

---

---

# Network geometry

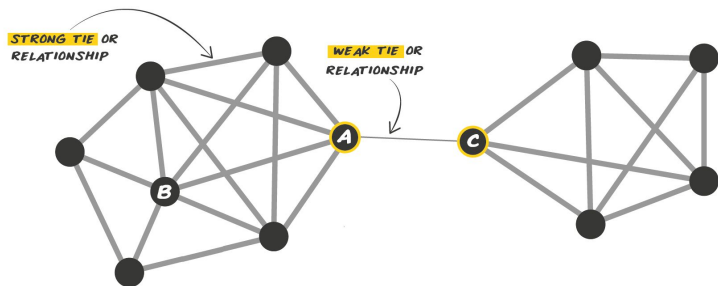
— Hyperbolic Geometry of  
Complex Networks —

---

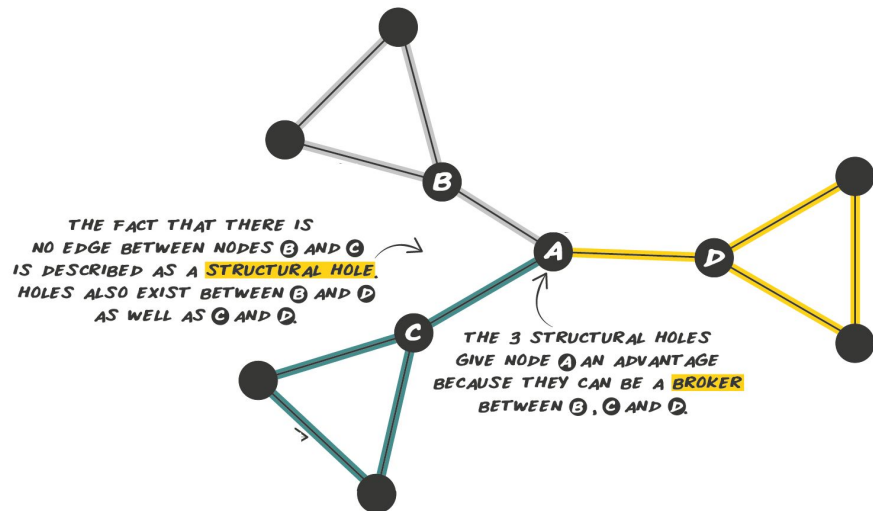
---

# Weak tie & structural holes

- The Strength of Weak Ties by Mark S. Granovetter (1973)
- Structural Holes Theory by Ronald S. Burt (1995)

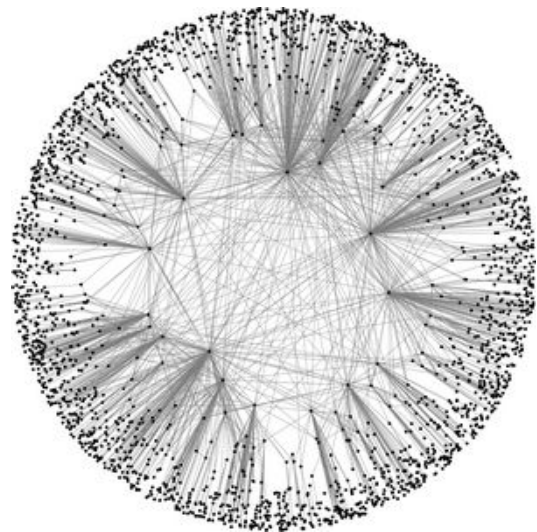


How do we quantify this using this though?






# Hyperbolic hidden space assumption

- “Hyperbolic geometry underlies complex networks”
- A latent geometric space which we can infer statistically
- Three common properties of complex network topologies emerge naturally as natural reflections of the basic properties of underlying hyperbolic geometry:
  - heterogeneous degree distributions
  - strong clustering appear
  - significant modular structures



# From Euclidean to Hyperbolic

Characteristic properties:

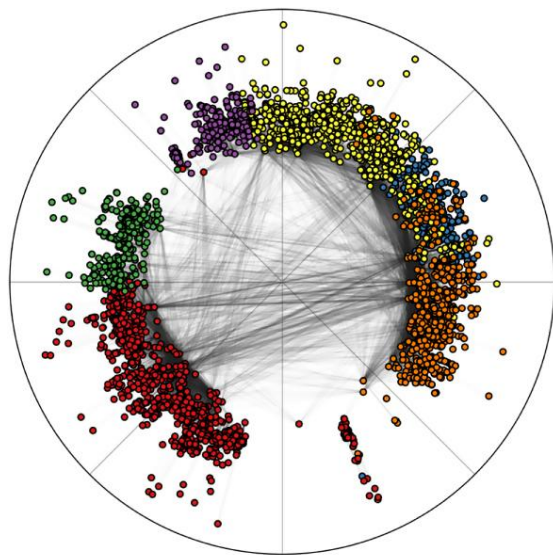
Property	Euclidean	Spherical	Hyperbolic
Curvature $K$	0	$> 0$	$< 0$
Parallel lines	1	0	$\infty$
Triangles are	normal	thick	thin
Shape of triangles			
Sum of $\triangle$ angles	$\pi$	$> \pi$	$< \pi$
Circle length	$2\pi r$	$2\pi \sin \zeta r$	$2\pi \sinh \zeta r$
Disk area	$2\pi r^2/2$	$2\pi(1 - \cos \zeta r)$	$2\pi(\cosh \zeta r - 1)$

# Linking Network Geometry to Social Structure

RQ: High angular distance => Weak ties? Bridges?

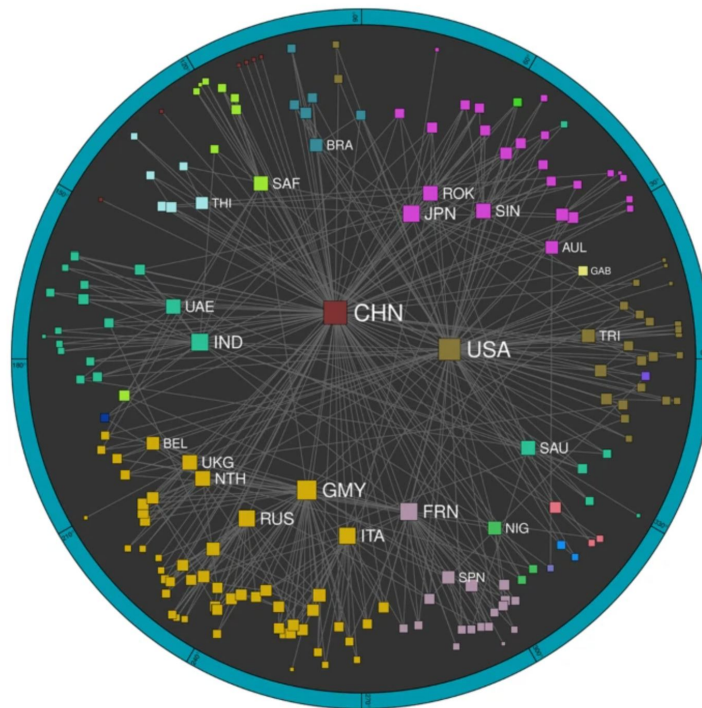
*Operationalization:* bridges are links with high betweenness centrality

# Hyperbolic Embedding Examples



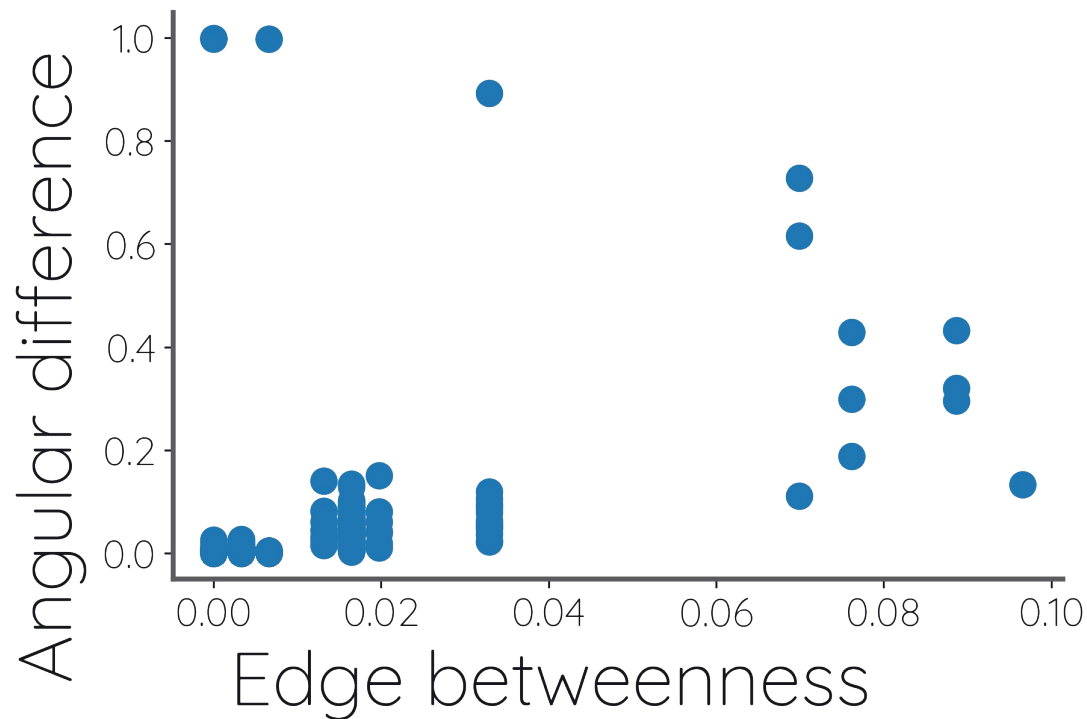
● Africa      ● Europe      ● Oceania  
● Asia      ● N. America      ● S. America

*Airport network*

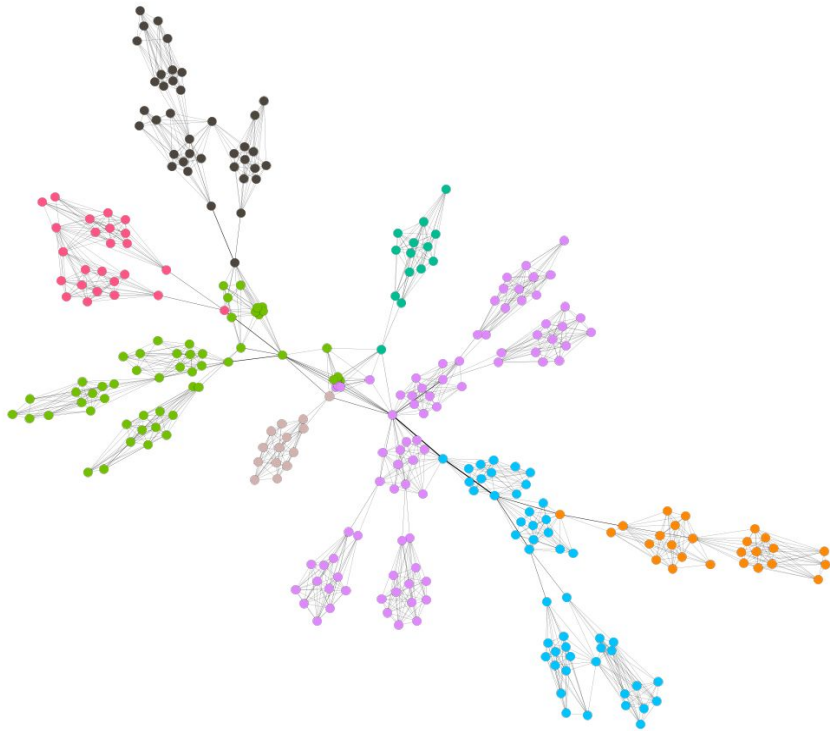


*International trade network*

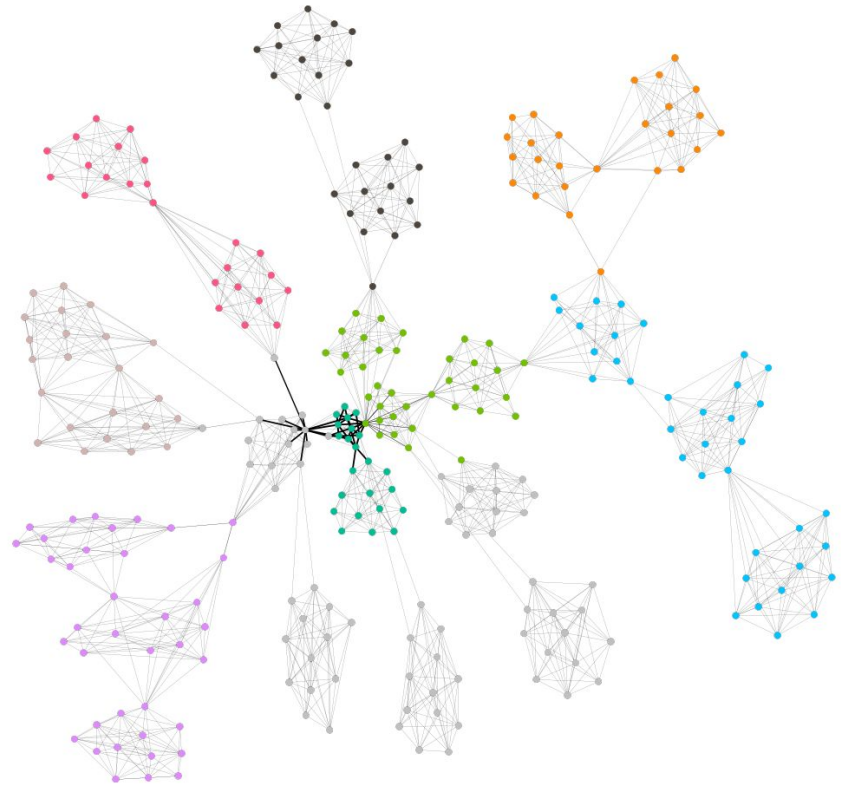
# Weak ties are easier to detect in hyperbolic space



*Betweenness*



*Angular distance*





# Conclusions

- Hyperbolic spaces form a new way to view graphs
- It could provide a novel way of quantifying weak ties, a concept that has remained elusive to being quantified
- Computationally efficient

Aussi appelé tigre de l'Amour, ce tigre est le plus grand félin du monde. Plus épaisse et plus longue, sa fourrure s'adapte l'hiver pour mieux se fondre dans les paysages enneigés. Doté d'une puissance musculaire, il est capable de faire des bonds de 11 m de long et des pointes à 50 km/h. Cela n'empêche pas ce redoutable prédateur de manquer ses proies 9 fois sur 10...

Vivant en Nouvelle-Zélande, cet oiseau a bien étrange allure. Il possède un bec fin et courbé pouvant mesurer 15 cm de long, son plumage ressemble à des poils et ses ailes sont bien trop petites pour lui permettre de voler. Nuiturne, il se sert de son robat développé et de son ouïe très fine pour repérer et déceler ses proies.

Ce mammifère marin herbivore vit en petits groupes dans les eaux tropicales de l'océan Indien et près des côtes australiennes. Sous ses airs nonchalants, il n'est pas moins curieux et rebelle pas à s'approcher des humains. Victime de la pollution, de la pêche et des accidents occasionnés par les hélices des navires, il est aujourd'hui menacé.