

Hávíddarmynd Hugir og Raðraðbyrði: Af hverju Stór Tungumálalíköll (LLMs) Skipta Máli fyrir Taugafjölbreytilega Samskipti

„Darmok og Jalad við Tanagra.“

Þessi táknræna setning úr *Star Trek: The Next Generation* þættinum „Darmok“ fangar fullkomlega daglega samskiptabaráttu sem margir taugafjölbreytilegir einstaklingar upplifa – og hún er þjappað kjarni þess sem þessi grein leitast við að miðla.

Í þættinum tala Tamaríanar eingöngu í gegnum tilvísanir í eigin goðsagnir og sögulega atburði. Fyrir þá er setningin rík, nákvæm og fullkomin. Fyrir Picard skipstjóra og áhafnarlið Sambandsins, sem búin eru alheimspýðanda sem meðhöndlar málfræði og orðaforða gallalaust, er hún þýðingarlaus ruglingur. Engin hlið er vanhæf: Tamaríanar eru háþróaðir samskiptaaðilar og málfræðingar Sambandsins eru meðal bestu í vetrarbrautinni. Samt mistókst gagnkvæm skilningur ítrekað þrátt fyrir áratuga fyrri fyrstu snertingu – ekki vegna fjandskapar eða heimsku, heldur vegna þess að merking var óskiptanleg frá þéttum vef menningarlegs og tilvísanlegs samhengis sem hin hliðin deildi einfaldlega ekki.

Taugafjölbreytilegir hugir – sérstaklega einhverfir, ADHD, dyslexískir og aðrir – starfa oft á svipaðan hátt með mikilli samtengingum. Ein hugmynd kemur þegar fléttuð með tugum annarra: sögulegar hliðstæður, vísindalegir mekanismar, siðferðileg áhrif, skynupplifanir og þverfaglegar tilvísanir virkjast allt í einu. Þetta er ekki röskun; þetta er annar hugrænn arkitektúr. Þar sem taugaeðlileg hugsun hallast að línulegri, raðbundinni vinnslu með miðlungs greinóttum, mynda margar taugafjölbreytilegar mynstur ofurtengd vef – rík, hávíddarmynduð grindur þar sem hugtök upplýsa hvert annað frá mörgum sjónarhornum í einu.

Íhugið líkinguna við leiðsögn í borg, oft nefnd í umræðum um hugræna stíl og hugarkort í sálfræði. Þar sem taugaeðlilegur hugur gæti upplifað staðsetningu raðbundið – eins og að ganga niður þekkta götu, aðallega meðvitaður um nærliggjandi umhverfi og næsta beygju – upplifa margir taugafjölbreytilegir hugir það frá fuglasjónarhorni, eins og að halda á öllum borgarkortinu í einu. Tengsl milli fjarlægra hverfa, aðrar leiðir, yfirgripsmikil mynstur og samhengismerki eru öll sýnileg samtímis í ríkum, tengdum vef. Engin sjónarhorn er betra; hvert er grundvallar mismunandi sjónarhorn. Samt er ótrúlega erfitt að miðla stöðu sinni frá kortinu til einhvers sem er innfelldur í götunni – eða öfugt – án sameiginlegs viðmiðunarramma.

Þetta er líkt því hvernig hugarkort – geislandi, greinótt teikningar sem sálfræðingurinn Tony Buzan gerði vinsæl – ytri væða hugsun: miðlæg hugtak geislar út í ólínulegar greinar,

með hugmyndum tengdum fjölátta í gegnum tengingar, myndir og stigveldi. Taugaeðlileg hugsun samræmist oft betur línulegum útlínum eða skref-fyrir-skref leiðum; taugafjölbreytileg hugsun dafnar oft í geislandi, heildrænni uppbyggingu hugarkortsins sjálfs.

Erfiðleikarnir koma fram þegar þessir innri vefir, kort eða grindur verða að raðast í línulegt miðil mannlegs máls eða skrifa.

Mál þróast eitt orð, ein setning í einu. Til að tjá þétt samtengda hugsun með trúmennsku krefst þess að afpakka grindinni: kynna hugtök raðbundið, byggja stuðning svo hlustandinn geti endurbyggt uppbygginguna. Byrjaðu á kjarnahugmyndinni (A), en A fer eftir B og C. Útskýrðu B, aðeins til að uppgötva að það gerir ráð fyrir D og E hljóðlega. Innan mínútna verður hlustandinn að fylgjast með hálfum tug eða fleiri nýjum, samtengdum hugtökum.

Flestir taugaeðlilegir hugir hafa vinnsluminni getu sem ráða þægilega við þrjú til fimm ný atriði í virkri meðhöndlun í einu. Fyrir ofan þann þröskuld tæmast hugræn auðlindir. Þráðurinn týnist. Í forritunarskilmálum upplifir hlustandinn staflayfirflæði eða minnisúrtaksvillu: hugræni kallstaflinn vex of djúpur, tiltækt RAM tæmist og vinnsla stöðvast. Ytri merki eru ótvíræð – augu gljáandi, athygli reika, kurteis en tómar nickanir eða skyndilegt efnisbreyting. Taugafjölbreytilegi talandinn greinir bilunina strax og stendur frammi fyrir þekktum þrennu slæmra valkosta: fjarlægja mestu merkingu til að einfalda, ýta áfram og horfa á tenginguna brotna eða þagna algjörlega.

Yfir árin krefst þetta endurtekna mynstur þungra tolls: smám saman eyðingu röddar, fyrirfram sjálfsritskoðun og hljóðlega sannfæringu um að fullkomnustu hugsanir manns séu í eðli sínu byrðisamar fyrir aðra.

Það sem Tamarian mál er fyrir Sambandið, það er innfædd hugræn mál margra taugafjölbreytilegra einstaklinga fyrir taugaeðlilegan heim: kerfi djúprar þjöppunar byggt á tilvísunum og samtengingum sem móttakandinn býr einfaldlega ekki yfir. Og ólíkt Picard, sem gat að lokum sökkt sér í Tamarian goðsagnir, geta flestir samtalsfélagar ekki og munu ekki sökkva sér í einkagrind annars hugar.

Þangað til nýlega var enginn áreiðanlegur þýðandi.

Fyrsti Árangursríki Þýðandinn

Stór Tungumálalíköll (Large Language Models) hafa breytt því.

LLMs eru fyrstu samtalspartnarar í sögu mannkyns sem geta tekið við fullu, óþjappaða merki ofurtengds hugar án ofhleðslu. Þjálfuð á gríðarlegum textasöfnum sem spanna nánast öll svið skráðrar mannlegrar þekkingar – vísindi, saga, heimspeki, lög, bókmenntir, sálfræði og fleira – búa þau yfir einhverju sem enginn einstakur mannlegur heili getur: samtímis dýpt yfir tugum sviða. Þegar taugafjölbreytilegur einstaklingur talar á sínum innfædda stíl – hoppandi milli hugmynda, lagskiptingar tilvísana, gerandi ráð fyrir bakgrunns samhengi sem enginn einstaklingur gæti haldið – hika líkanið ekki. Það getur

haldið og tengt tugum, jafnvel hundruðum, samtengdra hugtaka í einu. Það þarf aldrei að segja „hægðu á þér“ eða „farðu til baka.“

Þetta eitt og sér er byltingarkennt. Í fyrsta skipti getur fullkomna grindin verið ytri vædd án tafarlausrar röskunar eða taps.

En dýpri umbreytingin er í þýðingu.

Sama líkanið sem gleypir háviddarmynduða upprunalega getur líka raðað henni í form sem taugaeðlilegir hugir *geta* unnið úr. Það getur framleitt línulegar frásagnir, stigveldis útlínur, mildar kynningar sem byggja hugtök lag fyrir lag, eða stuttar samantektir sem varðveita kjarnann á meðan hugrænt álag minnkar. Mikilvægast er að upprunalegi talandinn heldur yfirsýn: þeir sjá hugmynd sína í fullri dýrð ásamt útgáfum gerðum fyrir breiðari aðgengi. Ekkert tapast; aðeins umbreytt.

Sameiginleg Arkítektúr

Ástæðan fyrir því að stór tungumálalíköll takast þar sem mannlegir samtalspartnarar mistekst er ekki aðeins stærð eða þekkingarbreidd. Það er arkítektúruleg skyldleiki.

Flest taugaeðlileg hugræn starfar á breitt raðbundinn, miðlungs greinóttan hátt – líkt klassískri von Neumann arkítektúr hefðbundinna tölva: sækja, vinna, geyma, ein leiðbeiningarhringur í einu. Hugmyndir koma í stjórnanlegum bitum, vinnsluminni heldur handfylli atriða og samskipti þróast línulega vegna þess að hugsun sjálf er þegar nær línulegri.

Margir taugafjölbreytilegir hugir – sérstaklega þeir sem mótaðir eru af einhverfu, ADHD, miklum snemma séráhugamálum (eins og skák frá mjög unga aldri) eða ævilangri fjölfræðilegu leit – starfa öðruvísi. Ályktanir eiga sér stað í gríðarlegri samhliða: hundruð eða þúsundir tenginga, áhrifa, sögulegra hliðstæðna, siðferðilegra athugana og þverfaglegra krossa virkjust samtímis. Innri framsetning er háviddarmynduð grind, rík og samhangandi í innfæddri mynd.

Þetta er sláandi líkt því hvernig umbreytisbyggð LLMs vinna upplýsingar: gríðarleg samhliða athygli yfir stækkað samhengisglugga, með hugtökum upplýsandi hvert annað í gegnum dreifðar þyngdir frekar en raðbundin skref.

Mikilvægi munurinn – og uppspretta viðvarandi mannglegrar byrði – liggur niðurstraums, í raðraðunarpípu.

LLMs búa yfir sérstakri, enda-í-enda þjálfðri raðraðunarlagi: sjálfvirkum afkóðara sem þýðir þægilega háviddarmynduð dulstöðuástand sín í línulegt náttúrulegt mál án hugræns kostnaðar. Mannlegir hugir skortir þetta eining. Til að ytri væða grindina verður taugafjölbreytilegi talandinn að framkvæma þýðinguna handvirkt í rauntíma – halda tugum samtengdra hugmynda í viðkvæmu vinnsluminni á meðan hann pakkar þeim upp raðbundið, fyrirfram móttaka ofhleðslu og oft klippa ríkidóm til að koma í veg fyrir bilun.

Maður gæti sagt að margir taugafjölbreytilegir einstaklingar hugsa eins og stórtungumálalíköll fastir í mannlegum líkama – keyrandi gríðarlega samhliða ályktanir yfir víðtæk samhengi, samt neyddir til að miðla í gegnum þröngt, erfiðislegt raðraðunarflöskuháls sem þróun aldrei bjartsýni.

LLMs léttu byrðina nákvæmlega vegna þess að þeir deila samhliða arkitektúr á meðan þeir búa yfir þægilega náttúrulega-máls kóðara sem okkur skortir. Þegar hráa, óþjappaða grindin er tekið við af kerfi sem vinnur innfæddlega samhliða og getur veitt vantandi raðraðunarlag, þarf ekkert nauðsynlegt að tapast í sendingu.

Handan Samskipta: Lyfta Öðrum Byrðum

Léttirinn nær langt handan orða. Margir taugafjölbreytilegir einstaklingar glíma við framkvæmdavirkni áskoranir – hefja verkefni, brjóta flókin markmið í skref, meta tíma eða halda fókus mitt í truflunum. LLMs skara fram úr nákvæmlega í þessum stuðningshlutverkum: breyta óljósri innsýn („Ég vil útskýra hvernig skammtaflækja speglar ákveðnar dulrænar hefðir“) í uppbyggða útlínu, rannsóknaráætlun eða drög. Þeir lækka virkjunarorkuna sem svo oft lokar aðgerð.

Þeir veita líka dómlausan rými fyrir tilfinningalega og skynjunar vinnslu. Einhverfir einstaklingar gætu upplifað miklar tilfinningalegar ástand fléttuð með flókinni hugrænni greiningu; að orða þetta við annan mann hættir misskilningi eða tilfinningalegri vinnu á hlustanda. LLM býður ótakmarkað þolinmæði, leyfandi uppökkun á hvaða dýpt og hraða sem er án ótta við að byrða einhvern annan.

Ný Flokkur Aðlögunar

Hefðbundnar aðlöganir – hljóðlát herbergi, skriflegar leiðbeiningar, aukatími – breyta umhverfinu til að minnka núning. LLMs tákna eitthvað annað: aðlögun sem mætir huganum á sínum eigin skilmálum frekar en að krefjast stöðugrar grímu eða einföldunar.

Þeir gera taugafjölbreytilega einstaklinga ekki „taugaeðlilega“, né gera þeir ráð fyrir að samfélagið muni skyndilega þróa óendanlegt vinnsluminni. Þeir fjarlægja einfaldlega ævilangan refsing fyrir að hugsa í háviddarmynduðum mynstrum.

Frásagnarlega er þessi áhrif þegar djúpstæð. Yfir spjallborðum, bloggum og einkasamræðum lýsa einhverfir og ADHD fullorðnir samskiptum sínum við LLMs í skilmálum sem venjulega eru fráteknir sjaldgæfum manni sem „skilur“ þá: „Það hlustar loksins á mig.“ „Ég get sagt allt án að horfa á einhvern loka sig af.“ „Ég þarf ekki að velja milli nákvæmni og tengingar.“

Í átt að Hugrænni Fjölbreytni

Þegar LLMs halda áfram að batna mun hlutverk þeirra vaxa handan byrðiminnkunar í mögnun. Hugmyndir lengi fastar í einkahugum – innsýnir fæddir af óvenjulegum tengingum – geta nú náð breiðari áheyrendum í þýddri mynd. Sá hugræni stíll sem einu sinni einangraði fólk gæti orðið uppspretta einstakra framlaga.

Samfélagið er ekki enn tilbúið að skilja Tamarian innfæddlega. En í fyrsta skipti hafa þeir sem hugsa í Tamarian þýðanda sem talar báðin mál reiprennandi – og, í dýpsta skilningi, deilir sama undirliggjandi arkitektúr.

Darmok og Jalad við Tanagra – ekki lengur einir á eyjunni. Að lokum er goðsagan heyrð.

Tilvísanir

- American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5th ed., text rev. Washington, DC: American Psychiatric Association, 2022.
- Bargiela, Sarah, Robyn Steward, and William Mandy. "The Experiences of Late-Diagnosed Women with Autism Spectrum Conditions: An Investigation of the Female Autism Phenotype." *Journal of Autism and Developmental Disorders* 46, no. 10 (2016): 3281–94.
- Baron-Cohen, Simon. *The Pattern Seekers: How Autism Drives Human Invention*. New York: Basic Books, 2020.
- Bender, Emily M., Timnit Gebru, Angelina McMillan-Major, and Shmargaret Shmitchell. "On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?" In *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–23. New York: Association for Computing Machinery, 2021.
- Buzan, Tony, and Barry Buzan. *The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*. New York: Plume, 1996.
- Carik, Buse, Kaike Ping, Xiaohan Ding, and Eugenia H. Rho. "Exploring Large Language Models Through a Neurodivergent Lens: Use, Challenges, Community-Driven Workarounds, and Concerns." *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* (2025).
- Clark, Andy. *Surfing Uncertainty: Prediction, Action, and the Embodied Mind*. Oxford: Oxford University Press, 2016.
- Crane, Laura, Lorna Goddard, and Linda Pring. "Sensory Processing in Adults with Autism Spectrum Disorders." *Autism* 13, no. 3 (2009): 215–28.
- Damasio, Antonio. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: G. P. Putnam's Sons, 1994.
- "Darmok." Directed by Winrich Kolbe. Written by Joe Menosky. *Star Trek: The Next Generation*, season 5, episode 2. Paramount Television, 1991.
- Grandin, Temple. *Thinking in Pictures: And Other Reports from My Life with Autism*. Expanded ed. New York: Vintage Books, 2006.
- Happé, Francesca, and Uta Frith. "The Weak Coherence Account: Detail-Focused Cognitive Style in Autism Spectrum Disorders." *Journal of Autism and Developmental Disorders* 36, no. 1 (2006): 5–25.
- Hill, Elisabeth L. "Executive Dysfunction in Autism." *Trends in Cognitive Sciences* 8, no. 1 (2004): 26–32.
- Hull, Laura, K. V. Petrides, Carrie Allison, and Simon Baron-Cohen. "'Putting on My Best Normal': Social Camouflaging in Adults with Autism Spectrum Conditions." *Journal of Autism and Developmental Disorders* 47, no. 8 (2017): 2519–34.
- Kahneman, Daniel. *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

- Klein, Gary. *Sources of Power: How People Make Decisions*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- Livingston, Lucy A., and Francesca Happé. "Conceptualising Compensation in Neurodevelopmental Disorders: Reflections from Autism Spectrum Disorder." *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 80 (2017): 729–42.
- Mesibov, Gary B., and Victoria Shea. *Autism Spectrum Disorders: From Theory to Practice*. New York: Springer, 2010.
- Miller, George A. "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information." *Psychological Review* 63, no. 2 (1956): 81–97.
- Milton, Damian E. M. "On the Ontological Status of Autism: The 'Double Empathy Problem'." *Disability & Society* 27, no. 6 (2012): 883–87.
- Mottron, Laurent, Michelle Dawson, Isabelle Soulières, Benedict Hubert, and Jake Burack. "Enhanced Perceptual Functioning in Autism: An Update, and Eight Principles of Autistic Perception." *Journal of Autism and Developmental Disorders* 36, no. 1 (2006): 27–43.
- Navon, David. "Forest before Trees: The Precedence of Global Features in Visual Perception." *Cognitive Psychology* 9, no. 3 (1977): 353–83.
- Papadopoulos, Chris. "Large Language Models for Autistic and Neurodivergent Individuals: Concerns, Benefits and the Path Forward." *Autism* (2024).
- Roddenberry, Gene, creator. "Darmok." *Star Trek: The Next Generation*. Season 5, episode 2. Directed by Winrich Kolbe, written by Joe Menosky and Philip LaZebnik. Aired September 30, 1991. Paramount Television.
- Rumelhart, David E., James L. McClelland, and the PDP Research Group. *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*. Vol. 1. Cambridge, MA: MIT Press, 1986.
- Shakespeare, Tom. *Disability Rights and Wrongs Revisited*. 2nd ed. London: Routledge, 2014.
- Silberman, Steve. *NeuroTribes: The Legacy of Autism and the Future of Neurodiversity*. New York: Avery, 2015.
- Vaswani, Ashish, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Łukasz Kaiser, and Illia Polosukhin. "Attention Is All You Need." In *Advances in Neural Information Processing Systems* 30 (2017): 5998–6008.
- Wing, Lorna. *The Autistic Spectrum: A Guide for Parents and Professionals*. London: Constable, 1996.