD σε πραγματικό χρόνο, με δυνατότητα συνεργασίας πολλαπλών χρηστών, μέσω σύνδεσης σε τοπικό διακομιστή cloud. Το πλαίσιο αυτό αναπτύσσεται με την ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως το Unity3D για τη δημιουργία του γραφικού περιβάλλοντος χρήστη (GUI) και το Vuuforia SDK για τη διαχείριση των AR λειτουργιών, ενώ τα τρισδιάστατα μοντέλα CAD υποβάλλονται σε επεξεργασία και προσαρμογή μέσω του Blender.

Βασικά Στοιχεία Ανάπτυξης της Εφαρμογής

Το Unity3D επιλέχθηκε ως η βασική πλατφόρμα ανάπτυξης, καθώς προσφέρει ένα ευέλικτο και ισχυρό περιβάλλον για τη δημιουργία τρισδιάστατων σκηνών και την ανάπτυξη γραφικών περιβαλλόντων χρήστη. Το Vuuforia SDK, ένα από τα πιο δημοφιλή εργαλεία για εφαρμογές AR, ενσωματώνεται στην Unity ως πρόσθετο, επιτρέποντας τη χρήση τεχνολογιών αναγνώρισης εικόνας και την αλληλεπίδραση των χρηστών με αντικείμενα σε επαυξημένη πραγματικότητα.

Για τη διαχείριση των 3D CAD αρχείων, τα οποία προέρχονται από διάφορα σχεδιαστικά προγράμματα, χρησιμοποιούνται αρχεία σε μορφή STL και STEP. Αυτές οι μορφές είναι ευρέως αναγνωρισμένες για τη μεταφορά τρισδιάστατων γεωμετρικών δεδομένων. Ωστόσο, για την ενσωμάτωσή τους στην εφαρμογή, τα αρχεία αυτά πρέπει να μετατραπούν σε μια κατάλληλη μορφή για το Unity, και αυτό επιτυγχάνεται μέσω του Blender. Το Blender, όντας ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα για την επεξεργασία και δημιουργία 3D γραφικών, επιτρέπει την μετατροπή των

CAD μοντέλων σε μορφές συμβατές με το Unity, διευκολύνοντας την απεικόνιση και επεξεργασία τους στην AR εφαρμογή.

Η συσκευή που επιλέχθηκε για τη χρήση της εφαρμογής είναι ένα Android smartphone. Το τηλέφωνο, μέσω της κάμεράς του, ανιχνεύει ένα Image Target, το οποίο λειτουργεί ως σημείο αναφοράς για την τοποθέτηση των 3D μοντέλων στο πραγματικό περιβάλλον. Το συγκεκριμένο Image Target επιλέχθηκε λόγω των ιδιοτήτων του: έχει πλούσιες λεπτομέρειες, καλή κατανομή χαρακτηριστικών, έντονη αντίθεση και αποφεύγει επαναλαμβανόμενα μοτίβα ή περιστροφική συμμετρία, που θα μπορούσαν να δυσκολέψουν την ακριβή ανίχνευση του.

Λειτουργίες της Εφαρμογής

1. Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη (GUI)

Το Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη (Graphic User Interface-GUI) της εφαρμογής αναπτύχθηκε στο Unity3D, παρέχοντας ένα απλό και φιλικό περιβάλλον πλοήγησης στους χρήστες. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν σε διάφορα μενού, όπου μπορούν να επιλέξουν συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως την εγγραφή, τη σύνδεση, την προβολή τρισδιάστατων μοντέλων σε AR, και την επεξεργασία τους.

- **Μενού Εκκίνησης:** Από το κύριο μενού, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να εγγραφεί ή να συνδεθεί στην πλατφόρμα. Η πλοήγηση μεταξύ των διαφόρων μενού γίνεται με το πάτημα κουμπιών στην οθόνη αφής της κινητής συσκευής.
- **Εγγραφή Χρήστη:** Οι νέοι χρήστες πρέπει να εισάγουν ένα όνομα χρήστη και έναν κωδικό πρόσβασης για να εγγραφούν. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων στον διακομιστή, διασφαλίζοντας τη δυνατότητα πρόσβασης από οποιαδήποτε συσκευή.
- **Σύνδεση Χρήστη:** Μετά την εγγραφή, οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν στην εφαρμογή, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που εισήγαγαν. Η σύνδεση είναι προαπαιτούμενη για την πρόσβαση στις λειτουργίες της εφαρμογής.

2. Οπτικοποίηση σε AR

Μία από τις κύριες λειτουργίες της εφαρμογής είναι η οπτικοποίηση των 3D μοντέλων CAD σε επαυξημένη πραγματικότητα (AR). Ο χρήστης, μέσω της κάμερας του κινητού του τηλεφώνου, μπορεί να προβάλλει το επιλεγμένο μοντέλο CAD στο πραγματικό περιβάλλον. Η τοποθέτηση του μοντέλου γίνεται μέσω του Image Target που ανιχνεύεται από την κάμερα της συσκευής.

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με το μοντέλο μέσω λειτουργιών αφής:

- Μετακίνηση του μοντέλου: Το μοντέλο μπορεί να μετακινηθεί σε διάφορες κατευθύνσεις, μέσω της αφής της οθόνης.
- Περιστροφή του μοντέλου: Ο χρήστης μπορεί να περιστρέψει το μοντέλο για να το δει από διαφορετικές γωνίες.
- Αλλαγή Κλίμακας: Μία γραμμή εργαλείων που βρίσκεται στη δεξιά πλευρά της οθόνης επιτρέπει στον χρήστη να αυξομειώσει το μέγεθος του μοντέλου.

3. Επιθεώρηση εξαρτημάτων ενός μοντέλου σε AR

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στον χρήστη να επιθεωρήσει μεμονωμένα μέρη του 3D μοντέλου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει συγκεκριμένα μέρη του μοντέλου, τα οποία εμφανίζονται με πράσινο χρώμα στην οθόνη για να υποδειχθεί η επιλογή τους. Η λειτουργία επιτρέπει την μετακίνηση, περιστροφή και αλλαγή κλίμακας των επιλεγμένων μερών.

Ο χρήστης μπορεί επίσης να επιλέξει δύο ή περισσότερα μέρη ταυτόχρονα, επιτρέποντας την σύγκριση ή ταυτόχρονη επεξεργασία των επιλεγμένων εξαρτημάτων. Αν ο χρήστης αγγίξει οποιοδήποτε σημείο της οθόνης εκτός των επιλεγμένων εξαρτημάτων, τότε η επιλογή ακυρώνεται και τα μέρη επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα επαναφοράς του μοντέλου μέσω ενός κουμπιού επαναφοράς.

4. Εκρηκτική Απεικόνιση (Exploded View)

Η λειτουργία της εκρηκτικής απεικόνισης επιτρέπει στον χρήστη να δει όλα τα μέρη του μοντέλου διαχωρισμένα το ένα από το άλλο. Μέσω μιας γραμμής εργαλείων που βρίσκεται στην πάνω δεξιά πλευρά της οθόνης, ο χρήστης μπορεί να απομακρύνει τα μέρη του μοντέλου καθώς μετακινεί τη γραμμή προς τα δεξιά.

Όσο η γραμμή εργαλείων κινείται προς τα δεξιά, τα εξαρτήματα του μοντέλου απομακρύνονται το ένα από το άλλο, μέχρι να φτάσουν στη μέγιστη απόσταση. Όταν η γραμμή επιστρέψει πλήρως αριστερά, τα μέρη του μοντέλου επανέρχονται στην αρχική τους θέση, επιτρέποντας την εμφάνιση του μοντέλου ως πλήρες.

5. Συναρμολόγηση

Στην λειτουργία συναρμολόγησης, ο χρήστης μπορεί να επαναφέρει το μοντέλο στην αρχική του μορφή, ξεκινώντας από τα μεμονωμένα εξαρτήματα. Με το πάτημα του κουμπιού "Next", τα εξαρτήματα εμφανίζονται σταδιακά στην οθόνη, ακολουθώντας μια προκαθορισμένη σειρά συναρμολόγησης.

- Τα εξαρτήματα που προστίθενται στη συναρμολόγηση εμφανίζονται με μπλε χρώμα, για να ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα.
- Η διαδικασία συνεχίζεται με κάθε πάτημα του κουμπιού "Next" έως ότου όλα τα εξαρτήματα έχουν προστεθεί στο μοντέλο.

Όταν το κουμπί "Next" σταματήσει να εμφανίζεται, σημαίνει ότι η συναρμολόγηση έχει ολοκληρωθεί.

Προγραμματισμός και Εργαλεία Ανάπτυξης

Η υλοποίηση των παραπάνω λειτουργιών έγινε με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C# στην πλατφόρμα Unity3D. Το **Visual Studio** χρησιμοποιήθηκε ως κύριος επεξεργαστής κώδικα, παρέχοντας εργαλεία ανίχνευσης λαθών και βελτίωσης του κώδικα.

Κάθε λειτουργία της εφαρμογής αναπτύχθηκε σε ένα ξεχωριστό αρχείο (script), το οποίο ελέγχει την συμπεριφορά των αντικειμένων του μοντέλου CAD. Ειδικά για τη διαχείριση της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, αναπτύχθηκαν scripts που:

- Ενεργοποιούν την επιλογή αντικειμένων με άγγιγμα στην οθόνη.
- Ελέγχουν την περιστροφή και μετακίνηση των αντικειμένων.
- Προσαρμόζουν την κλίμακα των αντικειμένων μέσω της γραμμής εργαλείων.

Διαδικασία Εγγραφής και Σύνδεσης Χρηστών

Για τη διαχείριση των χρηστών, οι λειτουργίες εγγραφής και σύνδεσης έχουν αναπτυχθεί ώστε να παρέχουν έναν ασφαλή και αξιόπιστο τρόπο εισόδου στην εφαρμογή. Κατά την εγγραφή, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων στο cloud, διασφαλίζοντας την προσβασιμότητα από οποιαδήποτε συσκευή.

Η βάση δεδομένων είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να δέχεται πολλούς χρήστες ταυτόχρονα, προσφέροντας κλίμακα και ευελιξία στις απαιτήσεις της εφαρμογής.

Η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας υποστηρίζεται από έναν διακομιστή, ο οποίος φιλοξενεί τη βάση δεδομένων που αποθηκεύει τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή. Η εφαρμογή αυτή αναπτύχθηκε παράλληλα με τη βάση δεδομένων, η οποία επιτρέπει στους χρήστες (πελάτες και μηχανικούς) να αποθηκεύουν δεδομένα όπως ονόματα χρήστη και κωδικούς πρόσβασης και να τα ανακαλούν όποτε χρειάζεται.

Χρήση του MAMP για Ανάπτυξη Διακομιστή και Βάσης Δεδομένων

Για την ανάπτυξη του διακομιστή και της βάσης δεδομένων, επιλέχθηκε το λογισμικό MAMP, το οποίο είναι ένα σύνολο εργαλείων ανάπτυξης που περιλαμβάνει τον διακομιστή Apache, το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων MySQL και τη γλώσσα προγραμματισμού PHP. Η χρήση του MAMP διευκολύνει την ανάπτυξη και διαχείριση του διακομιστή και της βάσης δεδομένων, παρέχοντας παράλληλα υποστήριξη για το πρωτόκολλο FTP για την ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των χρηστών.

Το MAMP επιλέχθηκε για τους εξής λόγους:

- Προσφέρει ένα πλήρες περιβάλλον ανάπτυξης.
- Έχει εύχρηστο περιβάλλον και είναι εύκολο στην εγκατάσταση.
- Υποστηρίζει πολλαπλές εκδόσεις της PHP.
- Παρέχει μεγάλη υποστήριξη μέσω του διαδικτύου.
- Είναι δωρεάν.

Δημιουργία Βάσης Δεδομένων και Επικοινωνία με την Εφαρμογή

Η βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε επικοινωνεί άμεσα με την εφαρμογή μέσω scripts που έχουν γραφτεί στη γλώσσα PHP. Αυτά τα scripts αποθηκεύονται τοπικά στον διακομιστή και καλούνται από την εφαρμογή Unity όταν οι χρήστες χρειάζονται να αποθηκεύσουν ή να ανακτήσουν δεδομένα από τη βάση δεδομένων.

Ανάπτυξη Συστήματος Συνεργασίας Χρηστών

Η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να λαμβάνουν στιγμιότυπα από το AR περιβάλλον όπου εμφανίζεται το μοντέλο και να ανεβάζουν τα στιγμιότυπα αυτά στη βάση δεδομένων που φιλοξενείται στον κοινό διακομιστή. Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες μπορούν να μοιράζονται στιγμιότυπα και να συζητούν σχετικά με τον σχεδιασμό, βελτιώνοντας την διαδικασία σχεδιασμού.

Για την αποθήκευση αυτών των εικόνων, δημιουργήθηκε ένας πίνακας στη βάση δεδομένων με δύο στήλες: μία για το ID του στιγμιότυπου και μία για την εικόνα που αποθηκεύεται σε μορφή BLOB (Binary Large Object). Οι εικόνες αποθηκεύονται σε έναν φάκελο "Uploads" στον υπολογιστή όπου εκτελείται η βάση δεδομένων. Και είναι άμεσα προσβάσιμες ώστε να βελτιωθεί η σχεδιαστική διαδικασία.

Case Study (Μελέτη περίπτωσης)

Για την επαλήθευση και δοκιμή της εφαρμογής, επιλέχθηκε μια μικρομεσαία αυτοκινητοβιομηχανία στην Ελλάδα που σχεδιάζει και παράγει διαφορετικά αυτοκινήτων για διεθνείς κατασκευαστές οχημάτων. Η εταιρεία έχει ένα σύγχρονο εργοστάσιο που περιλαμβάνει λογισμικό σχεδιασμού CAD, σύγχρονα μηχανήματα και συστήματα ελέγχου ποιότητας.

Στην αυτοκινητοβιομηχανία, τα διαφορετικά είναι σύνθετα εξαρτήματα με εξαιρετικά ακριβείς ανοχές και απαιτούν λεπτομερή ανάλυση κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού. Η εφαρμογή AR μπορεί να βοηθήσει στη μείωση λαθών στον σχεδιασμό και στην βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των μηχανικών, επιτρέποντας την οπτικοποίηση των πολύπλοκων 3D σχεδίων των διαφορεικών με έναν τρόπο πιο κατανοητό από μακριά. Αυτό διευκολύνει την ανταλλαγή ιδεών και βελτιστοποιεί την κατασκευή των εξαρτημάτων, μειώνοντας την ανάγκη για πρωτότυπα και επιταχύνοντας τη διαδικασία ανάπτυξης.

Ο κύριος στόχος της μελέτης είναι να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης μιας εφαρμογής AR στον τομέα της μηχανικής και της συνεργατικής σχεδίασης, ειδικά για την παραγωγή και τον σχεδιασμό των διαφορεικών.

Διαδικασία σχεδιασμού με χρήση AR

Η διαδικασία σχεδιασμού του διαφορεικού ξεκινά με την παραγγελία από τον κατασκευαστή αυτοκινήτων. Οι μηχανικοί σχεδιάζουν το διαφορεικό χρησιμοποιώντας λογισμικό CAD και μετατρέπουν το 3D μοντέλο σε κατάλληλη μορφή για την AR εφαρμογή, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Blender. Εκεί, οι μηχανικοί μπορούν να βελτιστοποιήσουν την γεωμετρία, τις υφές και τα υλικά του μοντέλου για την προβολή του στην AR.

Αφού το μοντέλο προετοιμαστεί για προβολή στην AR, εξάγεται σε μορφή FBX, που είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη για την οπτικοποίηση σε περιβάλλοντα AR. Στη συνέχεια, το 3D μοντέλο φορτώνεται στην AR εφαρμογή, η οποία έχει αναπτυχθεί στην Unity, από έναν μηχανικό που γνωρίζει τα βασικά του Unity game engine. Με την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας, η εφαρμογή είναι έτοιμη για χρήση από την ομάδα σχεδιασμού.

Η εφαρμογή εγκαθίσταται σε tablet και smartphones, και κάθε μηχανικός έχει πρόσβαση σε αυτή μέσω της προσωπικής του συσκευής. Μέσω της εφαρμογής, οι μηχανικοί μπορούν να βλέπουν το τρισδιάστατο μοντέλο του διαφορεικού στον πραγματικό τους χώρο εργασίας, αλληλεπιδρώντας με αυτό μέσω της οθόνης της συσκευής τους. Μπορούν να επιθεωρήσουν το μοντέλο από διαφορετικές γωνίες, να το περιστρέψουν, να το μετακινήσουν στον χώρο, και να αλλάξουν το μέγεθός

του. Επίσης, έχουν τη δυνατότητα να δουν τα μεμονωμένα εξαρτήματα του διαφορικού, να επιθεωρήσουν την συναρμολόγησή τους και να εντοπίσουν τυχόν σχεδιαστικά λάθη.

Μια άλλη λειτουργία της εφαρμογής είναι η δυνατότητα εμφάνισης των εξαρτημάτων του διαφορικού σε εκρηκτική απεικόνιση (exploded view). Με αυτόν τον τρόπο, οι μηχανικοί μπορούν να δουν με λεπτομέρεια τα εξαρτήματα και τη συναρμολόγησή τους, γεγονός που βοηθά στον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων και στη διόρθωση των σχεδίων. Επίσης, οι μηχανικοί μπορούν να συναρμολογήσουν τα εξαρτήματα του διαφορικού μέσα στην εφαρμογή, ακολουθώντας μια συγκεκριμένη αλληλουχία βημάτων, εξασφαλίζοντας έτσι την ακρίβεια της κατασκευής.

Η AR εφαρμογή δίνει επίσης στους μηχανικούς τη δυνατότητα να ανεβάσουν στιγμιότυπα οθόνης της συναρμολόγησης ή των εξαρτημάτων σε κοινόχρηστη βάση δεδομένων, επιτρέποντας την ανταλλαγή σχολίων και την περαιτέρω συζήτηση της σχεδίασης. Αυτή η διαδικασία βελτιώνει την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας σχεδιασμού, οδηγώντας σε πιο ακριβείς και αποδοτικές σχεδιαστικές λύσεις.

Αξιολόγηση και αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης

Η μελέτη περίπτωσης περιλαμβάνει μια μεθοδολογία επικύρωσης για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της AR εφαρμογής στη διαδικασία σχεδιασμού του διαφορικού σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους σχεδιασμού που χρησιμοποιεί η εταιρεία. Η αξιολόγηση βασίζεται σε δείκτες απόδοσης (Key Performance Indicators - KPIs) που μετρούν τον χρόνο σχεδιασμού, τα λάθη και τις αναθεωρήσεις στον σχεδιασμό, την αποδοτικότητα της συνεργασίας και την ικανοποίηση των χρηστών.

Συγκεκριμένα, τα KPIs που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Χρόνος Σχεδιασμού (Design Cycle Time): Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας σχεδιασμού του διαφορικού πριν και μετά την εφαρμογή της AR τεχνολογίας.
- Λάθη Σχεδιασμού (Design Errors): Ο αριθμός των λαθών στον σχεδιασμό που εντοπίστηκαν πριν και μετά τη χρήση της εφαρμογής AR.
- Αναθεωρήσεις Σχεδιασμού (Design Revisions): Ο αριθμός των αναθεωρήσεων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός σχεδιασμού.
- Αποδοτικότητα Συνεργασίας (Collaboration Efficiency): Η δυνατότητα επικοινωνίας και συνεργασίας μεταξύ των μελών της ομάδας σχεδιασμού,

όπως αυτή εκτιμήθηκε μέσω ερωτηματολογίων που διανεμήθηκαν στους χρήστες της εφαρμογής.

- **Κόστος Σχεδιασμού (Design Cost):** Το συνολικό κόστος που προκύπτει από τον σχεδιασμό του διαφορικού, συμπεριλαμβανομένου του κόστους ανάπτυξης πρωτοτύπων.
- **Ικανοποίηση Χρηστών (User Satisfaction):** Ο βαθμός ικανοποίησης των χρηστών από την εφαρμογή, με βάση την εμπειρία τους στη χρήση της AR τεχνολογίας.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δείχνουν σημαντική βελτίωση στη διαδικασία σχεδιασμού με τη χρήση της AR. Συγκεκριμένα, ο χρόνος σχεδιασμού μειώθηκε κατά 30%, καθώς οι μηχανικοί μπορούσαν να εντοπίσουν και να διορθώσουν λάθη νωρίτερα στη διαδικασία. Ο αριθμός των λαθών στο σχεδιασμό μειώθηκε κατά 25%, ενώ οι αναθεωρήσεις σχεδιασμού μειώθηκαν κατά 15%. Οι χρήστες ανέφεραν ότι η συνεργασία μεταξύ των ομάδων βελτιώθηκε σημαντικά, με το 80% να αναφέρει ότι μπορούσε να επικοινωνήσει πιο αποτελεσματικά με τους συναδέλφους του. Επιπλέον, το κόστος σχεδιασμού μειώθηκε κατά 8%, ενώ η ικανοποίηση των χρηστών από την εφαρμογή ήταν εξαιρετικά υψηλή, με το 90% να εκφράζει θετικές απόψεις.

Συμπεράσματα και προοπτικές

Ένα από τα βασικά συμπεράσματα που εξάγονται από τη μελέτη περίπτωσης είναι η σημαντική βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των μηχανικών και των σχεδιαστών που χρησιμοποιούν AR. Η δυνατότητα που παρέχει η τεχνολογία για εικονική συνεργασία, ακόμη και εξ αποστάσεως, επιταχύνει την ανάπτυξη προϊόντων και μειώνει τις αναθεωρήσεις και τα λάθη, προωθώντας μια πιο αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων στη διαδικασία σχεδιασμού. Αυτή η πτυχή της συνεργατικής σχεδίασης προϊόντων μέσω της AR αποτελεί επίσης αντικείμενο μελέτης στην παρούσα διπλωματική εργασία. Κατά συνέπεια, η εφαρμογή της AR στον σχεδιασμό προϊόντων συμβάλλει στη μείωση του κόστους σχεδιασμού και παραγωγής, καθιστώντας την μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για το μέλλον των βιομηχανικών εφαρμογών.

Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης ασχολείται με την εκπαίδευση μηχανικών μιας εταιρείας στη χρήση μιας εφαρμογής AR που αναπτύχθηκε με βασικές λειτουργίες για την οπτικοποίηση τρισδιάστατων μοντέλων σε ένα περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας. Η εφαρμογή αυτή είχε ως στόχο την αξιολόγηση και τη βελτίωση της διαδικασίας σχεδιασμού. Για την ανάπτυξη της εφαρμογής και του διακομιστή που τη στηρίζει, απαιτούνται γνώσεις προγραμματισμού σε C# και PHP. Παρόλα αυτά, η χρήση της εφαρμογής στον βιομηχανικό χώρο δεν απαιτεί ειδικές γνώσεις,

γεγονός που διευκολύνει την υιοθέτηση της τεχνολογίας από τους μηχανικούς της εταιρείας.

Ωστόσο, παρά τη λειτουργικότητα της εφαρμογής, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που αναγνωρίζονται και θα πρέπει να αντιμετωπιστούν σε μελλοντικές εκδόσεις. Πρώτον, τα μοντέλα των προϊόντων που πρόκειται να σχεδιαστούν πρέπει να είναι προεγκατεστημένα στην εφαρμογή. Αυτό σημαίνει ότι κάθε φορά που οι μηχανικοί θέλουν να εξετάσουν ένα νέο τρισδιάστατο μοντέλο, δεν μπορούν να το ανεβάσουν άμεσα στην εφαρμογή. Αντίθετα, ένας μηχανικός που γνωρίζει το περιβάλλον ανάπτυξης Unity πρέπει να ανεβάζει το μοντέλο στο Unity project της εφαρμογής και να δημιουργεί μια νέα εφαρμογή κάθε φορά που απαιτείται νέο μοντέλο. Αυτός ο περιορισμός είναι χρονοβόρος και καταναλώνει χώρο στις συσκευές που χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση.

Ένας δεύτερος περιορισμός αφορά την τεχνολογία Image Target που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή για την εμφάνιση των 3D μοντέλων. Όπως περιγράφηκε προηγουμένως, η κάμερα της συσκευής πρέπει να αναγνωρίζει μια συγκεκριμένη επιφάνεια ή εικόνα για να εμφανίσει το μοντέλο. Αυτό σημαίνει ότι κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής, ο προγραμματιστής πρέπει να ανεβάζει το συγκεκριμένο Image Target στην εφαρμογή, ενώ οι μηχανικοί πρέπει να έχουν την φυσική εικόνα τον χώρο εργασίας τους. Αυτή η διαδικασία περιπλέκει την εμπειρία χρήσης της εφαρμογής. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι υπάρχουσες πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών AR, όπως το Vuforia SDK, αν και παρέχουν μεγάλες δυνατότητες, χρειάζονται βελτιώσεις στην εδραίωση τεχνολογίας AR χωρίς τη χρήση στόχων (markerless AR).

Επιπλέον, η εφαρμογή χρησιμοποιεί έναν τοπικό server για τη μεταφορά δεδομένων και την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών, γεγονός που απαιτεί την παρουσία εξοπλισμού (όπως ενός φορητού υπολογιστή) κοντά στον χώρο εργασίας. Αυτή η επιλογή επιλέχθηκε καθώς η εφαρμογή αναπτύχθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς και για μικρής κλίμακας μελέτη περίπτωσης. Παρ' όλα αυτά, αυτός ο περιορισμός μπορεί να επιλυθεί εύκολα με τη μεταφορά της βάσης δεδομένων σε διαδικτυακό server, καθιστώντας την εφαρμογή πιο ευέλικτη.

Αναφορικά με τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής, ενώ προσφέρει τη δυνατότητα οπτικοποίησης και αλληλεπίδρασης με τα τρισδιάστατα μοντέλα, οι δυνατότητες καθαρού σχεδιασμού παραμένουν περιορισμένες λόγω της δυσκολίας συγχώνευσης της AR με λογισμικά CAD. Στην παρούσα διπλωματική, η προτεινόμενη διαδικασία σχεδιασμού περιλαμβάνει τον εντοπισμό σφαλμάτων στο σχέδιο ή τη συναρμολόγηση μέσω της AR εφαρμογής και την προώθηση αλλαγών στο λογισμικό CAD που χρησιμοποιήθηκε για τον αρχικό σχεδιασμό του προϊόντος. Αυτή η προσέγγιση συνδυάζει την παραδοσιακή σχεδίαση CAD με τη βελτιωμένη οπτικοποίηση της AR, αλλά ο στόχος για το μέλλον είναι η προσφορά περισσότερων δυνατοτήτων σχεδιασμού μέσα από το περιβάλλον της ίδιας της εφαρμογής.

Η τεχνολογία AR εξελίσσεται ραγδαία και αναμένεται να αναπτυχθεί περαιτέρω τα επόμενα χρόνια, καθιστώντας την όλο και πιο σημαντική σε ποικίλους τομείς, όπως η τεχνολογία, η ιατρική, η ρομποτική, ο σχεδιασμός, η παραγωγή και η συντήρηση προϊόντων. Ιδιαίτερα στον τομέα του σχεδιασμού προϊόντων, η προοπτική της χρήσης AR είναι εξαιρετικά υποσχόμενη, καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται τόσο σε επίπεδο λογισμικού όσο και σε επίπεδο υλικού.

Η εξέλιξη του διαθέσιμου υλικού, όπως τα ακουστικά και τα γυαλιά AR, αναμένεται να κάνει την AR πιο προσιτή και εύκολη στη χρήση για σχεδιαστές και προγραμματιστές. Οι βελτιώσεις αυτές περιλαμβάνουν την άνεση των συσκευών, επιτρέποντας τη χρήση τους για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους, καθώς και τις βελτιώσεις στις οθόνες, οι οποίες προσφέρουν υψηλότερη ανάλυση, ευρύτερα οπτικά πεδία και καλύτερη απόδοση χρωμάτων, επιτρέποντας την ακριβέστερη απεικόνιση των τρισδιάστατων μοντέλων.

Τέλος, η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence-AI) και της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning-ML) στην AR αναμένεται να φέρει σημαντικές βελτιώσεις. Τα συστήματα AI θα μπορούν να αναλύουν μεγάλα δεδομένα σχεδιασμού και να προσφέρουν προβλεπτικές αναλύσεις, βοηθώντας τους σχεδιαστές να βελτιστοποιούν τα σχέδια και να προβλέπουν πιθανά προβλήματα. Επιπλέον, η συνδυασμένη χρήση AI/ML και AR θα επιτρέψει πιο ρεαλιστική απεικόνιση των σχεδίων, επιτρέποντας στους σχεδιαστές να λαμβάνουν ακριβέστερες αποφάσεις. Στο μέλλον, αναμένεται να αναπτυχθούν AI-driven εργαλεία δημιουργικού σχεδιασμού που θα μπορούν να παράγουν αυτόματα σχεδιαστικές προτάσεις.

Η χρήση της εφαρμογής AR απέδειξε ότι μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη βελτίωση της διαδικασίας σχεδιασμού διαφορικών αυτοκινήτων, προσφέροντας νέες δυνατότητες για τη συνεργασία μεταξύ μηχανικών και την οπτικοποίηση των σχεδίων. Η μείωση του χρόνου σχεδιασμού και των λαθών οδηγεί σε αυξημένη αποδοτικότητα και μειωμένο κόστος παραγωγής, κάτι που μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης.

Αυτό το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλους τομείς της μηχανολογίας, προσφέροντας λύσεις για τον σχεδιασμό πολύπλοκων προϊόντων σε άλλους κλάδους, όπως η αεροδιαστημική ή η ναυπηγική. Συνολικά, η τεχνολογία AR μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για την ενίσχυση της καινοτομίας και της συνεργασίας στη βιομηχανία παραγωγής, ενισχύοντας την ικανότητα της επιχείρησης να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αγοράς με ταχύτητα.

Λάμπρος Αντώνιος-Παναγιώτης

1059736

