



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Τεχνολογίας των Κατεργασιών

Διερεύνηση της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Ρομπότ σε Εικονικό Περιβάλλον

Ηλίας Μάτσας
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ

WUD 2015 - Innovation
Αθήνα, 19 Δεκεμβρίου 2015

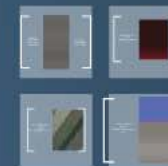
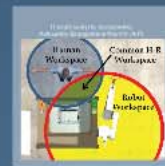
ACM Greek SIGCHI



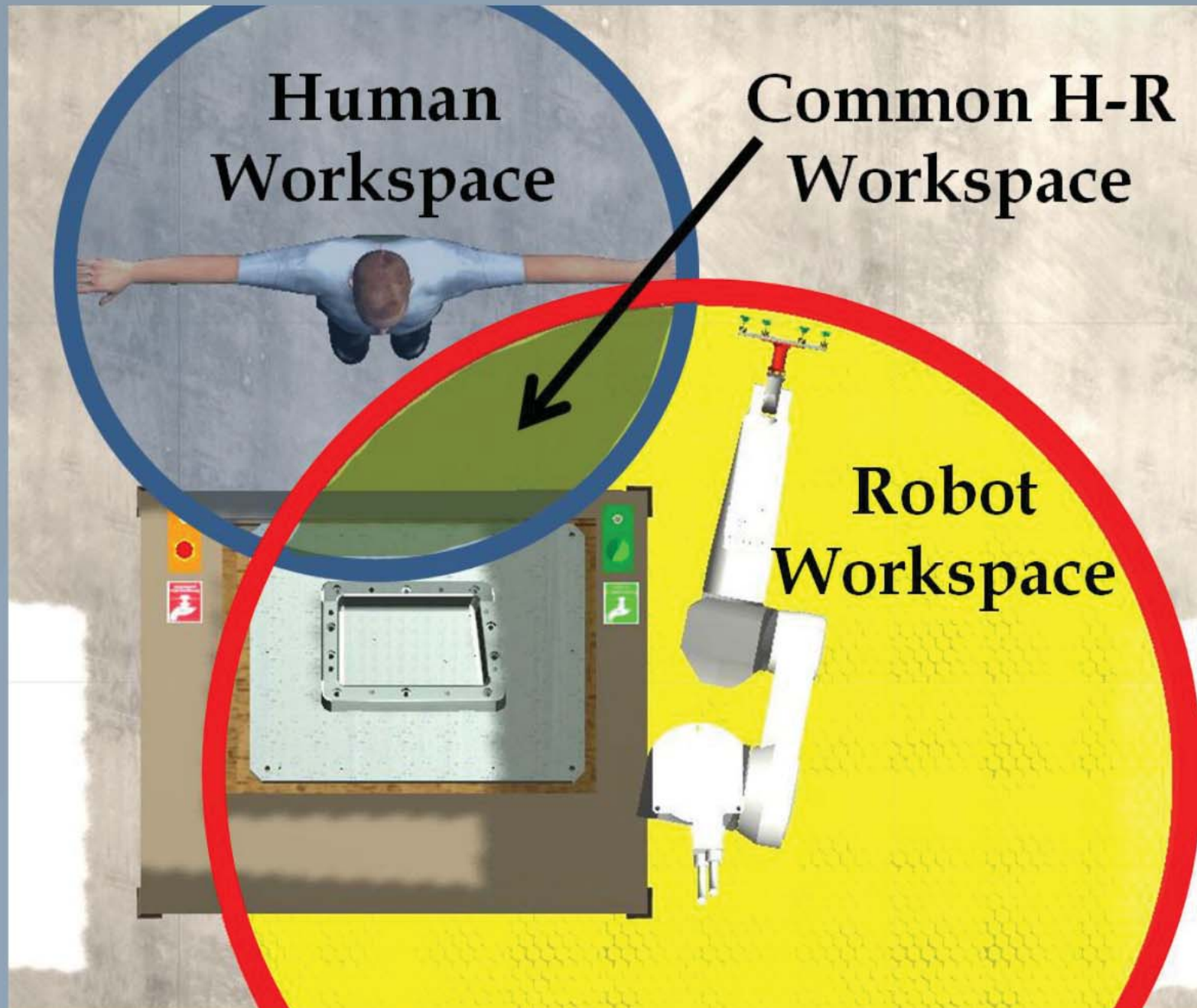
Association for
Computing Machinery



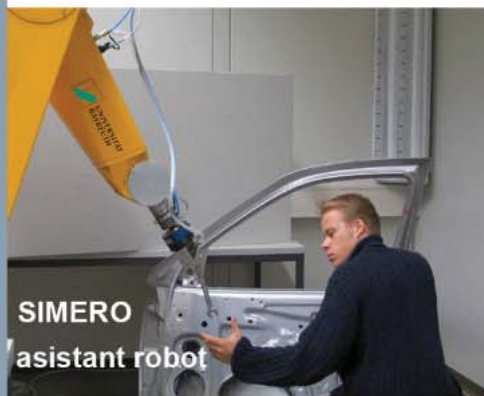
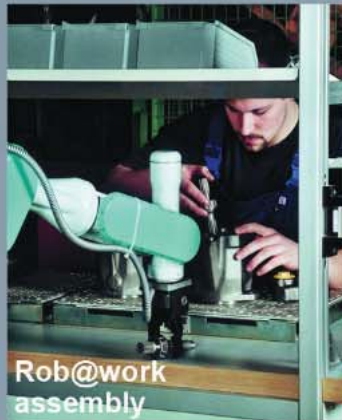
SIGCHI
Special Interest Group on Computer-Human Interaction



Η περίπτωση της συνεργασίας
Ανθρώπου-Βιομηχανικού Ρομπότ (A-P)



- τα βιομηχανικά ρομπότ βοηθοί (συνεργάτες)
- παραδείγματα και είδη βιομηχανικής εφαρμογής
- ΑΝΑΓΚΗ: συνδυασμός πλεονεκτημάτων A-P
- παραγωγή εργασίας υψηλής προστιθέμενης αξίας



Η ασφάλεια στη συνεργασία A-P

Τα προβλήματα

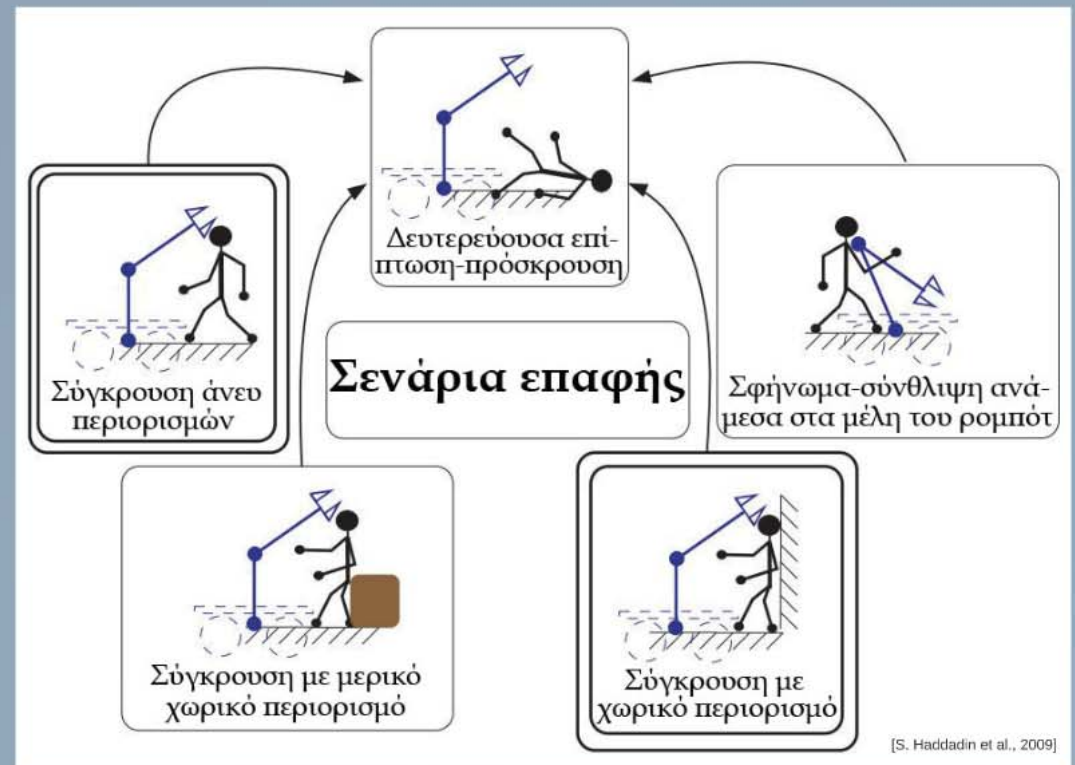
- περιορισμένη εφαρμογή στη βιομηχανία
- κίνδυνοι που σχετίζονται με τα συνεργατικά ρομπότ

ΔΕΝ επιθυμούμε:

- χωρική απομόνωση A-P
- διακοπές λειτουργίας
- λογική stop-and-go

- Φυσική και Νοητική Ασφάλεια
- Τεχνικές ασφαλούς συνεργασίας A-P (pre / post collision)

Διερεύνηση μέσω διαδραστικού ΕΠε



1

Use Cases



"beWare of the Robot" v1.0 & v1.5

Συνεργατική τροφοδοσία ανθρακούφασμάτων



Τύπος συνεργασίας:
χωρική σύμπτωση και
υποβοηθούμενη συνεργασία

1η προβληματική

Τύπος συνεργασίας: χωρική σύμπτωση,
ταυτόχρονη και υποβοηθούμενη συνεργασία

2η, 3η προβληματική

2



"beWare of the Robot" v2.0

Συνεργατική προετοιμασία και από κοινού
στρώσιμο του ανθρακούφασματος



Το πεδίο εφαρμογής

χειροποίητη στρώση σύνθετων ανθρακούφασμάτων (hand lay-up)

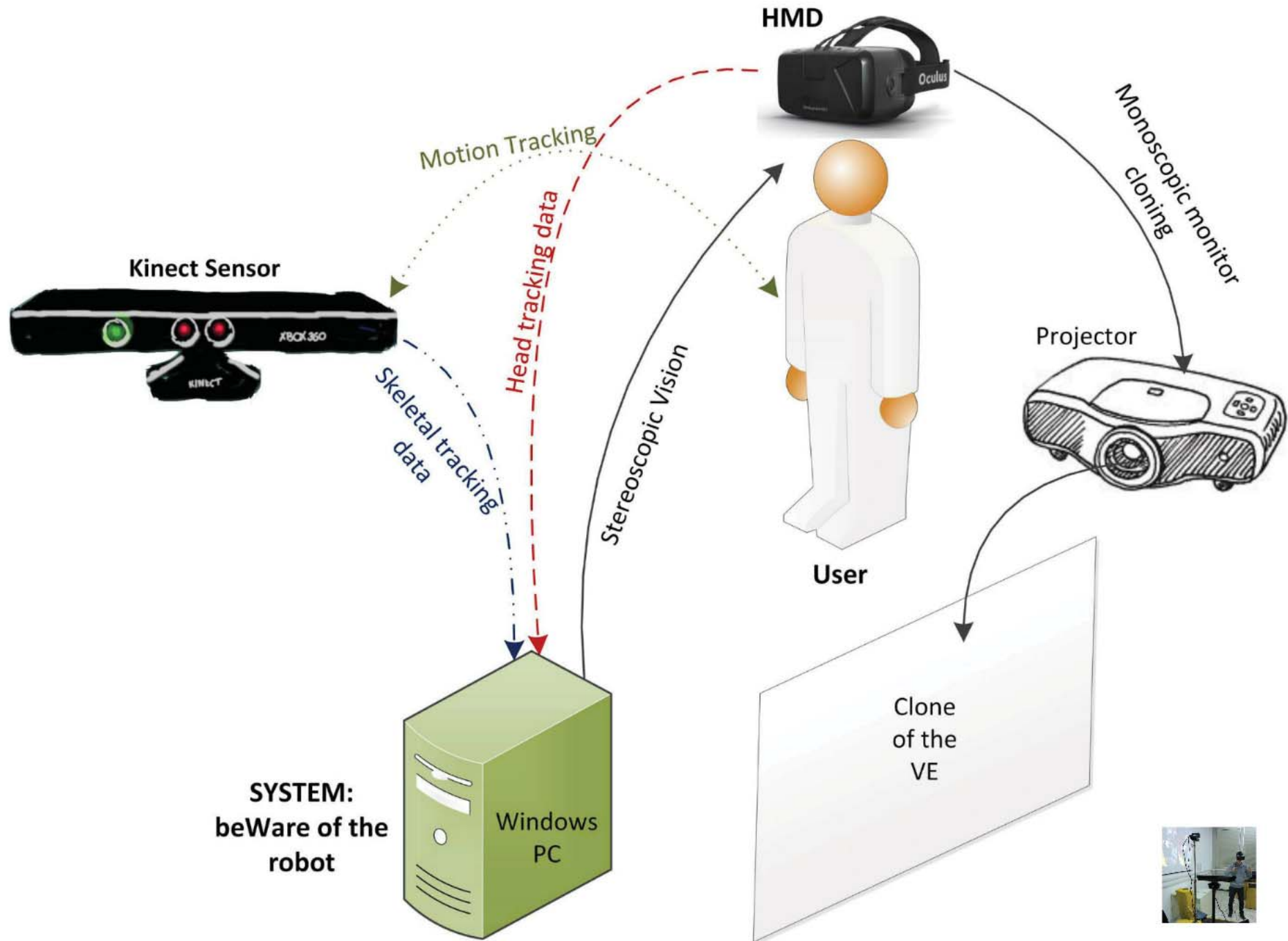
- μέθοδος μορφοποίησης πολύ υψηλής προστιθέμενης αξίας, έντασης εργασίας
- σχεδόν εξ ολοκλήρου χειρωνακτικά (μηδενική αυτοματοποίηση)
- απαιτεί μεγάλη επιδεξιότητα



Ιδανικό πεδίο διερεύνησης της συναργασίας A-P

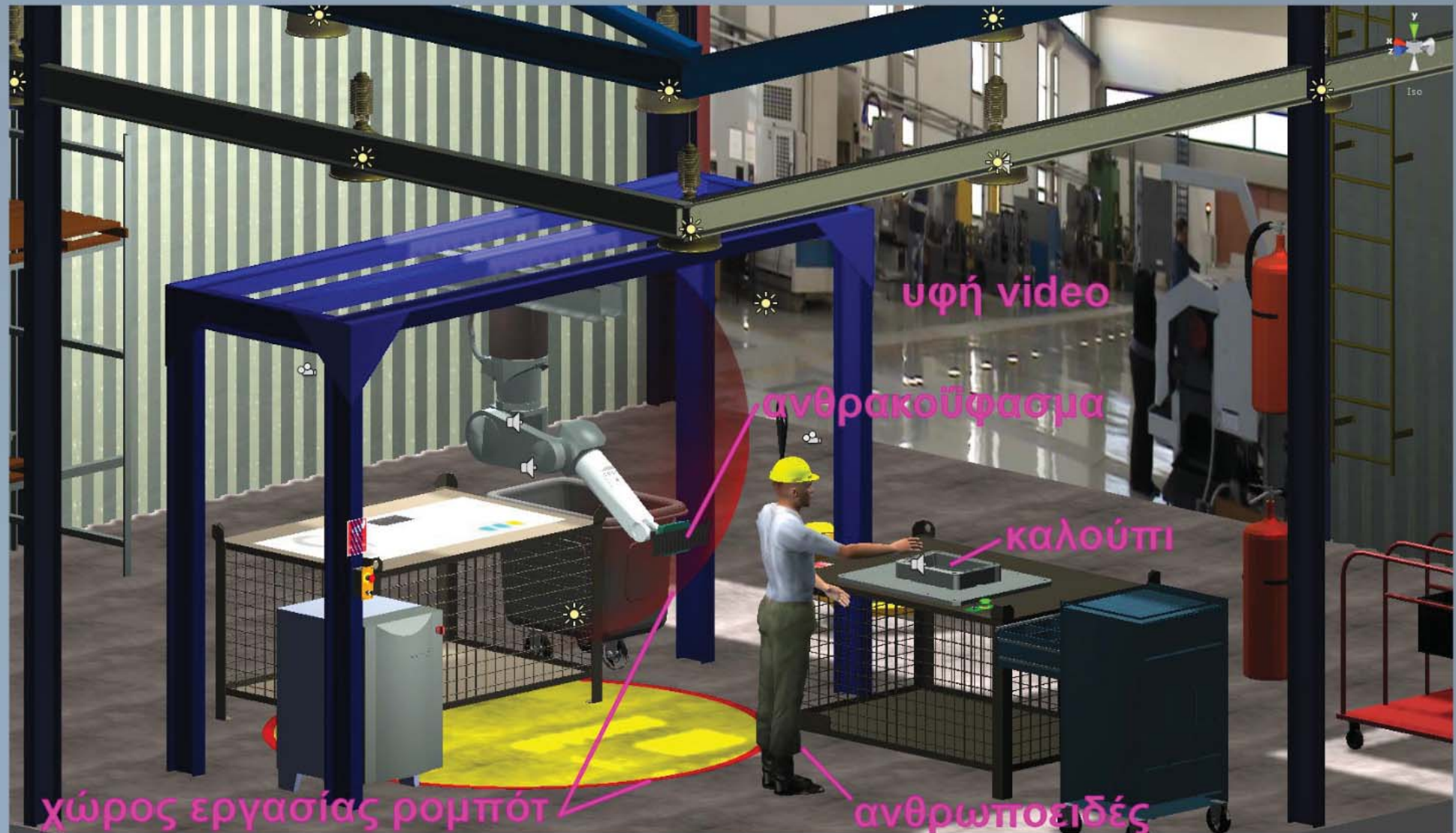
- τύποι συνεργασίας
- συνεργατικά καθήκοντα (πολλά, ευδιάκριτα, επεκτάσιμα)

Η συγκρότηση του υλικού του συστήματος

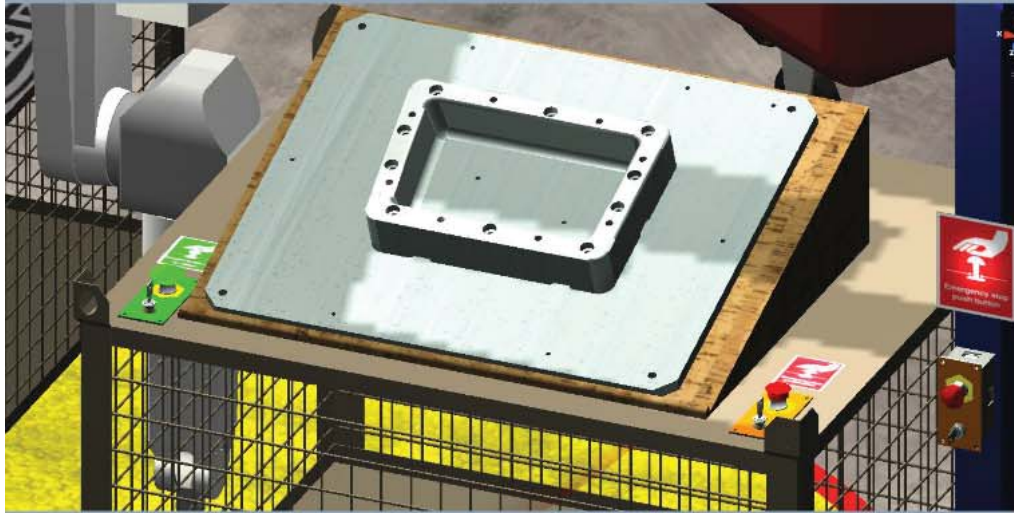


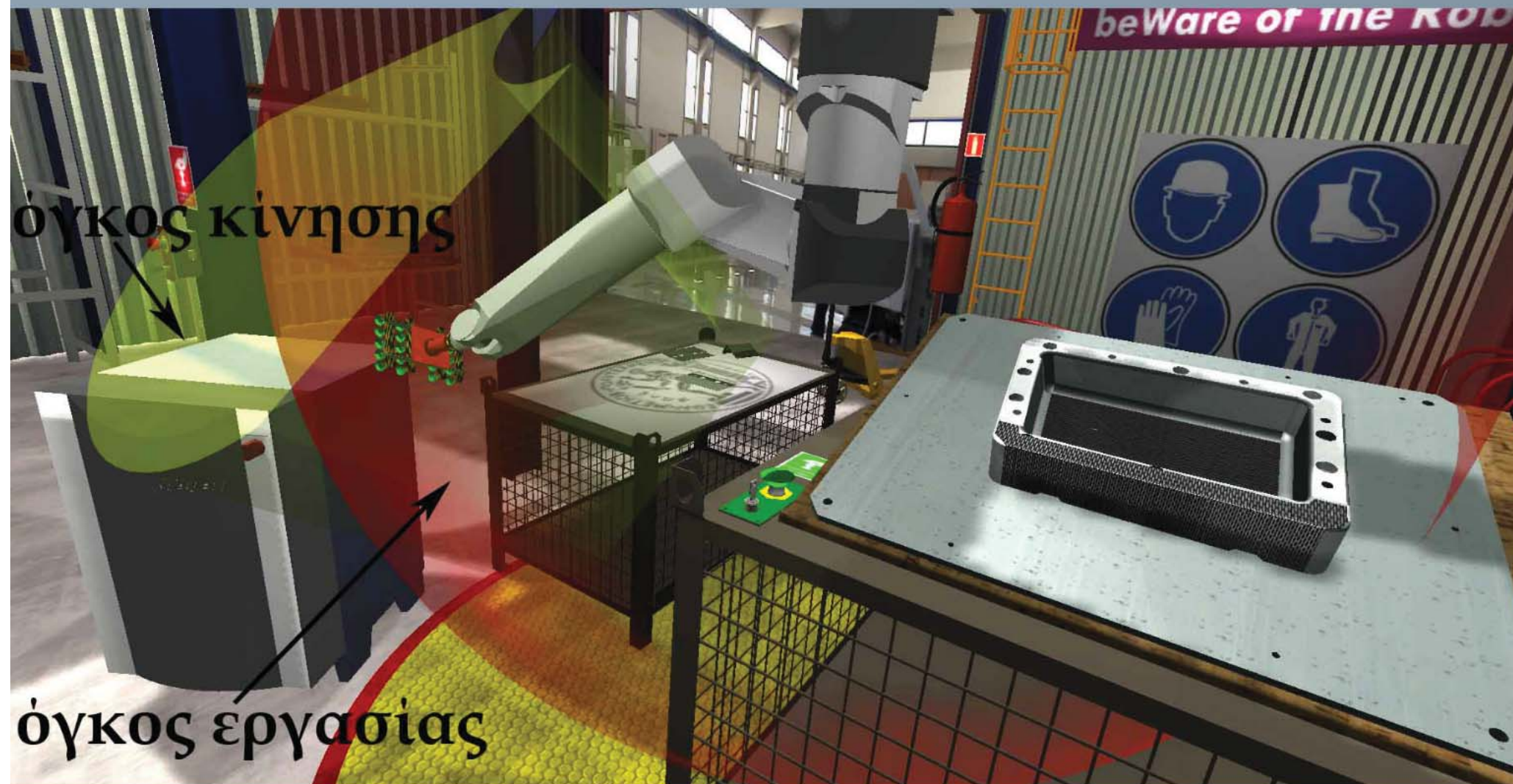


Η Εικονική Σκηνή





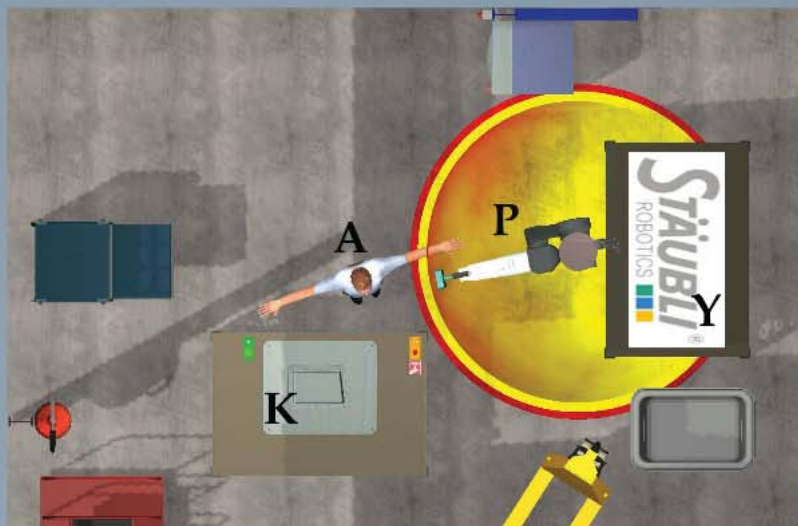




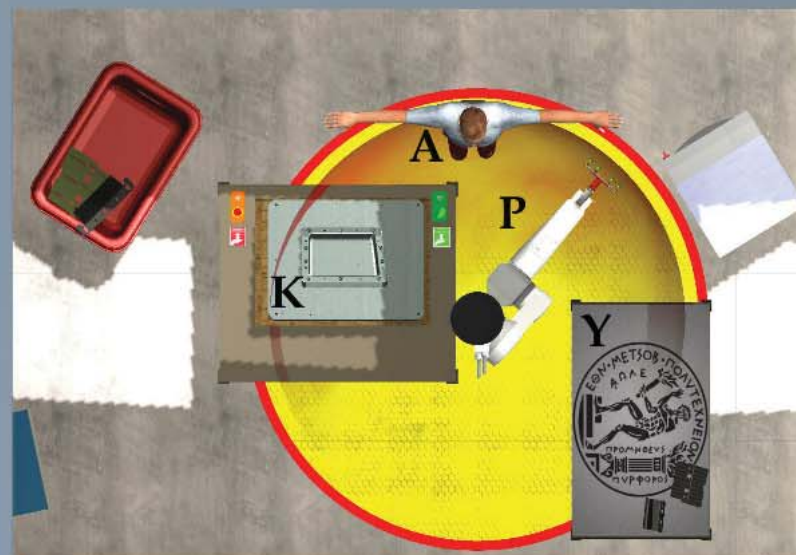




Διάταξη της Εικονικής Σκηνής στην έκδοση 1.0



Διάταξη της Εικονικής Σκηνής στην έκδοση 2.0



Ο συνεργατικός χώρος εργασίας στην έκδοση 1.0



Ο συνεργατικός χώρος εργασίας στην έκδοση 2.0



Σχηματική
αναπαράσταση
των σεναρίων
συνεργασίας



- θέση πάγκου
- εγγύτητα A-P
- θέση παραλαβής
- αλληλεπίδραση

Εικονογραφημένο
σενάριο
"beWare of the Robot"
v1.0



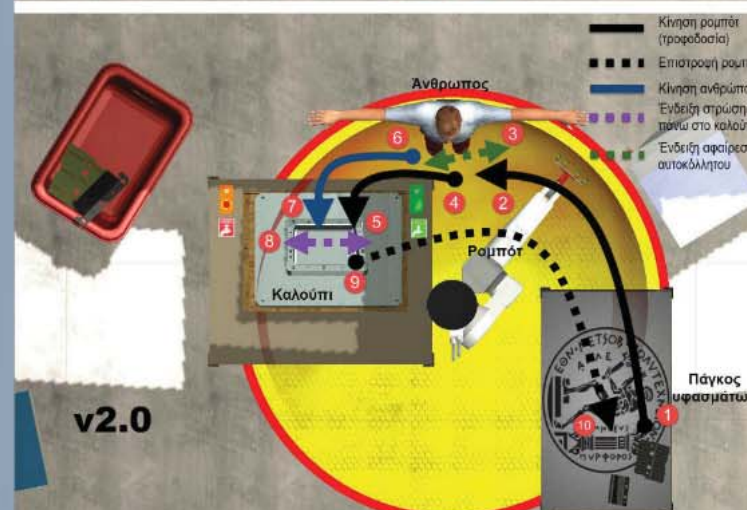
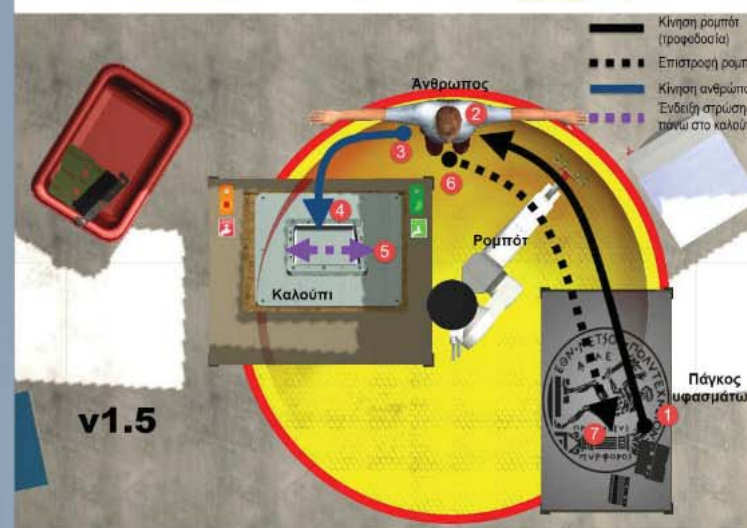
Εικονογραφημένο
σενάριο
"beWare of the Robot"
v1.5



Εικονογραφημένο
σενάριο
"beWare of the Robot"
v2.0



Σχηματική αναπαράσταση των σεναρίων συνεργασίας



- θέση πάγκου
- εγγύτητα A-P
- θέση παραλαβής
- αλληλεπίδραση

Εικονογραφημένο
σενάριο
"beWare of the Robot"
v1.0



Εικονογραφημένο
σενάριο
"beWare of the Robot"
v1.5

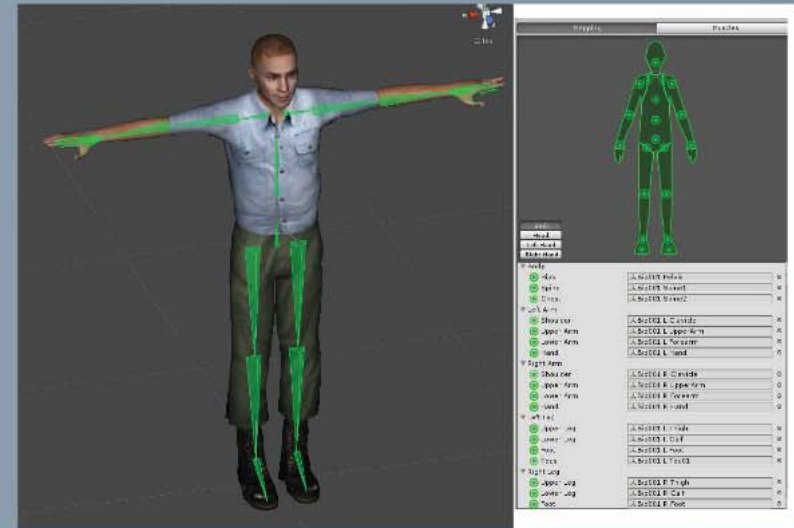


Εικονογραφημένο
σενάριο
"beWare of the Robot"
v2.0

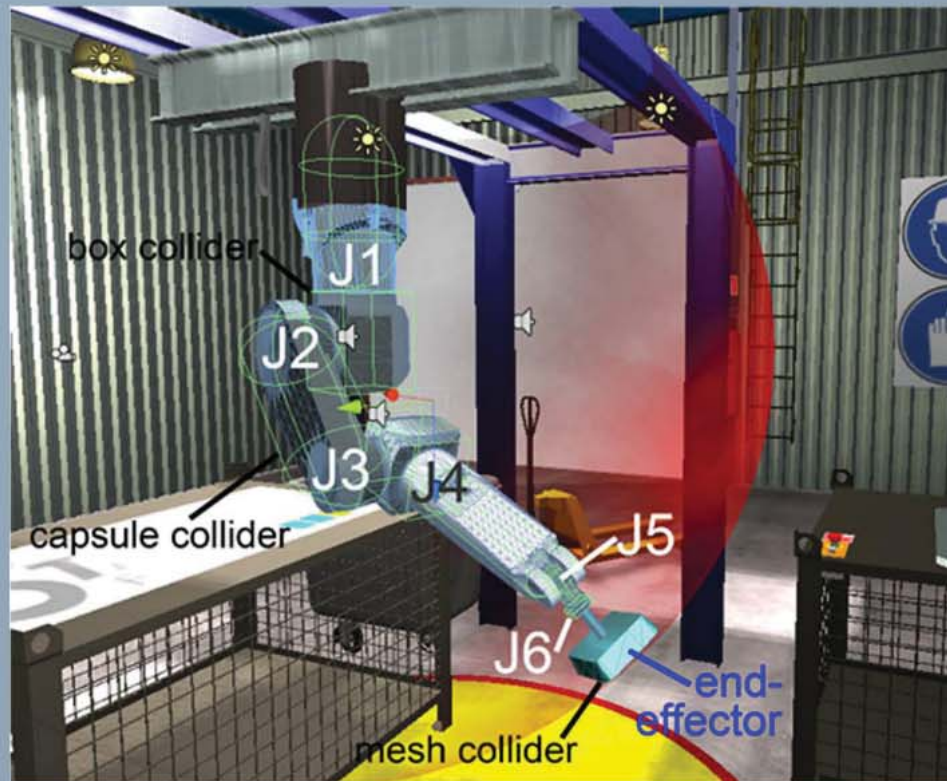
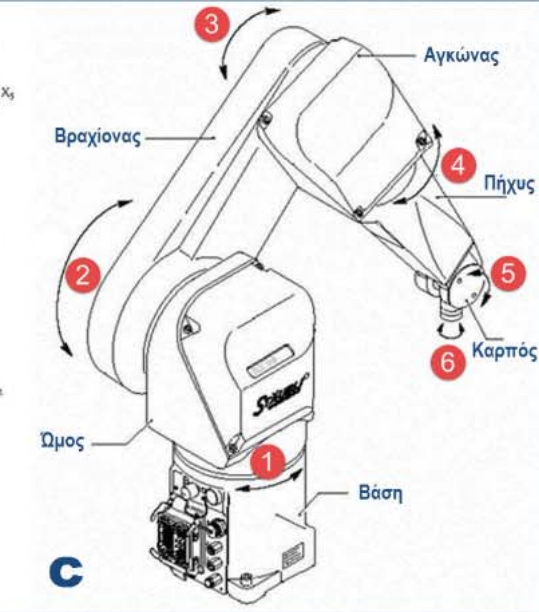
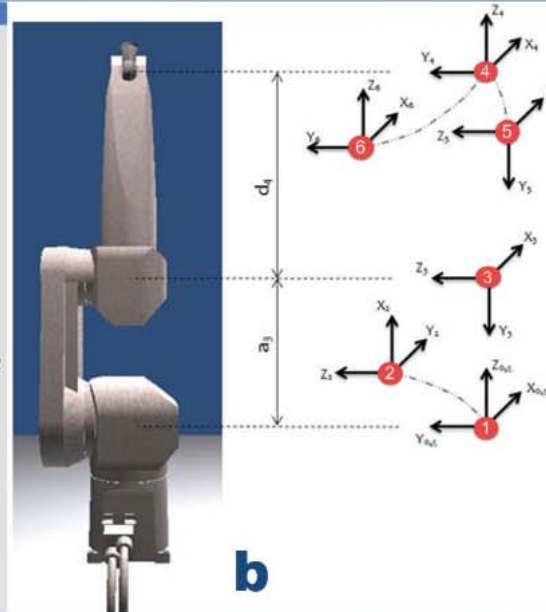
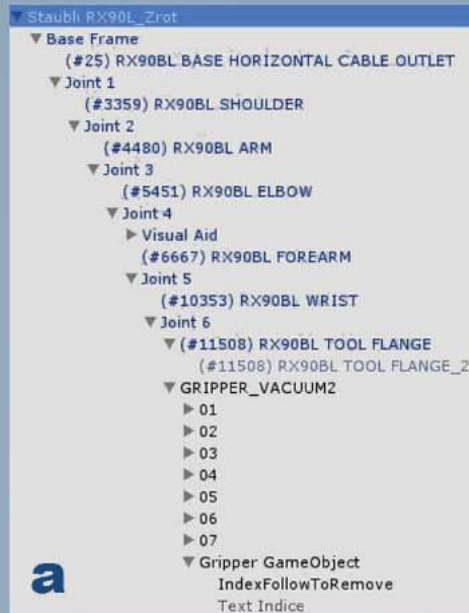


To Avatar: o "Liakous_4"





Το βιομηχανικό ρομπότ



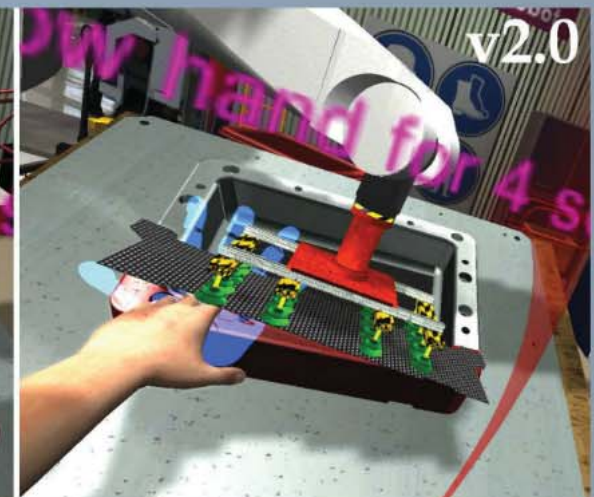
Υλοποίηση των καθηκόντων της αλληλεπίδρασης

Τα βασικά καθήκοντα

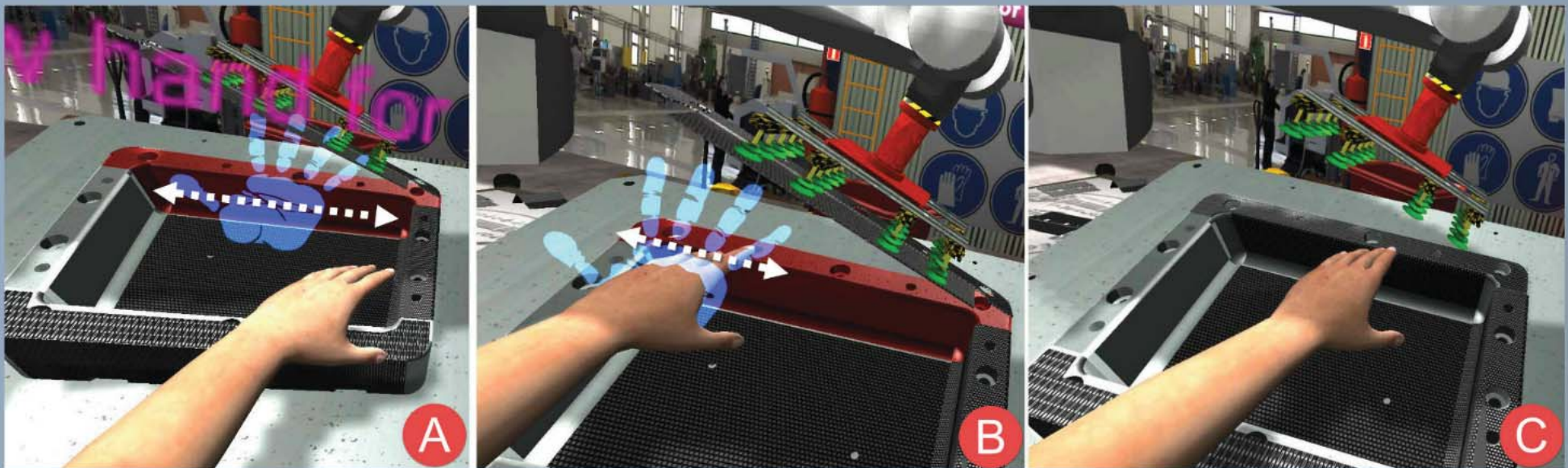
- πλοήγηση
στάση, κίνηση, παρατήρηση στο χώρο
- επιλογή
άγγιγμα, αρπαγή
- χειρισμός
μετακίνηση, τοποθέτηση, στρώσιμο, αφαίρεση
- έλεγχος συστήματος
κουμπιά ελέγχου, ενεργοποίηση συμβάντων, συναγερμών



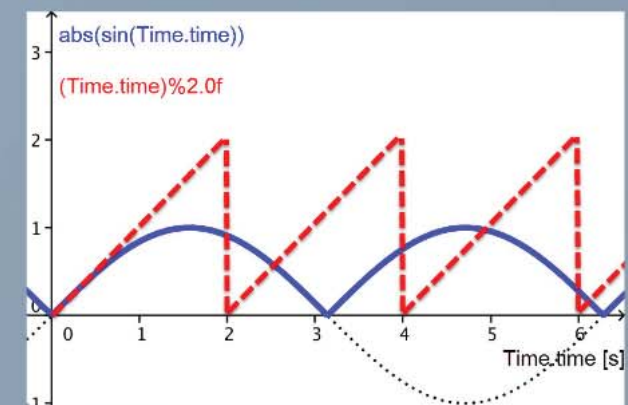
Άμεση, φυσική και διαισθητική 3D αλληλεπίδραση



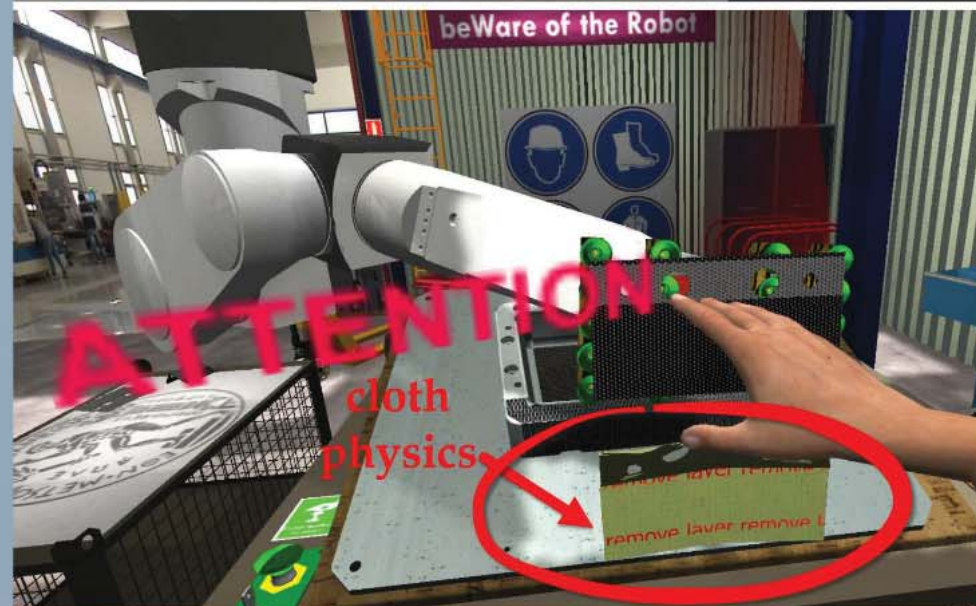
Το καθήκον της υποβοηθούμενης στρώσης στην έκδοση 2.0



- μεταφορά εικονικής στρώσης (virtual lay metaphor)
- τεχνική "follow-my-hand"
- Line Renderer

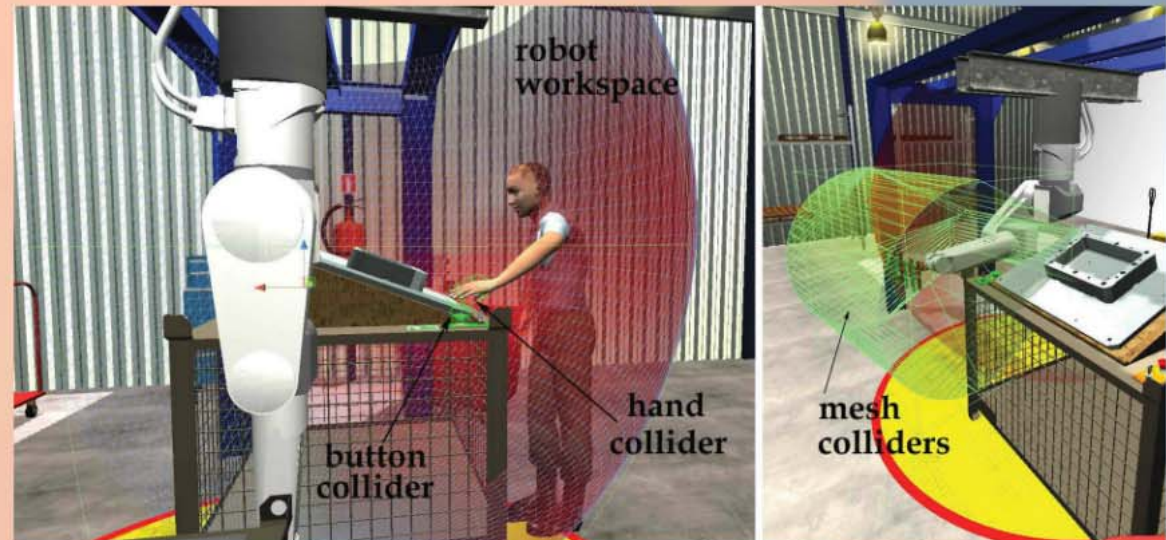
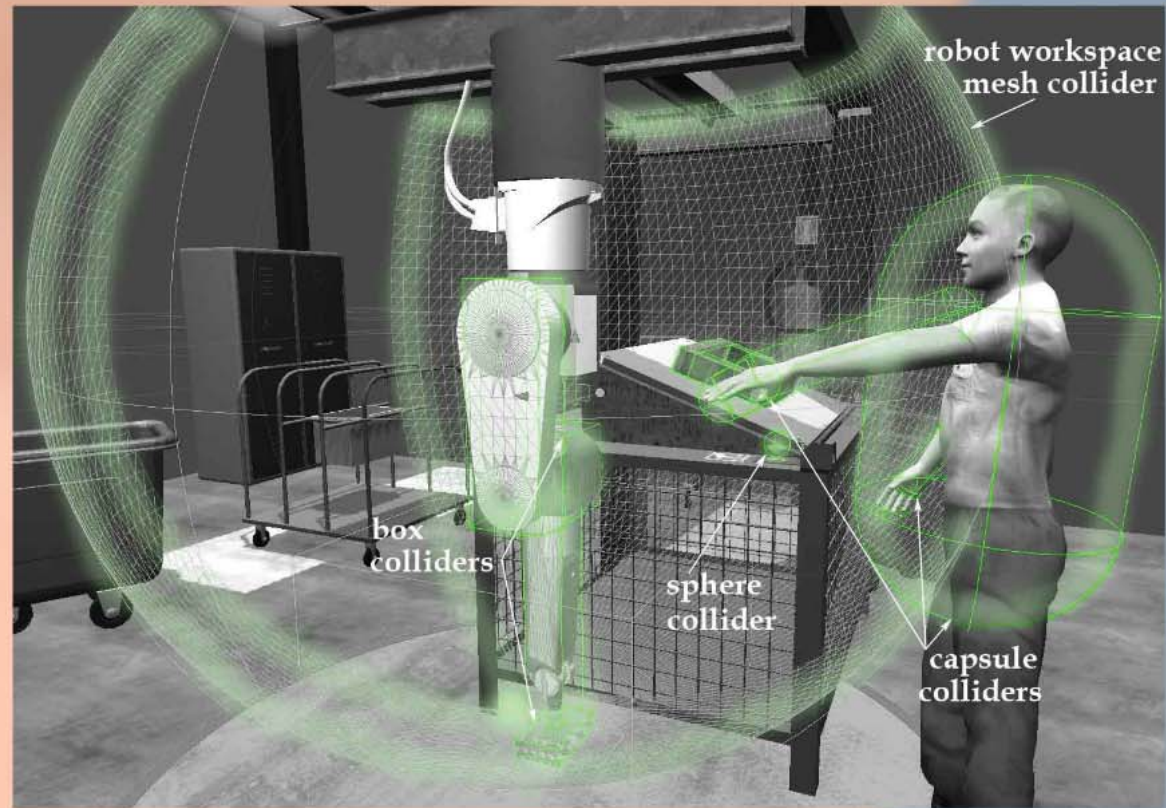


Συμπεριφορά Φυσικής Υφάσματος



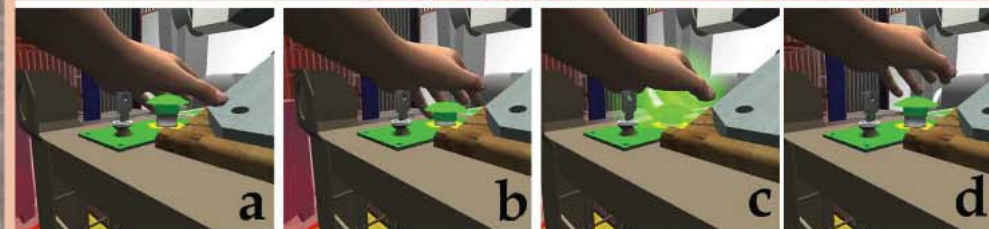
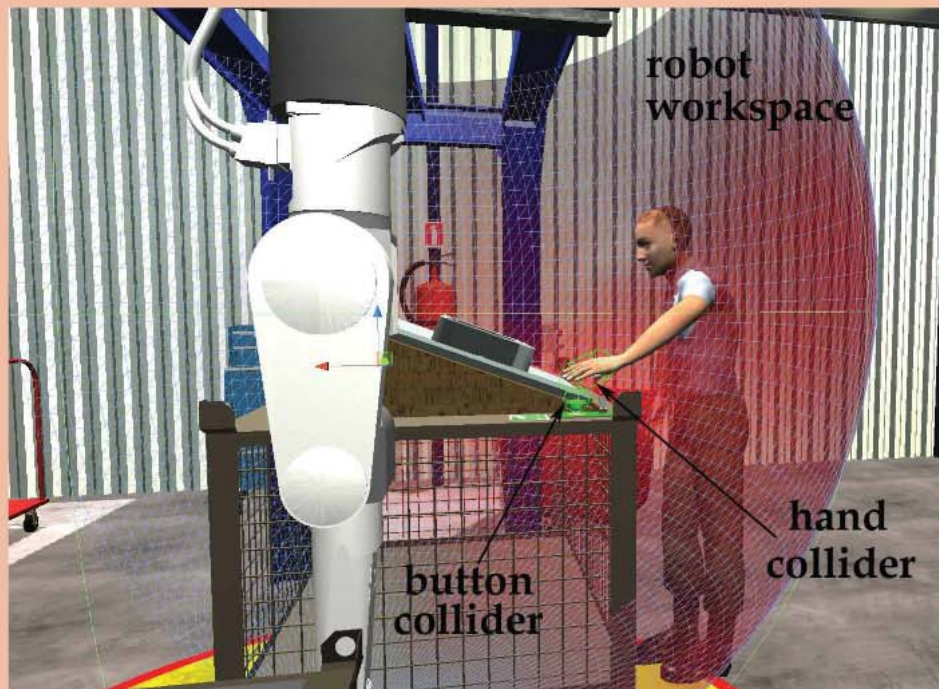
Ανίχνευση σύγκρουσης - χρήση colliders

- φυσική στερεού σώματος
- triggering συμβάντων
- κλήση μεθόδων
- έλεγχος συνθηκών



Η υλοποίηση της τεχνικής του πατήματος του κουμπιού (push-button)

- κίνηση-λάμψη-ήχος-επαναφορά
- υλοποίηση με στοιχεία ανίχνευσης σύγκρουσης
- OnTrigger() vs OnCollision()
 - δημιουργία στιγμιότυπου
 - εκκίνηση logging
 - κίνηση ρομπότ

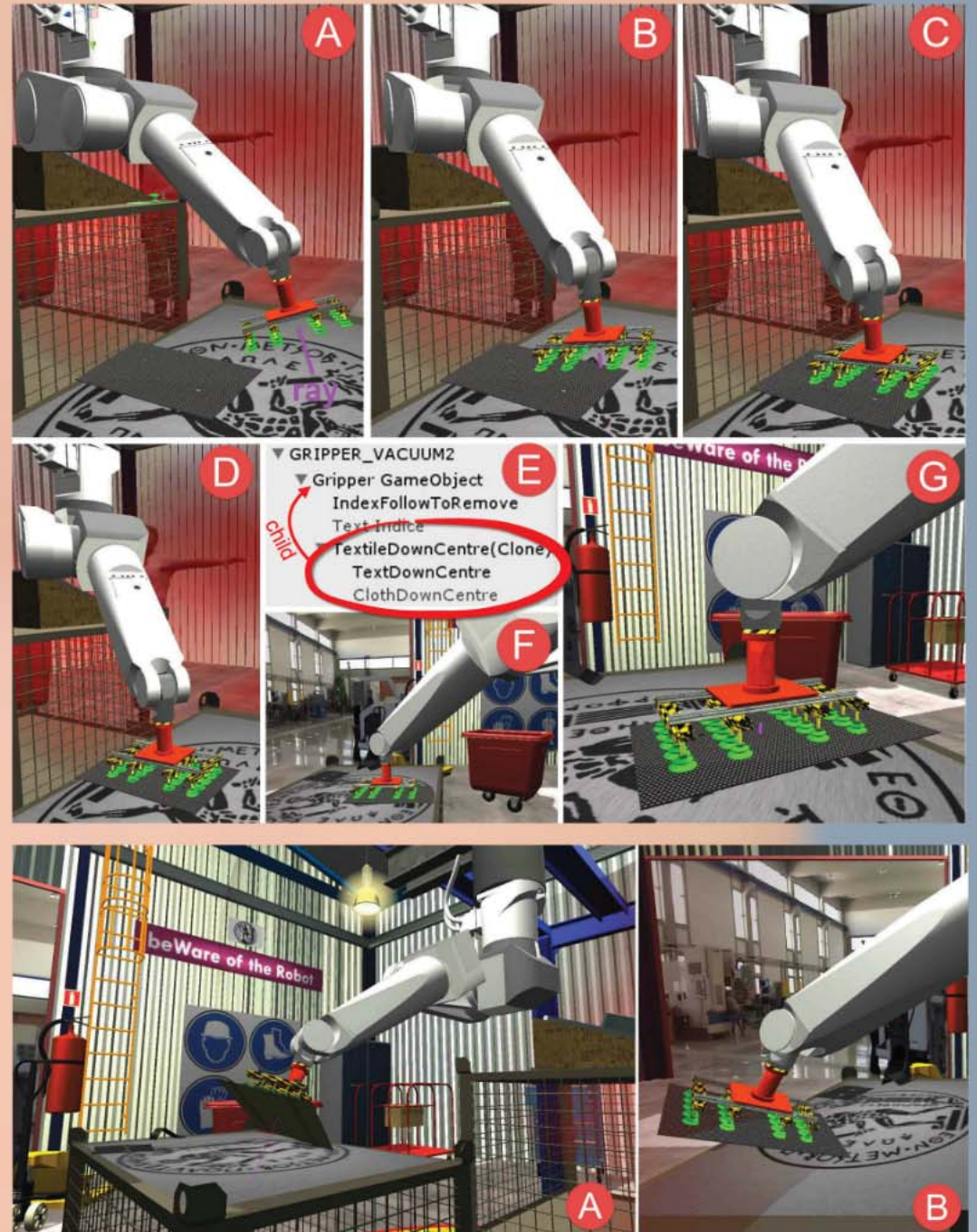


video
push button

Εκπομπή ακτίνας

Ray-casting:

- ανάγνωση ετικέτας (tag)
- ανίχνευση σύγκρουσης
- παραλαβή από ρομπότ
- προσάρτηση σε χέρι
- ανίχνευση στην κατεύθυνση κίνησης



Συζήτηση - Συμπεράσματα

Εμπειρία Χρήστη

- υψηλή αποδοχή
σε επίπεδο μοντελοποίησης, θεωρητικό/παρατηρητικό, προβλεπτικό/αναγνωριστικό
- εμβύθιση vs προβλήματα tracking
- παρουσία
- απαιτητικότητα της μοντελοποίησης στο ΕΠε
- θετική προσωπική χρήσης ΕΠ

Η περίπτωση συλλογής και συγχρονισμού συνεργασιών εν όψει beWare of the Robot 1.0

- Πρωτόκολλο
- Βελτιωμένη απόδοση στις εργασιακές περιπτώσεις 1 και 2
- αναδείχθηκαν:
 - όρια-περιορισμοί
 - προβλήματα tracking
 - αδυναμία χωροχρονικής διακρίσεως
 - αλληλεπιδραστικότητα αναγνώστη
 - κριτική αναγνώστης/εργασίας

Η περίπτωση συλλογής, συγχρονισμού συνεργασιών και εργασίας εν παραλλήλω με έντονη σύγκριση και αλληλεπίδραση beWare of the Robot v2.0



Μελλοντικές επεκτάσεις

- δυνατότητα διενέργειας δοκιμών για εξαιρετικά μεγάλο πλήθος παραμέτρων (προφίλ ταχύτητας, μορφή, τύπος συνεργασίας)
- προσθήκη νέων μετρικών απόδοσης ή φυσιολογίας (ή και combined scores)
- χρήση αναστροφής κινηματικής για δυναμικό υπολογισμό εναλλακτικών τροχιών
- προσθήκη των ιδιομορφών σημείων στη διερεύνηση και στο σχεδιασμό τροχιάς
- ολοκλήρωση διερεύνησης 2ης προβληματικής
- επίλυση προβλημάτων αναγνώρισης κίνησης
- δυνατότητα παραμετροποίησης μεγεθών του ανθρωποειδούς

Εμπειρία Χρήστη

- υψηλή αποδοχή

ως εργαλείο μοντελοποίησης, διερεύνησης παραμέτρων, εκπαίδευσης, προβλεπτικής συμπεριφοράς

- εμπύθιση vs προβλήματα tracking

- παρουσία

- αποτελεσματικότητα της μοντελοποίησης στο ΕΠε

- θετική προοπτική χρήσης ΕΠ

Η περίπτωση συνύπαρξης και συγχρονισμένης συνεργασίας εν σειρά beWare of the Robot 1.0

- πρωτόλεια
- θετική απάντηση στις ερευνητικές προβληματικές 1 και 2
- αναδείχθηκαν:
 - όρια-περιορισμοί
 - προβλήματα tracking
 - αδυναμία χωροθέτησης
 - αλληλεπιδραστικότητα σεναρίου
 - κριτήρια ενεργοποίησης συναγερμών

Η περίπτωση συνύπαρξης, ταυτόχρονης συνεργασίας και εργασίας εν παραλλήλω, με έντονη συνέργεια και αλληλεπίδραση

beWare of the Robot v2.0

έκδοση 2.0

- επίλυση ζητημάτων έκδοσης 1.0
- χωροθέτηση
- 3D διεπαφές χρήστη
- μεταφορές και τεχνικές αλληλεπίδρασης
- προνοητικές/προσαρμοστικές τεχνικές
- κριτήρια ενεργοποίησης τεχνικών

χρήση γνωστικών βοηθημάτων

- δημιουργία προβλεπτικής συμπεριφοράς / επίγνωση κατάστασης
- βοηθήματα - συναγερμοί
- υψηλή αποδοχή
- υψηλή (αντιληπτή) αποτελεσματικότητα

τεχνικές ασφαλούς συνεργασίας

- επιβράδυνση vs υποχώρηση
- προσαρμοστικές τεχνικές
- συνθήκες ενεργοποίησης
- λογική τεχνικών vs απαιτούμενη αντίδραση
- προσαλαμβανόμενα μεγέθη
- αποτελέσματα πειράματος συγκρίσεως

έκδοση 2.0

- επίλυση ζητημάτων έκδοσης 1.0
- χωροθέτηση
- 3D διεπαφές χρήστη
- μεταφορές και τεχνικές αλληλεπίδρασης
- προνοητικές/προσαρμοστικές τεχνικές
- κριτήρια ενεργοποίησης τεχνικών

χρήση γνωστικών βοηθημάτων

- δημιουργία προβλεπτικής συμπεριφοράς / επίγνωση κατάστασης
- βοηθήματα - συναγερμοί
- υψηλή αποδοχή
- υψηλή (αντιληπτή) αποτελεσματικότητα

τεχνικές ασφαλούς συνεργασίας

- επιβράδυνση vs υποχώρηση
- προσαρμοστικές τεχνικές
- συνθήκες ενεργοποίησης
- λογική τεχνικών vs απαιτούμενη αντίδραση χρήστη
- προσλαμβανόμενα μεγέθη
- αποτελέσματα πειράματος συγκρίσεως



