

Biológiai és mesterséges neurális hálózatok

Az emberi agy, egy bonyolult "számítógép", rendkívüli számítási kapacitással bír, és párhuzamosan képes sok művelet végzésére. Egyszerű matematikai számításokban nem kiemelkedő, de bonyolult feladatokban, mint képek és hangok értelmezése, kreatív problémamegoldás, igen. A mesterséges intelligencia, főként a mélytanulás, kérdése felmerül, hogy képes-e versenyezni az emberi aggyal. A mélytanulás inspirációt merít az agy működéséből.

A mesterséges neurális hálózatok 1957-ben kezdődtek Rosenblatt perceptronjával. Kezdeti lassú fejlődés után, az elmúlt évtized robbanásszerű fejlődést hozott, áttörésekkel gépi látásban, fordításban, hangfelismerésben, önvezető technológiákban.

A mesterséges neurális hálózatok fejlődése során bár biológiai inspirációtól indultak, jelentősen eltértek a biológiától. Három fő aspektusban összegezhető ez a viszony: 1) Biológiai alapú hasonlóságok, 2) Mérnöki innovációk által kialakult különbségek, 3) Azon mérnöki megoldások, amelyeknek van biológiai megfelelője.

A függvény egy általános fogalom, ami valamilyen bemenetből kimenetet állít elő. A függvények összekapcsolásával egyszerű elemekből bonyolult rendszerek hozhatók létre, amit jól szemléltet a számítógépek és az emberi agy működése. Az emberi agy esetében az egyszerű függvények, mint például a neuronok, összehangolt működése hozza létre a komplex agyi funkciókat.

Az emberi agy körülbelül 86 milliárd neuronnal és 100-1000 billió szinapszissal rendelkezik, ami nagyjából 10^{15} paraméternek felel meg. Ezzel szemben a mesterséges neurális hálózatok, mint például az Inception-V1, csak 7 millió, vagyis körülbelül 10^7 paraméterrel működnek, ami a biológiai agyhoz képest százmilliószoros különbség. A ChatGPT-4 rendszernek körülbelül 10^{11} paramétere van.

A mesterséges hálózatok általában egymást követő szintekből állnak, amelyek feldolgozzák és továbbítják az információt, míg a biológiai hálózatok sokkal bonyolultabbak és több visszacsatolást tartalmaznak. A biológiai hálózatok szerkezetében a genetikai meghatározottság, a véletlen, és egyéb hatások aránya nagy kérdés, mivel bizonyos agyi funkciók, például az úszás képessége, már születéskor elérhetőek az egereknél.

A biológiai neuronok körülbelül 200-szor képesek tüzelni másodpercenként, sebességük 0,61 és 119 m/s között változik, és az információt a tüzelés sebessége és típusa hordozza. Ezzel szemben a mesterséges hálózatokban a folytonos paraméterek közvetítik az információt, és a működés sebessége nem hordoz információt; a mesterséges neuronokban nincsenek fáradtságból adódó inaktív periódusok.

A biológiai hálózatok jelentősen támaszkodnak az időbeliség használatára, ahol a tüzelési minták hullámokba rendeződnek és egymással interferálnak. Ezek a hullámok jelenleg nem igazán jelennek meg a mesterséges neurális hálózatokban, ami jelentős különbség a két típus között.

A biológiai hálózatok magas hibatoleranciával rendelkeznek, míg a mesterséges hálózatokban ez kevésbé hangsúlyos. Az emberi agy a teljes rendelkezésre álló energia 20 százalékát használja ami kb. 10-20 watt, míg egy nagy teljesítményű számítógépi GPU akár 250 wattot is fogyaszthat.

A biológiai hálózatok lokálisan és folyamatosan tanulnak, míg a mesterséges hálózatoknál a tanulás és alkalmazás fázisai tipikusan elkülönülnek. A véletlenség fontos szerepet játszik mindkét típusú hálózatban, de eltérő módon. Mesterséges hálózatoknál a véletlen a tanítási folyamatot segíti, elősegítve a jobb általánosítást. Biológiai hálózatokban "zajos" működés van jelen, amelynek szerepe kevésbé tisztázott.