



n° 375 – 9 February 2023

Cognition 2023 Jan 9

Representing melodic relationships using network science

Merseal HM¹, Beaty RE¹, Kenett YN², Lloyd-Cox J³, de Manzano O⁴, Norgaard M⁵

1 Department of Psychology, Pennsylvania State University, USA; 2 Faculty of Data and Decisions Sciences, Technion Institute of Technology, Israel; 3 Department of Cognitive Neuroscience, Goldsmiths, University of London, England, UK; 4 Department of Cognitive Neuropsychology, Max Planck Institute for Empirical Aesthetics, Germany; 5 Department of Music Education, Georgia State University, USA. hmerseal@psu.edu

Music is a complex system consisting of many dimensions and hierarchically organized information-the organization of which, to date, we do not fully understand. Network science provides a powerful approach to representing such complex systems, from the social networks of people to modelling the underlying network structures of different cognitive mechanisms. In the present research, we explored whether network science methodology can be extended to model the melodic patterns underlying expert improvised music. Using a large corpus of transcribed improvisations, we constructed a network model in which 5-pitch sequences were linked depending on consecutive occurrences, constituting 116,403 nodes (sequences) and 157,429 edges connecting them. We then investigated whether mathematical graph modelling relates to musical characteristics in real-world listening situations via a behavioral experiment paralleling those used to examine language. We found that as melodic distance within the network increased, participants judged melodic sequences as less related. Moreover, the relationship between distance and reaction time (RT) judgements was quadratic: participants slowed in RT up to distance four, then accelerated; a parallel finding to research in language networks. This study offers insights into the hidden network structure of improvised tonal music and suggests that humans are sensitive to the property of melodic distance in this network. More generally, our work demonstrates the similarity between music and language as complex systems, and how network science methods can be used to quantify different aspects of its complexity.

La musica è un sistema complesso costituito da molte dimensioni e da informazioni organizzate gerarchicamente, la cui organizzazione, ad oggi, non comprendiamo appieno. La scienza delle reti

fornisce un potente approccio alla rappresentazione di tali sistemi complessi, dalle reti sociali delle persone alla modellazione delle strutture di rete sottostanti di diversi meccanismi cognitivi. Nella presente ricerca, gli Autori hanno esplorato se la metodologia della scienza della rete può essere estesa per modellare i modelli melodici alla base della musica improvvisata da esperti. Utilizzando un ampio corpus di improvvisazioni trascritte, hanno costruito un modello di rete in cui le sequenze di 5 altezze sono state collegate in base a occorrenze consecutive, costituendo 116.403 nodi (sequenze) e 157.429 bordi che le collegano. Hanno quindi studiato se la modellazione matematica del grafico si collega alle caratteristiche musicali nelle situazioni di ascolto del mondo reale attraverso un esperimento comportamentale parallelo a quelli usati per esaminare il linguaggio. Hanno scoperto che, all'aumentare della distanza melodica all'interno della rete, i partecipanti giudicavano le sequenze melodiche meno correlate. Inoltre, la relazione tra i giudizi sulla distanza e il tempo di reazione (RT) era quadratica: i partecipanti rallentavano in RT fino alla distanza quattro, quindi acceleravano; una scoperta parallela alla ricerca nelle reti linguistiche. Questo studio offre approfondimenti sulla struttura della rete nascosta della musica tonale improvvisata e suggerisce che gli esseri umani siano sensibili alla proprietà della distanza melodica in tale rete. Più in generale, il lavoro dimostra la somiglianza tra musica e linguaggio come sistemi complessi, e come i metodi della scienza delle reti possano essere utilizzati per quantificare diversi aspetti della sua complessità.

Front Psychol 2023 Jan 16

The Tapping-PROMS: A test for the assessment of sensorimotor rhythmic abilities

Georgi M¹, Gingras B², Zentner Z²

1 Institute of Psychology, Teaching and Research Area of Work and Engineering Psychology, RWTH Aachen University, Aachen, Germany; 2 Institute of Psychology, University of Innsbruck, Innsbruck, Austria

Sensorimotor synchronization is a longstanding paradigm in the analysis of isochronous beat tapping. Assessing the finger tapping of complex rhythmic patterns is far less explored and considerably more complex to analyze. Hence, whereas several instruments to assess tempo or beat tapping ability exist, there is at present a shortage of paradigms and tools for the assessment of the ability to tap to complex rhythmic patterns. To redress this limitation, we developed a standardized rhythm tapping test comprising test items of different complexity. The items were taken from the rhythm and tempo subtests of the Profile of Music Perception Skills (PROMS), and administered as tapping items to 40 participants (20 women). Overall, results showed satisfactory psychometric properties for internal consistency and test-retest reliability. Convergent, discriminant, and criterion validity correlations fell in line with expectations. Specifically, performance in rhythm tapping was correlated more strongly with performance in rhythm perception than in tempo perception, whereas performance in tempo tapping was more strongly correlated with performance in tempo than rhythm perception. Both tapping tasks were only marginally correlated with non-temporal perception tasks. In combination, the tapping tasks explained variance in external indicators of musical proficiency above and beyond the perceptual PROMS tasks. This tool allows for the assessment of complex rhythmic tapping skills in about 15 min, thus providing a useful addition to existing music aptitude batteries.

La sincronizzazione sensomotora è un paradigma di lunga data nell'analisi del tapping alla pulsazione isocrona. La valutazione del tapping di schemi ritmici complessi è molto meno esplorata e considerevolmente più complessa da analizzare. Quindi, sebbene esistano diversi strumenti per valutare la capacità di battere al tempo o alla pulsazione, vi è attualmente una carenza di paradigmi e strumenti per la valutazione della capacità di battere a schemi ritmici complessi. Per rimediare a questa limitazione, gli Autori hanno sviluppato un test standardizzato sul tapping a ritmo, comprendente item di diversa complessità. Gli item sono stati presi dai subtest di ritmo e tempo del Profile of Music Perception Skills (PROMS) e somministrati come item di tapping a 40 partecipanti (20 donne). Nel complesso, i risultati hanno mostrato proprietà psicometriche soddisfacenti per coerenza interna e affidabilità test-retest. Le correlazioni convergenti, discriminanti e di validità dei criteri, sono risultate in linea con le aspettative. Nello specifico, la performance nel tapping ritmico era correlata più fortemente con la performance nella percezione del ritmo che nella percezione del tempo, mentre la performance nel tapping del tempo era più fortemente correlata con la performance nel tempo che nella percezione del

ritmo. Entrambi i compiti di tapping erano solo marginalmente correlati con compiti di percezione non temporale. In combinazione, i compiti di tapping hanno spiegato la varianza negli indicatori esterni di competenza musicale al di sopra e al di là dei compiti percettivi del PROMS. Questo strumento consente la valutazione di complesse abilità di tapping ritmico in circa 15 minuti, fornendo così un'utile aggiunta alle batterie attitudinali musicali esistenti.

Front Pain Res (Lausanne) 2023 Jan 16

A web app-based music intervention reduces experimental thermal pain: A randomized trial on preferred versus least-liked music style

Soyeux O^{1,2}, Marchand S^{3,4}

1 International Laboratory for Brain, Music and Sound Research (BRAMS), University of Montreal, McGill University, Montreal, QC, Canada; 2 Department of Psychology, University of Montreal, Montreal, QC, Canada; 3 Research Centre, Sherbrooke's University Hospital, Sherbrooke, QC, Canada; 4 Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada

Digital technologies are increasingly being used to strengthen national health systems. Music is used as a management technique for pain. The objective of this study is to demonstrate the effects of a web app-based music intervention on pain. The participants were healthy adults and underwent three conditions: Conditioned Pain Modulation (CPM), Most-Liked Music (MLM) and Least-Liked Music (LLM). The music used is MUSIC CARE[®], a web app-based personalized musical intervention ("U" Sequence based on a musical composition algorithm). Thermal pain was measured before starting the 20-min music intervention and after three time points for each music condition: 2.20, 11.30, and 20 min. Mean pain perceptions were significantly reduced under both LLM and MLM conditions. Pain decrease was more important under MLM condition than LLM condition at 2.20 min with a mean difference between both conditions of 9.7 (± 3.9) ($p = 0.0195$) and at 11.30 min [9.2 (± 3.3), $p = 0.0099$]. LLM is correlated with CPM but not MLM, suggesting different mechanisms between LLM and MLM. Musical intervention, a simple method of application, fits perfectly into a multidisciplinary global approach and helps to treat the pain and anxiety disorders of participants.

Le tecnologie digitali sono sempre più utilizzate per rafforzare i sistemi sanitari nazionali. La musica è usata come tecnica di gestione del dolore. L'obiettivo di questo studio era dimostrare gli effetti di un intervento musicale basato su web app sul dolore. I partecipanti erano adulti sani e sono stati sottoposti a tre condizioni: Modulazione condizionata del dolore (CPM), Musica più apprezzata (MLM) e Musica meno apprezzata (LLM). La musica utilizzata è MUSIC CARE[®], un intervento musicale personalizzato basato su web app (sequenza "U" basata su un algoritmo di composizione musicale). Il dolore termico è stato misurato prima di iniziare l'intervento musicale di 20 minuti e dopo tre punti temporali per ciascuna condizione musicale: 2.20, 11.30 e 20 min. Le percezioni medie del dolore erano significativamente ridotte sia in condizioni LLM che MLM. La diminuzione del dolore era più importante nella condizione MLM rispetto alla condizione LLM a 2.20 min con una differenza media tra entrambe le condizioni di 9,7 ($\pm 3,9$) ($p = 0,0195$) e a 11.30 min [9,2 ($\pm 3,3$), $p = 0,0099$]. LLM è correlata con CPM ma non MLM, suggerendo meccanismi diversi tra LLM e MLM. L'intervento musicale, un semplice metodo di applicazione, si inserisce perfettamente in un approccio globale multidisciplinare e aiuta a trattare i disturbi del dolore e dell'ansia dei partecipanti.

J Neurosci 2023 Feb 1

Cortical patterns shift from sequence feature separation during planning to integration during motor execution

Yewbrey R^{1,2}, Mantziara M¹, Kornysheva K^{1,2}

1 Bangor Imaging Unit, Bangor University, Bangor, Wales LL57 2AS, UK; 2 Centre for Human Brain Health, School of Psychology, University of Birmingham, Birmingham, B15 2TT, UK. k.kornysheva@bham.ac.uk

Performing sequences of movements from memory and adapting them to changing task demands is a hallmark of skilled human behaviour, from handwriting to playing a musical instrument. Prior studies showed a fine-grained tuning of cortical primary motor, premotor, and parietal regions to motor sequences - from the low-level specification of individual movements to high-level sequence features like sequence order and timing. However, it is not known how tuning in these regions unfolds dynamically across planning and execution. To address this, we trained 24 healthy right-handed human participants (14 females, 10 males) to produce four five-element finger press sequences with a particular finger order and timing structure in a delayed sequence production paradigm entirely from memory. Local cortical fMRI patterns during preparation and production phases were extracted from separate 'No-Go' and 'Go' trials, respectively, to tease out activity related to these peri-movement phases. During sequence planning, premotor and parietal areas increased tuning to movement order or timing, irrespective of their combinations. In contrast, patterns reflecting the unique integration of sequence features emerged in these regions during execution only, alongside timing-specific tuning in the ventral premotor, supplementary motor, and superior parietal areas. This was in line with the participants' behavioural transfer of trained timing, but not of order to new sequence feature combinations. Our findings suggest a general informational state shift from high-level feature separation to low-level feature integration within cortical regions for movement execution. Recompiling sequence features trial-by-trial during planning may enable flexible last-minute adjustment before movement initiation. Musicians and athletes can modify the timing and order of movements in a sequence trial-by-trial, allowing for a vast repertoire of flexible behaviours. How does the brain put together these high-level sequence features into an integrated whole? We found that, trial-by-trial, the control of sequence features undergoes a state shift from separation during planning to integration during execution across a network of motor-related cortical areas. These findings have implications for understanding the hierarchical control of skilled movement sequences, as well as how information in brain areas unfolds across planning and execution for skilled motor control.

Eseguire sequenze di movimenti a memoria e adattarle alle mutevoli esigenze del compito è un segno distintivo del comportamento umano abile, dalla grafia al suonare uno strumento musicale. Studi precedenti hanno mostrato una sintonizzazione a grana fine delle regioni corticali motorie primarie, premotorie e parietali alle sequenze motorie - dalla specificazione di basso livello dei singoli movimenti alle caratteristiche della sequenza di alto livello, come l'ordine e la tempistica della sequenza. Tuttavia, non è noto come la sintonizzazione in queste regioni si svolga in modo dinamico durante la pianificazione e l'esecuzione. Per risolvere questo problema, gli Autori hanno addestrato 24 partecipanti destrimani sani (14 femmine, 10 maschi) a produrre quattro sequenze di finger press a cinque elementi con un particolare ordine delle dita e una particolare struttura temporale in un paradigma di produzione di sequenze ritardate interamente a memoria. I pattern fMRI corticali locali durante le fasi di preparazione e produzione sono stati estratti da prove separate "No-Go" e "Go", rispettivamente, per individuare l'attività correlata a queste fasi peri-movimento. Durante la pianificazione della sequenza, le aree premotorie e parietali hanno aumentato la sintonia con l'ordine o la tempistica del movimento, indipendentemente dalle loro combinazioni. Al contrario, i modelli che riflettono l'integrazione unica delle caratteristiche della sequenza sono emersi in queste regioni solo durante l'esecuzione, insieme alla sintonizzazione specifica del tempo nelle aree premotoria ventrale, motoria supplementare e parietali superiori. Ciò era in linea con il transfer comportamentale dei partecipanti della tempistica allenata, ma non dell'ordine alle nuove combinazioni di caratteristiche della sequenza. I risultati suggeriscono uno spostamento generale dello stato informativo, dalla separazione delle caratteristiche di alto livello all'integrazione delle caratteristiche di basso livello all'interno delle regioni corticali per l'esecuzione del movimento. La ricompilazione delle funzionalità della sequenza prova per prova durante la pianificazione può consentire una regolazione flessibile dell'ultimo minuto prima dell'inizio del movimento. Musicisti e atleti possono modificare i tempi e l'ordine dei movimenti in una sequenza prova per prova, consentendo un vasto repertorio di comportamenti flessibili. In che modo il cervello mette insieme queste caratteristiche di sequenza di alto livello in un tutto integrato? Gli Autori hanno trovato che, prova dopo prova, il controllo delle caratteristiche della sequenza subisce uno spostamento di stato dalla separazione, durante la pianificazione, all'integrazione, durante l'esecuzione, attraverso una rete di aree corticali correlate al movimento. Questi risultati hanno implicazioni per la comprensione del controllo gerarchico delle sequenze di movimenti abili, nonché del modo in cui le informazioni nelle aree cerebrali si dispiegano attraverso la pianificazione e l'esecuzione per il controllo motorio abile.

The Pierfranco and Luisa Mariani Foundation

Since its beginnings in 1985, the Mariani Foundation has established itself as a leading organization in the field of paediatric neurology by organizing a variety of advanced courses, providing research grants, and supporting specialized care. The Foundation works in close cooperation with major public healthcare institutions, complementing their scientific programs and other activities. In 2009 it became the first private entity in Italy to join the founding members of the National Neurologic Institute "Carlo Besta" in Milan. In addition to its services, the Foundation aims, through its continuing medical education courses and publications, to spread knowledge in the field of paediatric neurology in order to help treat or alleviate a large number of paediatric neurologic disorders.

In the year 2000, the Mariani Foundation has added a new and important dimension to its activities: fostering the study of the multiple links between the neurosciences and music, including music education and early intervention. This significant commitment has inspired the series of "Neurosciences and Music" conferences, held in Venice (2002), Leipzig (2005), Montreal (2008), Edinburgh (2011), Dijon (2014), Boston (2017), and Aarhus (2021). All these meetings have led to the publication of major volumes in the Annals of the New York Academy of Sciences.

"Neuromusic News"

Direttore responsabile Luisa Bonora

Pubblicazione periodica. Registrazione n. 318 Tribunale di Milano del 10-06-2011

Edited by Fondazione Mariani

Contributors: Luisa Lopez, Giuliano Avanzini, Maria Majno and Barbara Bernardini

Editorial coordinator: Renata Brizzi

For further information: neuromusic@fondazione-mariani.org

Notice on privacy of personal information

"Neuromusic News", providing periodic updates on Neurosciences and Music, has been sent to you since you have registered to the Neuromusic Mailing List or because you have expressed an interest in this field (as a participant in our Neurosciences conference or through a request on the subject).

Your data is stored securely and will be handled confidentially. It will be used exclusively by the Mariani Foundation to communicate its own information and will not be passed on to third parties.

If you no longer wish to receive "Neuromusic News", please go to our website www.fondazione-mariani.org and log in with your Username and Password, then access "My personal details" page and deselect the option "I agree to receive Neuromusic News".