

# Rise of the Machines



Ernesto Damiani

# Chi sono



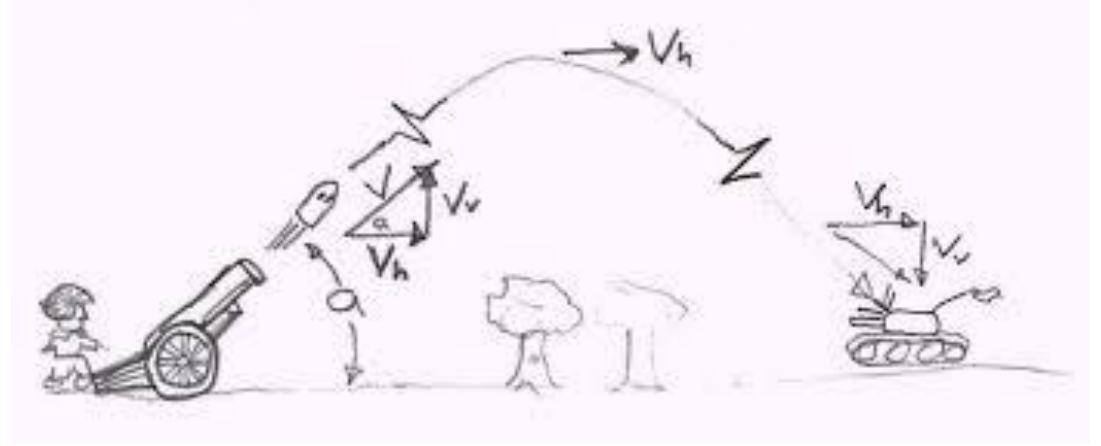
- Professore all'Università degli Studi di Milano, responsabile Secure Software Architectures (SESAR) Lab ([sesar.di.unimi.it](http://sesar.di.unimi.it))
- Leader della Big Data Initiative, Etisalat British Telecom Innovation Centre, Abu Dhabi
- Founding Director del Khalifa Research Center on Cyber-Physical Systems, Abu Dhabi (internal funding 5 ME)
- Coordinatore di progetto/WP in una dozzina di progetti EU (FP6, FP7, H2020)
- TOREADOR Principal Investigator

# Agenda

- Il Nuovo Mondo dell'Intelligenza Artificiale
- Perché funziona
- Cosa cambia
- La produzione intelligente
- Opportunità, rischi e **pericoli**

# Il primo Nuovo Mondo: Von Neumann, 1943

**PROMESSA MANTENUTA**



Algoritmo (formula)

distanza,  
velocita' bersaglio



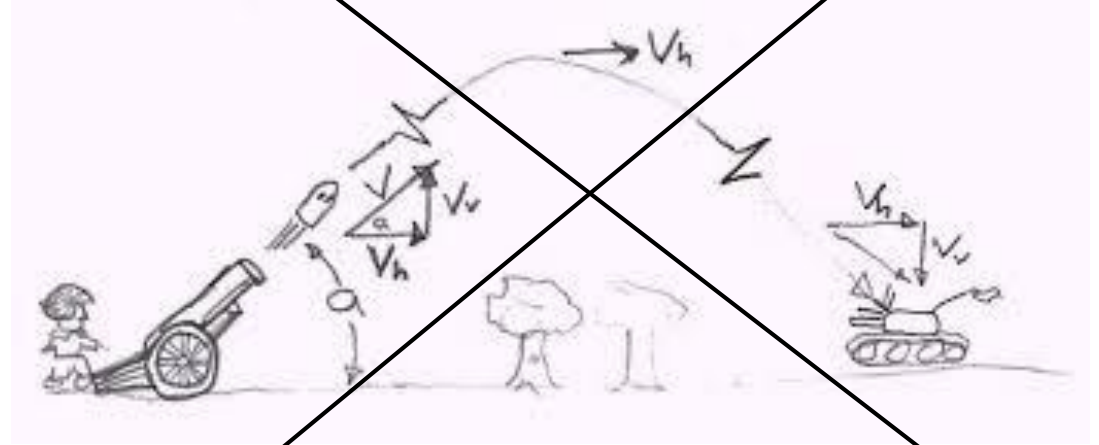
Calcolo

Direzione tiro



# Il secondo Nuovo Mondo: Rosenblatt, 1962

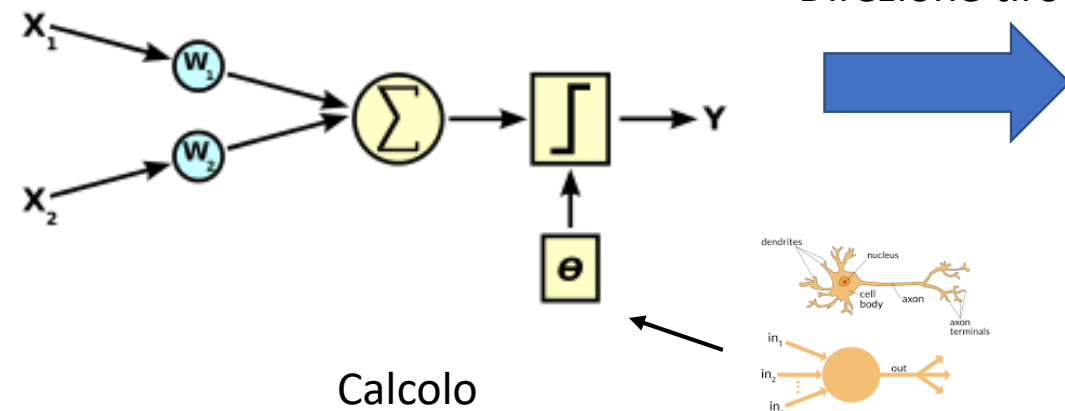
**PROMESSA NON DEL TUTTO MANTENUTA**



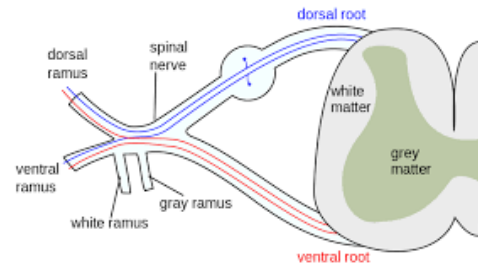
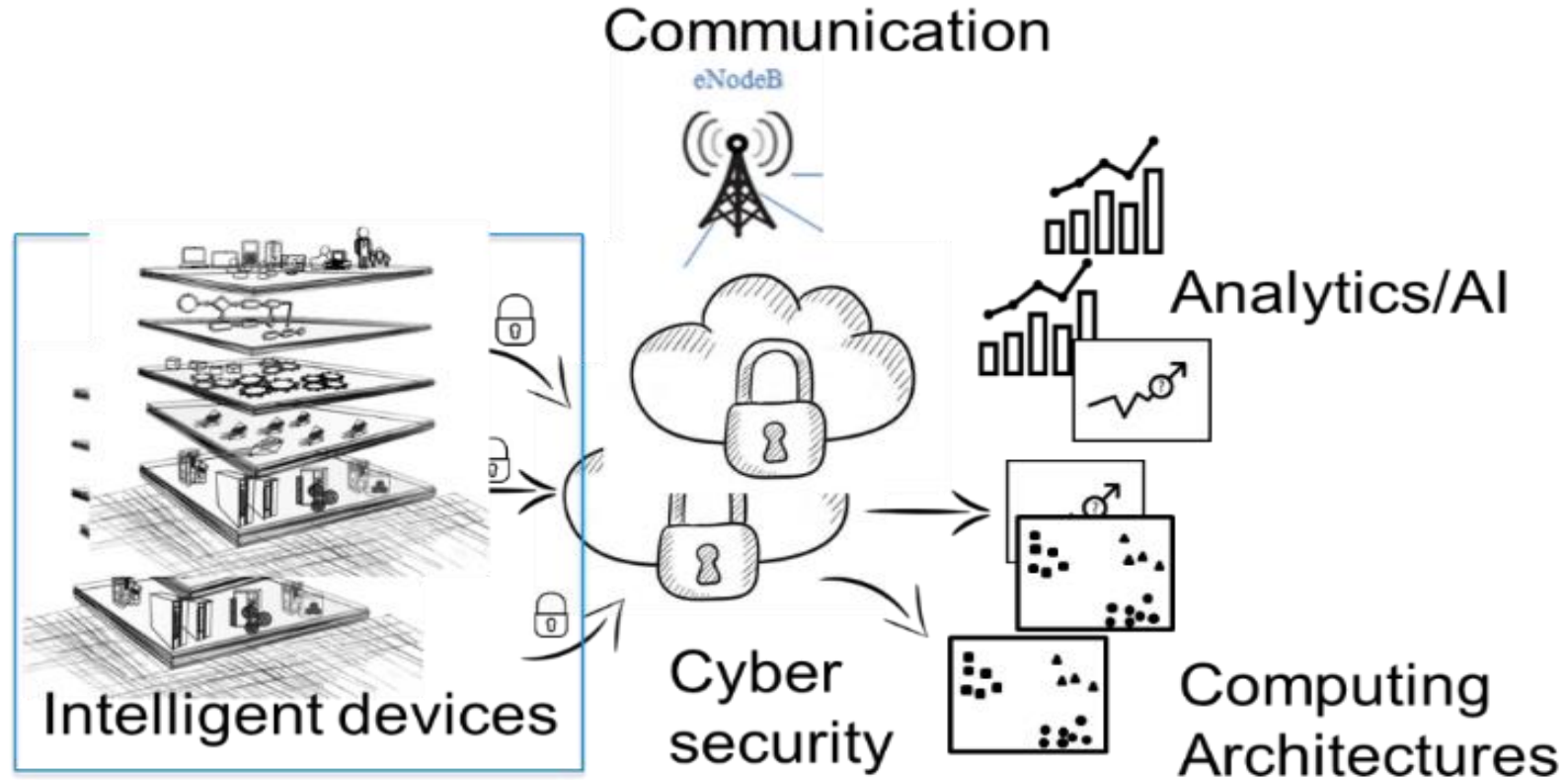
Algoritmo (formula)

I pesi  $W_1$  e  $W_2$  NON si calcolano ma si **IMPARANO** usando esempi **FIDATI** di tiri corretti **PRESI PRIMA**

distanza,  
velocita' bersaglio



# Il terzo Nuovo Mondo: Bengio, 2006



# Cosa c'è di nuovo

- Apprendimento durante il funzionamento, senza (o quasi) pre-training su esempi fidati
- Se cambia la percezione (dato di sensore) può **immediatamente** cambiare il risultato del calcolo
- Azione (classificazione, predizione, identificazione di anomalie) diretta conseguenza della percezione
- Dato di percezione: immagini, audio, ma anche **testo**
- **Come è possibile?**

# Come IBM Watson ha vinto Jeopardy (2011)

Esempio di categoria:

Diario di Lincoln

Esempio di domanda:

“Il Segretario di Stato Chase l’ha già chiesto tre volte. Oggi e’ venuto ancora in ufficio a insistere. Stavolta glielo concedo”.

Risposta: il suo congedo





# Risolvi l'anafora

- Riferimento all'indietro con possibili atterraggi multipli
  - E.g.

“Il Segretario di Stato Chase **lo** ha già chiesto tre volte. Oggi è venuto ancora in **ufficio** a insistere. Stavolta gli**lo** concedo”.

Rosso: possibili **antecedenti**, verde **anaphora**

Se risolvo correttamente l'anafora posso usare Google con “Segretario di Stato Chase chiesto tre volte” e ottenere “congedo”.

# Risolvi l'anafora

**Per noi la risposta e' evidente, per il computer no.**

**Scrivere un algoritmo efficace e' difficile.**

Posso provare a privilegiare l'atterraggio piu' vicino o con il contesto piu' simile all'anafora.

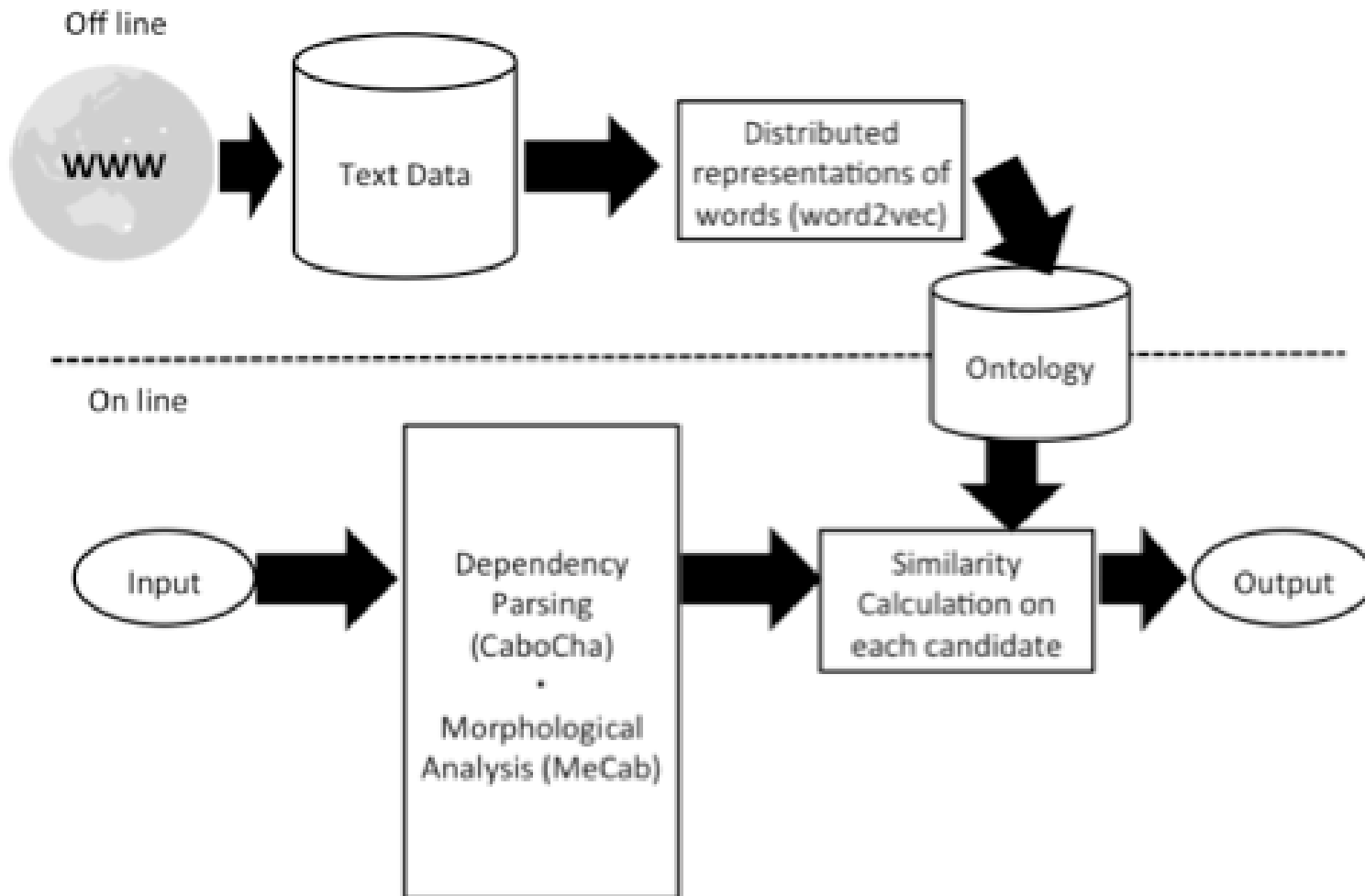
$$\text{sim}(w_1, w_2) = \begin{cases} 0 & \left( \frac{\frac{L_n}{L_1} + \frac{L_m}{L_2}}{L_n + L_m} < T \right) \\ \frac{\frac{L_n}{L_1} + \frac{L_m}{L_2}}{L_n + L_m} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (1)$$

Posso provare a esplicitare la meta-conoscenza: "E' poco usata l'anafora per riferirsi a un sostantivo usato in un complemento di luogo".

**Ma quante diverse regole come questa ho bisogno?**

Problema la soluzione "giusta" dipende dalla parola di atterraggio dell'anafora e dal suo contesto.

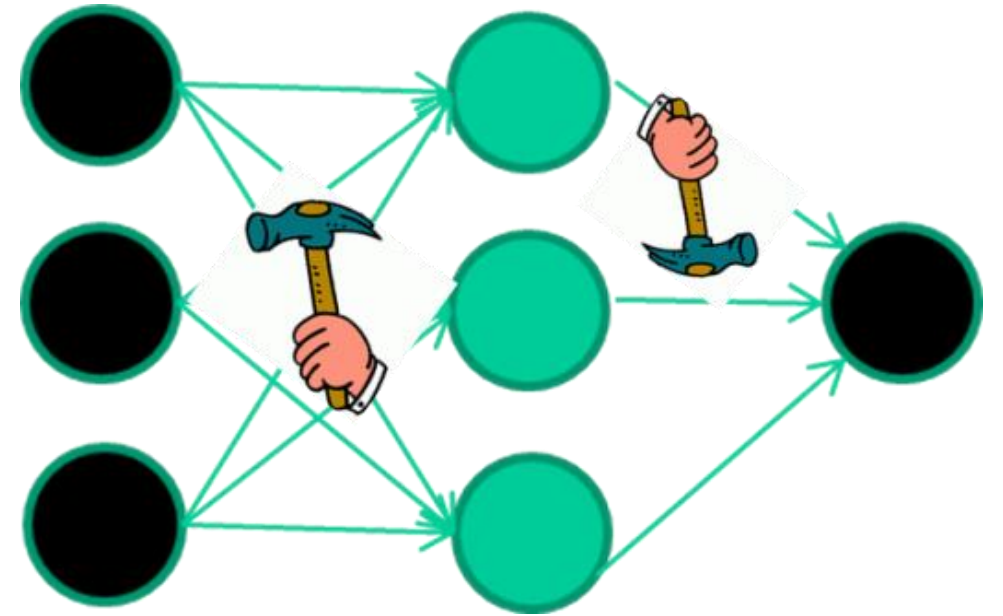
# La nostra tecnica



Idea: uso la **tecnica neurale**, fornendo milioni di esempi di anafore per ciascuna lingua  
Problema: **chi mi etichetta gli esempi con la parola di atterraggio “giusta”?**

# Dove sta la differenza

- L'apprendimento dei pesi di una rete neurale e' un processo lungo e stupido
- Ogni esempio corretto aggiusta un po' i pesi finche' non raggiungiamo un'accuratezza accettabile
- Servono tempo ed esempi (per tutte le lingue!)



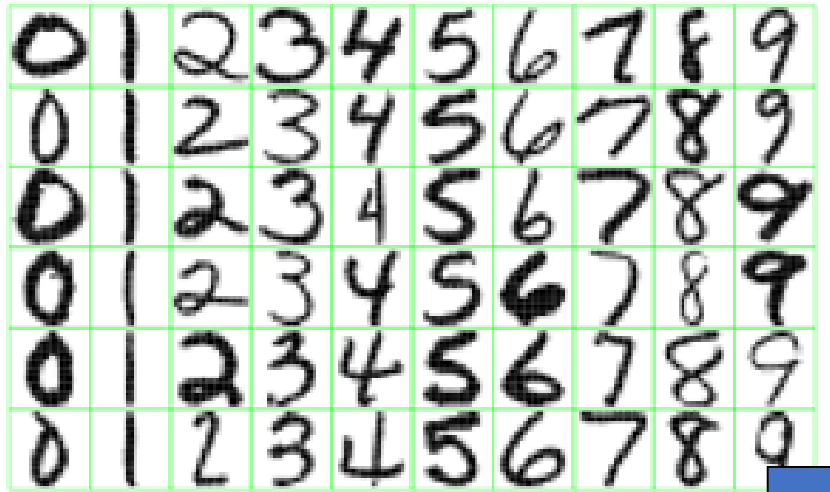
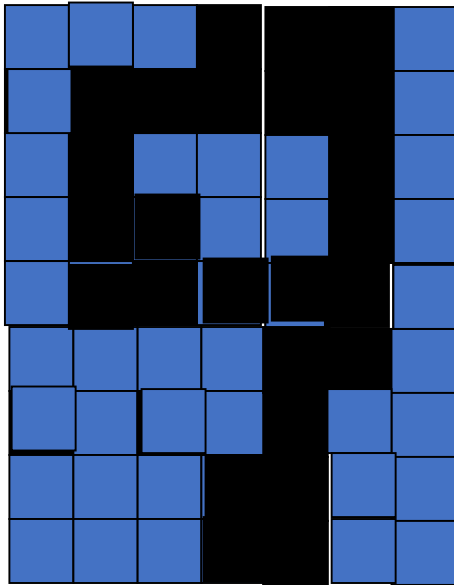
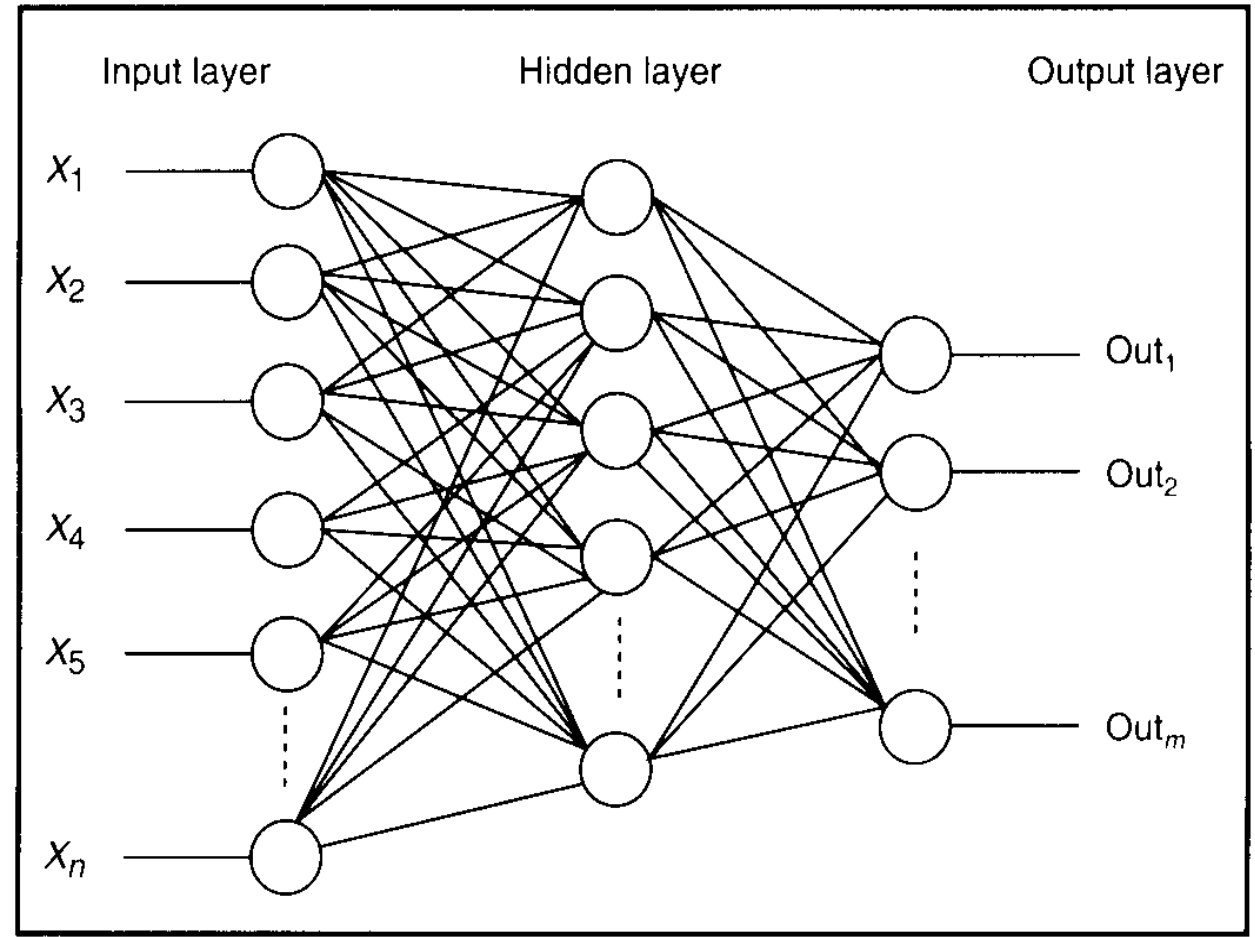


Figure 1.2: Examples of handwritten digits from U.S. postal envelopes.



Problemi simili



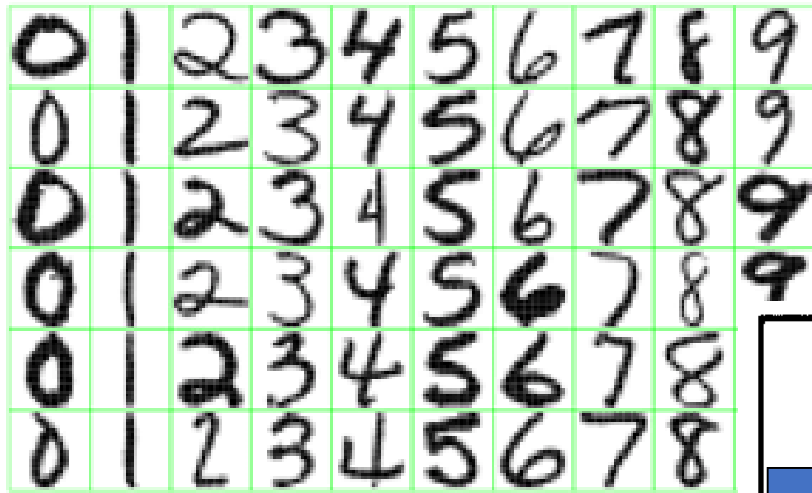
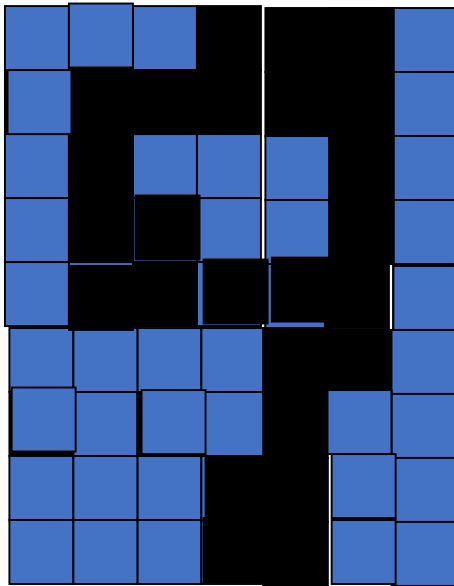
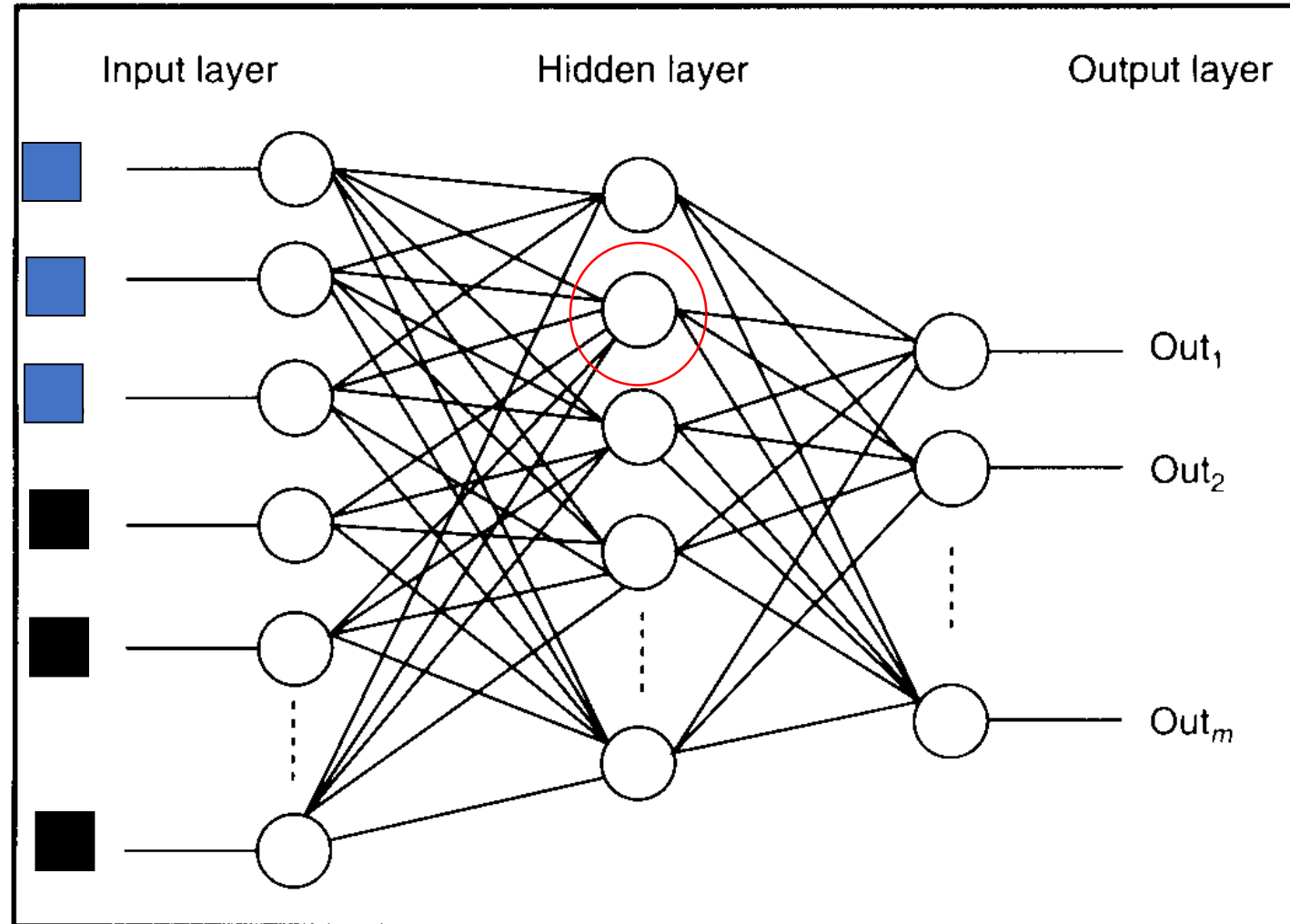


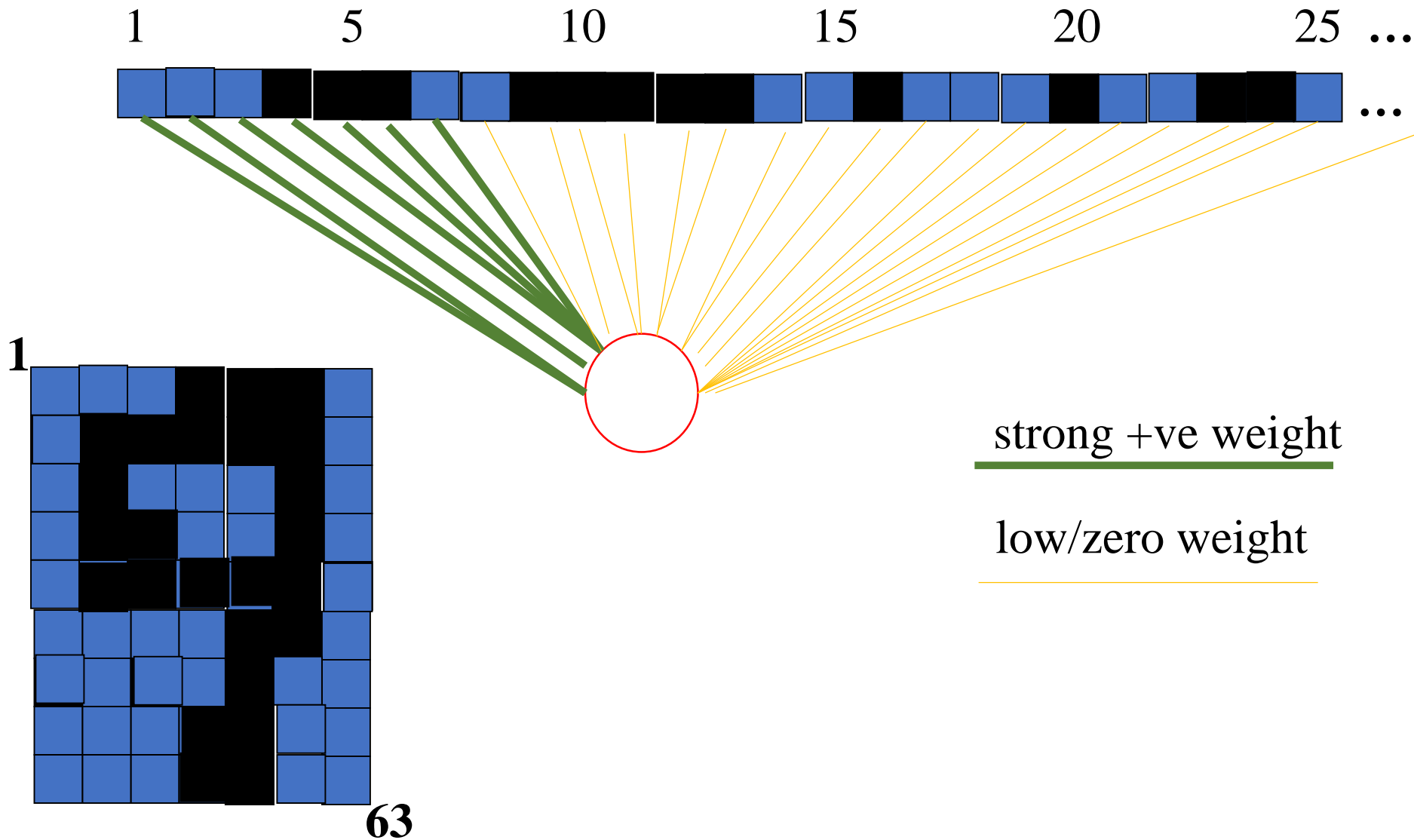
Figure 1.2: *Examples of handwritten digits from postal envelopes.*



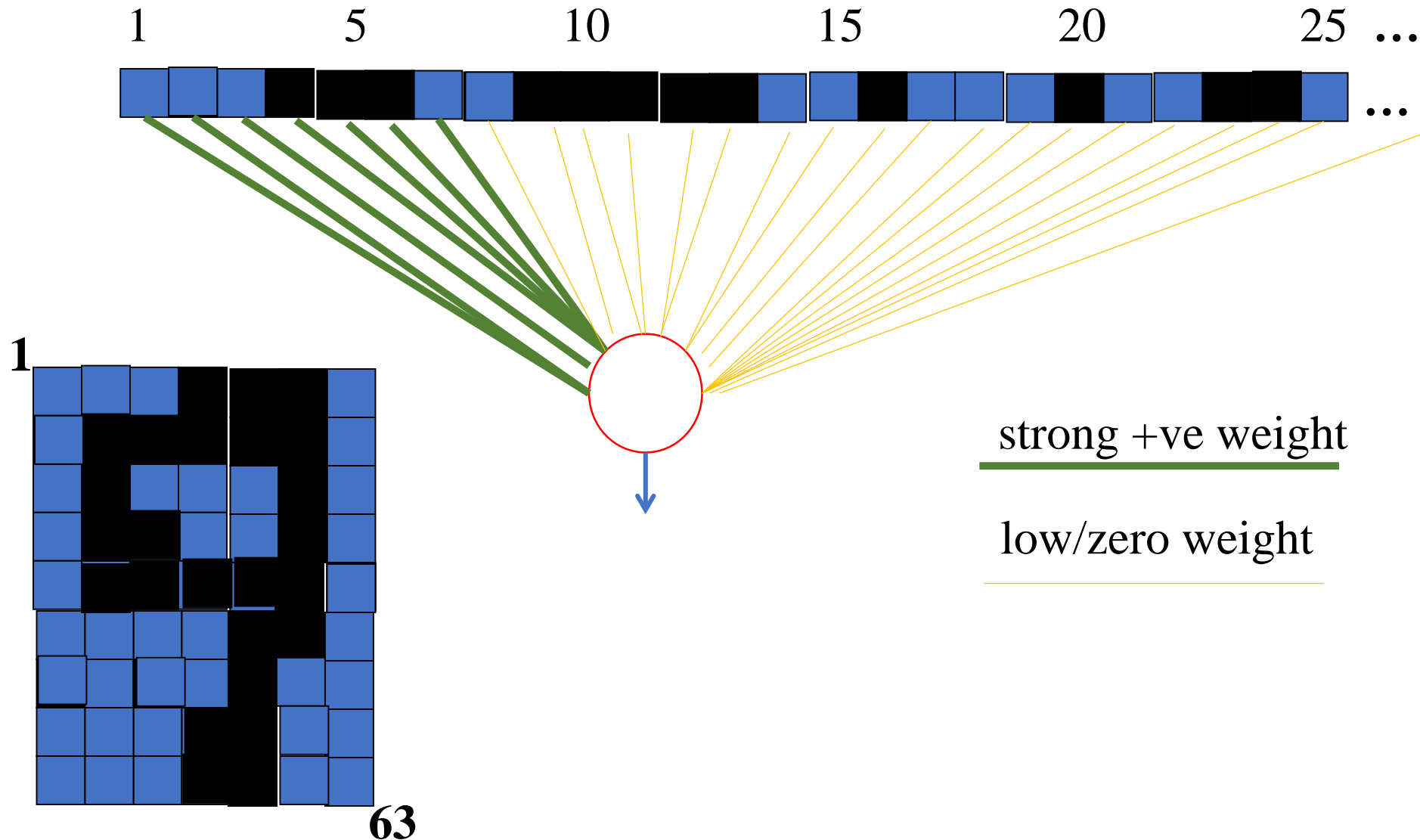
*Cosa fa quel neurone?*



# Gli strati intermediari calcolano *archetipi*

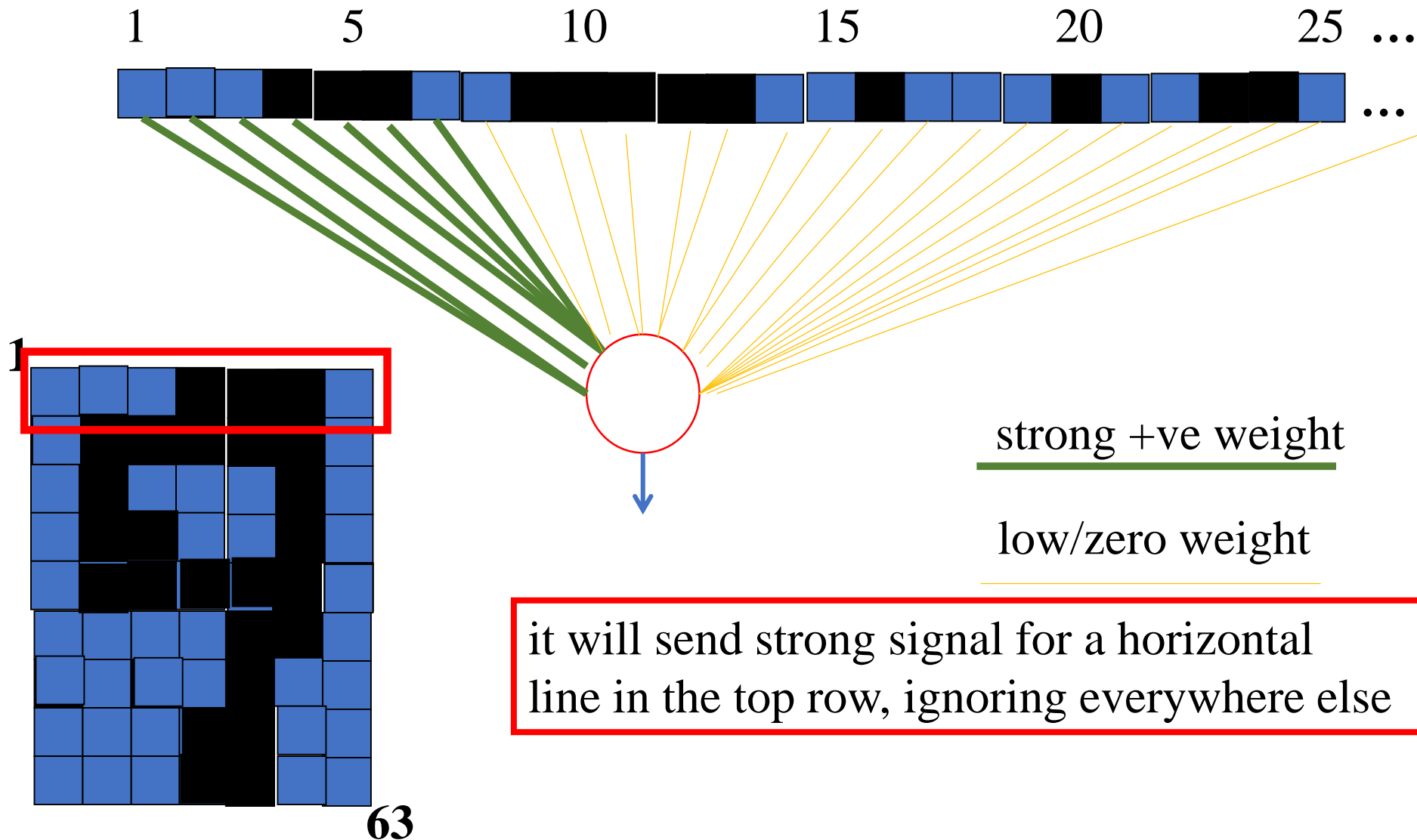


# Ogni neurone un pezzo dell'archetipo





# Pezzo di archetipo del 9: linea orizzontale in cima



# Dagli esempi agli archetipi

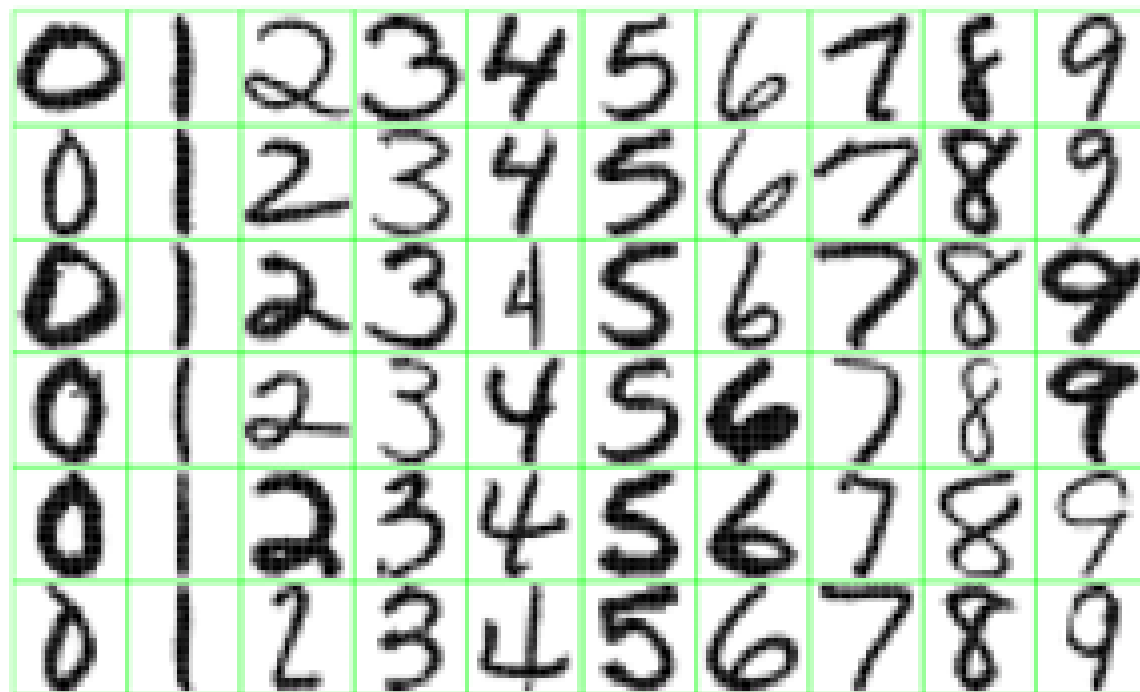


Figure 1.2: *Examples of handwritten digits from U.S. postal envelopes.*

1

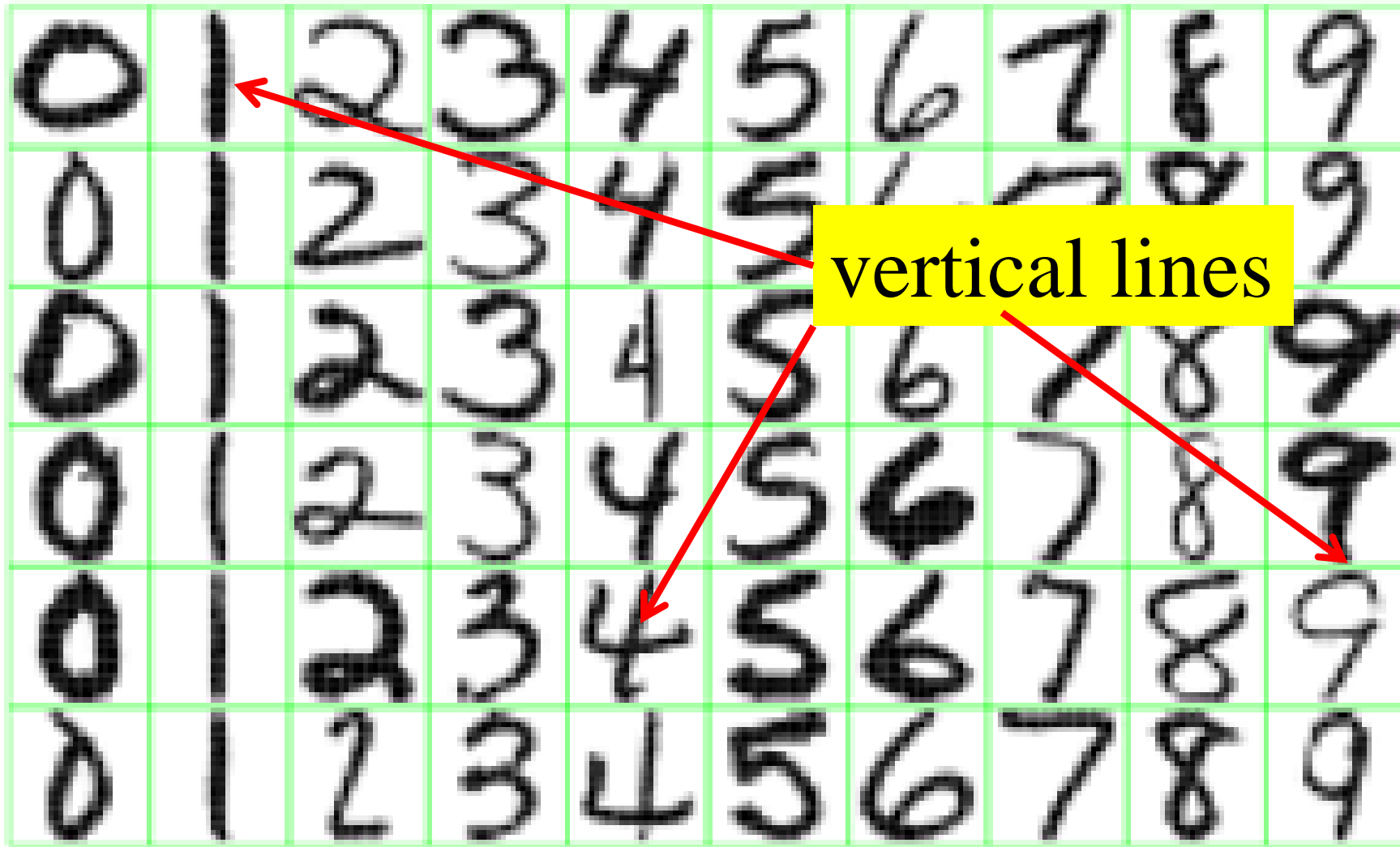


Figure 1.2: *Examples of handwritten digits from U.S. postal envelopes.*

1

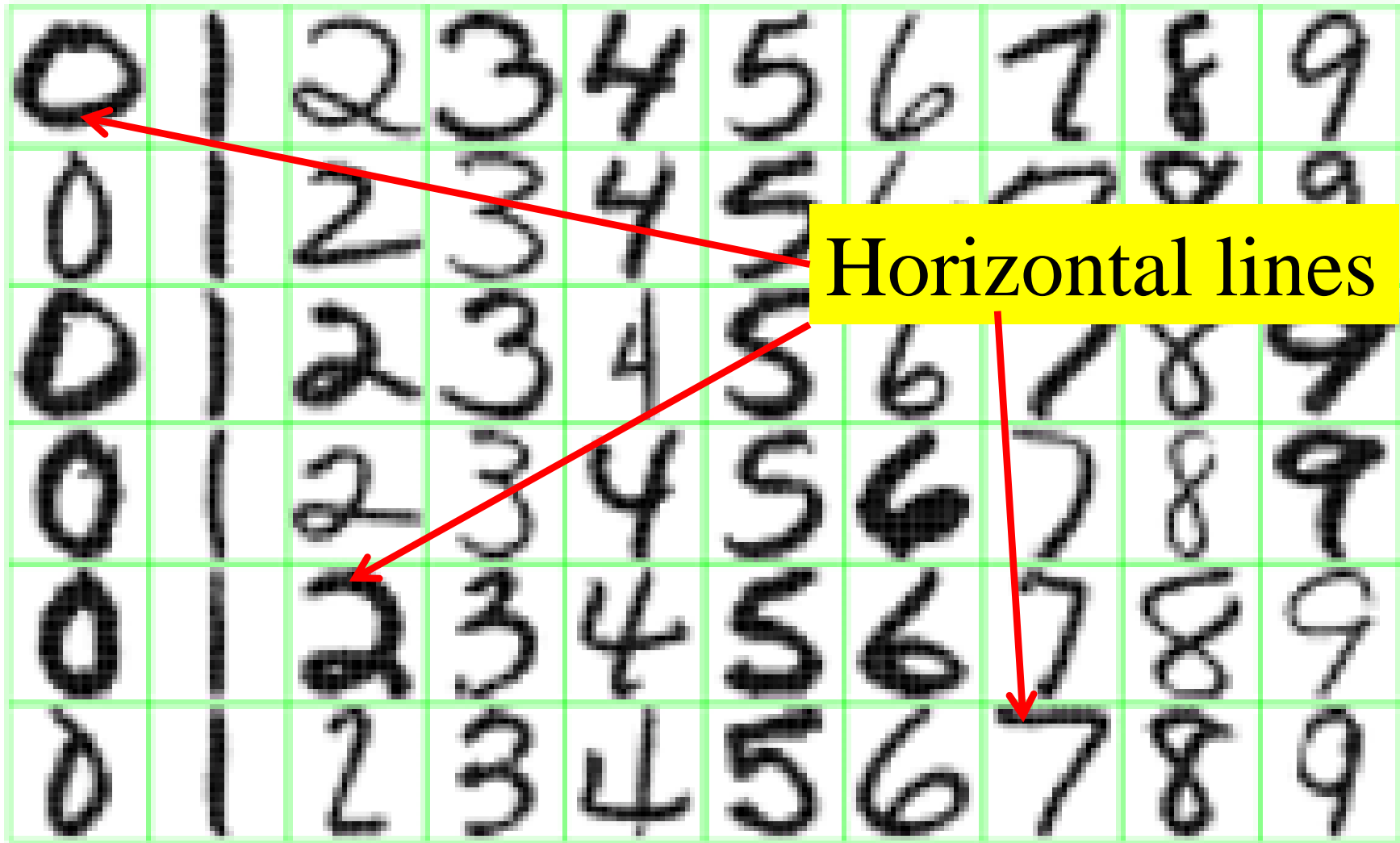


Figure 1.2: *Examples of handwritten digits from U.S. postal envelopes.*

1

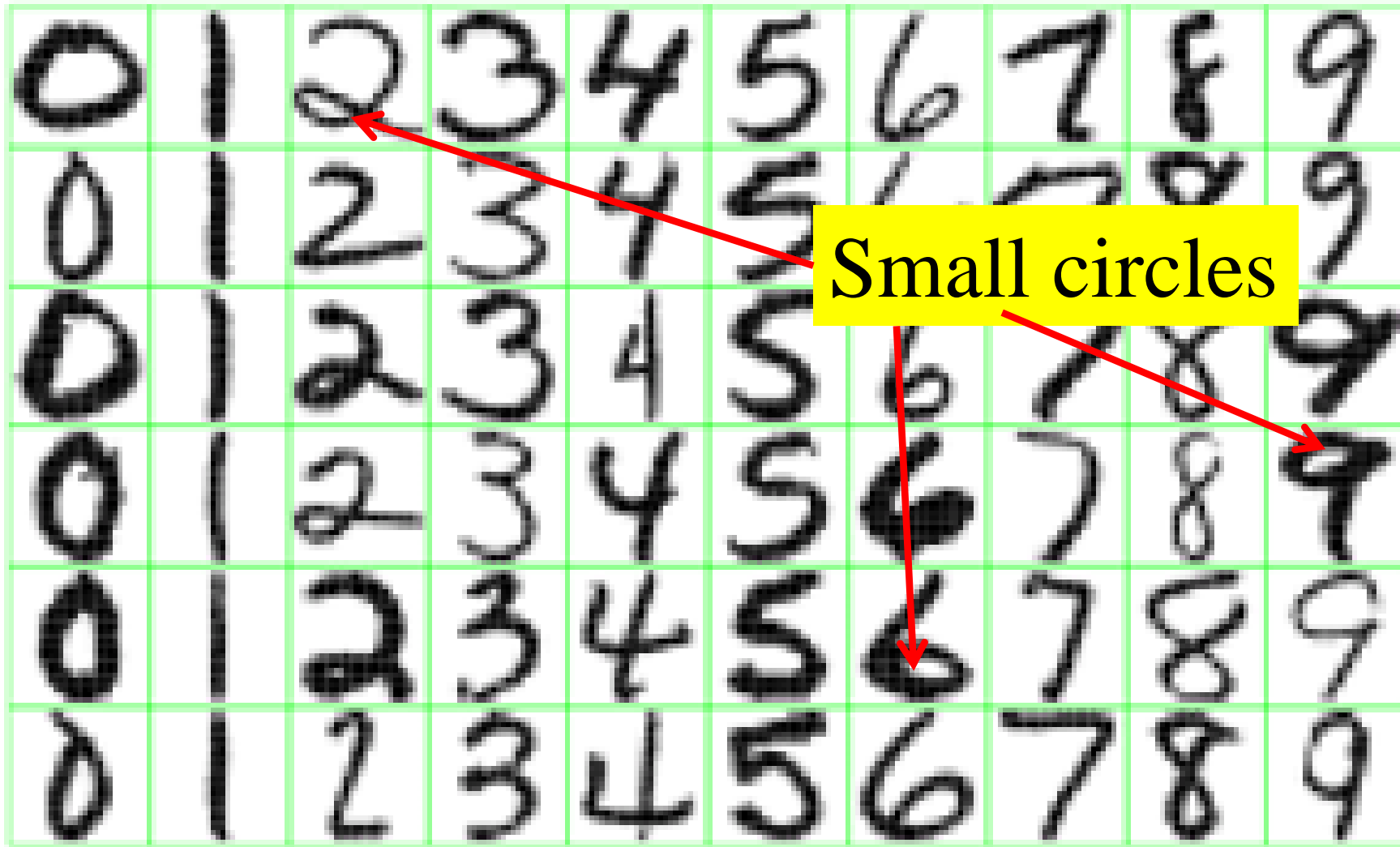
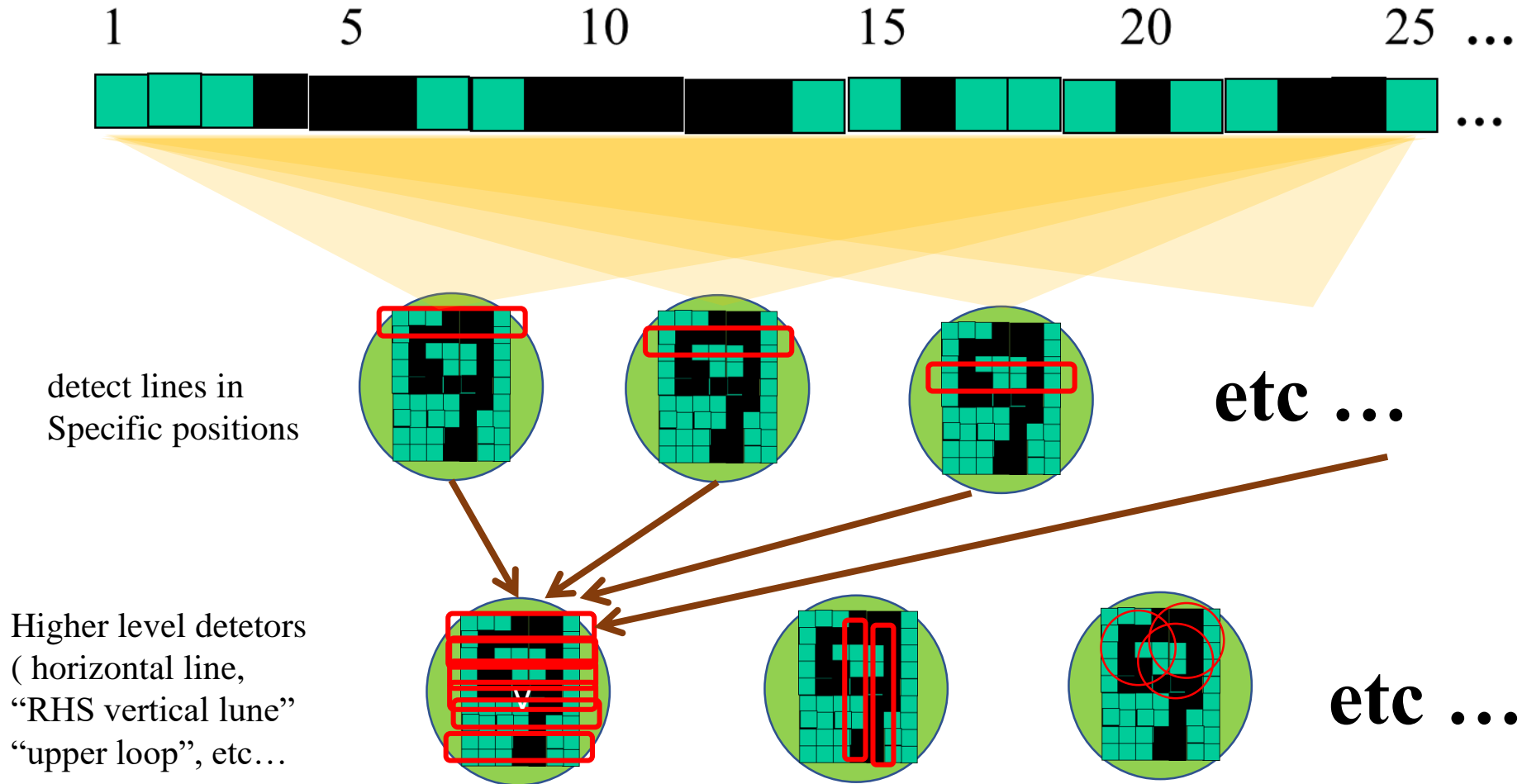
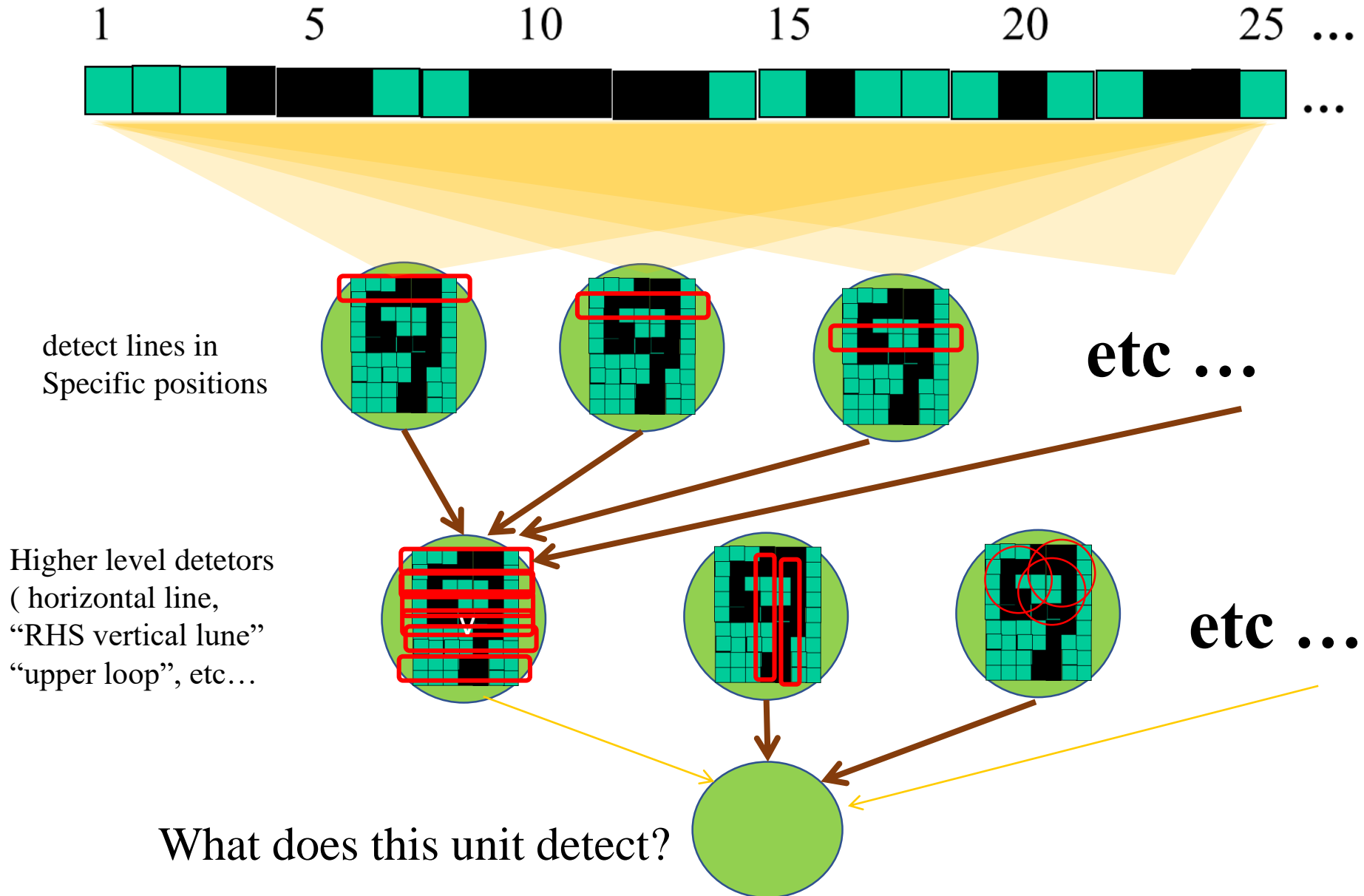


Figure 1.2: *Examples of handwritten digits from U.S. postal envelopes.*

# Ogni strato un pezzo di archetipo

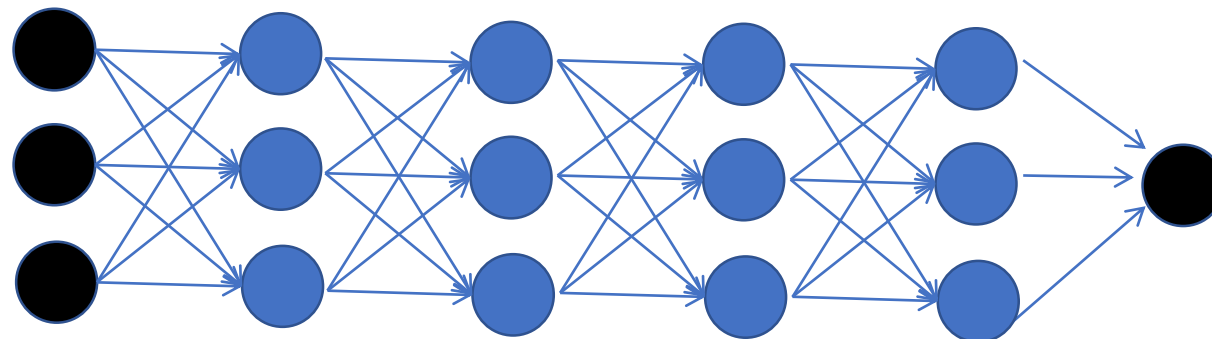


# Uno strato per ogni parte dell'archetipo...



# L'intuizione di Bengio

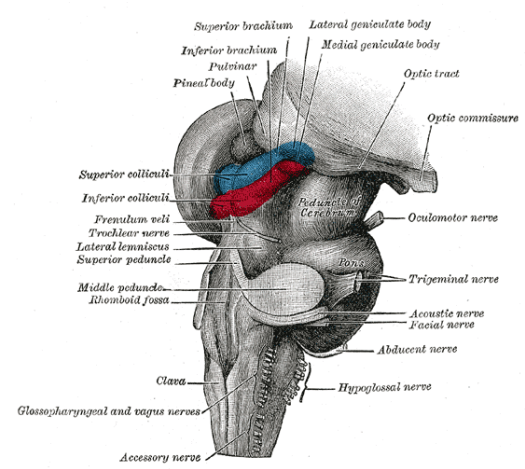
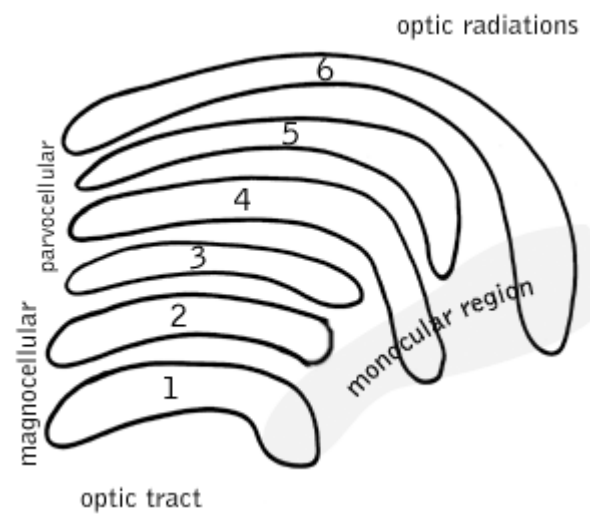
- PER GLI STRATI INTERMEDI NON SERVONO ESEMPI, BASTA PRESERVARE NEGLI OUTPUT LA DENSITA' DI PROBABILITA' DEGLI INPUT
  - IL NUMERO DI ELEMENTI ASSOCIATI AD ARCHETIPI CON LINEA ORIZZONTALE IN CIMA = NUMERO DI 9 + NUMERO DI 8 + NUMERO DI 7+ NUMERO DI 0
- **SOLO L'ULTIMO STRATO E' UNA NORMALE RETE NEURALE, MA SERVONO POCHI ESEMPI E IN TERMINI DEGLI ARCHETIPI (AD ES> CHE ASSOCINO POCHE STRUTTURE ARCHETIPALI "TIPO 9" ALLA "IDEA PLATONICA" DEL 9)**





# IL CERVELLO FUNZIONA COSI' (FORSE)

Your brain works that way



# Cosa e' cambiato dopo Bengio

- **Tutto**

- **Sulla Rete**

- Segmentazioni on the fly e offerte di contenuti personalizzati (Netflix)
    - Servizi mirati al singolo

- **Nel mondo fisico (sulla base dei dati di sensore)**

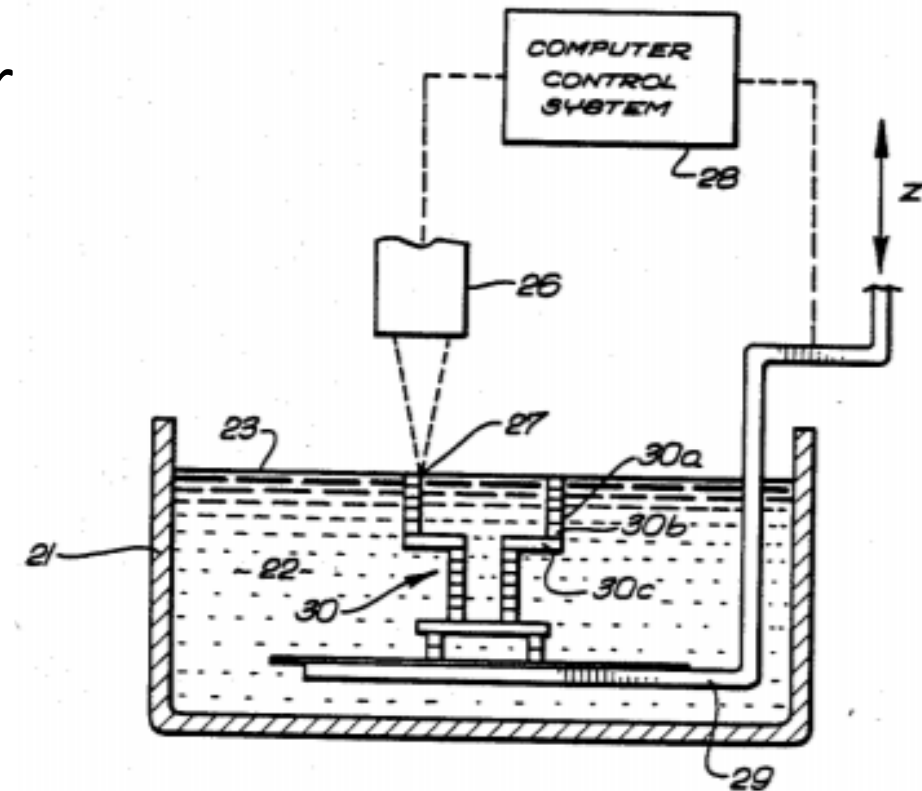
- Trasporti (veicoli autonomi)
    - Sanita' (produzione e veicolazione del farmaco)
    - **Supply chain e manufacturing (Industria 4.0)**

# La produzione nell'era dell'Intelligenza Artificiale

# 3D printing – Hull, 1986

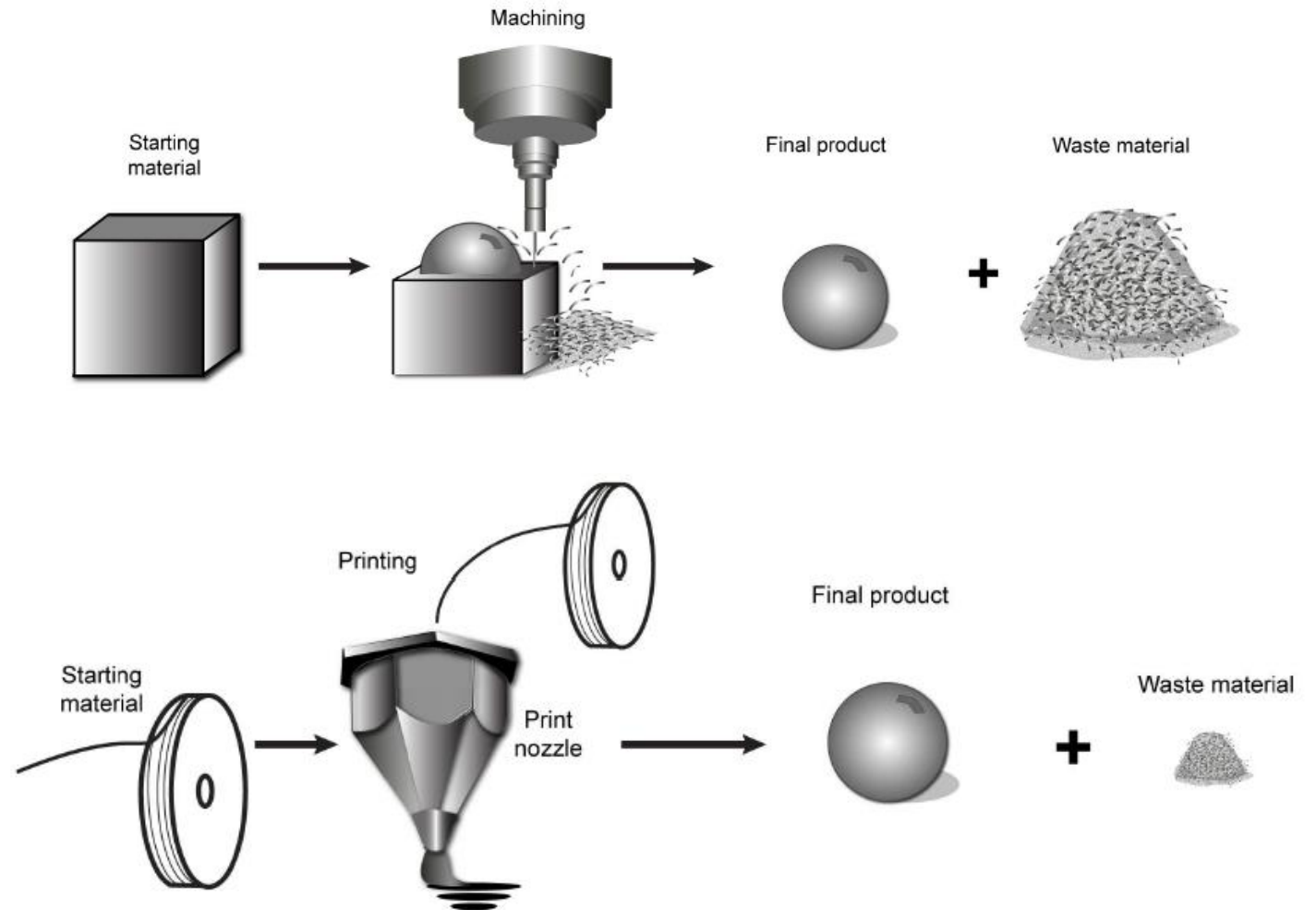
3D printing, detta anche additive manufacturing (AM), rapid prototyping (RP), o solid-freeform (SFF), e' il "process of joining materials to make objects from 3D model data, usually layer by layer descritto nel 1986 da Charles Hull.

Hull, C.W., Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography. 1986, Google Patents.



# Fabbricazione sottrattiva e additiva

- Nella fabbricazione additiva, la variabilità in produzione e' limitata alla scelta dei component
- In quella sottrattiva e' molt piu' grande e puo' dipendere dalle condizioni d'utilizzo reali, non da quelle pianificate



# Tecnologie attuali per produzione sottrattiva

Technology	Example of technology	Materials	Examples of technology providers
Powder bed fusion	Selective laser sintering/ melting, Electron beam melting	Metals, Plastics	EOS, Renishaw, Conceptlaser
Photopolymerization	Stereolithography, Digital light Processing	Plastics	Carbon3D, ENVISONTECH, Formlabs.
Material jetting	Nanoparticle jetting, drop on demand, material jetting	Metals, Plastics, Wax	STRATASYS, XJET, Solidscap
Material extrusion	Fused deposition modeling	Plastic	Ultimaker, STRATASYS, Zortrax
Binder jetting	Binder jetting	Gypsum, Sand , Metals	ExOne, 3D systems,
Direct energy deposition	Laser engineering net shape, Electron beam additive manufacturing	Metals	OPTOMECH

# Benefici

- Caratteristiche di ciascun prodotto dipendono dalle preferenze cliente e condizioni ambientali misurate al momento dell'utilizzo ( non stimate al momento del progetto)
- Uso risorse ottimale
- Produzione on demand e filiera corta
- Minore complessita' dei prodotti finiti
- Uso di materiali alternativi

# Esempi: parti di ricambio complesse

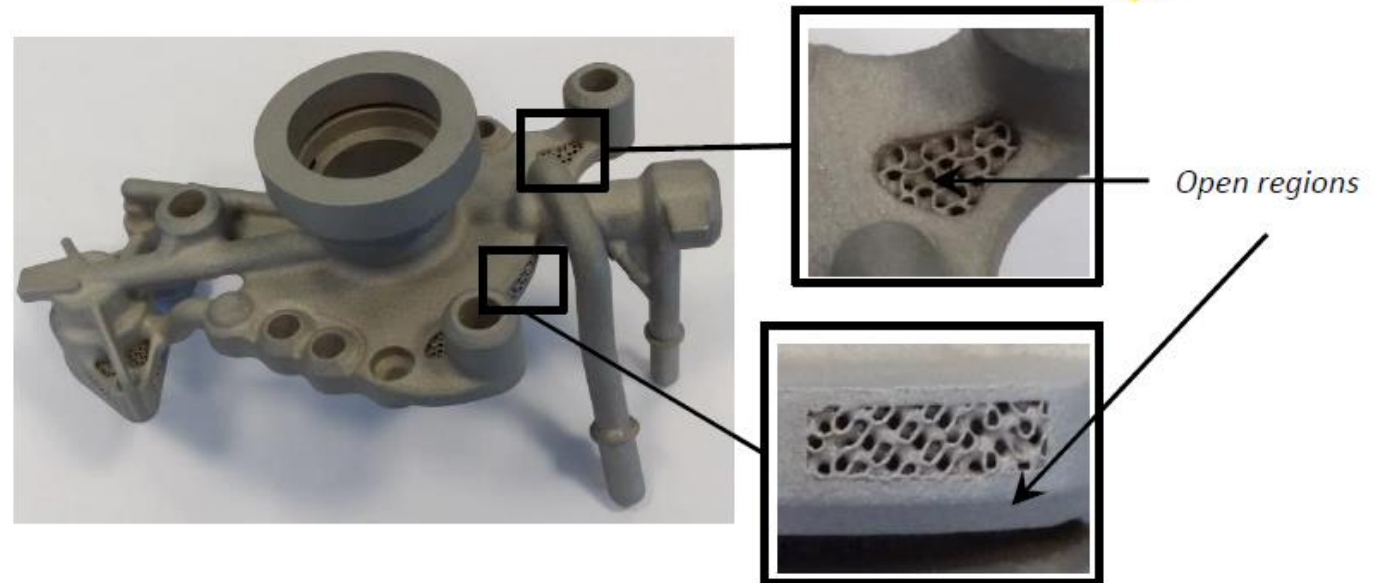
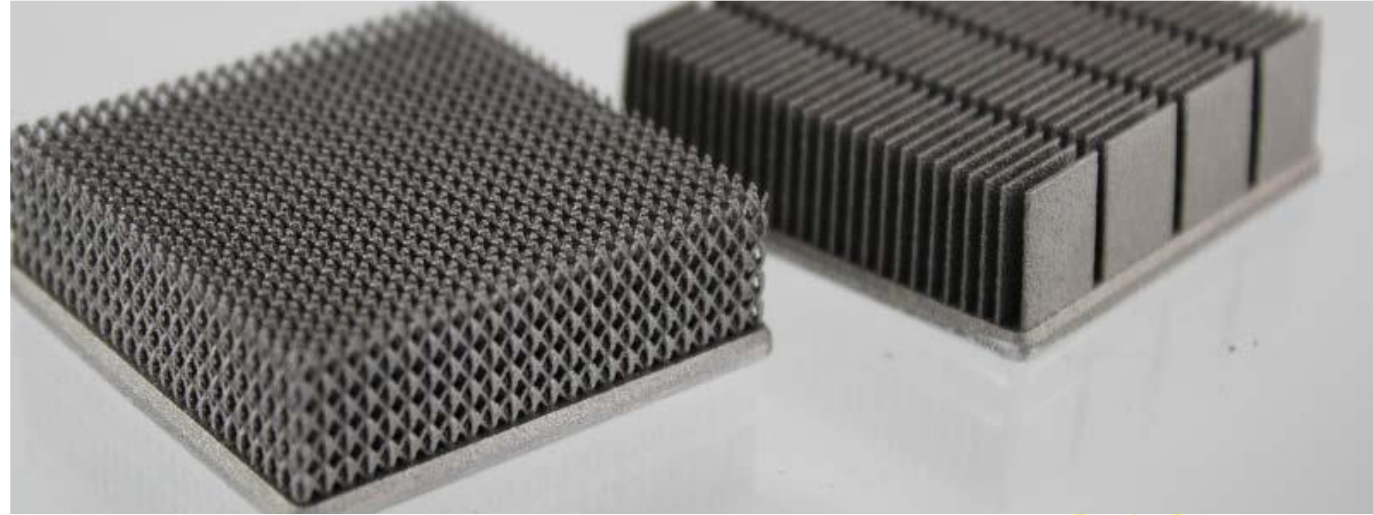
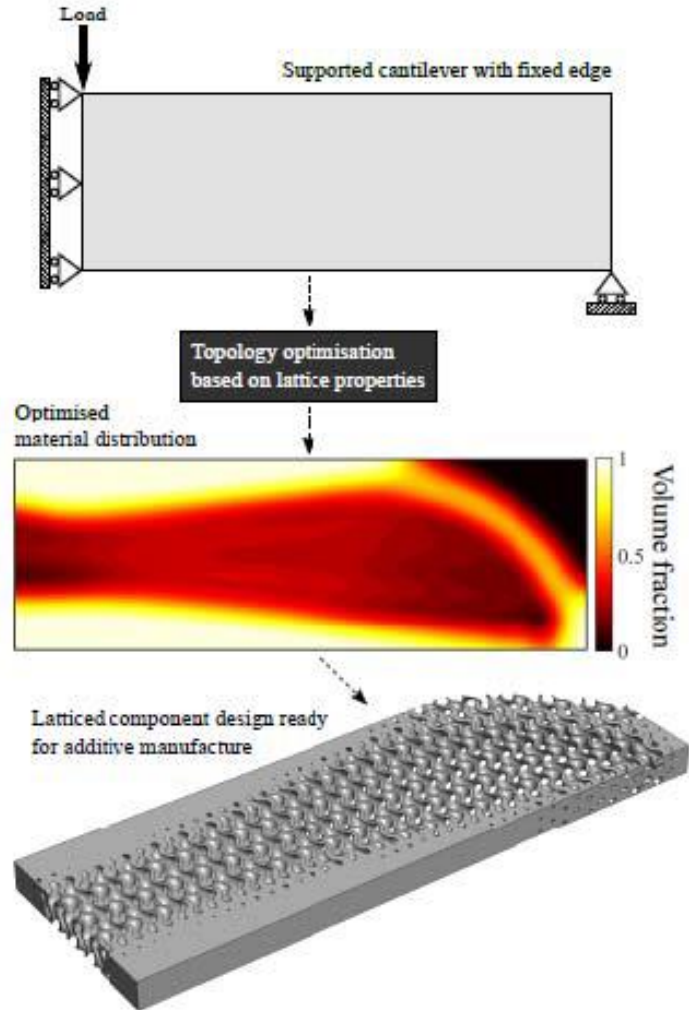
- Monolitica
- Risparmio materiale
- Produzione on demand
- Adatto a manutenzione predittiva



Iniettore motore jet (General Electics)



# Adattare il prodotto alla funzionalita' richiesta in quel momento



# Tre problemi aperti

1- Controllo qualita' / **SECURITY**

2- Limiti dei materiali usabili per manifattura sottrattiva

3- Verifiche prodotto finale

Materials



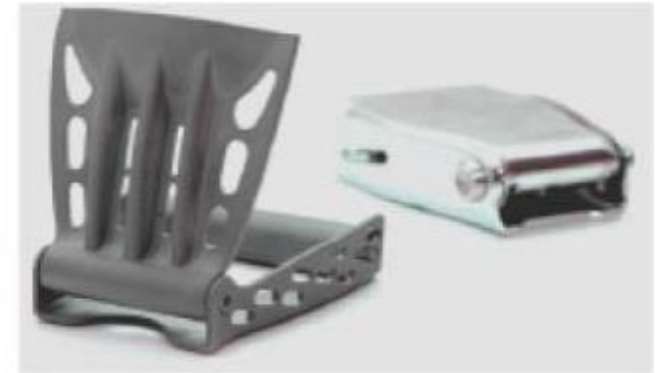
+

Machines and  
manufacturing practices

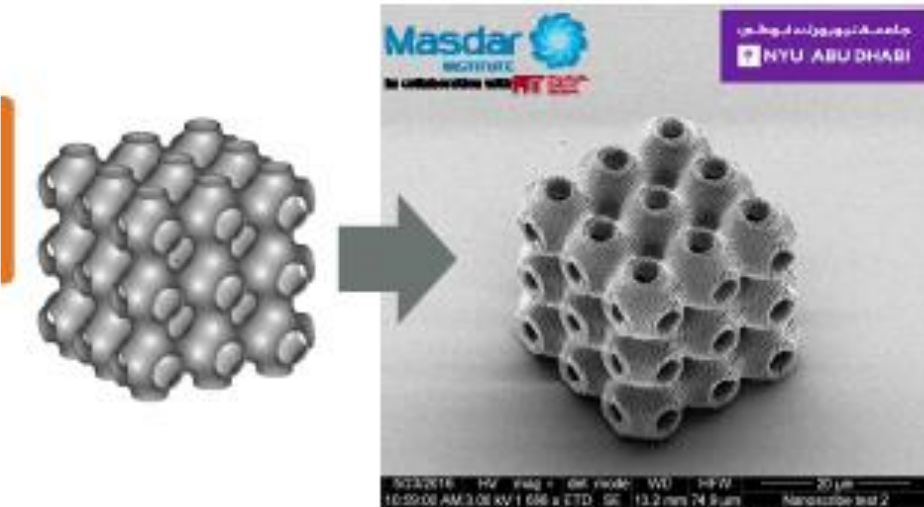
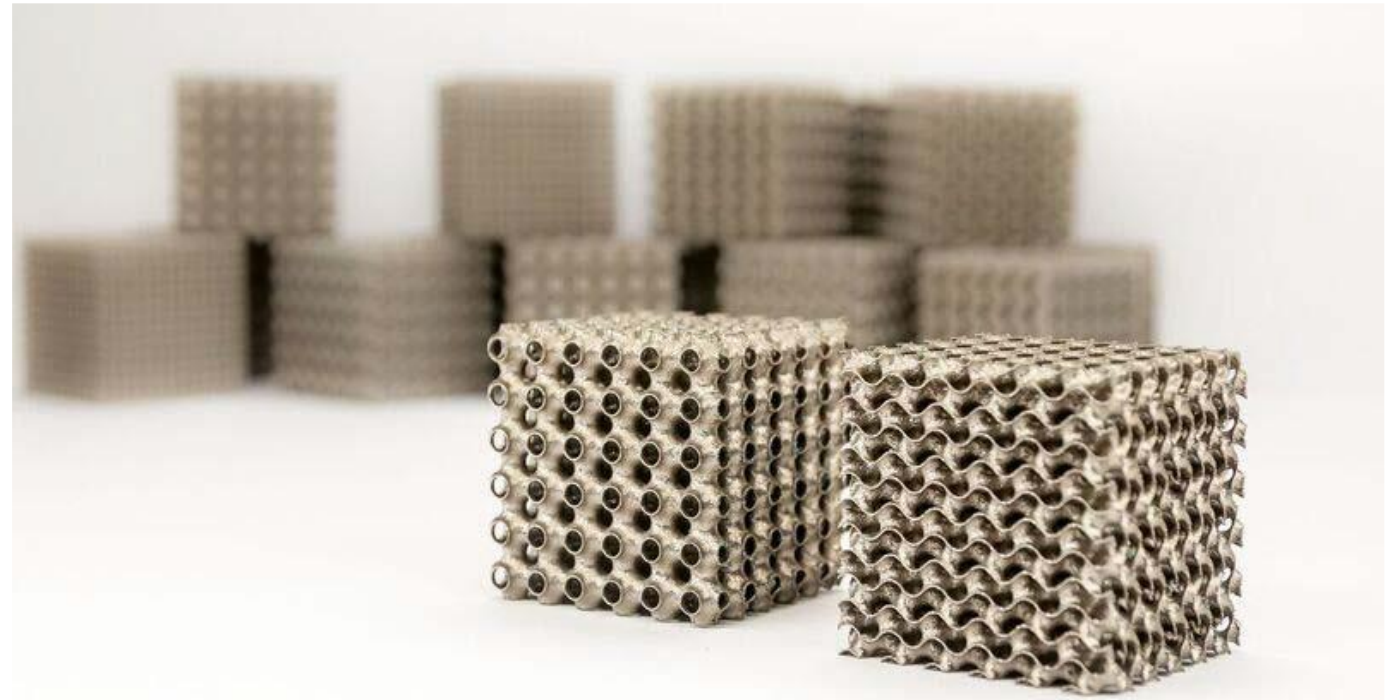
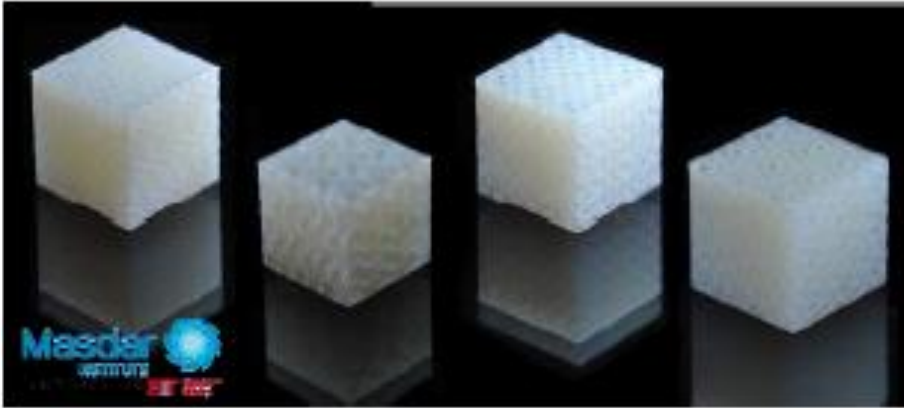


=

Final parts

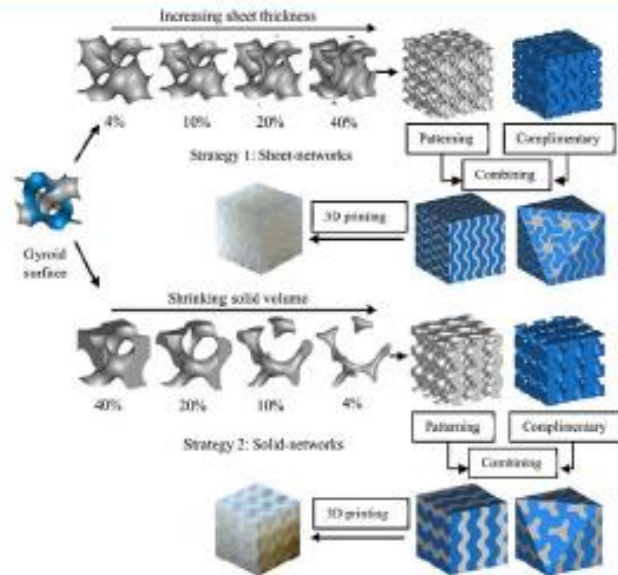


# Ricerca a KU (Masdar Institute)

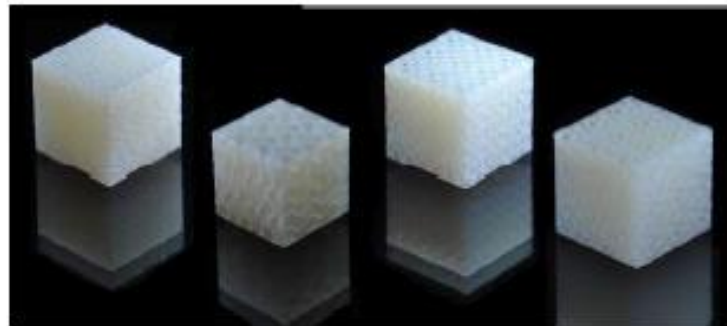
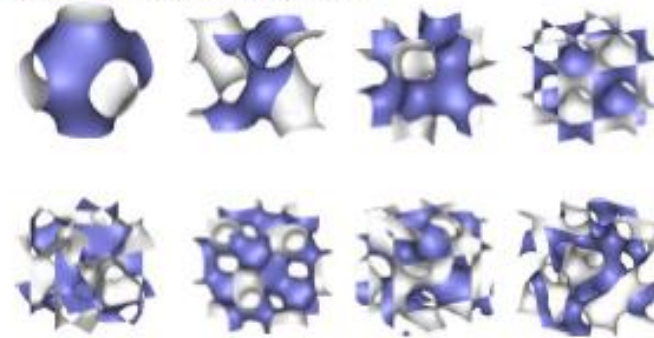


# Integrazione di superfici periodiche in 3D

Lightweight and Strong  
Cellular Solids and  
Composites  
U.S. provisional patent  
application (No.  
62/416,749)



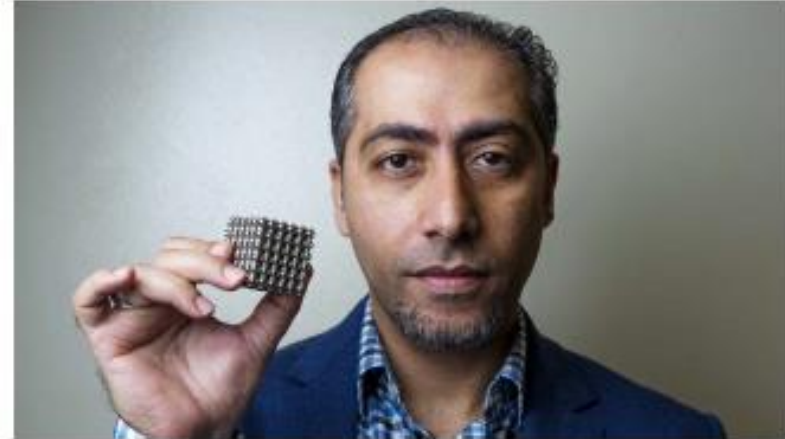
Triply periodic minimal surfaces are mathematically-created and non-self-intersecting surfaces intertwined in 3D.



## Abu Al-Rub 3D Printing Work at Masdar Institute

Professor Abu Al-Rub group at Masdar Institute is the leading group in UAE and Middle East for employing and developing various additive manufacturing (3D printing) technologies for manufacturing of various types of products.

Abu Al-Rub's work on 3D printing gained the interests of several local industries such as Tawazun, Starta, Etihad Airways, NIMR, Emirates Global Aluminum, and many other private industries.



<https://www.thenational.ae/business/technology/3-d-printing-revolution-copy-that-1.11026>



# I pericoli

- “Raise of the machines” accorcia i processi. Cosa succede alle persone?
  - “Humans take the back seat”, da esecutori a controllori. MA:
  - Servono meno controllori che esecutori
  - Rischio di perdita permanente di capacità cognitive negli umani.
    - **Una volta che l'apprendimento e' stato passato alla macchina, mantenerne le vestigia nelle persone e' difficile.** L'esempio del volo Air France e dei “Nintendo pilots”
- Personalizzazione spinta = insularizzazione.
  - “Why can't I see only movies I like?”
  - Pericoli dell'insularita' per i processi decisionali pubblici
  - Societa' e istituzioni = insieme dei gruppi dei genitori su What's app e scuola

Grazie per l'attenzione