





Origine cognitiva dei limiti nel multitasking individuale e di gruppo

G. Petri

Network Science Institute

at Northeastern University

In collaborazione con J.D. Cohen, S. Musslick, B. Dey, K. Ozcimder, D. Turner N. K. Ahmed, T. Willke





EEG powered by BCILAB | SIFT



EEG powered by BCILAB | SIFT





"Connectome" (Sporns, 2005)

Walt Schneider Labo

1 micrometri



100 micrometri



Meyer et al 2013



Dance, Nature 2015

















MULTITASKING AT ITS FINEST

04/05/2016 13:57

NOT SURE IF GOOD AT MULTITASKING

ORBADATCONCENTRATING

Q1: la nostra scarsa capacita' di multitasking e' una feature o un bug?

+

Schemi generali di computazione

+

Schemi generali di computazione Design pratico di sistemi sensibili

+

Schemi generali di computazione Design pratico di sistemi sensibili Agenti Al automatici



Esperimento #I

Nomina il <u>colore</u> del seguente stimolo e, allo stesso tempo, punta con la mano alla <u>sua posizione</u>

Esperimento #I

Nomina il <u>colore</u> del seguente stimolo e, allo stesso tempo, punta con la mano alla <u>sua posizione</u>

MARRONE

Esperimento #I

Nomina il <u>colore</u> del seguente stimolo e, allo stesso tempo, punta con la mano alla <u>sua posizione</u>





Experiment #2

Punta a <u>sinistra</u> se la parola scritta e'

Punta a <u>destra</u> se la parola scritta e'

Experiment #2

Punta a <u>sinistra</u> se la parola scritta e'

Punta a <u>destra</u> se la parola scritta e'

ROSSO

Experiment #2

Punta a <u>sinistra</u> se la parola scritta e'

Punta a <u>destra</u> se la parola scritta e'



ROSSO
Esperimento #3

Nomina il <u>colore</u> dello stimolo seguente e, allo stesso tempo:

Punta a <u>sinistra</u> se la parola scritta e'

punta a <u>destra</u> se la parola scritta e'



ROSSO

Esperimento Stroop generalizzato

Accuratezza



Ok... ma perche'?

Central bottleneck theory



Harold 1994



















multitasking e' possibile



multitasking non e' possibile



multitasking non e' possibile



multitasking non e' possibile



multitasking non e' possibile



Fine del controllo cognitivo e' limitare interferenza



multitasking non e' possible



multitasking e' possible



multitasking e' possible





Multiple-Resource Theory

(Allport, 1972; Allport, 1980; Meyer & Kieras, 1997; Navon & Gopher, 1979; Wickens, 1984; Salvucci & Taatgen, <u>2008</u>)



Soluzione Q1: E' una feature del controllo



Q2:

queste sono delle rappresentazioni delle attivazioni cerebrali di due persone durante vari tasks. Chi e' quello con la performance migliore (sx o dx)?



I.Assumendo che le rappresentazioni condivise causino problemi, perche' le usiamo?

2.Queste limitazioni dovute alle rappresentazioni condivise pongono davvero un problema in un sistema grande quando il cervello umano?


Modello Neurale di Processi Controllati



Capacita' di multitasking come problema di grafi



Qual e' il massimo numero di tasks che una rete puo' eseguire in parallelo senza interferenza?

Capacita' di multitasking come problema di grafi



What is the maximum number of tasks that the network can perform in parallel without interference?

Dipendenze tra tasks



Dipendenze tra tasks





Dipendenze tra tasks





Dipendenze tra tasks







Dipendenze tra tasks

bipartite task graph









Dipendenze tra tasks





Dipendenze tra tasks

bipartite task graph



dependency graph



Capacita' di processamento parallelo

dependency graph





Capacita' di processamento parallelo

dependency graph

bipartite task graph





Maximum amount of tasks that can be performed in independently?

Capacita' di processamento parallelo

dependency graph



Numero massimo di tasks eseguibili in parallelo?

Un insieme di nodi independenti di un grafo G e' un sottoinsieme dei vertici tale che nessuno dei vertici dell'insieme e' connesso da un edge/link/arco ad un altro nodo nell'insieme.

Un insieme di nodi independenti massimale e' un insieme indipendente con il numero massimale d nodi per un dato grafo.

Graph-Theoretic Approach

Parallel Processing Capability



Un insieme di nodi independenti di un grafo G e' un sottoinsieme dei vertici tale che nessuno dei vertici dell'insieme e' connesso da un edge/link/arco ad un altro nodo nell'insieme.

Un insieme di nodi independenti massimale e' un insieme indipendente con il numero massimale d nodi per un dato grafo.

Rappresentazioni condivise e vincoli sui processi controllati

Rappresentazioni condivise e vincoli sui processi controllati



Bello... ma come lo misuriamo nella realta?

trained neural network





extract based on single task representations





Architettura neurali e ambiente di training



stimulus grouped into input dimensions

Architettura neurali e ambiente di training



stimulus grouped into input dimensions

Architettura neurali e ambiente di training



output grouped into response dimensions

stimulus grouped into input dimensions

Architettura neurali e ambiente di training



Architettura neurali e ambiente di training



Architettura neurali e ambiente di training



Architettura neurali e ambiente di training



Architettura neurali e ambiente di training



Estrazione di dipendenze da reti neurali addestrate



Estrazione di dipendenze da reti neurali addestrate



Estrazione di dipendenze da reti neurali addestrate



bipartite graph

Estrazione di dipendenze da reti neurali addestrate



Estrazione di dipendenze da reti neurali addestrate



Estrazione di dipendenze da reti neurali addestrate



Estrazione di dipendenze da reti neurali addestrate


Predizione di capacita' parallela basata su grafi di dipendenza



bipartite graph

trained neural network

Predizione di capacita' parallela basata su grafi di dipendenza



trained neural network

Predizione di capacita' parallela basata su grafi di dipendenza



Predizione di capacita' parallela basata su grafi di dipendenza



Predizione di capacita' parallela basata su grafi di dipendenza



Predizione di capacita' parallela basata su MIS



Predizione di capacita' parallela basata su MIS



Predizione di capacita' parallela basata su MIS



Predizione di capacita' parallela basata su MIS



Predizione di capacita' parallela basata su MIS



Predizione di capacita' parallela basata su MIS



Stima capacita' parallela massima



Stima capacita' parallela media







Integrated task

"Before going through the tunnel, we should change lanes. Do it right now! The exit is coming soon!"

Split task

"The WHO says almost 18000 Ebola cases have been diagnosed since the outbreak started."

> HINTAGE ANTICLE : HOLDORCLE SCHEELE : ● f ¥ in ⊂ ▲ Functional split brain in a driving/listening paradigm

Shuntaro Sasai 🐵, Melanie Boly, Armand Mensen, and Giulio Tononi 🖻 Authors Info & Affiliation



Q3:

Il team migliore e' composto da elementi molto simili e molto performanti, o molto eterogenei e con diversi livelli di performance?

Rappresentazioni connettiviste vs simboliche



Trends in Cognitive Sciences

Tradeoff Stabilita' - Flessibilita'



Tradeoff stabilita' - flessibilita' in gruppi



Dinamica di gruppo

Agenti omogenei



Dinamica di gruppo

Agenti eterogenei



Q2:

Team omogenei funzionano bene sotto task demands constanti nel tempo ed uniformi nei tasks.

Team eterogenei funzionano meglio quando il rate di switch e l'eterogeneita' tra is task e' grande.





Results:



Results:

- possiamo estrarre dipendenze dai dati
 - utile per applicazioni in neuroimaging

Results:

- possiamo estrarre dipendenze dai dati

- utile per applicazioni in neuroimaging

- limiti severi sulla capacita' massima anche da rappresentazioni poco dipendenti

- crescita' lineare con dimensioni del sistema

Results:

- possiamo estrarre dipendenze dai dati

- utile per applicazioni in neuroimaging

- limiti severi sulla capacita' massima anche da rappresentazioni poco dipendenti

- crescita' lineare con dimensioni del sistema
- capacita' media ancora peggio
 - crescita sublineare con la dimensione del sistema!

Results:

- possiamo estrarre dipendenze dai dati

- utile per applicazioni in neuroimaging

- limiti severi sulla capacita' massima anche da rappresentazioni poco dipendenti

- crescita' lineare con dimensioni del sistema
- capacita' media ancora peggio
 - crescita sublineare con la dimensione del sistema!

What's next?

Results:

- possiamo estrarre dipendenze dai dati

- utile per applicazioni in neuroimaging

- limiti severi sulla capacita' massima anche da rappresentazioni poco dipendenti

- crescita' lineare con dimensioni del sistema
- capacita' media ancora peggio
 - crescita sublineare con la dimensione del sistema!

What's next?

- interferenza pesata

Results:

- possiamo estrarre dipendenze dai dati

- utile per applicazioni in neuroimaging
- limiti severi sulla capacita' massima anche da rappresentazioni poco dipendenti
 - crescita' lineare con dimensioni del sistema
- capacita' media ancora peggio
 - crescita sublineare con la dimensione del sistema!

What's next?

- interferenza pesata
- rewards e apprendimento con policies diverse

Results:

- possiamo estrarre dipendenze dai dati

- utile per applicazioni in neuroimaging
- limiti severi sulla capacita' massima anche da rappresentazioni poco dipendenti
 - crescita' lineare con dimensioni del sistema
- capacita' media ancora peggio
 - crescita sublineare con la dimensione del sistema!

What's next?

- interferenza pesata
- rewards e apprendimento con policies diverse
- ruolo eterogeneita' in gruppi con molti tasks

Talk to me *@lordgrilo* Check stuff out @ lordgrilo.github.io

Grazie!



Papers + refs :

https://www.nature.com/articles/s41567-021-01170-x https://osf.io/preprints/psyarxiv/jkhdf/ https://www.biorxiv.org/content/ 10.1101/2023.09.18.558214v1.abstract

Code: https://github.com/lordgrilo/Multitasking_capacity







Jonathan Cohen



Nesreen Ahmed



Ted Willke





Network Science Institute at Northeastern University