
Tangible User Interfaces:

Technische Ansätze und Optionen

Allgemeine Kriterien für Tracking

- Robustheit (z.B. bei schnellen Bewegungen)
- Schnelligkeit (Verzögerung etc.)
- Genauigkeit
- Allgemeinheit (Einschränkungen)
- Prädiktion (Fähigkeit des Vorausberechnens)

(nach G. Klinker, auf Augmented Reality bezogen)

Standard Trackingsysteme - Vergleich

	Geschwindigkeit	Präzision	Robustheit	Weit-räumigkeit	Kabelage	
Optisch	-	++	+	+	N	Sichtlinie, Beleuchtung
Magnetisch	+	-	--	--	J	Keine Metalle
Akustisch	+	-	-	-	N	Mehrfaches Echo
Trägheit	++	-	++	++	N	Drift
Kompass Neigung	-	--	++	++	N	Keine Metalle, Erdmagnet
GPS	--	--	++	++	N	Sichtlinie zu Satelliten
Mechanisch	+	++	--	--	J	Eingeschränkte Bewegung

Was will ich eigentlich erkennen?

- Existenz, Vorhandensein
- Identität
- Ort
- Orientierung
- Aktivierung, Ereignisse....

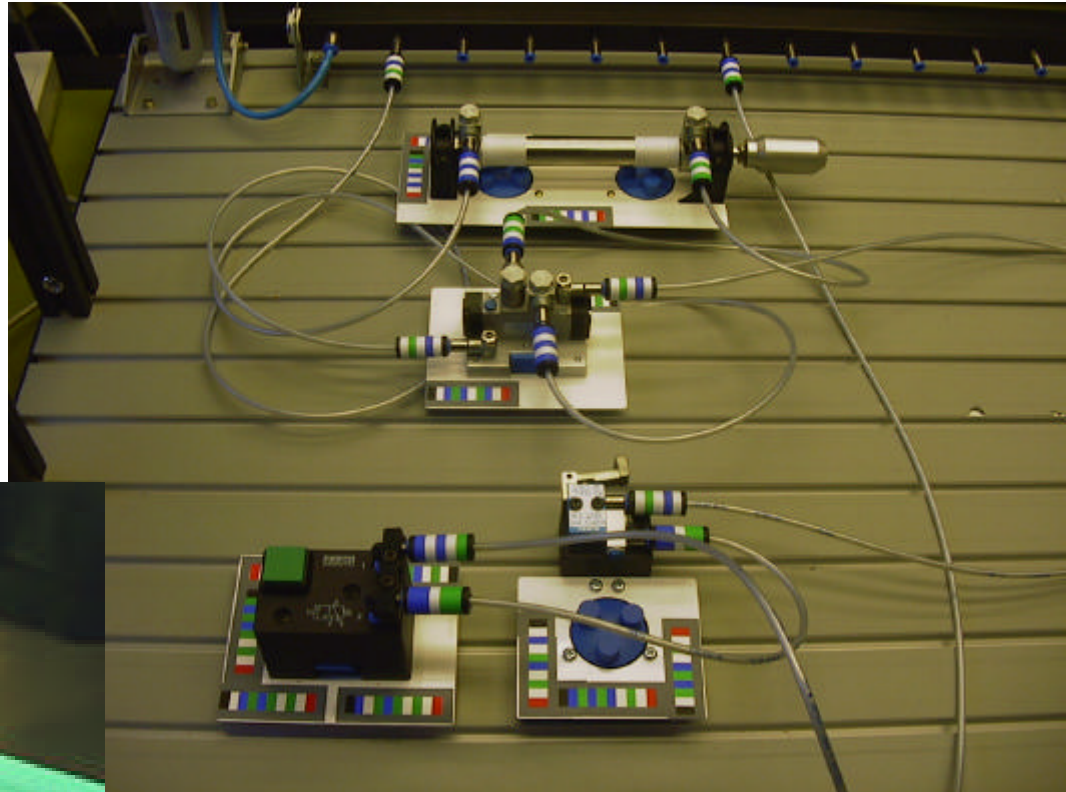
Weit verbreitet: Stecksysteme,
Bilderkennung, RFID, „Cannibalizing“

Verwendete Trackingtechnologien

bei artec



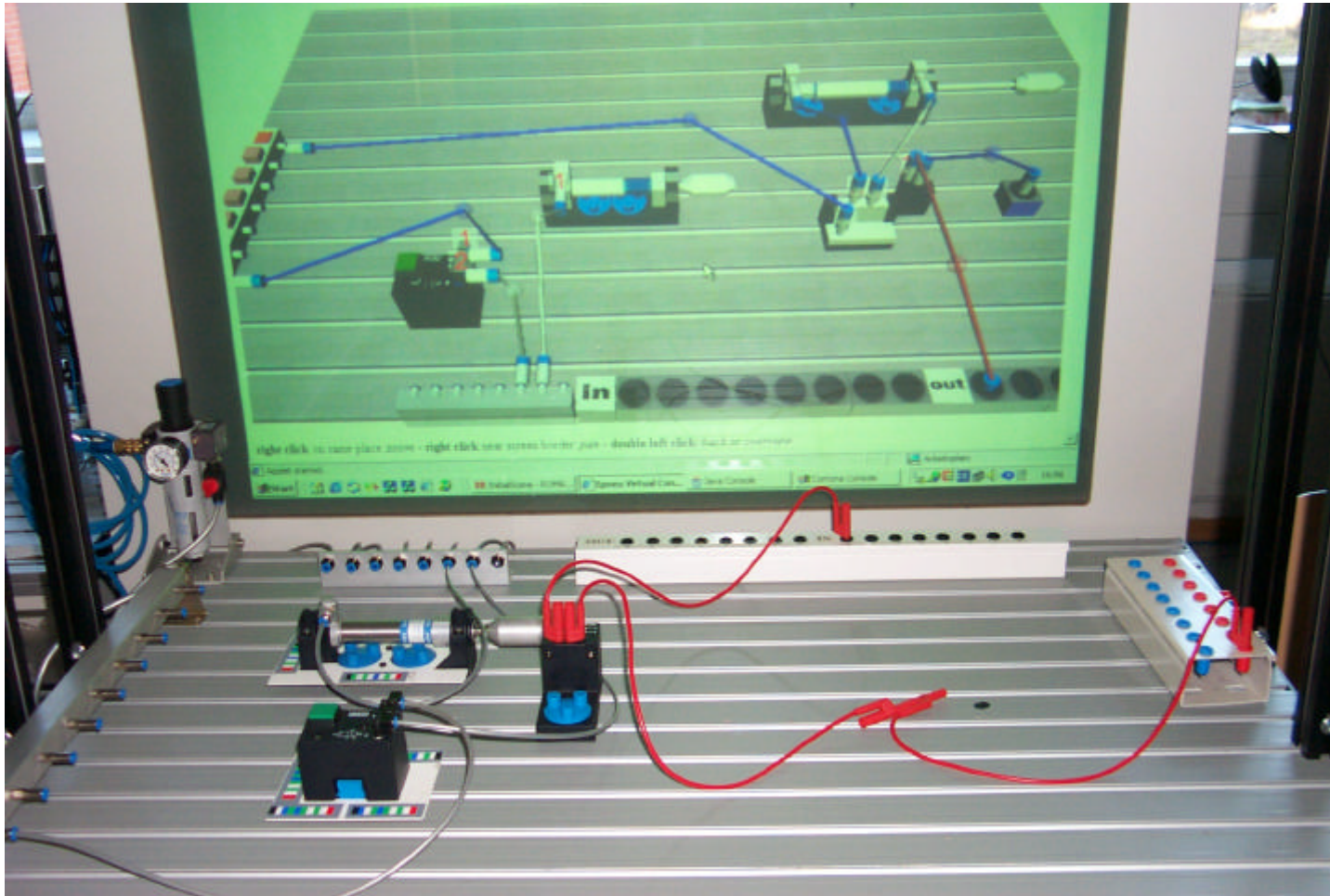
Datenhandschuh &
Touchring



Bilderkennung low-tech
(aber nicht schön)



Mixed Reality - Hypertubes



Messen von Ein-/Ausgabesignalen an fest definierten Übergängen, Gesamtschaltung erstreckt sich über Realität (an versch. Orten) und Virtualität

Self-Describing Building Blocks- historisch

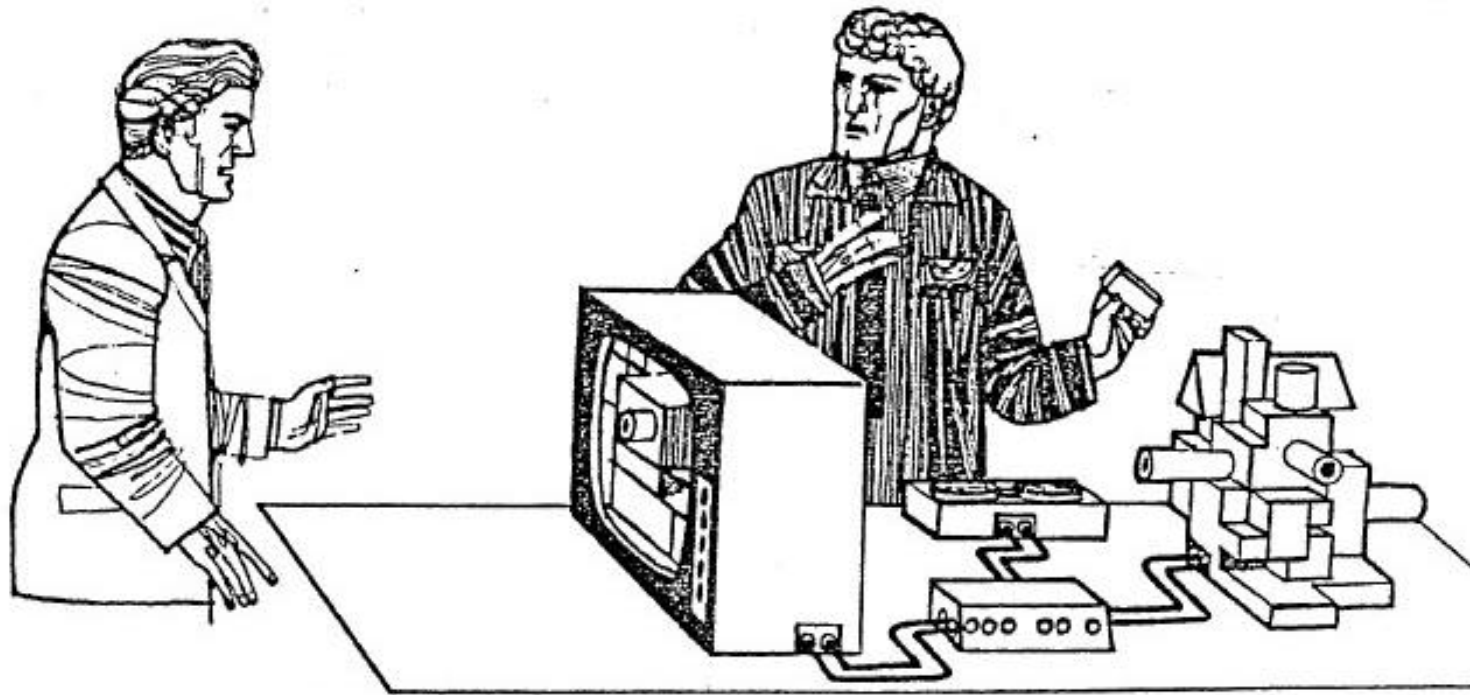
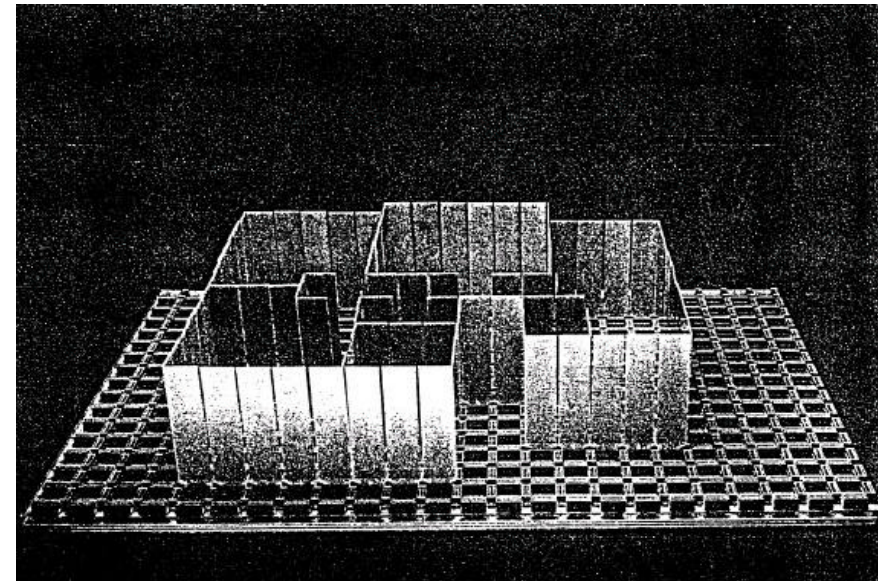
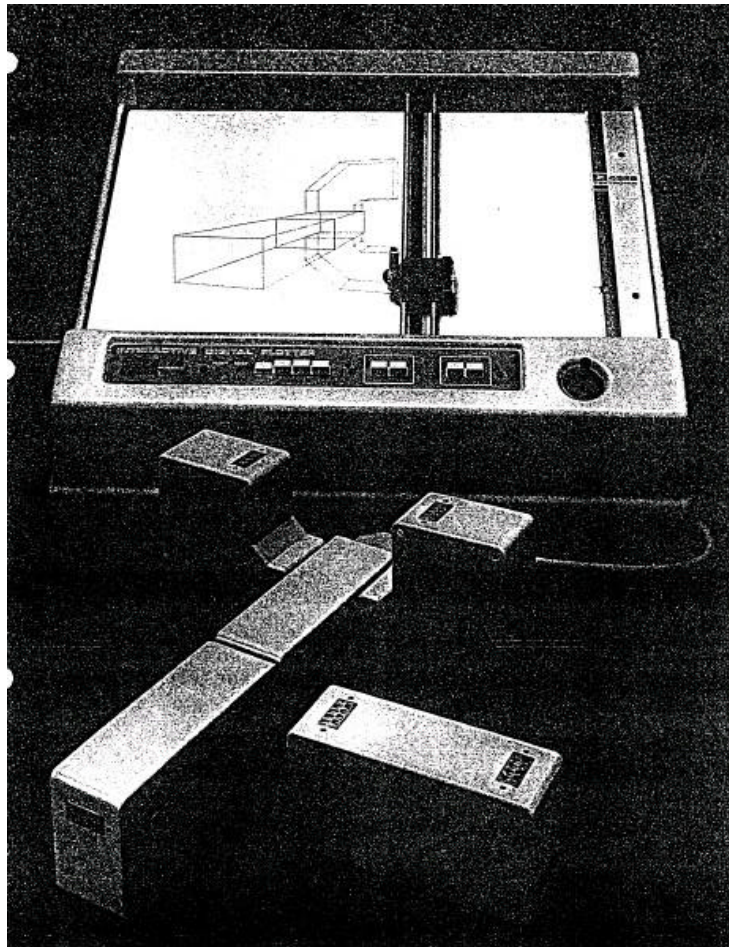
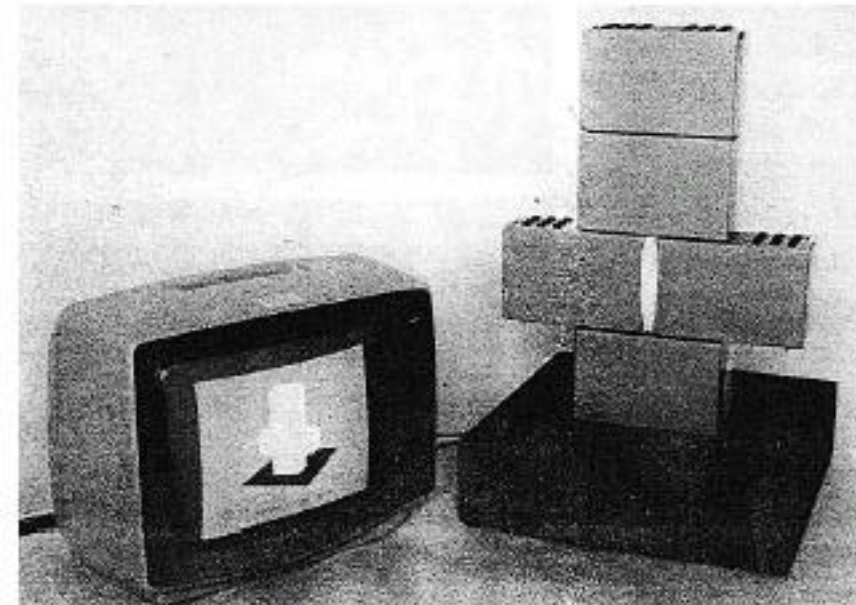


fig. 1. Intelligent physical modelling system

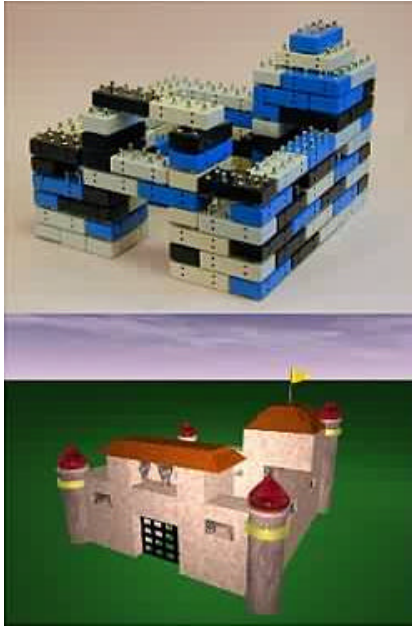


Frazer & Aish, ca. 1980

„intelligente“ Steck-Systeme

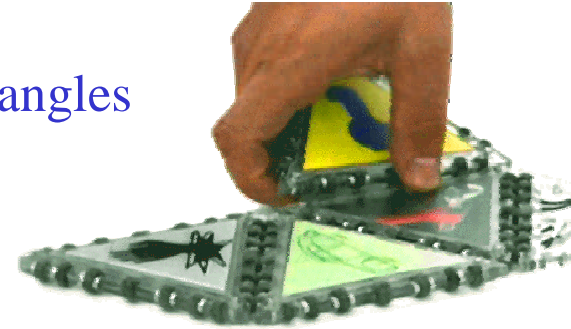


Self-Describing Building Blocks heute



MERL: Lego-artig
wertet eigene Struktur
aus

Triangles



Active Cubes



Stackables (jeder Block ein
Minicomputer)



Cognitive Map Probe

(angelehnt an alte [Segal Housing](#) Technik von Frazer ³⁾)

Raster mit Chipfüßen

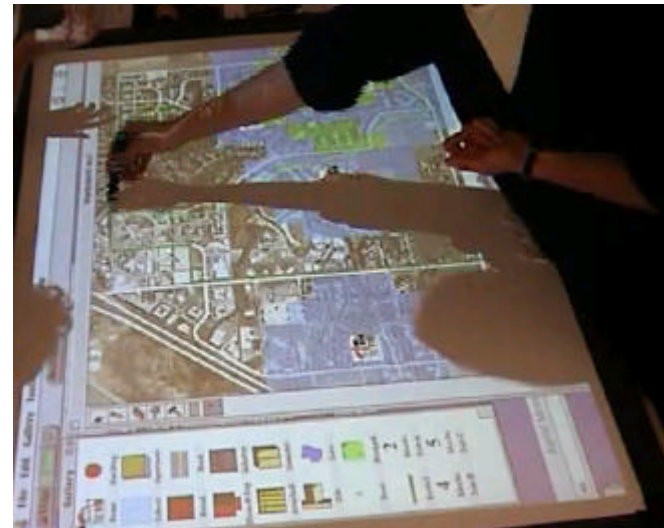
Nachteile:

- Einschränkung der Freiheitsgrade beim Positionieren, bzw. Stecken (starre Kontakte)
- notwendige Sorgfalt (oder Schnappverschlüsse)
- Triangles: Verschluß & el. Kontakt über Magnete oft unterbrochen, fehlende gute Hardware für frei bewegliche elektr. Kontakte
- hoher Integrationsgrad Hardware/Elektronik, Spezialanfertigungen

Aber: 3D-Strukturen

Touchscreens

- Leitender Untergrund, darüber gespannt leitende, oben beschichtete Folie
- Druck erzeugt Kontaktpunkt
- erkennt nur EINEN Druckpunkt, mittelt mehrere....
- Leichtes Auflegen genügt nicht
- Erkennt kein Entfernen
- nicht für horizontale Anbringung gedacht (Durchhängen), ständiges Kalibrieren



EDC, Boulder
Colorado

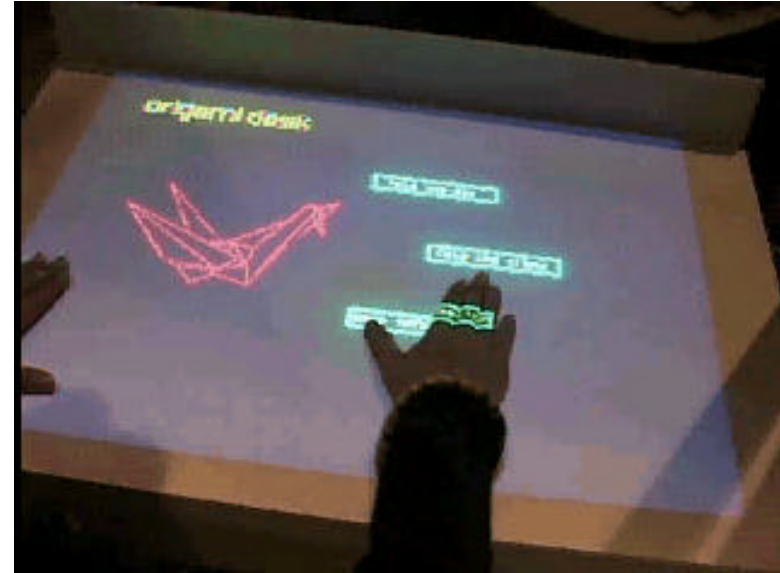
Electric Field Sensing

Körper leiten Strom,
sensorisierte Fläche
kann daher Spannung messen
& Berührung erkennen

Identifizierung von Personen
durch Stühle, an denen
niedrige, bekannte
Spannung anliegt, möglich

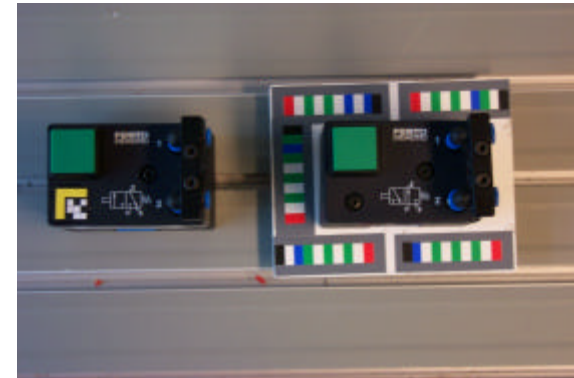
Origami Desk

Kombination EFS (Interaktion)
mit RFID (Origami-Falten)

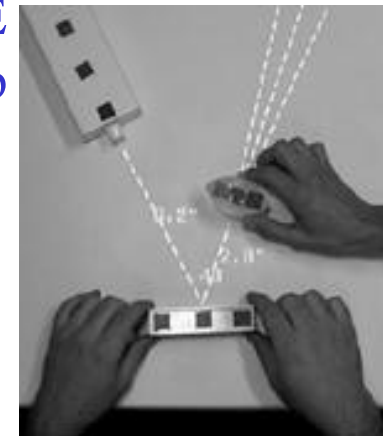


Bildererkennung

- Meist Erkennen von Strichcodes u.ä. (Glyphs) - echte Bildererkennung zu teuer und langsam
- Verdeckungsproblem (Hände, Körper) - Verzögerung, bis Objekte wieder von Kamera erfaßt sind
- Stabilität, Robustheit, Geschwindigkeit
- Hohe Anfälligkeit gegen Veränderung des Umgebungslichts
- unschön, für Anwender störend, weil nicht aufgabenbezogen
- Geschickt gewählte optische Markierungen sind 3D-registrierbar !

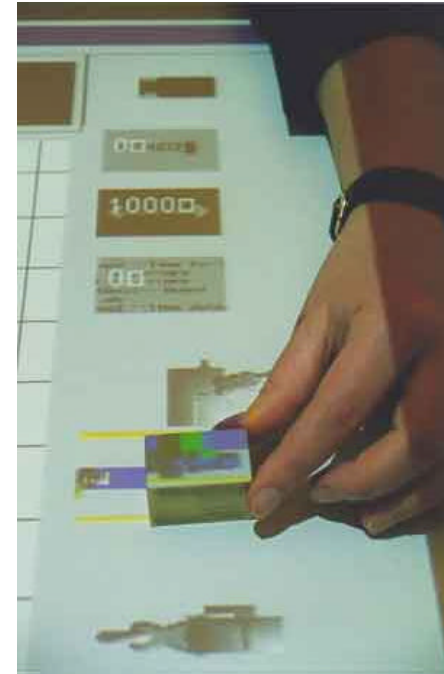
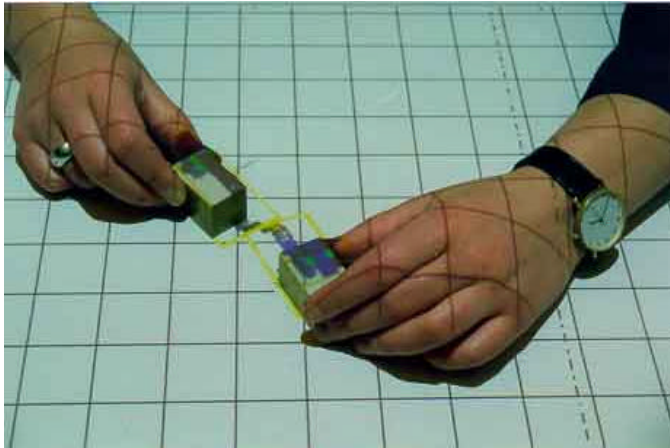


BREVIEW
Urp



Sensoric Garden

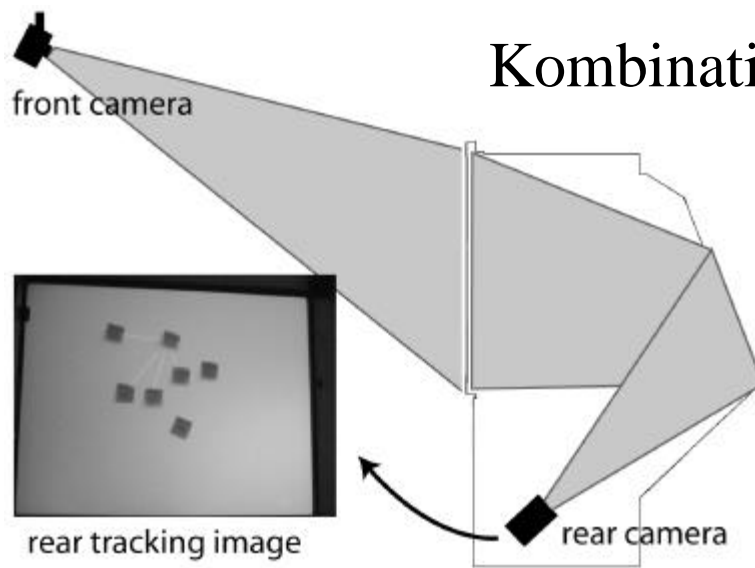
Build-IT



- Bilderkennung, reflektierende Farbe auf Blöcken
- nur wenige Blöcke, keine echte Bildinterpretation !
- Fkt. nur, wenn Objekte leicht in Größe & Form unterscheidbar....

Bildererkennung von der Rückseite

- Semitransparente Fläche, Kamera auf Rückseite
- z.B. Bestrahlung mit Infrarot-LEDs
([Rekimoto&Matsushita](#)), Finger/Gegenstände reflektieren,
Kamera mit IR-Filter
- Glyphs und Strichcodes auf Rückseite versteckt



Kombination von Vorder- und
Rückseitenkamera
mit Texterkennung



Designers Outpost

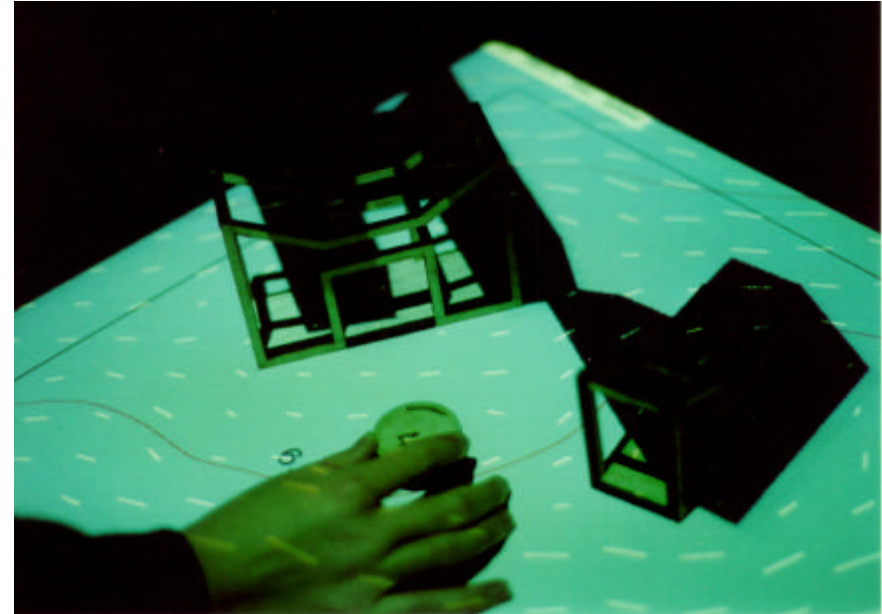
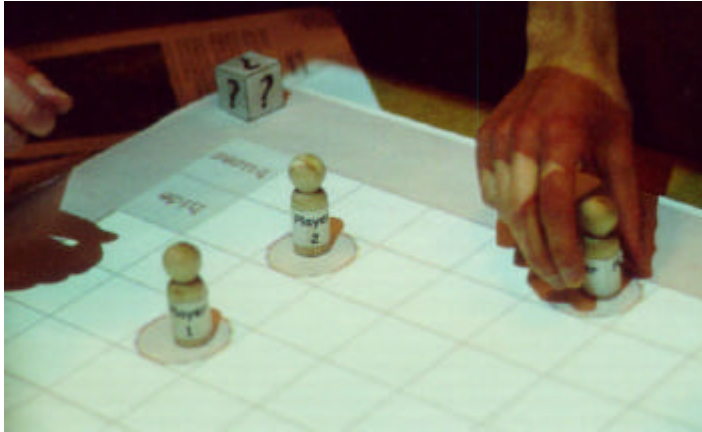
Resistor IDs

- brauchen echte Verbindung
- distinkter Widerstand
- 2 Kontakte: Ground + Power
- (Dallas Semiconductor)
- „conductive velcro“ (Filz??) erleichtert elektrischen Kontakt,
macht Widerstand ungenau
- braucht verlässliche Stromverbindung



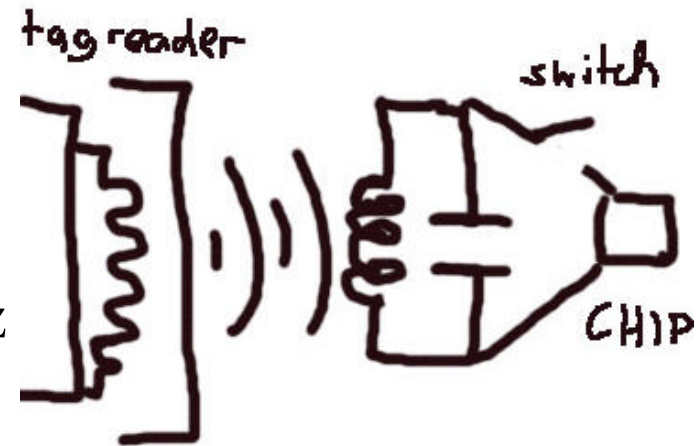
MediaBlocks

RFID Tracking



RFID - im Prinzip

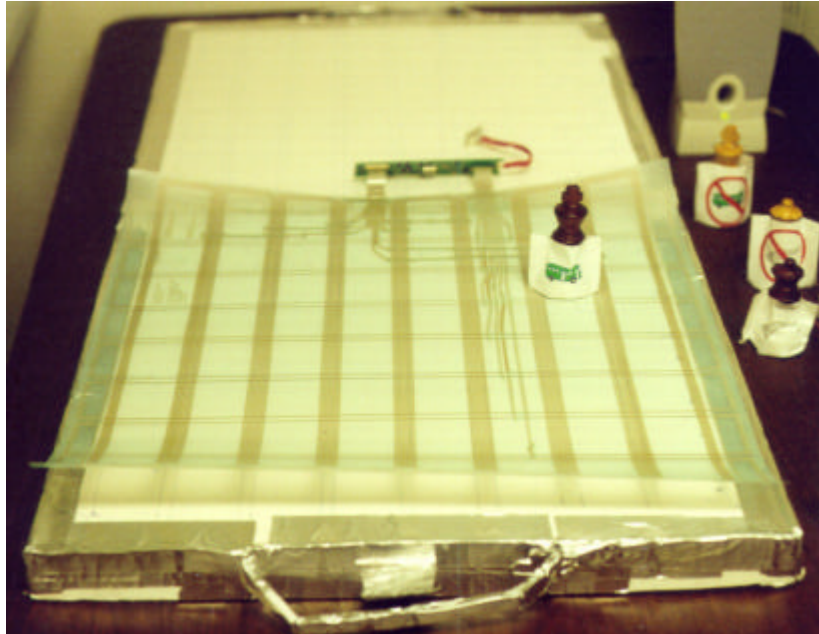
- Radio Frequency = Hochfrequenz
- Lesegerät mit Antenne sendet Frequenz
- Tags enthalten Schwingkreis aus Spule und Kondensator, wird von Eigenfrequenz angeregt + antwortet
- Lesegerät erkennt reflektiertes Signal
- Stärke des Signals --> Entfernung von Antenne berechenbar
 - mehrere Antennen = 3D Registrierung (Problem: identische Tags mit selber Frequenz)
- liefert Punktsignal
- Übersetzungsprobleme (Tags = engl. Transducer, dt. Transponder ?????)



RFID (II)

- Lesegerät durchwandert Resonanzspektrum - Resonanz-Bandbreite --> mittlere Suchzeit !
- **Vorteile:**
 - geringe Größe, Unauffälligkeit
 - Versteckbar in Objekten - verschiedenster Form,
 - Unanfälligkeit gegen Alterung, Verschmutzung....
 - Nachträglich einbaubar
 - Kein Kontakt notwendig, - schnell
- System aus Antennenschleifen (Zowie), berechnet X/Y Pos. anhand Stärke des Signals (genaue Ortung), Begrenzung auf 9 Tags (Resonanzspektrum)
- Schachbrett, jedes Feld eine eigene Antenne, keine Pos.Berechnung notwendig, nur Ortung im Raster

PitA-Board Hardware



Hardware: RFID, ein
elektronisches Schachbrett
<http://www.dgtprojects.com/>

15 verschiedene Token,
Mehrfach-Nutzung möglich,
festes 8x8 Raster vorgegeben
(je 2 Inch)
gelegentlich leichte Verzögerung
gut transportabel



MIT TMG: Zowie Sensormatten

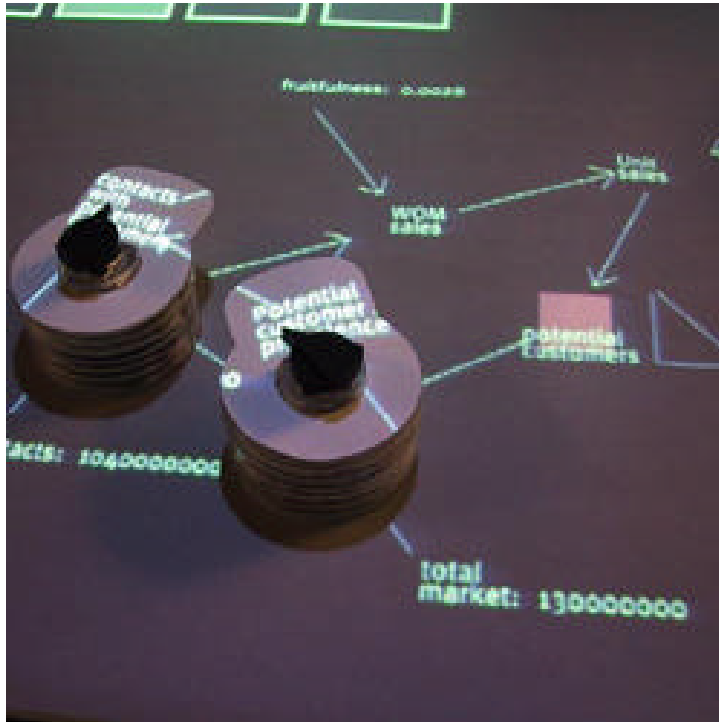


9 Token, RFID
keine Mehrfachnutzung
möglich
kein Raster (kontinuierlich)
recht schnell



4mm
Genauigkeit
in 2D
robust
(besser
als Bild-
erkennung)

Sense-Table



Modifizierte **Wacom**-Pucks (RFID)
~ 100 dpi Resolution, schnell,
Tablet kann nur je 2 Pucks
tracken

Trick: Jeder Puck ist nur 1/3 Zeit an
macht 6 Pucks, Tracking Latency < 1 Sek.

Priorität haben berührte Pucks (Widerstand)

zu groß ! (Nachfolgeprojekt nutzt wieder Zowie-Matten)



Sockets:
Buskommunikation
mit Modifizierern
zum Aufstecken (mit
digitaler ID)

Sugimoto: custom-made Spielbrett....



Figure 2. How RFID technology is used in E²board and its applications

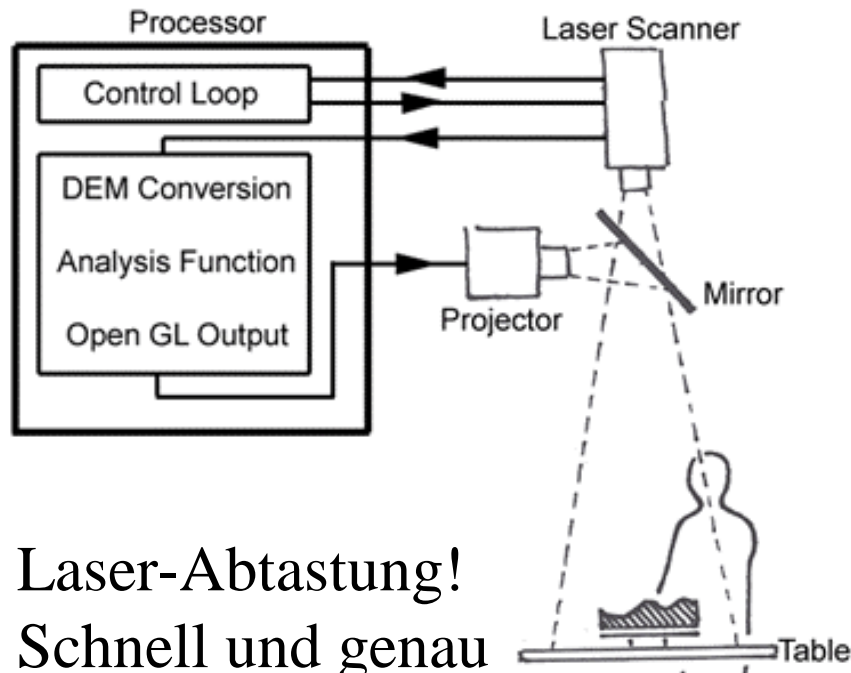
Omron RFIDs 10-20 ms für Datentransfer
Tag-Reader

Spezialanfertigung - sehr sehr teuer !

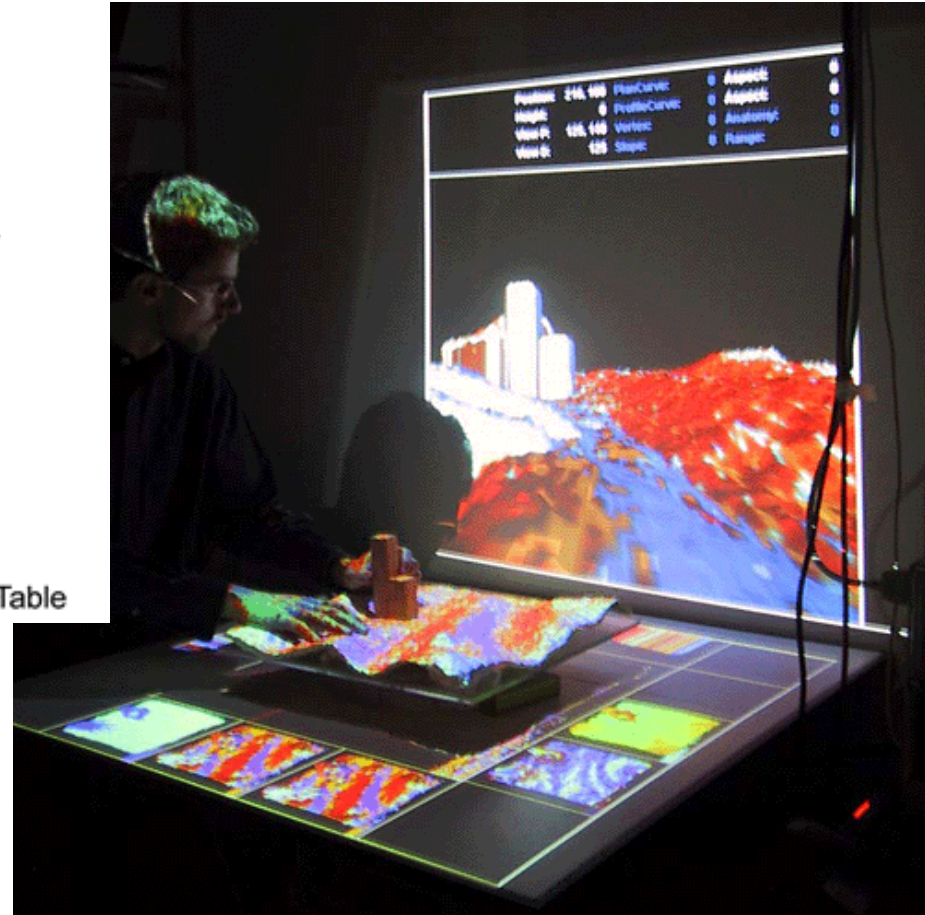
10x8 Feld mit je 1 Reader & Mikroprozessor, der sequentiell alle 80 Felder abfragt --- 0,05 Sekunden (statt 1-2 Sekunden für 100)



Illuminating Clay



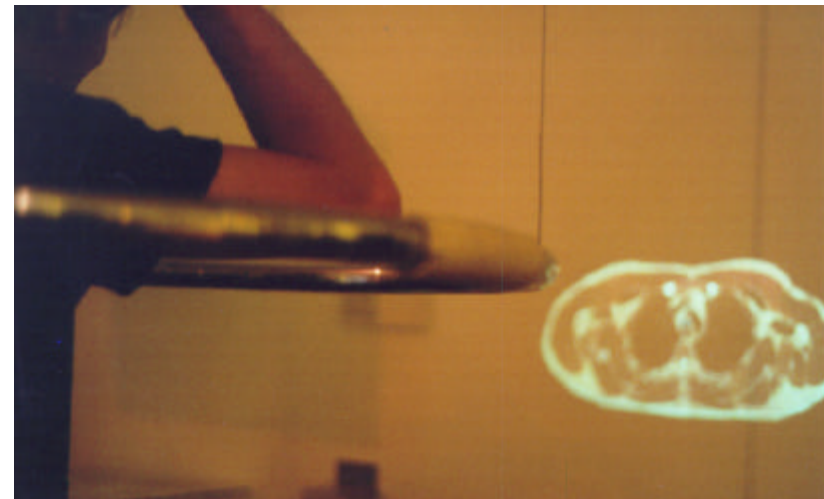
Laser-Abtastung!
Schnell und genau
3D Untergrund & Objekt-
manipulation
Kann keine Objekte
identifizieren, nur Höhe
messen (amorphe Masse)



RCA - Body Scanner

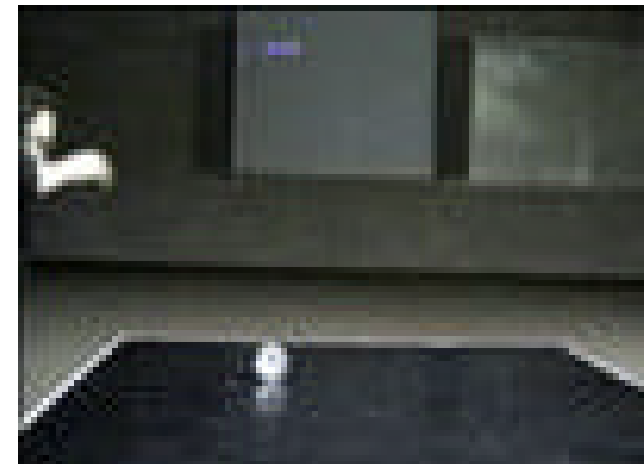
Selbes Prinzip, low-tech

simple Höhenmessung mit
Lichtsensoren (Kopfhöhe)
und Seilzugsystem
(Ringhöhe)



ZTiles

- Drucksensitive Flächen, Gewichtsmessung
- Spielbrett, Tanzfläche.....



„Cannibalizing“

Ausschlachten vorhandener Technik

- **Cardboard Box Garden**

Öffnen/Schliessen: Scharniere aus

Musik-Geschenkkarten

Stapeln: Kontakt durch Alu/Blechfolie

elektronische Teppich-Tastatur

auseinandergenommen

Drucksensitive Unterlagen

erkennen Gewicht

MIDI Elektronik

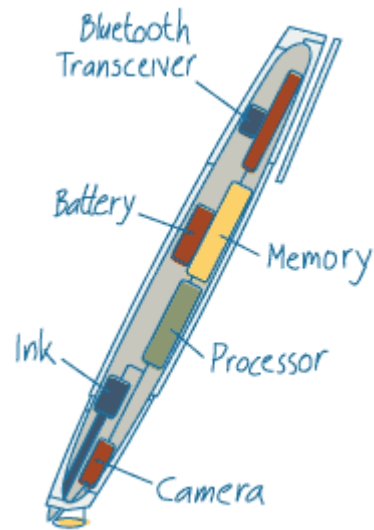


Vernier LabPro



ICubeX
Midi-Controller

Anotopen



Dance Dance Revolution
Plattform

Two screenshots from the Neurosmith website. The top screenshot is titled "Music Blocks by Neurosmith - Netscape" and shows a grid of colorful blocks (blue, green, red, orange, yellow) on a blue and white base. It includes instructions: "1 Select a composition. Press any block to hear a phrase of music." and "2 Rotate any block to hear a variation of that phrase." The bottom screenshot shows a "Kinderspielzeug" (children's toy) interface with a grid of letters (R, E, A, D, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z) and a "Select a mode:" menu with options: Song, Game, Explore, Learn. A "Continue" button is visible at the bottom right.

Kinderspielzeug

Mögliche Kriterien für Auswahl (I)

- Freiheitsgrade Erkennung (Existenz, 2D, 3D, Orientierung....)
- erforderliche Genauigkeit/Auflösung
- erforderliche Geschwindigkeit
- 3D Strukturen? 3D Unterlagfläche ?
- Erkennen nur von Objekten, oder auch Hand etc.
- Aesthetik, Unauffälligkeit
- Größe der getrackten Objekte
- Anzahl zu trackender Objekte
- Art der Objekte (homogen, zusammengesetzt)

Mögliche Kriterien für Auswahl (II)

- Entfernung vom Empfangsgerät, Störquellen
- Erkennen/Unterstützen parallele Interaktion
- ständiges Tracken oder Erkennen bestimmter Aktionen?
- Belastung, Verwendungsdauer, Umwelt, Wartung
- Kosten
- Soll parallel zur digitalen eine permanente analoge Repräsentation entstehen ?

Erfolgversprechend: Kombinationen...