

Analisi delle differenze individuali in gruppi clinici

Pasquale Anselmi, Debora de Chiusole,
Egidio Robusto, Luca Stefanutti

Dipartimento FISPPA, Università Padova

“PsycAssist: Computerized, adaptive and personalized assessment of executive functions and fluid intelligence”, 26 maggio 2025, Cesena

Knowledge space theory (KST)

È stata introdotta nel 1985 per la valutazione efficiente della conoscenza

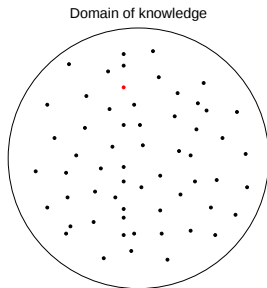
Nel PRIN, viene utilizzata per la valutazione neuropsicologica¹:

- intelligenza fluida
- funzioni esecutive

¹de Chiusole et al. (2024)

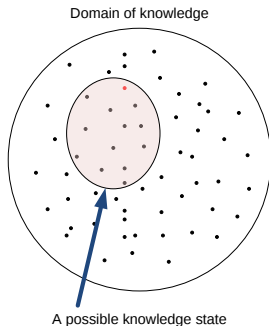
Rappresentazione della conoscenza nella KST

Supponiamo di voler valutare l'intelligenza fluida e che sia disponibile l'insieme Q di tutti i problemi utili a tale scopo. Questo insieme è denominato **dominio di conoscenza**



Rappresentazione della conoscenza nella KST

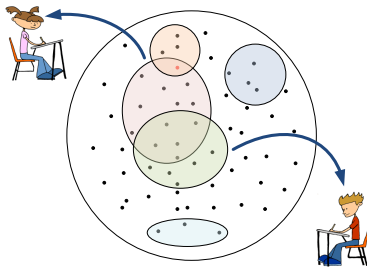
La conoscenza di un individuo è rappresentata dal sottoinsieme di tutti quei problemi in Q che l'individuo è in grado di risolvere (escludendo careless error e lucky guess)



Questo sottoinsieme è denominato **stato di conoscenza**

Rappresentazione della conoscenza nella KST

Se ogni singolo individuo di una popolazione è rappresentato da uno stato di conoscenza, allora l'intera popolazione di individui è rappresentata da un insieme di stati di conoscenza



Questo insieme è denominato **struttura di conoscenza**

Gli stati di conoscenza non sono ugualmente probabili

È ragionevole aspettarsi che i diversi stati di conoscenza siano presenti con frequenze diverse nella popolazione di interesse

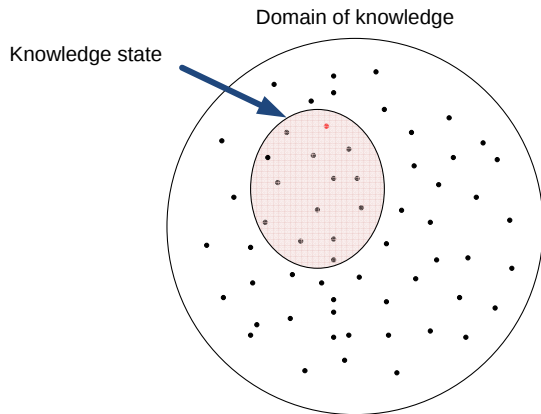
Stato di conoscenza e pattern di risposta

È ragionevole aspettarsi che lo stato di conoscenza **latente** di un individuo (cioè l'insieme di tutti i problemi in Q che l'individuo **è in grado di risolvere**) non coincida perfettamente con il pattern di risposta **osservato** dell'individuo (cioè l'insieme di tutti i problemi in Q che l'individuo **ha effettivamente risolto**)

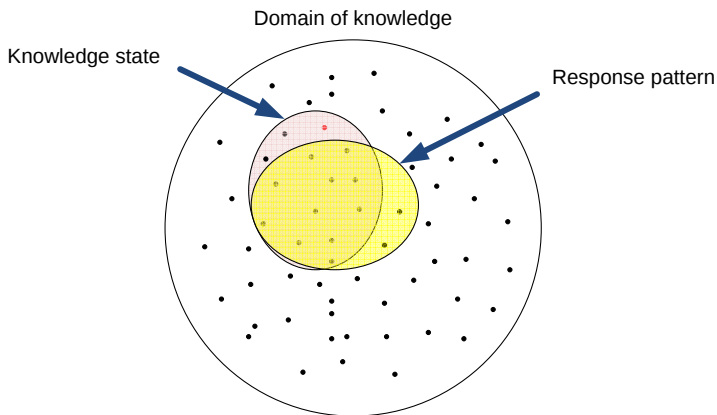
Infatti:

- un individuo che è in grado di risolvere un problema potrebbe commettere un errore di distrazione (**careless error**)
- un individuo che non è in grado di risolvere un problema potrebbe indovinare la risposta corretta (**lucky guess**)

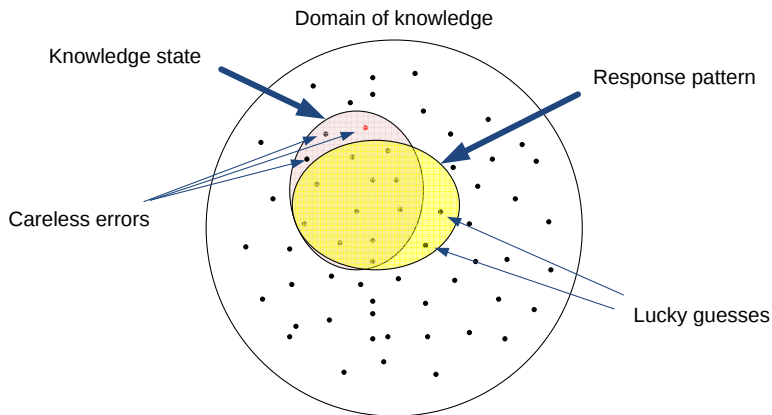
Stato di conoscenza e pattern di risposta



Stato di conoscenza e pattern di risposta



Stato di conoscenza e pattern di risposta



Il basic local independence model (BLIM)

Il BLIM² è un modello fondamentale nella KST

Esso considera:

- una distribuzione di probabilità sugli stati di conoscenza nella popolazione
- una probabilità di careless error e una probabilità di lucky guess per ogni problema in Q

Le stime di questi elementi ottenute su dati empirici permettono di individuare lo stato di conoscenza di un individuo a partire dal suo pattern di risposta

²Falmagne & Doignon (1988)

Alcune considerazioni

Il BLIM è appropriato quando gli individui appartengono a popolazioni che non differiscono per le probabilità degli stati di conoscenza, di careless error e lucky guess

In alcune situazioni, questo non si verifica. Ad esempio:

- è ragionevole ipotizzare che la probabilità di stati di conoscenza con molti problemi sia più bassa in individui con DSA che in individui della popolazione generale
- è ragionevole ipotizzare che la probabilità di careless error di un problema che richiede molti passaggi sia più elevata in individui con ADHD che in individui della popolazione generale

Queste differenze devono essere tenute in considerazione nella valutazione!

Il multiple observed classification local independence model (MOCLIM)

Sviluppato nell'ambito del PRIN³, il MOCLIM estende il BLIM consentendo alle probabilità degli stati, di careless error e lucky guess di differire tra individui di diverse popolazioni

Gli individui sono classificati in specifiche classi **proficiency**, **careless**, e **guessing** in base a una o più variabili individuali osservate (ad es., sesso, livello di istruzione, diagnosi)

Tutti gli individui nella stessa classe proficiency, careless e guessing condividono rispettivamente le stesse probabilità degli stati, di careless error e lucky guess

³Anselmi et al. (under review)

Utilità del MOCLIM

Il modello è molto flessibile e consente di rispondere ad una molteplicità di quesiti di interesse clinico

Le probabilità di careless error differiscono in individui con e senza ADHD?

Proficiency	Careless	Guessing
	Diagnosi di ADHD	

Utilità del MOCLIM

Il modello è molto flessibile e consente di rispondere ad una molteplicità di quesiti di interesse clinico

Le probabilità di careless error differiscono in individui con e senza ADHD? E quelle degli stati?

Proficiency	Careless	Guessing
Diagnosi di ADHD	Diagnosi di ADHD	

Utilità del MOCLIM

Il modello è molto flessibile e consente di rispondere ad una molteplicità di quesiti di interesse clinico

Le probabilità di careless error differiscono in individui con e senza ADHD? E quelle degli stati? La scolarità influenza le probabilità di careless error?

Proficiency	Careless	Guessing
Diagnosi di ADHD	Diagnosi di ADHD × Scolarità	

Un'applicazione su MatriKS

La letteratura riporta che l'intelligenza fluida:

- non varia con il genere⁴
- nei bambini della popolazione generale, aumenta con l'età, raggiungendo un picco nella tarda adolescenza, seguito da un costante declino⁵

Il MOCLIM è in grado di riflettere questi risultati presenti in letteratura?

⁴Colom et al. (2000), Giofrè et al. (2024), Savage-McGlynn (2012)

⁵Horn (2007), Schroeders et al. (2012)

Un'applicazione su MatriKS

Si considera un sottoinsieme di dati relativi a 556 bambini (4-11 anni, 48% femmine) reclutati in scuole da materne a medie

Si considera un sottoinsieme del test MatriKS⁶ formato da 10 matrici 2×2 create usando le regole visuospatiali seguenti:

- **orientamento**: cambia l'angolo di rotazione di uno o più oggetti
- **riempimento**: cambia il riempimento di uno o più oggetti
- **forma**: cambia la forma di uno o più oggetti
- **logica unidimensionale**: i cambiamenti tra celle si applicano in verticale o in orizzontale
- **logica bidimensionale**: i cambiamenti tra celle si applicano sia in verticale che in orizzontale

La struttura di conoscenza sulle 10 matrici contiene 18 stati

⁶de Chiusole et al. (under review)

Un'applicazione su MatriKS - Analisi sul genere

Due classi di bambini formate in base al genere ($M = 287$, $F = 269$)

Si confrontano 8 modelli che assumono che maschi e femmine:

- 1 non differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess
- 2 differiscono per le probabilità degli stati
- 3 differiscono per le probabilità di careless error
- 4 differiscono per le probabilità di lucky guess
- 5 differiscono per le probabilità di stati e careless error
- 6 differiscono per le probabilità di stati e lucky guess
- 7 differiscono per le probabilità di careless error e lucky guess
- 8 differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess

Un'applicazione su MatriKS - Analisi sul genere

Dal confronto tra i modelli emerge che maschi e femmine:

- 1 non differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess
- 2 differiscono per le probabilità degli stati
- 3 differiscono per le probabilità di careless error
- 4 differiscono per le probabilità di lucky guess
- 5 differiscono per le probabilità di stati e careless error
- 6 differiscono per le probabilità di stati e lucky guess
- 7 differiscono per le probabilità di careless error e lucky guess
- 8 differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess

Questo risultato è in linea con la letteratura!

Un'applicazione su MatriKS - Analisi sull'età

Due classi di bambini formate in base all'età (4-8 anni = 339, 9-11 anni = 217)

Si confrontano 8 modelli che assumono che bambini di 4-8 e 9-11 anni:

- 1 non differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess
- 2 differiscono per le probabilità degli stati
- 3 differiscono per le probabilità di careless error
- 4 differiscono per le probabilità di lucky guess
- 5 differiscono per le probabilità di stati e careless error
- 6 differiscono per le probabilità di stati e lucky guess
- 7 differiscono per le probabilità di careless error e lucky guess
- 8 differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess

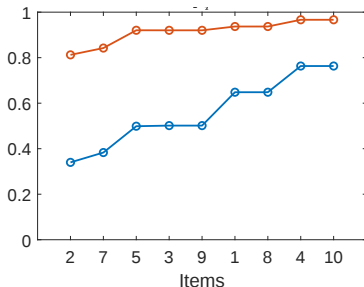
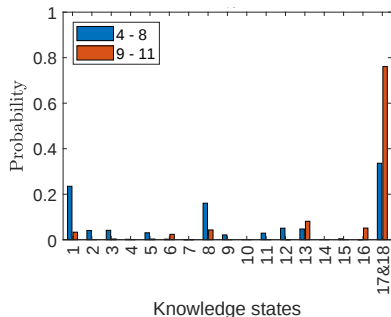
Un'applicazione su MatriKS - Analisi sull'età

Dal confronto tra i modelli emerge che i bambini di 4-8 e 9-11 anni:

- 1 non differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess
- 2 differiscono per le probabilità degli stati
- 3 non differiscono
- 4 differiscono per le probabilità di careless error
- 5 differiscono per le probabilità di lucky guess
- 6 differiscono per le probabilità di stati e careless error
- 7 differiscono per le probabilità di stati e lucky guess
- 8 differiscono per le probabilità di careless error e lucky guess
- 9 differiscono per le probabilità di stati, careless error e lucky guess

Anche questo risultato è in linea con la letteratura!

Un'applicazione su MatriKS - Analisi sull'età

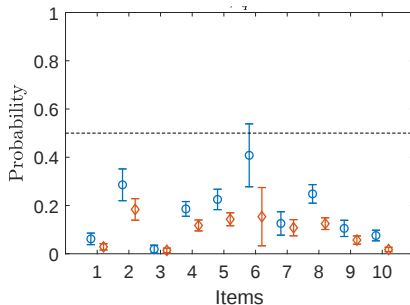


Lo stato 1 (essere in grado di risolvere nessuna delle 10 matrici) è più probabile nei bambini di 4-8 anni

Gli stati 17 (essere in grado di risolvere tutte le matrici esclusa la 6) e 18 (essere in grado di risolvere tutte e 10 le matrici) sono più probabili nei bambini di 9-11 anni

Le probabilità di saper risolvere le matrici sono più elevate nei bambini di 9-11 anni

Un'applicazione su MatriKS - Analisi sull'età



Le probabilità di careless error sono più elevate nei bambini di 4-8 anni

Take home message

Il MOCLIM è in grado di distinguere tra una condizione in cui gli individui appartengono a popolazioni che ci si aspetta differiscano e una condizione in cui appartengono a popolazioni che ci si aspetta non differiscano

Testando e confrontando modelli alternativi, si possono ottenere sviluppi teorici significativi, con importanti ricadute a livello di valutazione e intervento

Sfide correnti

Validare il MOCLIM su diverse popolazioni cliniche (ad es., ID, ADHD, ASD)

Valutare l'utilità del MOCLIM nella valutazione adattiva, che è una delle applicazioni più rilevanti della KST

- Ci si aspetta che usare probabilità degli stati di conoscenza, di careless error e lucky guess specifiche di una determinata popolazione clinica porti a valutazioni più efficienti e accurate per gli individui di tale popolazione