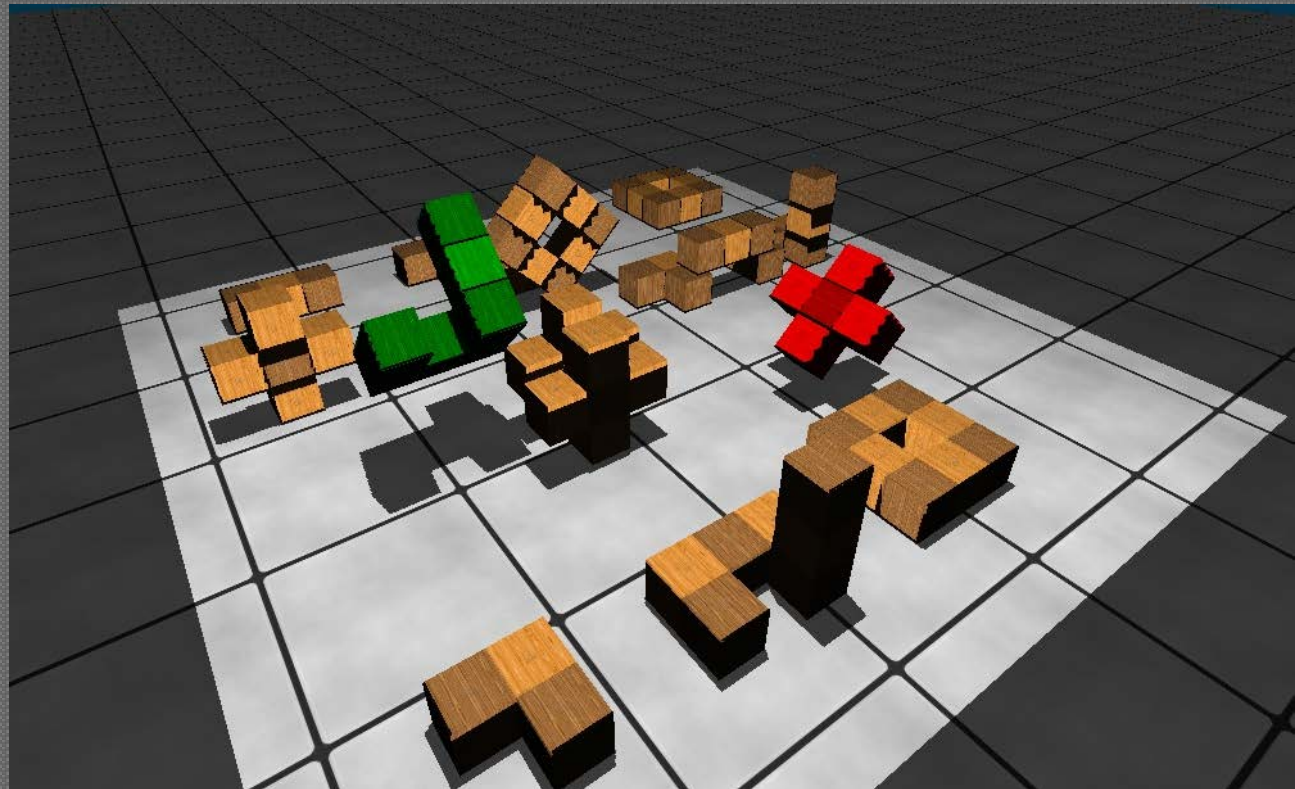


Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Μέθοδοι Διαχείρισης Εικονικών Αντικειμένων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών 2009 – 2011
Διπλωματική Εργασία



Νίκος Σκιαδάς

Επιβλέπων Καθηγητής
Γ. Λέπουρας

Περιεχόμενα

- ◉ 3DUI Contest 2011
- ◉ Σχεδιασμός
- ◉ Υλοποίηση
- ◉ Παρατηρήσεις και Συμπεράσματα

3DUI Contest 2011



3DUI Contest 2011

- Το ζητούμενο: ένα σύστημα που θα επιτρέπει στο χρήστη να λύσει ένα εικονικό puzzle
- Ο σκοπός: να μελετηθούν διαφορετικές προσεγγίσεις στις μεθόδους αλληλεπίδρασης
- Αποκτήσαμε ένα πραγματικό puzzle...

IEEE COMPUTER SOCIETY

IEEE Symposium on 3D User Interfaces 2011

3DUI 2011

Call for 3DUI Contest

Description

For the second year, 3DUI is holding the 3DUI Grand Contest. It is open to anyone interested in 3D User Interfaces, from researchers to students, enthusiasts, and professionals. The goal is to find innovative solutions to classic 3DUI problems (navigation, selection, manipulation). Think outside the box, unleash your creativity, and show your ideas to the 3DUI community! You may use whatever software and hardware you want (from simple mouse/keyboard, to specialized devices such as the Spacemouse, haptic devices, multi-touch tables, 3D trackers, head-mounted displays, projection systems, etc.) to achieve the task.

Problem Description

Build an application that allows users to solve simple 3D puzzles such as that shown in Figure 1. The system should measure time of completion, and it should provide a way to include new puzzles (i.e. pieces and final shape) to the system (such as that in Figure 2). The environment should show something like a tabletop, where all pieces are equally selectable. The user should be able to select any piece and move it to a working area. The system identifies when the solution is achieved, and it should show how much time the player needed.

All teams should perform a basic user study with the following method and measures. (For the user study, use the puzzle in Figure 1.) Novices should receive a short introduction of the manipulation techniques and the task, with a practice session of 1 minute. After this, they should start the task and be left alone (with no guidance). You should register how many subjects finished the task and how long it took for each user (measured by the system in seconds). For experts, you should record the time of completion for 3 attempts. You should present data of at least 10 novice users and 5 experts. A novice user is someone with little or no familiarity with 3DUIs (casual game play on the Wii, for example, would fit into this category). Experts would be people familiar with 3DUI implementation/design, or people who regularly use 3DUIs to perform tasks (such as domain scientists who use 3DUIs for visualization).

* You should add more measurements to this study, which will be evaluated by Junes.



Fig.1: Puzzle to be solved




Fig.2: The system should be able to add more puzzles such as this one (without the box)

Rules

Teams of up to 5 people can submit solutions. We expect from you the following material:

Context

⊙ Εικονικά αντικείμενα:

- Αναπαραστάσεις αντικειμένων πραγματικού κόσμου
- Όχι αφηρημένα / μη πραγματικά αντικείμενα
- Όχι αντικείμενα που δεν είναι «διαχειρίσιμα» στον πραγματικό κόσμο (μέγεθος / βάρος)

⊙ Αναπράσταση του χρήστη

- Virtual Assembly
- Όχι avatar
- Μόνο οι αλληλεπιδραστικές «μονάδες» (τα χέρια)
- Όχι απαραίτητη η ρεαλιστική απεικόνιση



Σχεδιασμός

Συμμετρική χρήση χεριών

- Οποιαδήποτε λειτουργία στον εικονικό κόσμο είναι δυνατή και με τα δύο χέρια
- Αναμενόμενη η χρήση όμοιων controllers (αλλά όχι απαραίτητα επιβεβλημένη)
- Ο χρήστης προσαρμόζει «διαισθητικά» τον τρόπο εργασίας του

Μή συμμετρική χρήση χεριών

- ◉ Λαμβάνεται εξ'αρχής υπόψη η διαφοροποίηση των ρόλων των χεριών (dominant – non dominant hand)
- ◉ Καταλληλότερος controller για κάθε εργασία
- ◉ Απαιτεί κάποια εκ των προτέρων γνώση του χρήστη για τις (σχετικές) δυνατότητες των controllers και τη μορφή αλληλεπίδρασης με την εφαρμογή

Πώς «κρατάμε» ένα κομμάτι (I)

- «Κρατάμε» ένα κομμάτι κρατώντας πατημένο ένα διακόπτη
 - Έχει νόημα σε haptic feedback και γενικά σε κατάλληλους controllers
 - Αποδίδει την αίσθηση του ότι ο χρήστης κρατάει «ενεργά» ένα αντικείμενο...
 - ...αλλά αποδεικνύεται κουραστικό για τους «κλασσικούς» controllers (mouse, 3D mouse – η δική μας περίπτωση)

Πώς «κρατάμε» ένα κομμάτι (2)

- Πατάμε και αφήνουμε ένα διακόπτη για να «πιάσουμε» και ξανά για να «αφήσουμε»
 - Θυμίζει τη λογική αλληλεπίδρασης με υπολογιστή αλλά όχι με φυσικά αντικείμενα
 - Πιό ξεκούραστο για «τυπικούς» controllers
 - Στατιστικά περνάμε πολύ λίγη ώρα στο περιβάλλον με «άδεια χέρια»

Κίνηση χεριού (I)

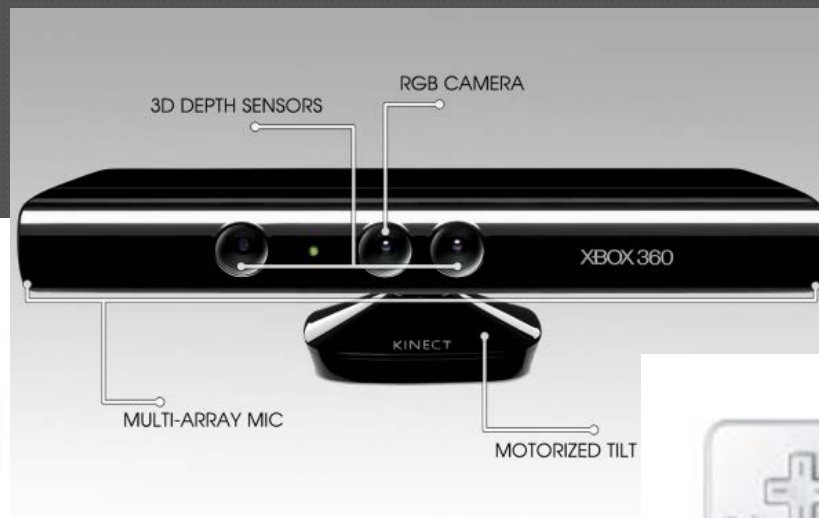
- Ο controller χρησιμοποιείται για μετατοπίσεις και περιστροφές
- Στην πραγματικότητα: μετατόπιση με το βραχίονα, περιστροφή με τον καρπό
- Λύσεις:
 - Αλλαγή κατάστασης του input ή
 - Ρύθμιση του threshold

Κίνηση χεριού (2)

- Ακολουθήσαμε τη 2^η λύση
 - Λιγότερες καταστάσεις → λιγότεροι διακόπτες → απλούστερο interaction
 - Δεν διαφοροποιούμε νοερά τις δύο κινήσεις όταν χρησιμοποιούμε τα χέρια μας...

Συσκευές Εισόδου (I)

Συσκευές εμπύθισης (immersive controllers)



(Αντι)Παράδειγμα



Συσκευές Εισόδου (2)

Επιτραπέζιες συσκευές (desktop controllers)



Συσκευές Εισόδου (3)

Πειραματικές μέθοδοι



Color glove

PCubee



Υλοποίηση

```
1300 |
1301 | bool Puzzle3D::CompareToSolutionState(int*** sol
1302 | {
1303 |     for(list<GridSlot>::const_iterator si = slo
1304 |     {
1305 |         if(sol[si->x][si->y][si->z] != si->id)
1306 |         {
1307 |             return false;
1308 |         }
1309 |     }
1310 |     //cout << "SOLVED\n";
1311 |     //solved = true;
1312 |     static bool played = false;
1313 |     if(!played)
1314 |     {
1315 |
1316 |         PlaySolved(cameraPos.x, cameraPos.y, came
1317 |         played = true;
1318 |     }
1319 |     Color sc(1,0.8f,0);
1320 |     for(list<Piece*>::iterator pi = pieces.begi
1321 |     {
1322 |         (*pi)->SetDiffuseColor(sc);
1323 |     }
```

Υλοποίηση

WORLD  VIZ®



PANDA 3D

[Information](#)

[Gallery](#)


[Download](#)

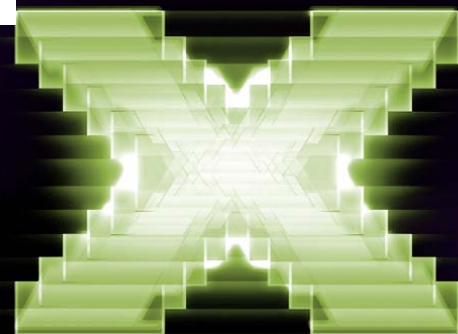
Η υλοποίηση δεν έγινε σε κάποιο εξειδικευμένο toolkit

SDL
Simple Directmedia Layer

OpenGL®

IRR KLANG
high level 2D and 3D sound library

 **BULLET**
PHYSICS LIBRARY



Περιγραφή δεδομένων

- Βασική απαίτηση το εύκολο editing
 - Να μπορούμε να ορίσουμε εύκολα τα κομμάτια
 - Να μπορούμε να περιγράψουμε εύκολα το puzzle
 - Όχι 3D editing
- Text files

Περιγραφή Κομματιών

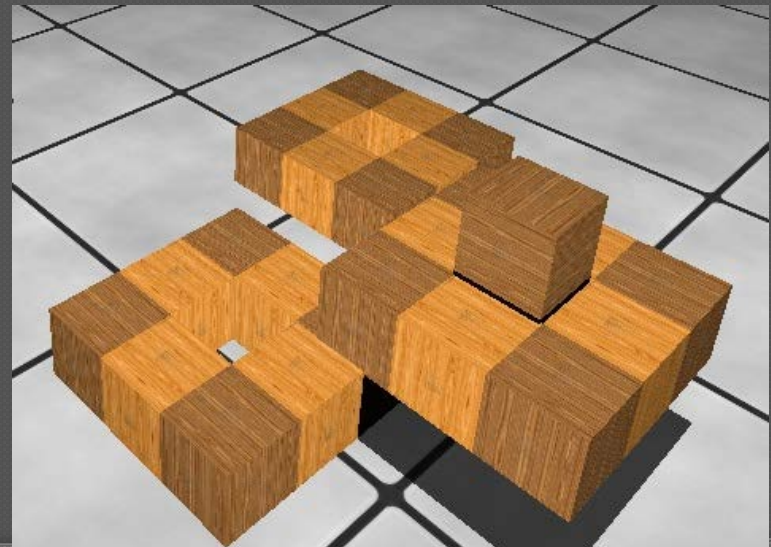
```
PIECE Piece1 3
0 0 0
1 0 0
2 0 0
```

Περιγραφή Puzzle

```
PIECE Piece1
PIECE Piece2
PIECE Piece3
ENDPUZZLE
```

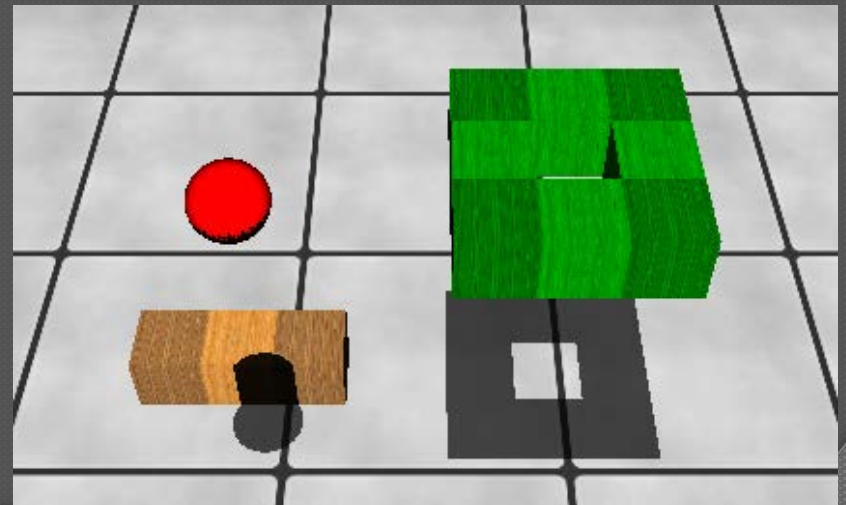
Απεικόνιση – Κομμάτια του puzzle

- Η επιλογή για «ρεαλιστική» μορφή των κομματιών ήταν κυρίως αισθητική
- Η επιλογή όμως να διακρίνονται οι κύβοι από τους οποίους αποτελούνται αποδείχτηκε πρακτική και βοηθάει στην αίσθηση ευθυγράμμισης των κομματιών



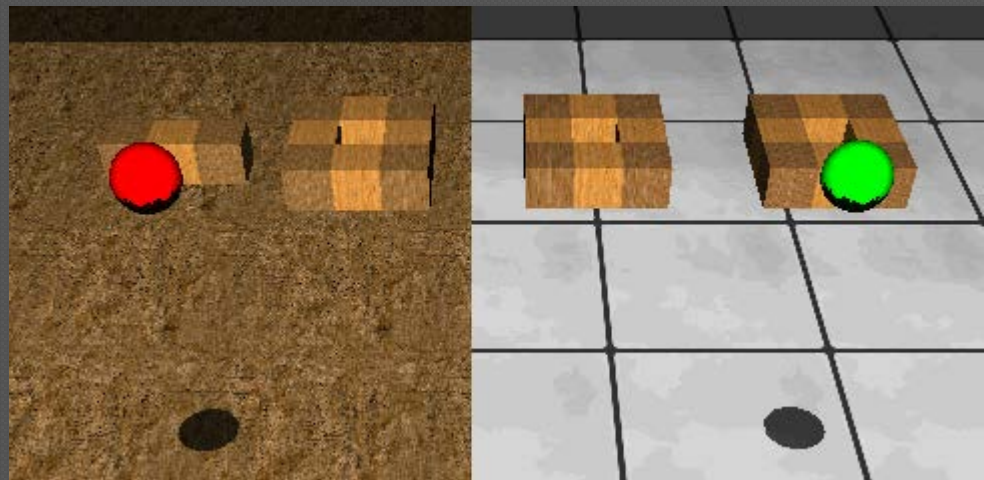
Απεικόνιση - Cursors

- Τα «χέρια» του χρήστη απεικονίζονται σαν σφαίρες με διαφορετικό χρώμα
- Δε μας ενδιαφέρει ο προσανατολισμός όταν ο χρήστης δεν «κρατάει» κάποιο κομμάτι
- Όταν κρατάει, η σφαίρα αντικαθίσταται από το κομμάτι με κατάλληλο χρώμα



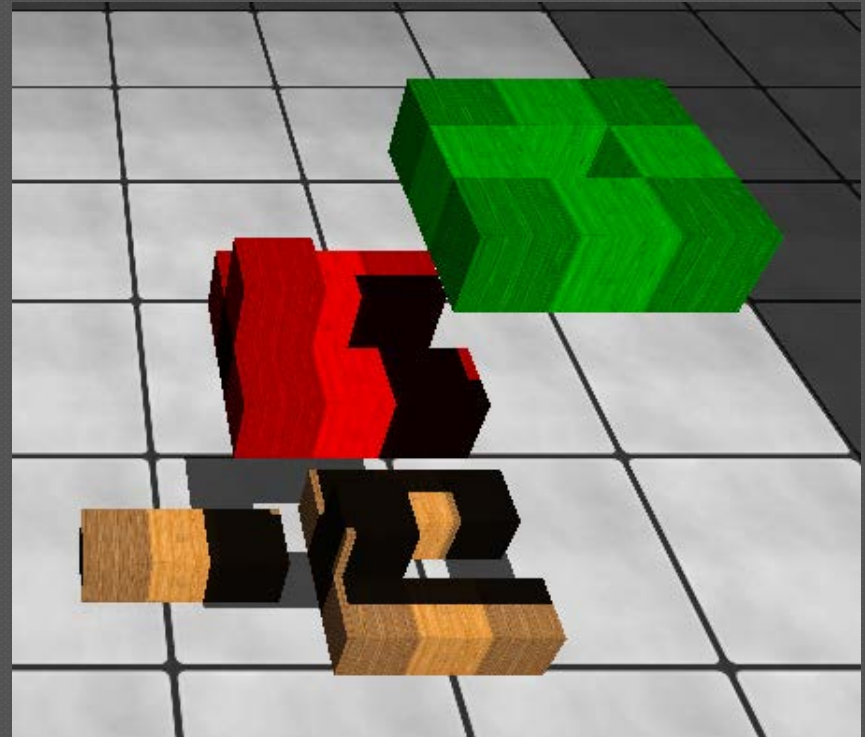
Απεικόνιση – κάμερα και προοπτική

- Μερικώς ελεύθερη κάμερα
 - Δυνατότητα να αλλάξουμε οπτική γωνία
 - «Υποκαθιστά» τη λειτουργία της άμεσης διαχείρισης του κατασκευασμένου μέρους του puzzle
- Υφή εδάφους για καλύτερη αίσθηση βάθους



Απεικόνιση - Σκιές

- Ρεαλιστική απεικόνιση
- Καλύτερη αντίληψη σχετικών θέσεων και αποστάσεων των κομματιών
- Αλγόριθμος shadow mapping



Προσομοίωση φυσικής

- Ρεαλιστική συμπεριφορά του «κόσμου» του puzzle
- Περιορίσαμε τα χαρακτηριστικά της προσομοίωσης για λόγους ευχρηστίας
 - Προέκυψαν ενδιαφέροντα πορίσματα
- Θα φανεί στο demo...

Καταγραφή και έλεγχος του puzzle

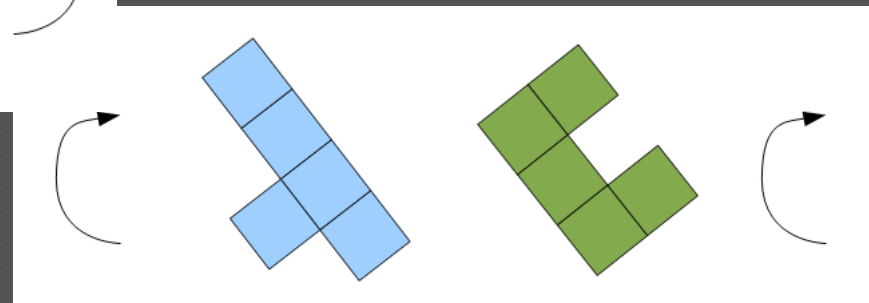
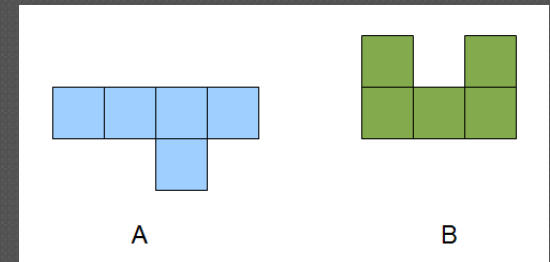
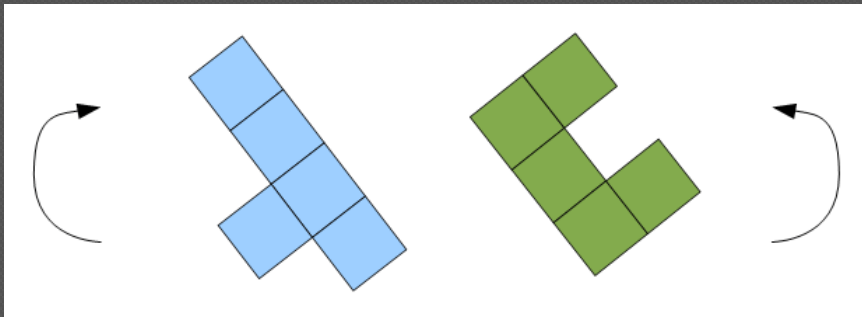
- ◉ 3 εναλλακτικές προσεγγίσεις
 - Καταγραφή σχετικών μετασχηματισμών
 - Καταγραφή σημείων επαφής
 - Grid matching

Καταγραφή σχετικών μετασχηματισμών

- Αν A και B 4x4 πίνακες μετασχηματισμών τότε

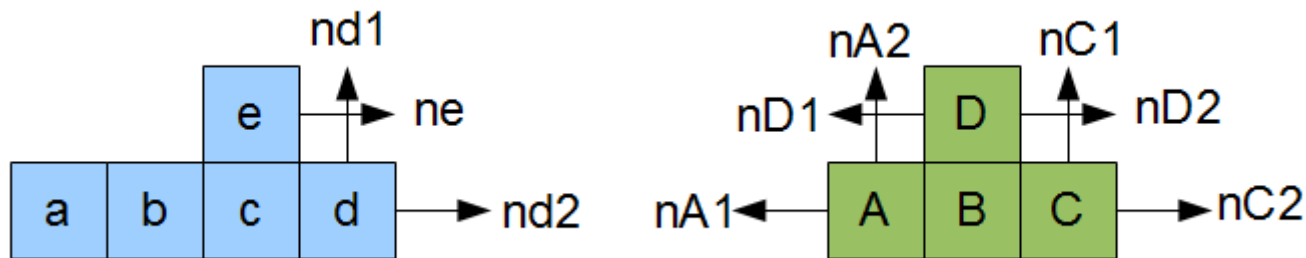
$$AX = B \rightarrow X = A^{-1}B$$

- Πρόβλημα: διαφορετικοί μετασχηματισμοί μπορεί να παράγουν ισοδύναμα αποτελέσματα
- Συμμετρίες...



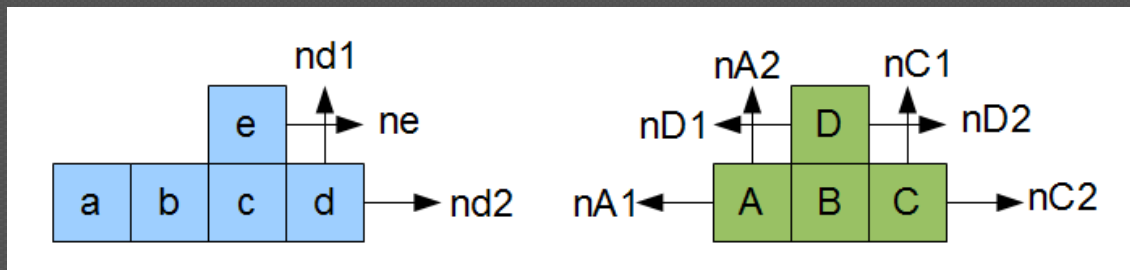
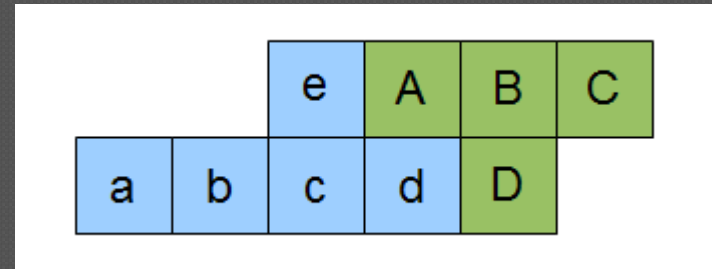
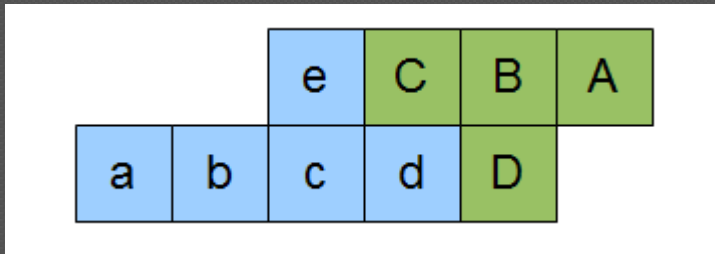
Καταγραφή σημείων επαφής (I)

- Γνωρίζουμε το κανονικό διάνυσμα κάθε πλευράς κύβου στο ελεύθερο κέλυφος του κομματιού
- Δύο κανονικά διανύσματα με «κοντινή» αρχή και αντίθετη κατεύθυνση σηματοδοτούν δύο πλευρές σε επαφή



Καταγραφή σημείων επαφής (2)

- Πρόβλημα: πρέπει τα κανονικά διανύσματα να «σηματοδοτηθούν» κατάλληλα ώστε να λαμβάνουν υπόψη τις συμμετρίες του κομματιού
- Ο αυτόματος εντοπισμός των συμμετριών δεν είναι εύκολη υπόθεση...

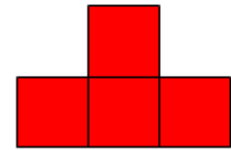
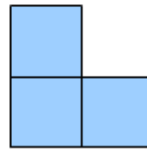


Grid matching (I)

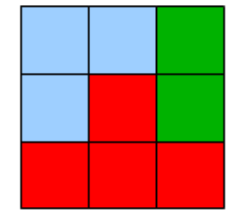
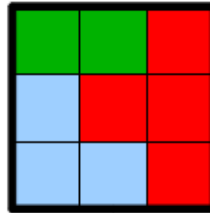
- Κάθε κύβος έχει ένα id που προκύπτει από τον τύπο του κομματιού που ανήκει
- Το puzzle αποθηκεύεται σαν ένα σύνολο από id και τις ακέραιες συντεταγμένες τους στις θέσεις που καταγράφονται σε λύση
- Παράγονται αυτόματα όλες οι παραλλαγές της λύσης
- Σε κάθε frame συγκρίνεται η τρέχουσα κατάσταση του puzzle με όλες τις λύσεις

Grid matching (2)

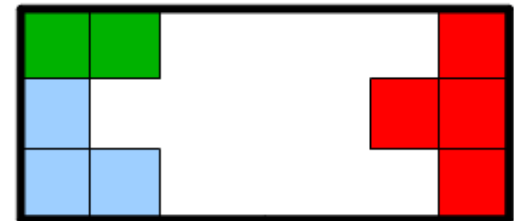
Τα διαθέσιμα κομμάτια



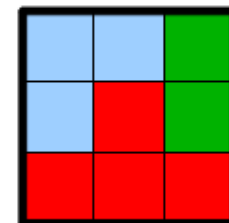
Καταγραφή λύσης και
μια εναλλακτική



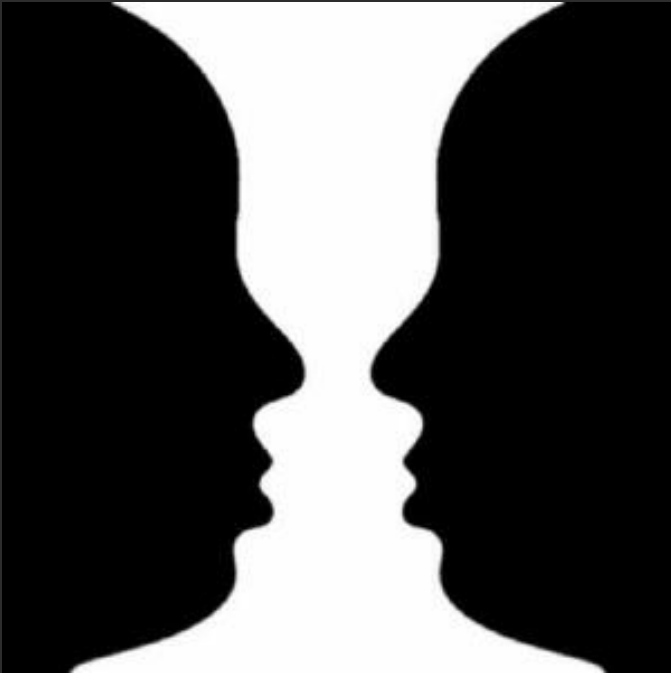
Bounding Box



Μια αποδεκτή λύση



Συμπεράσματα



Πάρα πολλή προσομοίωση;

- Η φυσικά «ρεαλιστική» συμπεριφορά των κομματιών σε πολλές περιπτώσεις δυσκόλευε την αλληλεπίδραση
 - Μη προβλεψιμότητα
 - Τα κομμάτια κατέληγαν σε «άβολες» θέσεις
- Αφαιρέσαμε στοιχεία της προσομοίωσης (π.χ. ροπές)
- Η ευκολία στη χρήση καθιστά το ρεαλισμό δευτερεύοντα

Εξελισσόμενη αλληλεπίδραση

- Απο τη λειτουργική ισοδυναμία των χεριών προκύπτουν emergent συμπεριφορές:
 - Ο χρήστης αξιοποιεί ταυτόχρονα τα χέρια του στη διαχείριση των κομματιών
 - Ο χρήστης χρησιμοποιεί εναλλάξ τα χέρια του για να αλληλεπιδράσει με το πιό «βολικό» (κοντινό;) κομμάτι κατά περίπτωση
 - Ο χρήστης «αναθέτει» τη χρήση της κάμερας στο ένα χέρι και τη χρήση των κομματιών στο άλλο
 - Οι ρόλοι είναι μεταβλητοί και δυναμικά εναλλάξιμοι

Άποψη του κόσμου

- Βασική απαίτηση να μπορεί ο χρήστης να έχει δυναμική άποψη της κατασκευής
- Η δυνατότητα να περιστρέφεται η κάμερα αποδείχτηκε λειτουργικά επαρκής, αντί της περιστροφής της κατασκευής
 - (?) Η δυνατότητα να περιστρέφουμε το αντικείμενο «κρατώντας» το δέν είναι σημαντική λειτουργική παράμετρος για την αντίληψη μας γι'αυτο

Λειτουργικότητα vs. οικειότητα

- Το 3D mouse προσφέρει 6 βαθμούς ελευθερίας – αρκετούς για απεικόνιση των κινήσεων του χεριού
- Η χρήση του όμως δεν ήταν άμεσα «αναγνωρίσιμη», οι χρήστες δούλεψαν αρχικά πiό αποδοτικά με το κλασσικό mouse
- Το συνηθέστερο αποδείχτηκε (αρχικά) καλύτερο από το λειτουργικότερο
- Μάλλον θέμα χρόνου / προσαρμογής

Hands On...

Demo

Ερωτήσεις

???

Ευχαριστώ

!!!