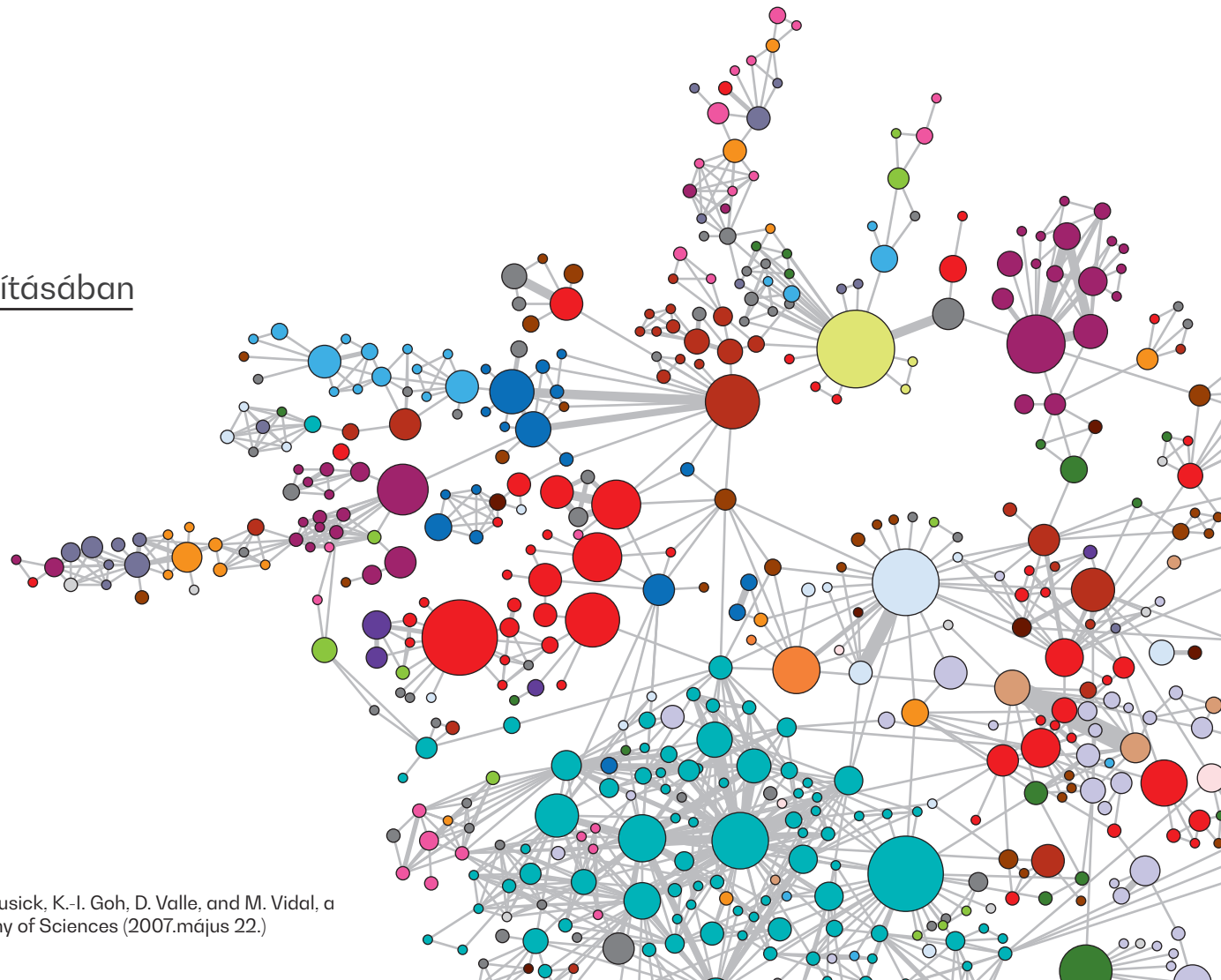


Behálózva

Foglalkozás középiskolás csoportoknak

a *BarabásiLab: Rejtett mintázatok* című kiállításában



Kép: Az *emberi betegség hálózata*, készítette: A.-L. Barabási, B. Childs, M.E. Cusick, K.-I. Goh, D. Valle, and M. Vidal, a "The Human Disease Network" számára, Proceedings of the National Academy of Sciences (2007.május 22.)

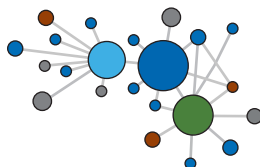
2020 őszén különleges kiállítás nyílt a Ludwig Múzeumban Barabási Albert-László hálózatzvizualizációval foglalkozó kutató munkáiból. A kiállításban nagy szerepet játszik a tudományos eredmény és kutatómunka, ahogyan azok különböző médiumokkal történő megjelenítése is.

Életünk minden eseménye, de az univerzum minden egyes égiteste is valamilyen hálózat részét képezi. Minden gondolat kapcsolódik egy másik gondolathoz, minden egyes ember egy másik emberhez. A tudósok hatalmas mennyiségű adatból álló hálózatokat vizsgálnak, és ha jól dolgoznak, többet megtudhatunk a társadalmi jelenségekről, az egymás közötti kapcsolatokról és ezzel együtt a világunkról. A kiállítás a Covid-19 járvány idején épült, így szükségessé vált, hogy a kiállítás és a kísérőprogram is érintse a járványok természetét. A hálózatkutatók, így a BarabásiLab munkája is hatékonyan tudja segíteni a járvány megállításán dolgozó egészségügyi és egyéb szakembereket.

A kiállítás terében zajló, középiskolás diákoknak szóló foglalkozás segít, hogy jobban megértsük a hálózatok világát, és ehhez kapcsolódva a vírusok, járványok természetét. Egyszerre nyújt a hétköznapiakban is jól használható információkat, elgondolkodtató feladatokkal színesített közösségi együttlétet és élményszerű múzeumlátogatást. A program megalkotásához, illetve a hozzá kapcsolódó kiadvány elkészítéséhez Vécsei Júlia képzőművészt és Dr. Bajer-Molnár Orsolya evolúcióbíológust kértük fel. Ők jelentik a garanciát, hogy a programunk mind tudományosan, mind művészileg érvényes legyen. Reméljük, hogy ez a kiadvány iskolai vagy otthoni környezetben is használhatóvá válik.

Tarján Edina
British Council
Oktatási és kulturális
programvezető

Hemrik László
Ludwig Múzeum
Múzeumpedagógiai
osztályvezető



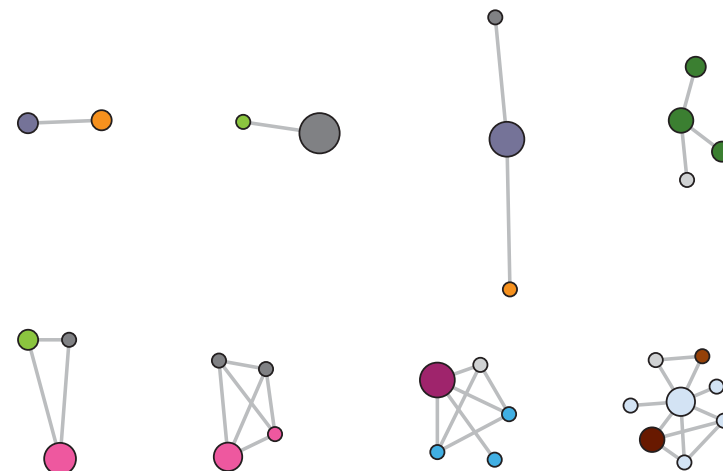
I Ismerkedés a hálózatok természetével

I/a Mi a hálózat?

A hálózat alatt egymással összeköttetésben/kapcsolatban álló egységeket értünk. Az egységeket csomópontoknak nevezzük, melyeket egy közük húzott egyenes, egy úgynevezett él kapcsol össze. A legegyszerűbb hálózatokra példa lehet egy házassággal összekötött emberpár, két város és a közöttük húzódó út vagy két, molekulát alkotó atom. Ahogy egyre több csomópontot adunk hozzá a rendszerhez, például a házaspár gyermekeit, a városok közötti falvakat vagy a molekulához hozzáadott további atomokat, úgy növekszik a kapcsolatok száma, és ezzel bonyolódik maga a hálózat is.

A lehetséges hálózatok száma gyakorlatilag végtelen, mivel mi döntjük el, milyen szempontok alapján kapcsoljuk össze a csomópontokat. Tagjai vagyunk a baráti körünk hálózatának, a családuknak, illetve tartozunk egy adott kerület vagy város lakosai közé is, egy adott korcsoportba, egy bizonyos zenei irányzat vagy sport kedvelői közé. A hálózatok nemcsak behálózzák életünk minden területét, de folyamatosan változnak is. Új emberekkel ismerkedünk meg, új tevékenységekbe, hobbiba, tanulmányokba kezdünk, ezzel új hálózatokhoz csatlakozunk. Ha megértjük a hálózatok szerkezetét, jobban átlátjuk azt is, kihez, hogyan, hány élen keresztül kapcsolódunk, így könnyebben eligazodunk az élet sokszor bonyolult kapcsolatrendszereiben.

Minden hálózat hasonló szabályok, szervezőelvek alapján jön létre. A hálózatkutatók az összetett hálózatokkal olyan meghatározó társadalmi jelenségeket tudnak vizsgálni, mint például egy terrorista sejt, a járványok vagy az álhírek terjedése. Itt minden esetben az éleken, vagyis a kapcsolatokon van a hangsúly, ezek alapján lehet a komplex jelenségek mögötti, sokszor rejtett összefüggéseket leírni.



Kapcsolódó műalkotás: *A művészeti háló* a nemzetközi szintén művészeti intézményei közötti kapcsolatokat vizualizálja.



Kép: *A művészeti háló*, készítette: A.-L. Barabási, S.P. Fraiberger, A. Grishchenko, M. Resch, C. Riedl, and R. Sinatra, a "Quantifying Reputation and Success in Art" számára, *Science* (2018. november 16.)

1. feladat

Alkossatok kört úgy, hogy tartsátok egymástól a minimum egy-másfél méteres távolságot! Minden negyedik résztvevőt kössetek össze a színes zsinórral. A fonalnak körbe kell érnie. Így lesz a körben olyan közreműködő, aki kimarad a hálózathoz, és lesznek olyanok, akik a lánc részei, ők a csomópontok.

(1. ábra)

Résztvevők létszáma: 16-20 fő

Anyagszükséglet: körülbelül 15 méter hosszú zsinór/fonal

Idő: 10 perc

2. feladat

Maradjatok körben állva, egy résztvevő álljon a kör közepére! Ő lesz összekötve a körben álló többi jelenlétével. A középpont kiemelt helyet foglal el. Neki van a legtöbb kapcsolata a hálózatban.

(2. ábra)

Résztvevők létszáma: 16-20 fő

Anyagszükséglet: minimum 15 méter hosszú zsinór/fonal

Idő: 10 perc

3. feladat

Ebben a feladatban a születési hónap alapján kötjük össze a résztvevőket.

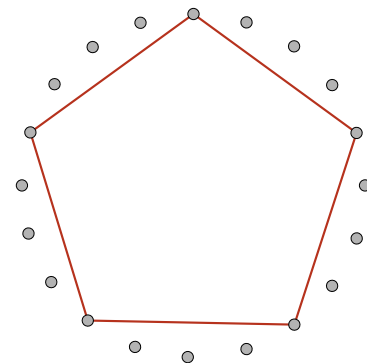
A feladat vezetője válasszon ki egy-egy hónapot minden évszaktól, például a tavaszi hónapok közül a márciust! Össze kell kötni egy színes zsinórral minden márciusi születésű résztvevőt. Majd a júliusiak következnek a nyári időszakból. Egy más színű zsinórral kapcsoljuk egymáshoz őket! Így haladunk tovább, míg végzünk a négy évszakkal. Az eredmény egy olyan hálózat, amely a véletlen alapul. Lesznek olyan szereplők a körben, akik nem részei egyik hálózatnak sem, mivel nincsenek senkivel összeköttetésben. Emellett a négy különböző színnel összekapcsolt hálózat is különálló, egymással sincsenek kapcsolatban.

(3. ábra)

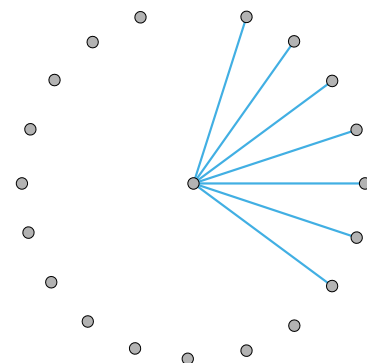
Résztvevők létszáma: 20 fő

Anyagszükséglet: 4 darab különböző színű, körülbelül 15 méter hosszú zsinór/fonal

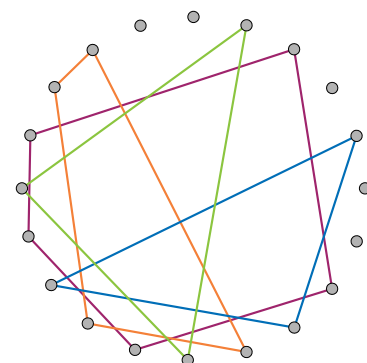
Idő: 10 perc



1. ábra



2. ábra



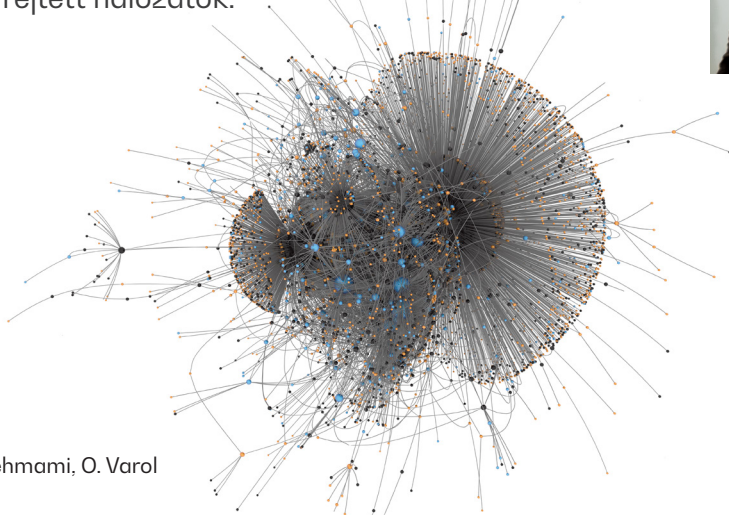
3. ábra

I/b Rejtett hálózatok

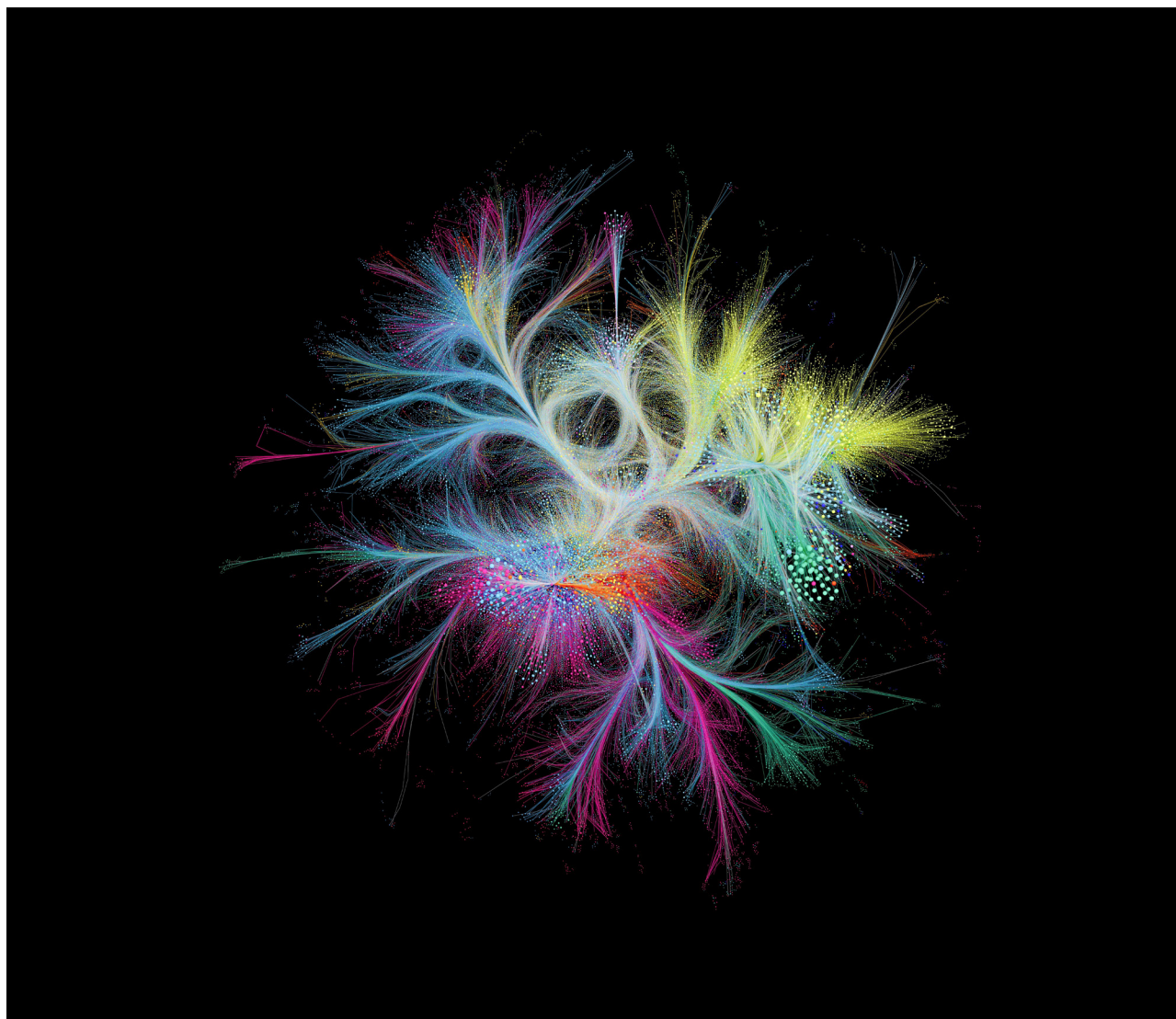
Ha azt mondjuk, hálózat, sokan asszociálnak a világhálóra vagy az elektromos hálózatra, de azt már kevesebben tudják, hogy a legizgalmasabb és legmeghatározóbb hálózatok valójában sokszor rejtve maradnak előttünk. De hol keressük őket?

Ismert példa, hogy hálózatot alkothatnak például az egymással összekötött számítógépek, ahol a gépek a csomópontok, és a vezetékek az élek, de léteznek ennél elvontabb, láthatatlan hálózatok is. Gondoljunk például bele, hogy kikkel ebédeltünk legutóbb az ebédlőben. Első látásra nincs köztünk kapcsolat, de valójában egy asztal körül ültünk mi, a csomópontok, és ugyanabból a tálból vettünk, ugyanazt a merőkanalat fogtuk meg, ezáltal kapcsolatba kerültünk ezek mentén a láthatatlan élek mentén. Ha egyik asztaltársunk előtte például tintába mártotta a kezét, akkor az ebéd során feltehetően a mi kezünkre is került volna tinta a minket összekötő, közösen használt tárgyak révén. Léteznek valóban láthatatlan hálózatok is, például az egy csapatban játszó játékosok egy videójátékban, egy ember ismerősei a Facebookon vagy az ugyanazt a bejegyzést vagy videót kedvelők.

Mindennapjaink során tehát számtalan emberrel kerülünk ilyen közvetlen vagy közvetett kapcsolatba, akár fizikailag a buszon, villamoson, gyorsétteremben, iskolában, edzésen, akár virtuálisan egy chatprogramban, társkeresőn, reklámalgoritmusban vagy online videójátékban. Ezért bátran kijelenthetjük, hogy akár a kezünkön hagyott tintafolt, akár egy idővonalon megjelenő poszt révén, de egész életünket behálózzák a rejtett hálózatok.



Kapcsolódó műalkotás: a *Nature* magazin 150. születésnapjára készített ábra a tudományos hivatkozások szövevényes hálózatát vizualizálja.



Kép: *A Nature 150 éve*, készítette: A.-L. Barabási, A. J. Gates, A. Grishchenko, Q. Ke, and O. Varol, a "Nature's Reach: Narrow Work Has Broad Impact" számára, *Nature* (2019. november 6.)
Fotó: Eln Ferenc

Feladat

Nyomtassátok ki a fiktív térképet! Mindenki kap egy átlátszó fóliát, és a térkép fölé illesztve jelöljétek be azt az öt helyszínt, ahol az elmúlt egy hétben a legtöbbet jártatok!

Majd helyezzétek egymásra az összes fóliát és fogjátok őket össze csipesszel. Kirajzolódnak azok a helyek, ahol az elmúlt időszakban legtöbbször jártatok. Érdekes többszínű alkoholos filcet használni, hogy értelmezhető legyen az eredmény. Válasszátok ki azt a három helyet, melyek az összesített fóliarajzokon a legtöbb vonallal vannak összekötve!

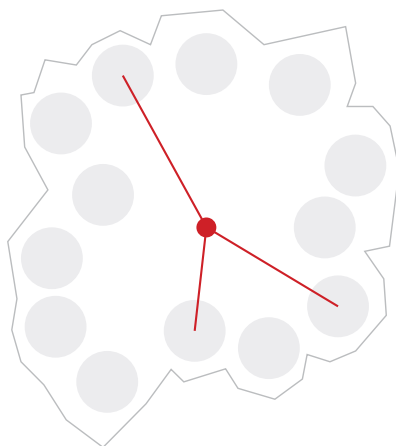
Térben három színes, különböző méretű gömbbel (rattanlabdával is helyettesíthetjük a gömböket) jelöljük ezt a három kiemelt helyszínt, dróttal kössük őket össze a földön! Minden résztvevő kapjon egy vagy két zsinórt, melynek egyik végét kössétek bele a gömbökben lévő kampókba, a másik végét tartsátok a kezetekben! Így mindenki ahhoz a helyszínhez/azokhoz a helyszínekhez kapcsolódik, ahol járt.

A térben egy hálórendszer alakul ki. Amikor már mindenki hozzákapcsolódott a rendszerhez, akkor közösen emeljétek fel!

Résztvevők létszáma: 16-20 fő

Anyagszükséglet: térkép (1. melléklet), 1 darab A/4-es átlátszó fólia személyenként, alkoholos filcek több színben, 2 darab csipesz, 3 darab színes hungarocell gömb/rattanlabda több méretben, 30 darab kampó, 2 darab 5 méteres zsinór/fonal személyenként

Idő: 15 perc



II Vírusok terjedése

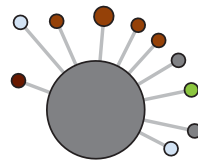
A csoportot két részre osztjuk (maximum 10-10 fő).

II/a Vírusok és pontatlan másolatok

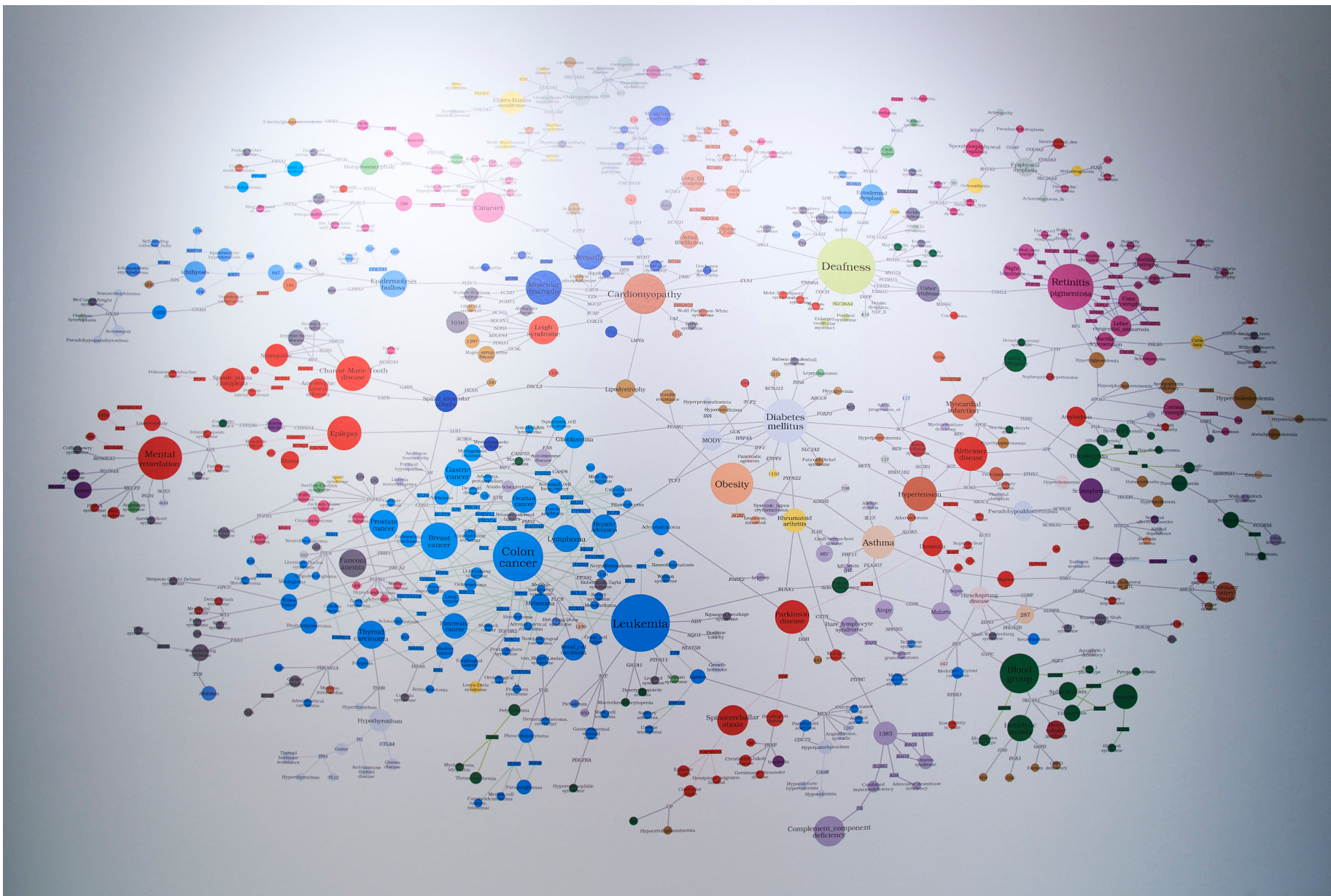
Számtalan minket összekötő rejtett hálózat a génjeinkben keresendő. A gének egyfajta kódok, amelyek négy különböző alegység segítségével kódolnak minden minket felépítő fehérjét. De ez a négy alegység nemcsak minket, hanem az összes ma ismert élőlényt is kódolja, legyen az baktérium, gomba, fűzfa vagy aranyhőrcsög – vagyis minden élőlénynek ugyanazok az egységek kódolják a felépítését. Noha nem élőlények, ez alól a vírusok sem kivételek, az ő felépítésüket is ezek az alegységek kódolják.

A kódolás nemcsak akkor fontos, amikor egy szervezet kódjait megfejtve felépítjük azt, hanem akkor is, amikor a kódjait lemásolva egy új szervezetet hozunk létre belőle. Amikor a baktérium osztódik, a fűzfa virágot hoz, vagy az aranyhőrcsög csemetéknek ad életet, azt a saját kódjának sokszorosításával teszi, így önmagához hasonló utódokat hoz létre. A vírusok sem cselekszenek másként, amint megfertőznek valakit, nekiállnak saját magukat sok milliárd példányban lemásolni, hogy utána megint továbbfertőzhessenek.

A másolás azonban tökéletlen folyamat. Képzeljük el, hogy a genetikai kódunk olyan, mint az *Egri Csillagok*, amit a szaporodáshoz szóról szóra le kellene másolnunk. Mindannyian ejtenénk benne hibákat, elütéseket – ki többet, ki kevesebbet. Ezeket nevezzük mutációknak, amelyek megváltoztatják a kódot. A kód változásával azonban változik a tartalom, és ezen keresztül az új szervezet felépítése is kicsit más lesz. Létrejön tehát a hálózatnak egy új csomópontja, amely azonban apróságokban különbözik az előző generáció csomópontjaitól. A minket összekötő, láthatatlan hálózat változásával képződnek tehát új változatok emberből, hőrcsögből, baktériumból és vírusból is.



Kapcsolódó műalkotás: Az *emberi betegségek hálózatának* térképe az egyik legtöbbet hivatkozott Barabási-ábra.



Kép: Az *emberi betegségek hálózata*, készítette: A.-L. Barabási, B. Childs, M.E. Cusick, K.-I. Goh, D. Valle, and M. Vidal, a "The Human Disease Network" számára, Proceedings of the National Academy of Sciences (2007.május 22.). Fotó: VÉGEL Dániel © Ludwig Múzeum – Kortárs Művészeti Múzeum

Feladat

Különböző méretű színes hungarocell gömbökből előre elkészítünk egy „adatszobrot” (ezt más tárgyakból – akár gyümölcsökből – is összeállíthatjuk). A gömböket, a szobor részeit hurkapálcát vagy fogpiszkálót beleszúrva összekötjük.

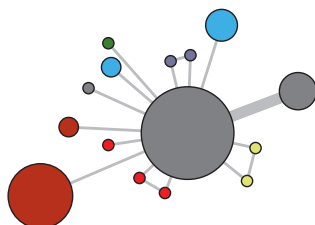
A csoport vezetője 15-20 másodpercig mutatja a szobrot a résztvevőknek. 2-3 fős csoportokban dolgozzatok! Az a feladat, hogy megjegyezzétek az adatszobor részeinek egymáshoz való viszonyát, a gömbök méretét, színét, majd felidézzétek, és emlékezetből elkészítsétek az eredeti másolatát.

Majd közösen nézzétek meg, hogyan sikerültek a másolatok, miben térnek el az eredeti szobortól!

Résztvevők létszáma: 10 fő

Anyagszükséglet: 6 darab különböző méretű színes hungarocell gömb vagy más tárgy, hurkapálcika/fogpiszkáló

Idő: 10 perc

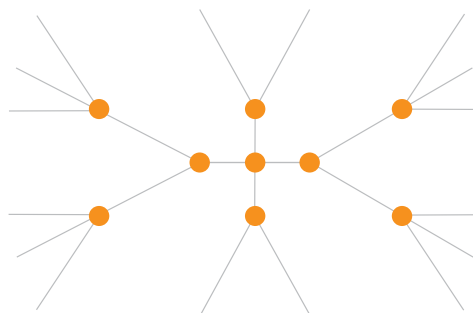
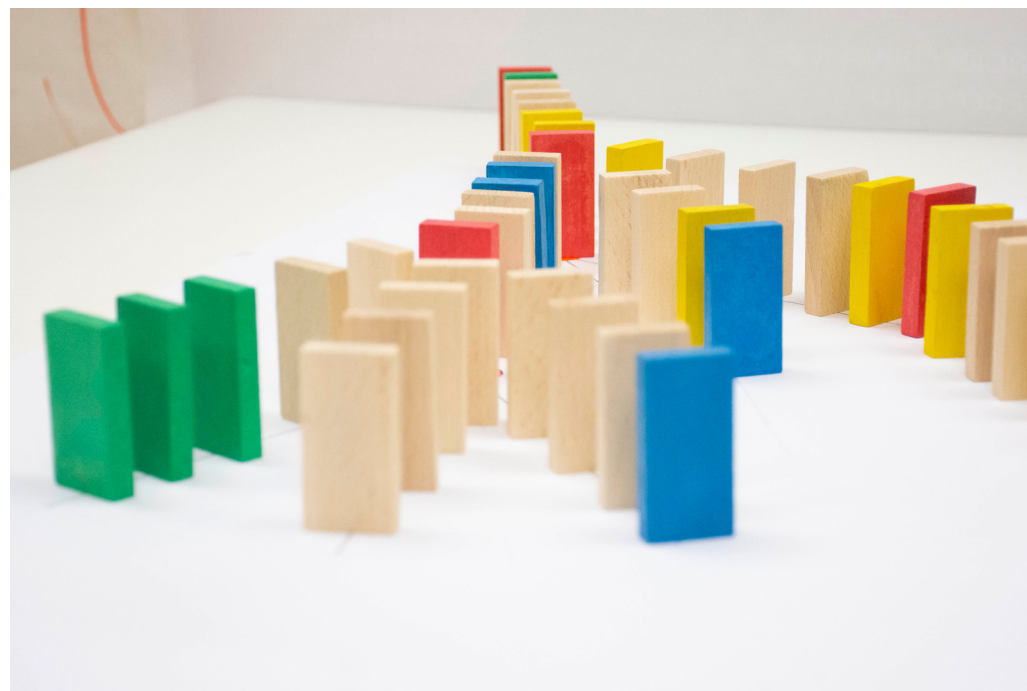
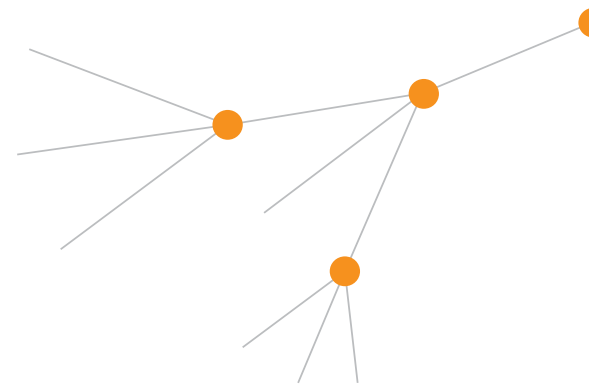


II/b Járványok – hálózatok

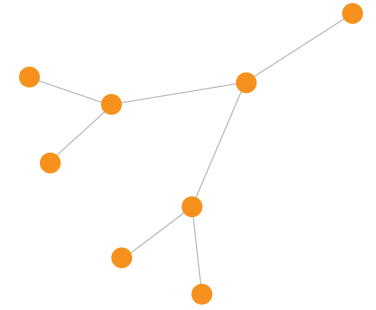
Most, hogy már megismerkedtünk a hálózat csomópontjaival és éleivel, kipróbálhatjuk azt is, mire jó egy felrajzolt hálózat. Ha egy társasjátéknak képzeljük el, akkor egy hálózatban egyik csomóponttól egy másikig csakis az élek mentén juthatunk el. Minél közelebbi kapcsolatban állnak egymással a csomópontok, annál kevesebb él érintésével jutunk egyikről a másikig.

Egy járvány terjedésekor a vírus ezt a társasjátékot „játssza”. A fertőzött ember a kiindulási csomópont, onnan jut el azokhoz, akiket valami összeköti az első fertőzöttel. Ez lehet egy buszon lógó kapaszkodó, egy kilincs, egy bankjegy vagy egy kávézóban átvett pohár. Minden felület, amelyen keresztül másokkal érintkezünk, egy él, amely összeköti minket. Amíg gyanútlanok vagyunk, a vírus szabadon szánkázik az élek mentén, és számtalan másolata révén minden kapcsolatot „kihasznál”, hogy minél több csomópontot fertőzzön meg.

Ha azonban ismerjük a hálózat működését, útját állhatjuk. Az egyik lehetőség a maszk viselése, ami elsősorban azt akadályozza meg, hogy mi továbbadjuk a fertőzést. Ezzel mi magunk csomópontok maradunk ugyan a hálózatban, de lezárjuk a tőlünk induló éleket, a vírus azokon keresztül nem tud továbblépni, így extra lépéseket kénytelen megtenni. Fontos tudni azonban, hogy ezzel még a hozzánk futó élek ugyanúgy működnek, vagyis a vírus hozzánk eljut, csak tőlünk nem léphet tovább. A másik lehetőség az izoláció, vagyis kerülni a társas érintkezést. Ha távol tartjuk magunkat másoktól, nem járunk közösségbe, azzal nemcsak éleket zárunk le, hanem eltávolítunk a hálózatból egy teljes csomópontot, ami mi magunk vagyunk. Ezzel az összes hozzánk futó/tőlünk induló élt kivesszük a rendszerből, a vírusnak így még sokkal több lépést kell tennie, hogy célba érjen, mivel már hozzánk sem jut el. Ezért fontos a rejtett hálózatok ismerete, mert ha értjük a játék lényegét, győztesen kerülhetünk ki belőle.



Kapcsolódó műalkotás: *A lélegző New York* című videón az emberek mozgását látjuk a mobiltelefon-adatok alapján a járvány előtti és alatti időszakban.



Feladat

A csoportot ismét két részre osztjuk (maximum 5-5 fő). Mind a két csoport dominóból épít különböző pályákat.

1-es csoport

A csatolt útvonalrajz alapján megszakítás nélkül, egymástól kisebb távolságra rakjuk ki a dominókat. A dominók a koronavírus-járvány elleni küzdelemben a védekezést elmulasztó személyeket szimbolizálják.

Megjelenítjük azt, mi történik abban az esetben, ha senki nem visel maszkot, nem tartja a távolságot, vagy éppen nem mos kezét.

2-es csoport

A második hálópálya centrális elrendezésű. Itt már úgy kell felépíteni a dominórendszert, hogy hagyunk benne több helyen távolságot, vagy azokat, „akik maszkot viselnek”, gyurmaragasztóval rögzítjük. A távolság megakadályozza, hogy a dominók eldöntsék egymást. Ebben az esetben a dominók a koronavírus-járvány elleni küzdelemben a védekezést betartó vagy elmulasztó személyeket is szimbolizálják.

Amikor a két hálózat elkészült, együtt indítjuk el és nézzük meg, hogyan dőlnek fel a dominók. Lesz, ahol nem éri el vagy nem tudja feldönteni egyik dominó sem a másikat.

Résztevők létszáma: 10 fő

Anyagszükséglet: két alaprajz A/2-es méretben (2. melléklet), 30-50 darabos színes dominókészlet, gyurmaragasztó (Blutack)

Idő: 10 perc



III Védekezés

Nem lebecsülendő az egyéni felelősség a járványok idején. Védekezünk, viseljük maszkot! A maszk egyszerű, banális, mégis hatékony eszköze annak, hogy lassítsuk, sőt, akár megállítsuk a vírus terjedését. A jó minőségű maszk viselése megvéd bennünket a fertőzéstől, ha pedig mi magunk vagyunk betegek, a környezetünket tesszük biztonságosabbá vele.

Az ember szereti a legközönségesebb tárgyakat is a „saját képére” formálni. Nem véletlen, hogy megjelentek az utcákon a különleges, színes, egyedi díszítésű, pl. halálfejes, kalocsai hímzéses, állatfigurákat ábrázoló egészségügyi maszkok. Az utolsó feladatban egy saját maszkot készítünk, amelyre a monogramunk fog kerülni, de egy olyan kódrendszer segítségével, ami akár az előző fejezetekben említett gének leírására is szolgálhatna.

Feladat

A legutolsó feladathoz fehér maszkok és színes, kör alakú (etikett) matricák szükségesek. A megadott betűkód-táblázat alapján mindenki ki tudja írni a saját monogramját. Egy betűt három színes kör jelenít meg. Hat színes pöttyöt kell elhelyezni a maszkon egymás mellett, egy sorban.

Rejtett mintázatot, üzenetet kapunk, amelynek jelentését csak a résztvevők ismerik. A minta a kódtábla alapján visszafejthető.

Anyaghasználat: 1 darab fehér maszk személyenként, 6 darab színes, kör alakú etikett matrica négy színben, kódtáblázat (3. melléklet)
Idő: 10 perc



Ajánlott olvasmány: Barabási Albert-László: *Behálózva. A hálózatok új tudománya*. Libri, 2013.

Ajánlott linkek: • <https://www.ludwigmuseum.hu/kiallitas/barabasilab-rejtett-mintazatok-halozati-gondolkodas-nyelve>
• <https://www.barabasilab.com/projects> (angol nyelvű)



Impresszum

Szerkesztette: Dabi-Farkas Rita, Hemrik László, Varga Zita

Grafikus: Vécsei Júlia

Szöveg: Dr. Bajér-Molnár Orsolya Rita, Hemrik László, Tarján Edina, Vécsei Júlia

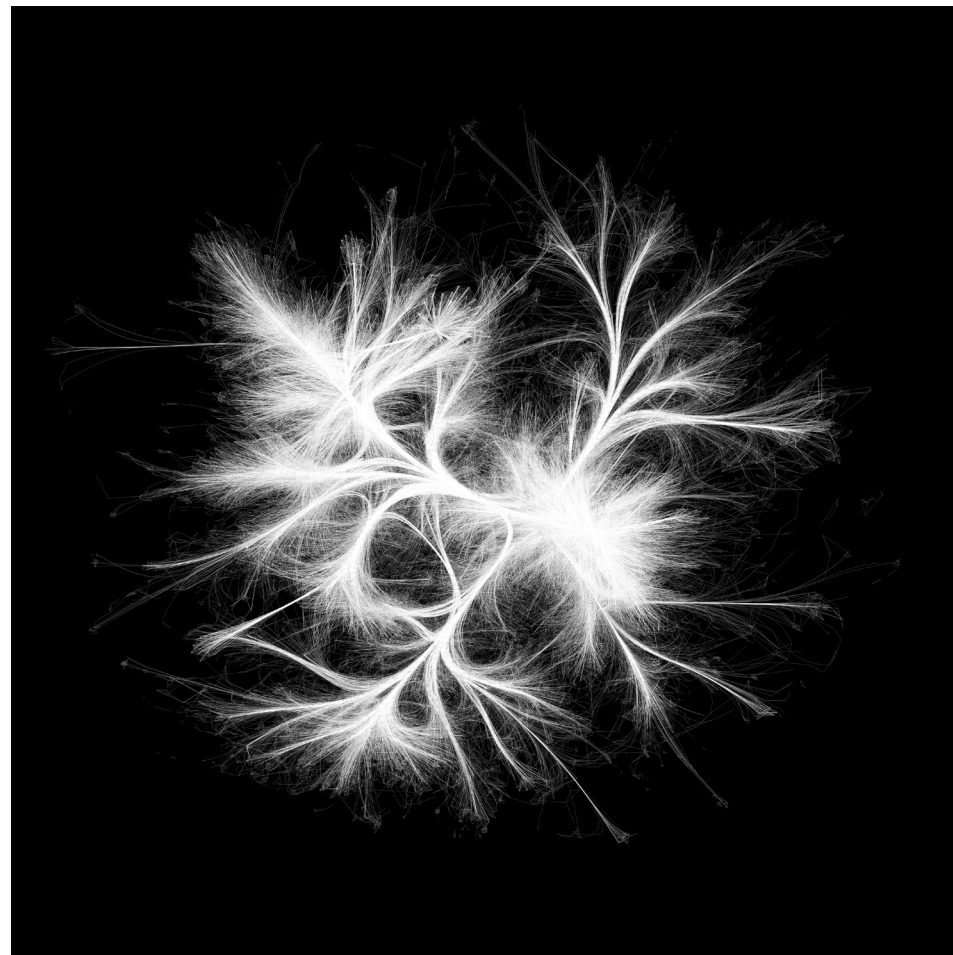
A program kidolgozásában részt vett Dr. Bajér-Molnár Orsolya Rita, Tarján Edina, Vécsei Júlia, valamint a Ludwig Múzeum Múzeumpedagógiai Osztályának munkatársai: Dabi-Farkas Rita, Hemrik László, Somogyi-Rohonczy Zsófia, Szira Henrietta, Varga Zita

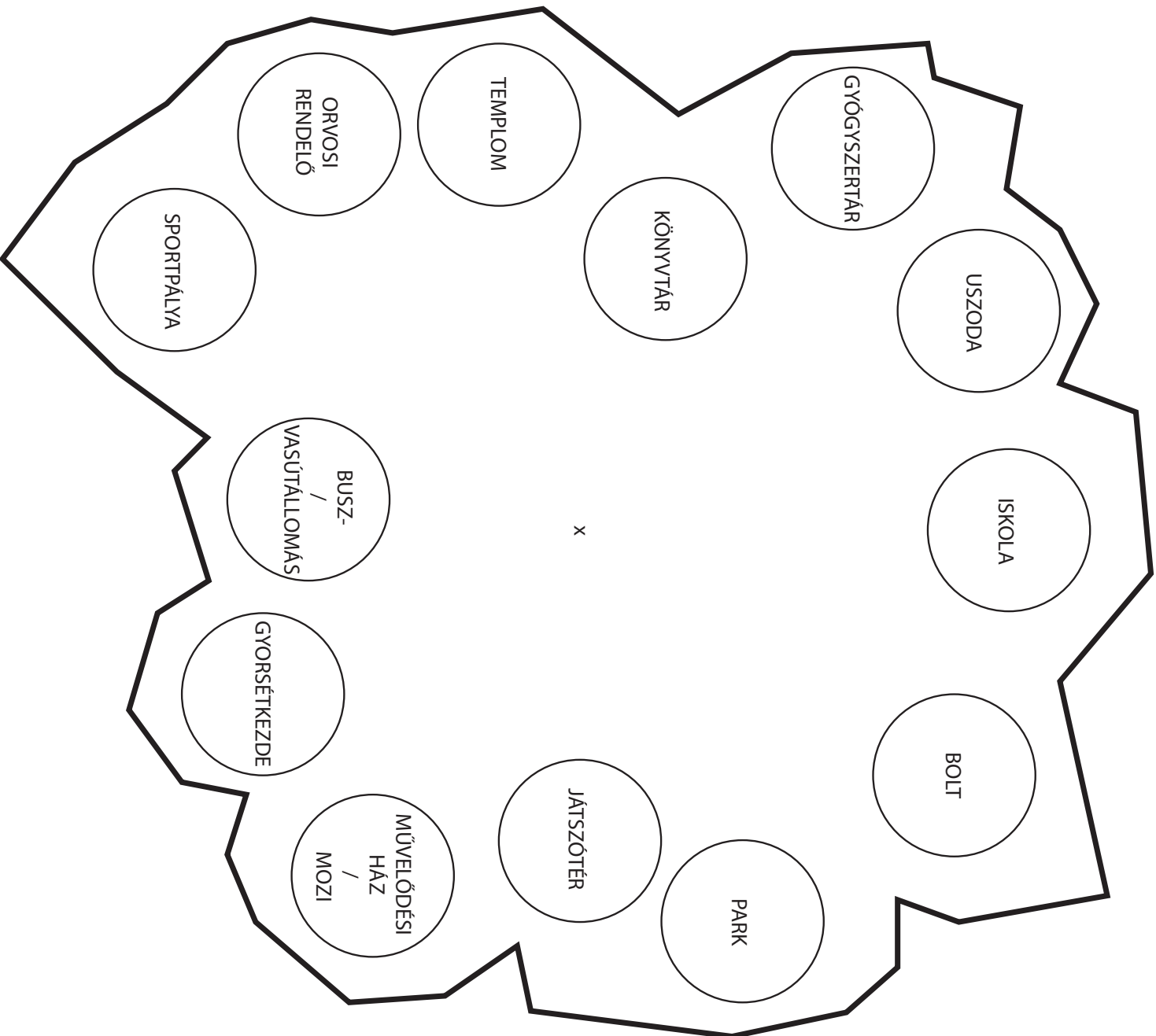
Fotó: Szabó Zsófia, Somogyvári Ágnes

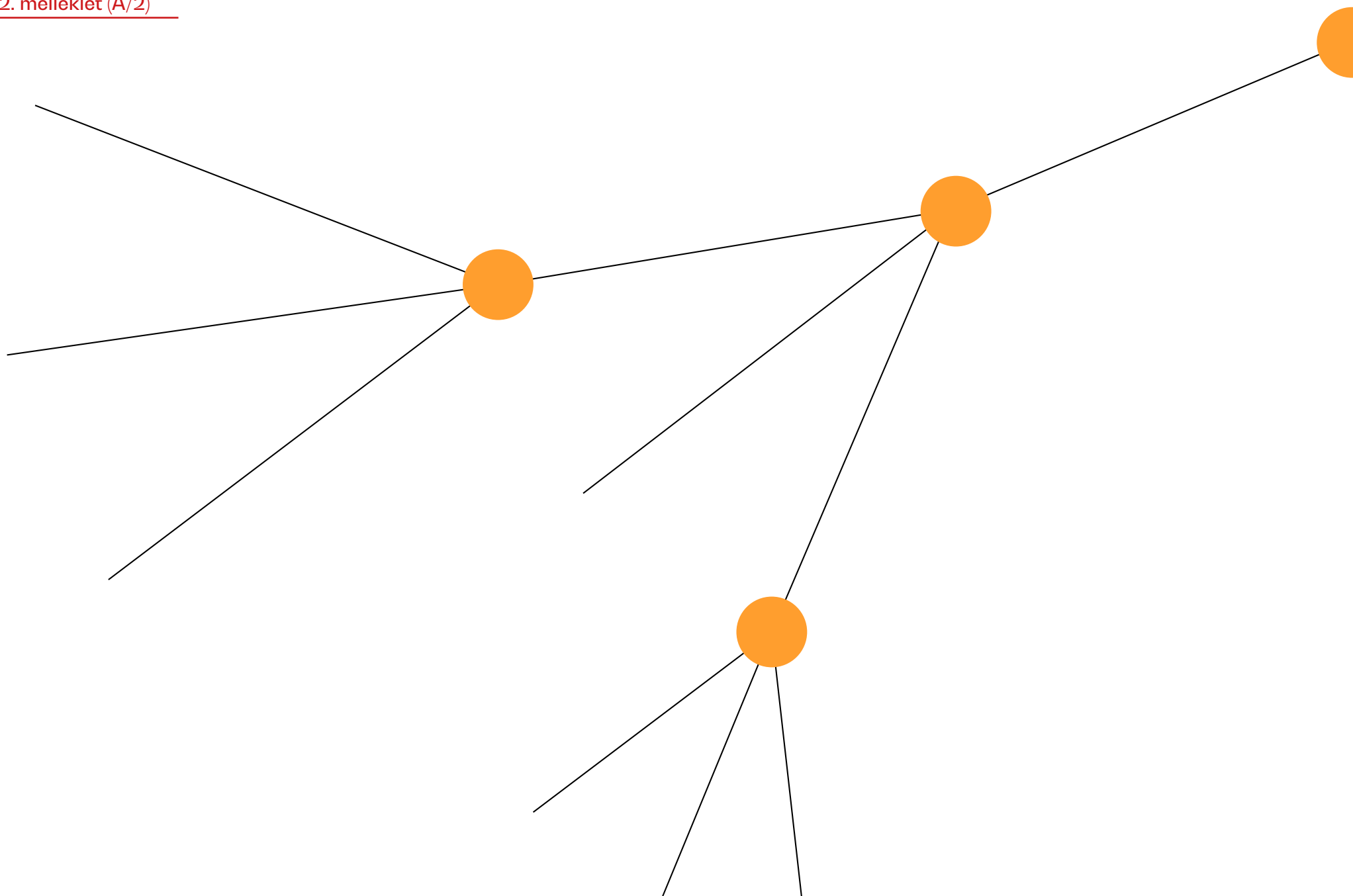
Lektor: Ivacs Ágnes

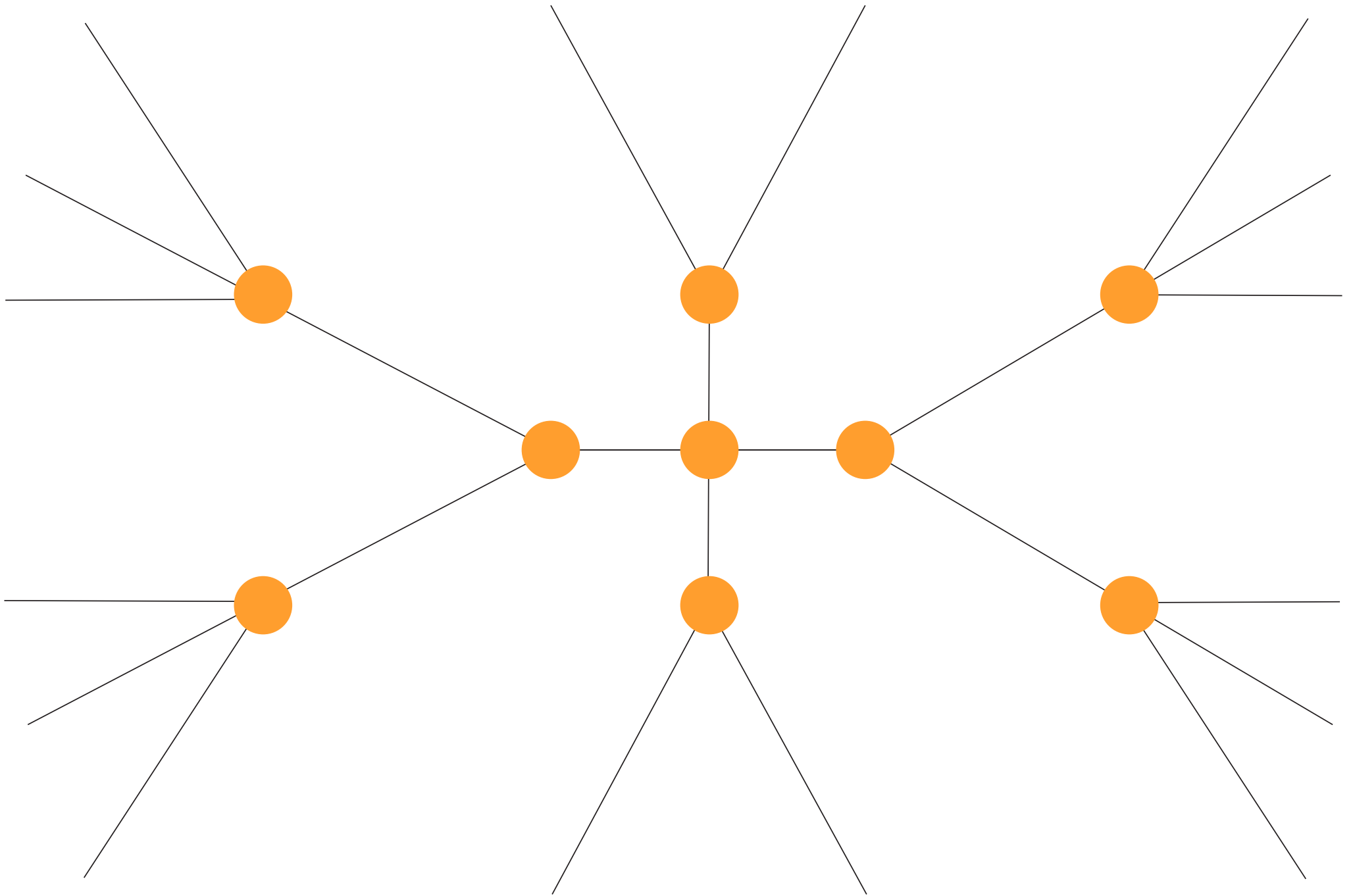
A fotókon szereplő diákok a Jaschik Álmos Művészeti Szakgimnázium tanulói.

Budapest, 2020

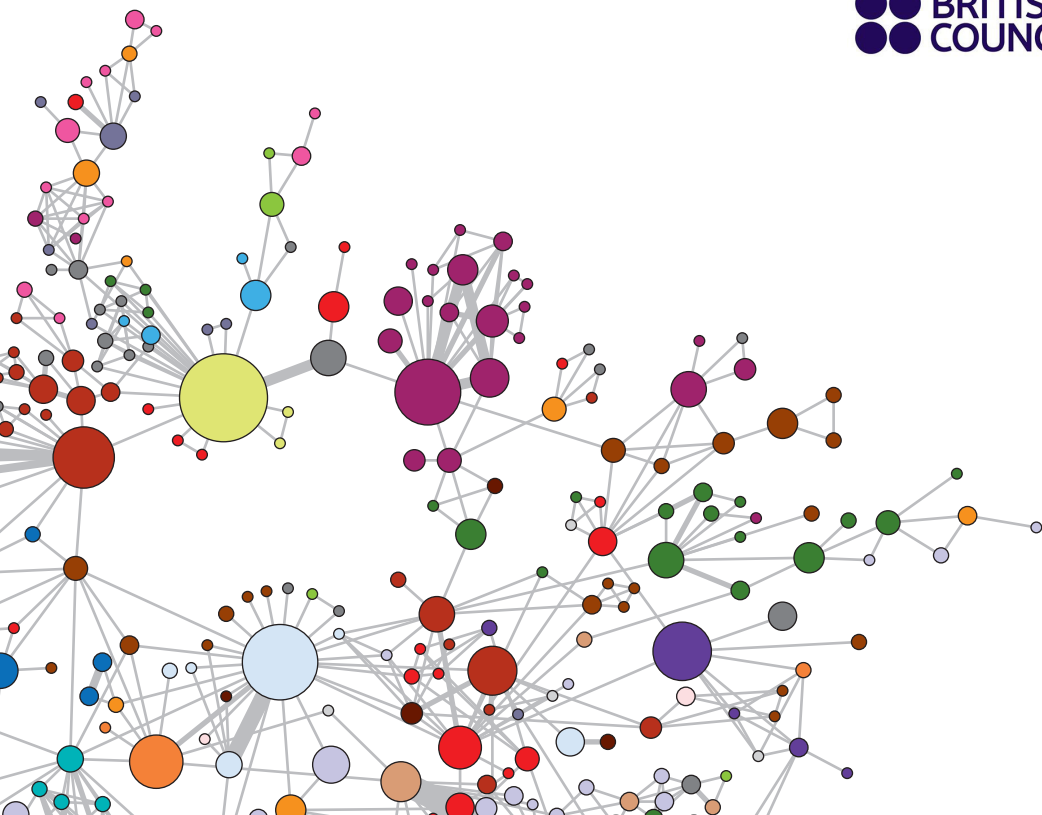








A			
Á			
B			
C			
Cs			
D			
E			
É			
F			
G			
Gy			
H			
I			
J			
K			
L			
M			
N			
Ny			
O			
P			
Q			
R			
S			
Sz			
T			
U			
V			
Z			
Zs			



LUDWIG — KORTÁRS
MÚZEUM MŰVÉSZETI
MÚZEUM