

Workshop Sicurezza CRUI - FINMECCANICA

Roma, 10. Nov. 2005

La fisica dell'informazione: Risultati e Prototipi

H.Grassmann, A.Prest, A.Puppatti

Dipartimento di Fisica dell'Università di Udine, **Isomorph s.r.l.** (*)

- 1) Scopi
- 2) Cenni teorici
- 3) I primi prototipi
- 4) Prospettive

(*) www.fisica.uniud.it

www.isomorph.it

Gli studi e i lavori presentati in seguito
sono stati effettuati insieme con docenti, tecnici, dottorandi e studenti
delle Facoltà di Scienze e di Ingegneria,
includendo esperti di
fisica, informatica, matematica, ingegneria meccanica,
coordinato e finanziato da Isomorph s.r.l.

1) Scopi

Universal machine pattern recognizer = un computer che riconosce qualsiasi oggetto, come

- Umani => **video sorveglianza**
- Oggetti predefiniti => **robot “autonomo”**
- Ostacoli sconosciuti => **veicolo autonomo**
- Insieme con “rendering 3d” => nuovo **multimedia** standard, trasmissione di immagini con pochissimi bit/secondo.

2) Cenni teorici

Problema:

Come si può trasformare un

input numerico (“0110010110101....”)

in un output simbolico (“umano”, “macchina”, “sedia” etc) ? (*)

Soluzione:

Inserire nella **teoria dell'informazione esistente** **variabili di fisica**, così che il **computer** può comunicare direttamente con il **mondo fisico**.

(*) Harnad, Stevan (1990) **The Symbol Grounding Problem**, *Physica D* **42**: 335-346.

A copy can be found at www.ecs.soton.ac.uk/~harnad/Papers/Harnad/harnad90.sgproblem.html

“0” ed “1” sono gli elementi della classe di resto modulo 2,

la classe di resto modulo 2 è un corpo della dimensione 2, F_2 .

Sopra questo corpo può essere costruito uno spazio aritmetico vettoriale, F_2^n .

$(0,1,1,0,1)$ è un vettore 5-dimensionale

$(0,1,1,0,1)$ è un messaggio digitale di 5 bits.

I messaggi digitali sono vettori. (*)

Si applicano quindi le corrispondenti leggi dell'algebra vettoriale.

L'elaborazione del messaggio può essere rappresentata da una trasformazione, T ,

che porta da un vettore di input, \underline{a} , ad un vettore di output, \underline{b} :

(*) H.Grassmann, Seemingly by chance, Proceedings of 13.Bozener Treffen, Hg. I.Hosp, P.Mulser, K.Schredelseker, pp.173-185, GCA-Verlag, ISBN 3-89863-128-1.

Per messaggi digitali:

Se T e' **lineare** \Rightarrow spazio input, spazio output e T sono **isomorfi**

Per messaggi cardinali (i messaggi digitali si possono scrivere come messaggi cardinali):

T sempre può essere estesa ad una trasformazione **lineare**:

$(001) \Rightarrow (00000001)$

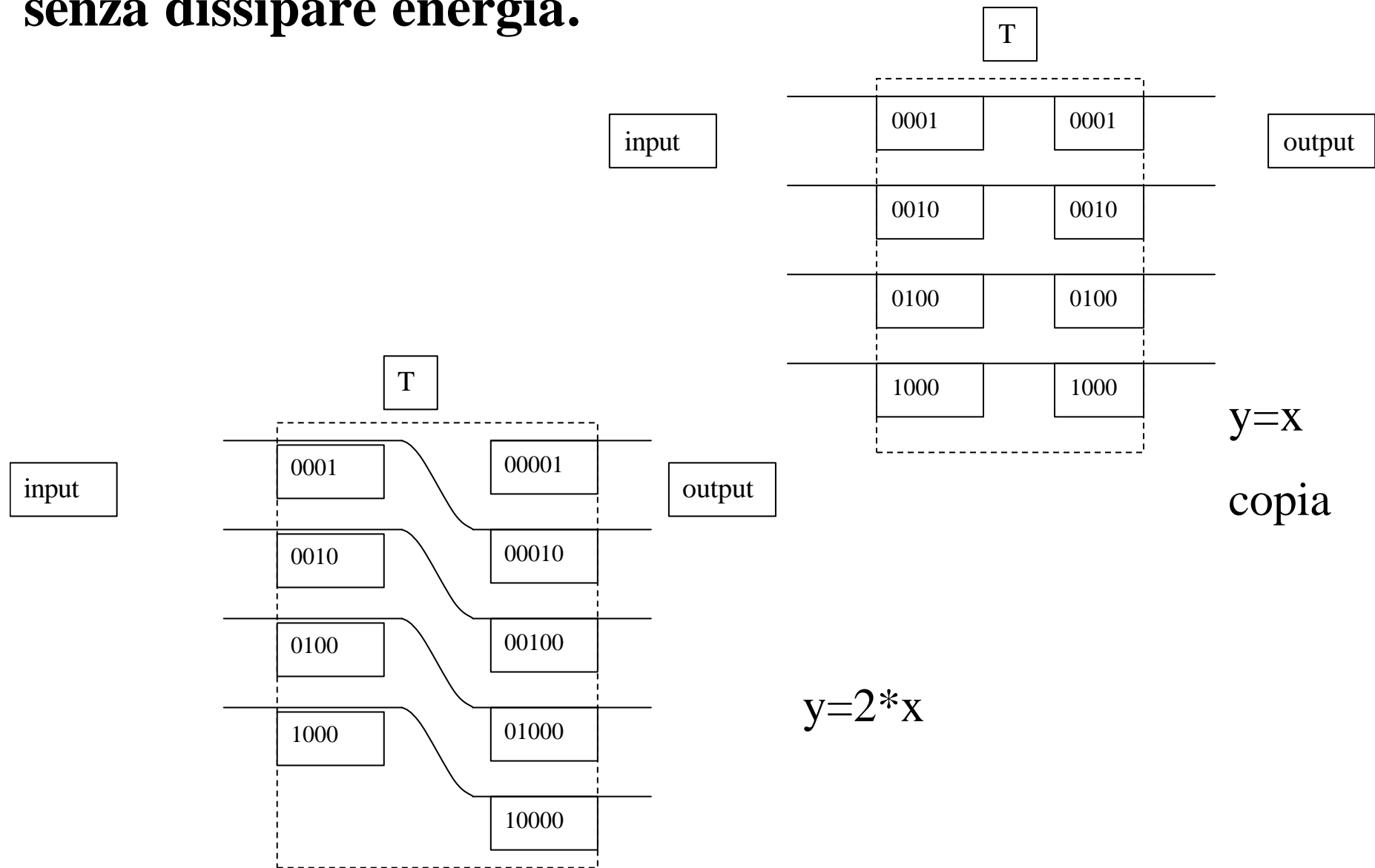
$(010) \Rightarrow (00000010)$

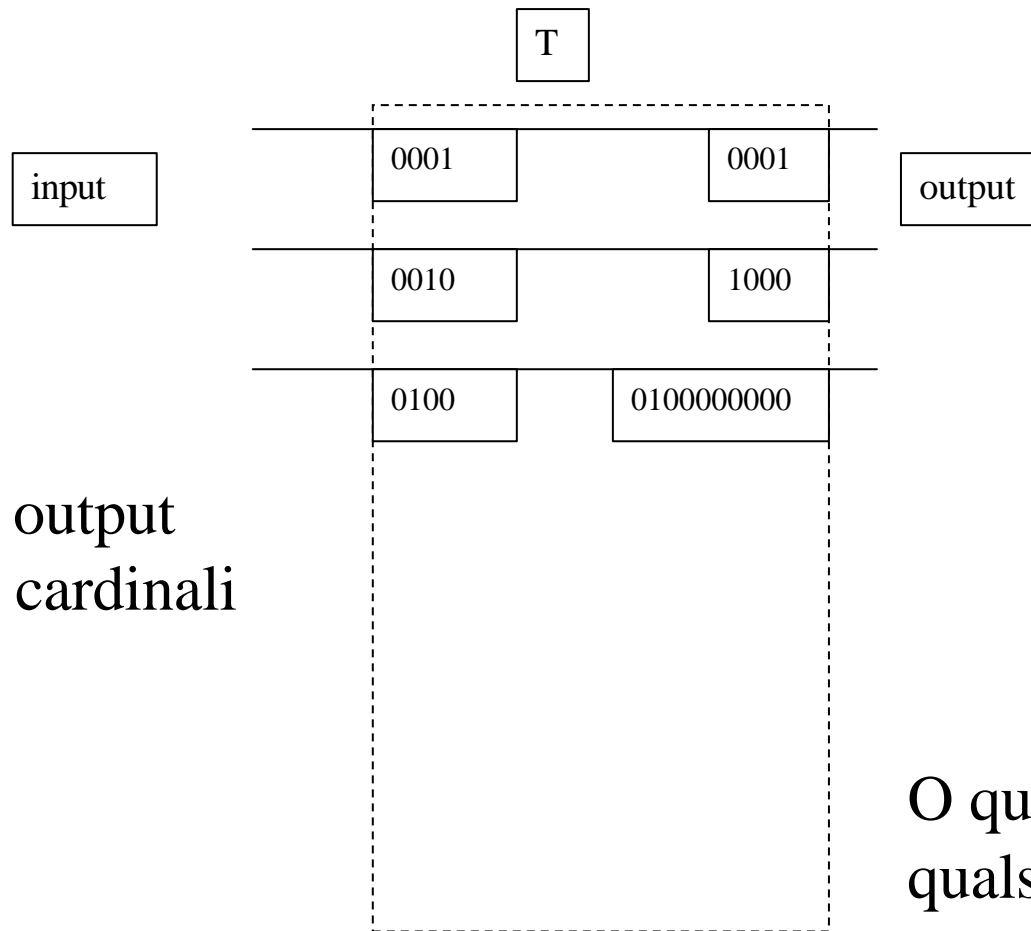
$(011) \Rightarrow (00000100)$ etc

\Rightarrow qualsiasi processamento di informazione con matrici

Alcune conseguenze pratiche nel seguito:

1) Tutti i calcoli possono essere effettuati in un passo di operazione, senza dissipare energia.





Input e output
numeri cardinali

$$y=x^2$$

O qualsiasi T di
qualsiasi complessita',
come

$$y=\sin^2(\ln(x))*\exp(x^{3.5})$$

$$+x! + \dots$$

emula un computer quantistico

2) **Si possono paragonare messaggi** [$\underline{b}=T(\underline{a}) \Leftrightarrow \underline{a}=T^{-1}(\underline{b})$]

Un oggetto è identificato se appartiene ad un corrispondente sotto spazio vettoriale

Per esempio

\underline{a} elementi dello spazio Euclideo

\Rightarrow \underline{b} vettori digitali

rappresentazione numerica

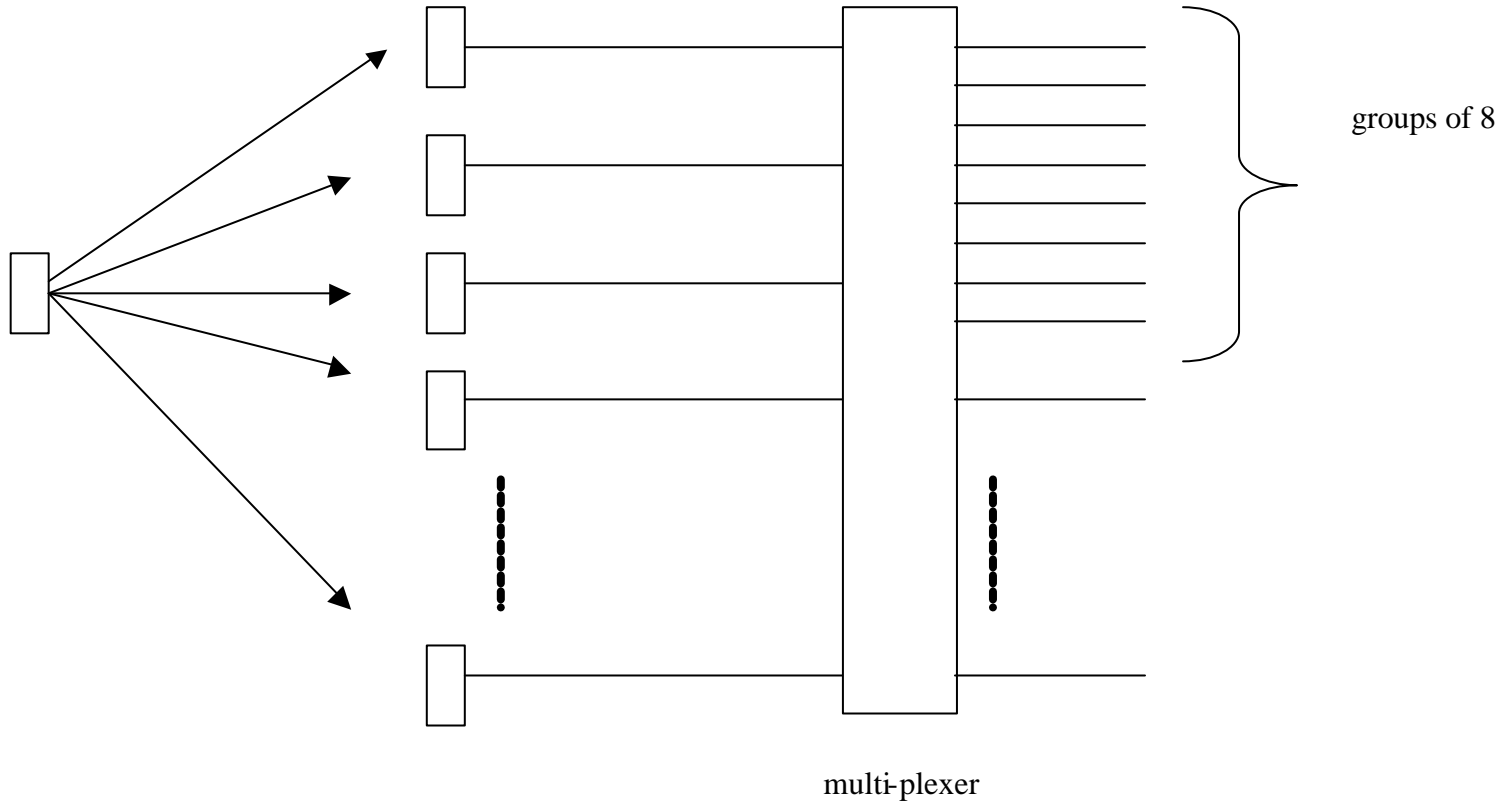
\Rightarrow rapp. simbolica

One of 2^{48} possible pictures

2^{48} templates

2^{48} cardinal signal lines

48 digital signal lines



Problema pratico:

Per $n=32$ bit di input serve lookup table con $2^n = 2^{32}$ memorie

Cosa fare per $n = 64$ bit di input?

E' fattibile. In seguito faremo vedere esempi con $n = 500.000$

Notiamo:

Per un caso particolare la fattibilità pratica dell'approccio lineare viene dimostrato dai recenti progressi nel campo dell'INFORMATION RETRIEVAL (classico):

Il “web crawler” Teoma (valore 3 miliardi di dollari) della ASK JEEVES si basa su metodi lineari (*) – come i nostri.

Però, la teoria sviluppata da noi è più fondamentale, e i prototipi presentati in seguito sono i più innovativi a livello mondiale.

Il nostro metodo è in fase di brevettazione, lo sviluppo futuro sarà brevettabile.

(*) B. Davison, A. Gerasoulis, K. Kleisouris, Y. Lu, Hyun-ju Seo, Wei Wang, and Baohua Wu, DiscoWeb: Applying Link Analysis to Web Search, Poster presented at the Eighth International World Wide Web Conference, Toronto, May 11-14, 1999. Extended abstract included on pages 148-149 of the poster proceedings.

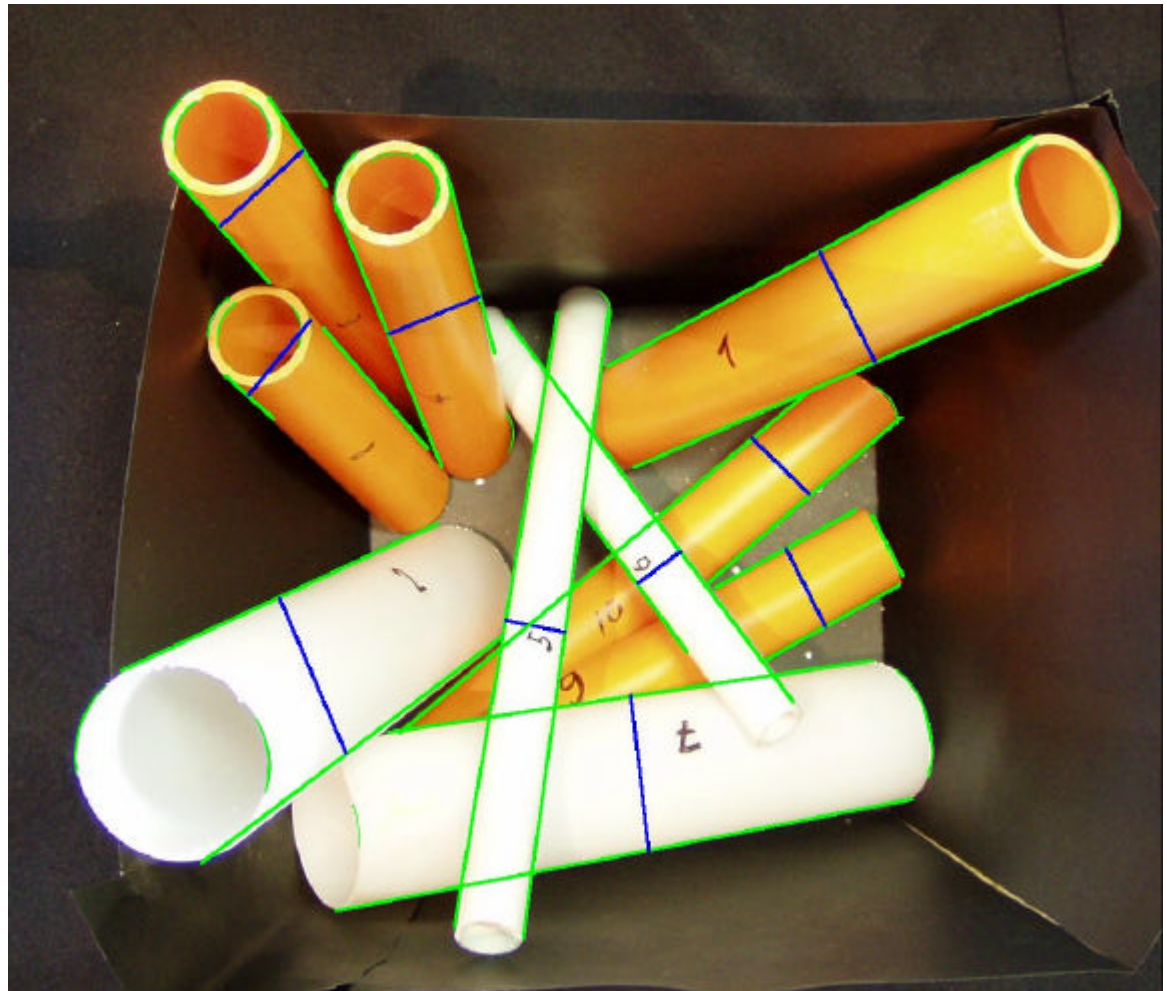
A copy can be found at www.cse.lehigh.edu/~brian/pubs/1999/www8/

3) I primi prototipi

La prima prova pratica della nostra teoria è stata una commessa per la Infineon Dresda:

Riconoscere e ricostruire 10 tubi con diverse proprietà, buttati a caso in un contenitore:

- Siamo riusciti in solo 2 mesi
- Questo problema, anche se relativamente semplice, non può essere risolto con lo stato attuale della tecnica
- Cosa segue è più complicato:



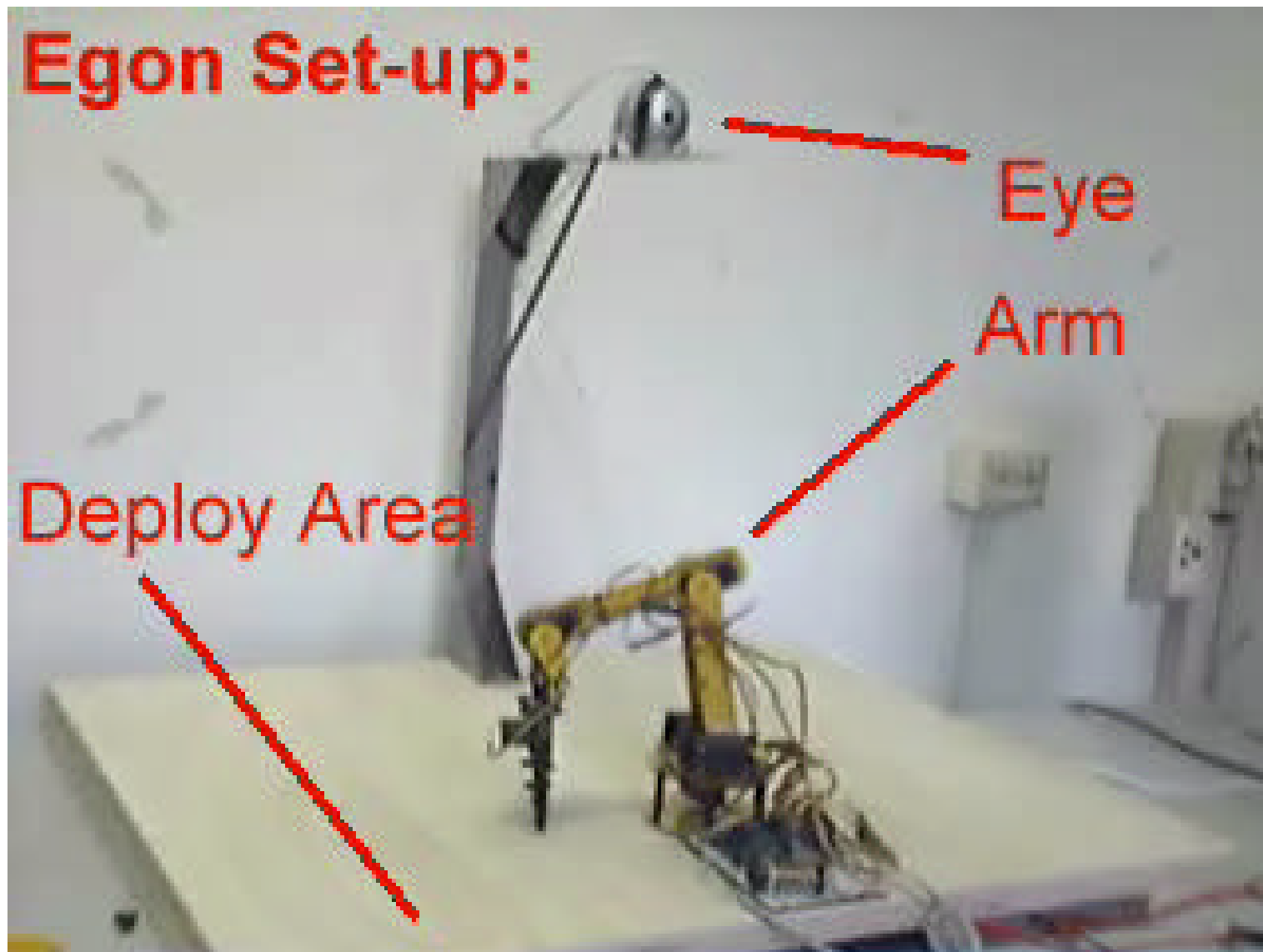
Il robot “Egon” consiste in un braccio robotico, una webcam e un semplice PC.

Sa riconoscere non solo “tubi”, ma anche “lego”, “spazzatura” ed esseri umani.

Non riconosce uno specifico essere umano con caratteristiche specifiche, ma “l’essere umano”, indipendentemente dalle caratteristiche.

Si tratta solo di un primo prototipo scientifico. Può essere programmato per riconoscere qualsiasi altro oggetto. Potrebbe lavorare sulla scala di milli- o forse microsecondi.

Egon Set-up:



Eye

Arm

Deploy Area



A differenza delle tecniche attuali,

Il nostro sistema vede per esempio un essere umano non come “ombra grigia” in una serie temporale di fotografie, ma anche in una sola fotografia e in tutti dettagli che desideriamo:



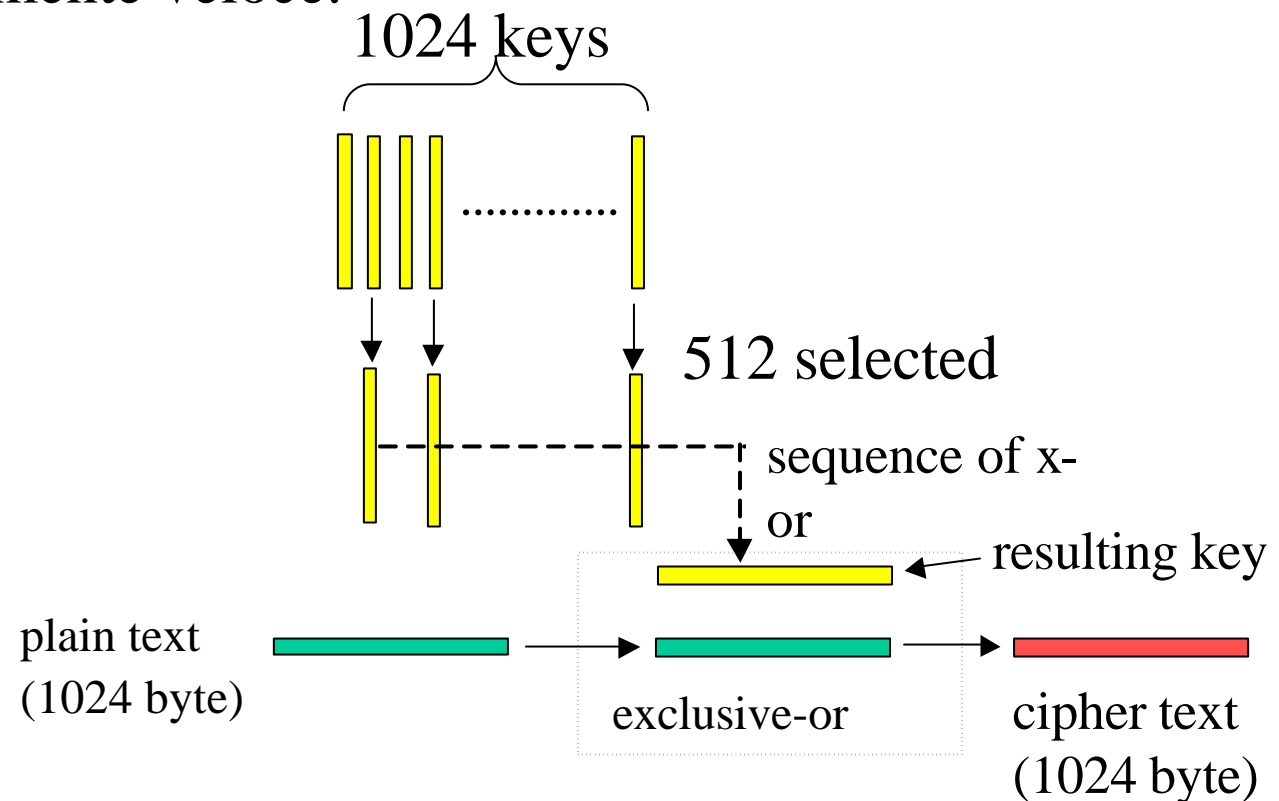
Un prodotto già pronto per l'uso industriale:

Sistema di crittografia lineare

vantaggio di un OTP (sicurezza matematica)

senza svantaggio dell' OTP (chiavi lunghe)

Semplice ed estremamente veloce.



Più dettagli su

http://www.isomorph.it/crypto_results.htm

4) Prospettive

- 1) Con la soluzione del “symbol grounding problem” si aprono prospettive completamente nuove. Il computer ormai è in grado di “capire” (= identificare) cosa vede, così come un essere umano.
- 2) E’ estremamente urgente far nascere un’attività ed una cultura nazionale in questo campo.
- 3) I robot autonomi potrebbero essere competitivi anche con la manodopera cinese.
- 4) Abbiamo presentato soltanto metodi software. La nostra teoria permette anche di pensare ad un nuovo tipo di computer.