

Fogalom értelmezések I.

Intelligencia értelmezések

Köznap értelemzése: „értelem, ész, felfogó képesség, értelmesség, műveltség”

Boring szerint: „amit az intelligencia teszt mér”

Wechsler szerint: „Az intelligencia az egyénnek az az összetett vagy globális képessége, amely lehetővé teszi, hogy célszerűen cselekedjék, hogy racionálisan gondolkodjék, és eredményesen bánjék a környezetével.”

Általánosságban az intelligencia = problémamegoldó képesség

Thorndike-féle intelligencia típusok

- Absztrakt vagy verbális intelligencia (alakzatok, szavak kezelése)
- Praktikus intelligencia, amely a tárgyakkal kapcsolatos manipulációk ügyességét jelzi (kézügyesség, téri alakzatok,..... kezelése)
- Szociális intelligencia, amely az emberekkel folytatott érintkezés ügyességében nyilvánul meg.

Az emberi intelligencia „két faktor elmélete” (*Spearman*)

Minden intellektuális képesség -mint funkció- két faktorra bontható szét.

Az általános „g” (general) faktorra, amely közös a különböző intellektuális képességekben, valamint a specifikus „s” (specific) faktorra, amely minden képesség számára különböző, és ez a faktor különbözteti meg a funkciókat egymástól.

„aki intelligens az mindenben intelligens” !???

Thurston által elsődleges mentális képességeknek nevezett legalapvetőbb intelligencia faktorok. „Sok faktor elmélet”

Az intelligencia több alapvető faktor kombinációjaként jön létre.

Alapvető faktorok:

- Nyelvi megértés (V)
- Szótalálás gyorsasága (W)
- Számolás (N)
- Téri viszonyok felfogása (S)
- Észlelési képesség (P)
- Emlékezés (M)
- Következtetés (R)

A sok faktor elmélet szerint minden teljesítményt nagyszámú, közelebről nem azonosítható elemi adottság határoz meg, s ezek közül adott esetben csak néhány válik döntővé. Az egyes teljesítmények közötti korrelációt a bennük érvényre jutó közös elemi faktorok határozzák meg. Így minden teljesítmény bizonyos mintát mutat be az elemi faktorok összességéből.

Mesterséges intelligencia (MI) értelmezések

A mesterséges intelligencia elnevezés *Edward Feigenbaum*-tól származik (1978).

„Az MI olyan gépek kutatásával foglalkozik, melyek az emberi megítélés szerint intelligenciát igénylő feladatok megoldására készülnek” (*klasszikus ember központú értelmezés*)

„Az MI azoknak a problémáknak számítógépes megközelítésével foglalkozik, melyek megoldásában jelenleg az emberek jobbak.” *Alaine Rich*

„Az MI tágabb értelemben az érzékelést a célszerű cselekvéssel összekötő információ-feldolgozással foglalkozó tudomány” *R. Kurzweil*

A mesterséges intelligencia kutatás főbb célkitűzései

Winston (MIT) szerint „a mesterséges intelligencia kutatás két fő célja, hogy a gépeket okosabbá tegye és közelebb vigyen az intelligencia jelenségének megértéséhez”.

A mesterséges intelligencia klasszikus kutatási területei

- Számítógép-tudomány: (programozás, számítógép-architektúra)
- Matematika (tétel-bizonyítás, játékok)
- Nyelvfeldolgozás (nyomtatott és kéziratos szövegfelismerés, beszédanalízis, beszéd-szintézis, gépi fordítás)
- Robotika (manipuláció, látás és érzékelés, alakfelismerés)
- Gépi tanulás
- Szakértői és döntéstámogató rendszerek
- Alakfelismerés
- A gondolkodás emulációja
- Neurális hálózatok

A „mozgó célpont” probléma az MI kutatásban

A kutatás fókuszja folyamatosan változik, mivel a korábban nehéznek (intelligenciát feltételezőnek) tartott feladatok megoldása után már a megoldott feladat nem tekintik intelligenciát igénylőnek, hanem „pusztán” kiszámolhatónak. Ilyen például a bonyolult és gyors számolás, a beszéd előállítás, az adat előkeresés az adatbázisból,...stb.

Az intelligencia-életkor

Binet (1905) a gyermek intellektuális színvonalát intelligenciakorban fejezte ki. (Négyéves korú óvodásokkal végezte el a következő vizsgálatot: a gyermekektől megkérdezte, hogy kit tartanak pajtásaik közül ugyanolyan okosnak, okosabbnak és butábbnak saját maguknál. Az eredmény szerint már a gyermekek is az életkori különbségek alapján ítélik meg társaik intelligenciáját: a fiatalabbakat butábbaknak, az idősebbeket okosabbnak tartották.)

Az intelligencia-kor kiszámítása úgy történik, hogy egy-egy évhez kötött feladatok eredményeinek összegét egy teljes évnek vesszük. Ha egy életévhez mondjuk hat feladat tartozik, akkor minden feladat megoldása két hónapot számít az intelligenciakorban. Azt az életkort, amikor minden feladatot megold a személy, kiinduló életkornak tekintjük, majd ehhez hozzáadjuk a hiányos évekből számított hónapokat, s az összeg jelenti a teljes intelligencia-kort. Az intelligencia-kor fogalmának használhatósági határát ott húzzák meg, ahonnan kezdve a teszt középtérei már nem növekednek. (kb. 15 éves kortól)

Az intelligencia hányados (IQ)

Az IQ fogalmát, (1912-ben) *Stern* vezette be. A megoldott feladatokból számolható un. *Binet*-féle intelligencia kort (mentális kort) osztotta a tényleges életkorral majd az eredményt szorozta 100-al, (vagyis a teljesítményt az intelligencia-kor és az életkor hányadosában fejezte ki). Az intelligencia kor telítődése miatt e módszer csak gyermekeknél alkalmazható. Felnőtteknél *Wechsler* (1939) javaslatára az IQ-t a vizsgált személy által elért pont értékének és az adott személy életkorának megfelelő korcsoport átlagos teljesítményének hányadosaként fejezzük ki.

Az IQ=a teszten elért teljesítmény(pontérték) osztva a korcsoport átlagos pontértékével és szorozva 100-al. Nagyon fontos ezért a teszt szabványosítása (sztenderdizálása), ami az adott országra és korcsoportokra adaptálást igényel.

A IQ állandósága (konstanciája)

Az IQ értelmezése szerint a tesztben elért teljesítményt a korcsoport átlagos teljesítményéhez viszonyítjuk. Mivel feltételezhetően a szabványosítás során vizsgált korcsoportra ugyan azok a környezeti és élettani hatások hatottak, mint a vizsgált személyre, ezért az IQ-t az élet során állandónak feltételezzük.

A Flynn hatás

Az intelligencia tesztek eredményei azt mutatják, hogy az elmúlt 100 évben kapott (különböző országokban és számos vizsgálatlal megerősített) eredményei tízévente megközelítőleg 3 pontértékkal növekednek. Ez azt jelenti, hogy aki például 100 évvel ezelőtt a legjobb 10%-os kategóriába esett, az ma a leggyengébb 5%-os tartományba esne.

A jelenséget több tényező együtthatásának tulajdonítják, melyek között a jobb táplálkozást, a jobb szülői odafigyelést a gyermekek szellemi fejlődésére, a ingerdús környezet, valamint a társadalom magasabb intellektuális színvonalát (több intellektuális kihívását, összetettebb problémáit, több követendő jó példáját és változatosabb következtetési módszer kínálatát) és az ezekből következő fejlesztő hatását tekintik.

A Wechsler teszt (magyar verziójának (MAWI)) próbái

- 1) Verbális próbák (ismeretek, helyzetek megértése, számisméltés, számolási feladat összehasonlítás)
- 2) Cselekvési próbák (rejtjelzés-próba, képrendezés, képkiegészítés, mozaikpróba, szintézispróba)

Wechsler tesztje úgy méri az általános intelligenciát, ahogyan azt a meghatározásban megadta. Nem méri azt, amit a teljes intelligencia összességében létrehoz, mert erre napjainkban egyetlen eljárás sem képes. Csak az általános intelligencia reprezentatív részét tárja fel, amit a vizsgált személy globális teljesítményének mutatójaként kezelünk. Egyetlen teszt sem méri a minden képességre kiterjedő intelligenciát, de mindegyik többet mér, mint körülhatárolt képességeket: ismereteket, emlékezetet, számolási feladatokban való jártasságot, stb.

A WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale) IV. (2008) próbái (skálái)

Szóértés index Verbal Comprehension Index (**VCI**)

Hasonlóságok vizsgálata: (absztrakt szóbeli következtetés)

Szókincs (szóbeli kifejezőkészség)

Tudás (általános ismeret)

Szövegértés (szabályok kifejezések értelmezése)

Érzékszervi következtetés index Perceptual Reasoning Index (**PRI**)

Blokk tervezés (térérzékelés, vizuális problémamegoldás),

Mátrix következtetés (nonverbális absztrakt problémamegoldás, induktív-, téri következtetés),

Vizuális rejtvenyek (non-verbális következtetés),

Képkiegészítés,

Mennyiségi és analógiás gondolkodás, (kiegészítő skála)

Munka memória index Working Memory Index (**WMI**)

Számterjedelem (figyelem, koncentráció, önuralom)
Számolási készség
Betű-szám sorozatok kezelése
Feldolgozási sebesség index Processing Speed Index (**PSI**)
Szimbólum keresés (vizuális érzékelés sebessége)
Kódolás (szem-kéz koordináció, gondolati sebesség)
Visszavonás (kiegészítő) látás-érzékszervi sebesség

Az emberi intelligencia szokásos osztályai és a hozzájuk tartozó IQ intervallumok

Az intelligencia mérésére szolgáló IQ a testben vizsgált képességek színvonalát hasonlítja a korcsoport átlagos teljesítményéhez. A tesztek úgy készítik, hogy a vizsgált kontrolcsoportban lévő személyek teljesítménye normális eloszlású („harang-görbével” ábrázolható) eredményt tükrözzön. Az átlagos teljesítmény 100-nak feleljen meg. Az egyszeres szóráson belül helyezkedjen el a személyek 50%-a. Ezen kívül a kétszeres szórásig a személyek további ~32%-a. Az átlagtól távolodva mindkét irányban extrém értékek egyre ritkábbak, így figyelemfelhívó értékűek.

Szokásos osztályai (a MAWI készítése során Magyarországon is hitelesítve):

Értelmi fogyatékos	(69 alatt,	2,15%)
Igen alacsony intelligencia, határövezet	(69-79,	6,72%)
Átlag alatti, alacsony intelligencia	(80-90,	16,13%)
Átlagos vagy normális intelligencia	(91-109,	50%)
Átlag fölötti vagy magas intelligencia	(110-120,	16,13%)
Igen magas, kiemelkedő intelligencia	(121-130,	6,72%)
Extrém magas, zseniális vagy majdnem zseniális intelligencia	(130 felett,	2,15%)

Megjegyzés: Az alapos vizsgálatok arra utalnak, hogy az intelligencia nagyrészt örökletes; a tesztek pedig tanulhatók.

Az intelligens „működés” alapfeltételei

- Érzékelő képesség (szenzorok)
- Információ-feldolgozó kapacitás (processzor, feldolgozási módszer)
- Tudás (tapasztalat, emlékezet)
- Tanulási képesség (a rendszer bármely változása, amely lehetővé teszi, hogy egy adott feladat megismétlésekor, vagy más hasonló feladat megoldásakor a rendszer jobb teljesítményt nyújtson.)
- Jelző képesség (közlés, cselekvés, mozgás)

Mesterséges intelligencia (MI) programok

Az MI programok olyan probléma-megoldó rendszerek, melyek működésében az emberi problémamegoldás fontos elemei számítógépes eszközökön valósulnak meg. Ezek az elemek: a környezettel való kapcsolattartás (érezkelés), hatékony információ feldolgozási képesség, jelentős mennyiségű beépített tudás kezelése (gyakran szimbolikus reprezentációkkal), a tanulás képessége, valamint fejlett kommunikációs képesség (gyakran emberi nyelven). Hagyományosan a tudásalapú rendszerek két legfőbb formája a szakértői rendszer, és a döntéstámogató rendszer.

Tudásalapú rendszerek (Knowledge Based Systems)

Olyan mesterséges intelligencia programok, melyek legfontosabb tulajdonsága a nagymennyiségű beépített tudás kezelése. Hagyományos rendszerekben e tudás egy tudásbázisban a programtól elkülönítve helyezkedik el.

Szakértői rendszerek (Expert Systems)

A tudás alapú rendszerek azon fajtája, amely szakértői ismeretek felhasználásával magas szintű teljesítményt nyújt egy szűk, jól definiált problémakör kezelésében
(„*Valaki tudhatja a megoldást, de nem áll rendelkezésre!*”)

Döntéstámogató rendszerek (Decision Support Systems)

Olyan komplex-, nehezen strukturálható problémakörökben segítik a döntések meghozatalát, melyek a sok változó, a nagy mennyiségű adat és bonyolult-, és gyakran átláthatatlan összefüggések miatt hatékonyan csak a gyors információ technológiai támogatással kezelhetők.

(„*Talán senki nem tudja a legjobb megoldást, és mégis fontos dönteni!*”)

Hagyományosan a döntéstámogató rendszerek a szervezetek döntéshozóit segítik a döntések meghozatalában. Ilyen rendszerekre a legtöbb döntési helyzetben, így a hétköznapi döntések során is nagy szükség lenne, ugyanis az emberi információ-feldolgozás számos korlátjának kiszélesítését, a gyakori hibák és téves előítéletek kiküszöbölését a gyors információ technológia nagyban segítheti.

A szakértői rendszerek korai piaci fázisai

1983-85: Az új tudásalapú technológia kutatása

- Általános célú, Lisp-alapú nagygépes keretrendszerek (shellek).

1986-88: Az új technológia bizonyítása a piacon.

- Kialakult a közép és kisgépes piac, megjelentek a viszonteladók.

- Shell háború.

- Az alkalmazások fejlesztésekor prototípusokat készítettek.

- Telítődött a piac.

1989-től: A hagyományos és új technológia összeolvadása

- Alkalmazás orientált eszközök megjelenése.

- Céllá vált a tudásalapú rendszerek építése.

- Integrált alkalmazások, és támogató rendszerek kialakulása.

- A hibrid keretrendszerek nagyobb szerepet kaptak.

A tudásalapú technológia kialakulásának kezdeti lépcsőfokai

50-es évek: kialakultak a neurális hálózatok. (alakfelismerés kezdetei, neurofiziológia alapjai)

60-as évek: mely időszakot a heurisztikus keresés, és a GPS (General Problem Solver) jellemezte, mely rendszereket tételbizonyításokra, sakkjáték szimulálására használták. Az volt az általános feltételezés, hogy a gondolkodás szimbólum manipulációként zajlik. (azaz összehasonlítás, keresés, módosítás, stb.) Ebben a korszakban tevékenykedett pl.: Turing.

70-es évek: kialakult a tudás reprezentáció, és a tudás alapú technológia. Létrejötték a híres szakértői rendszerek pl.: a PROSPECTOR a molibdén lelőhelyek meghatározására, a MYCIN a vér fertőzéseinek,.. diagnosztizálására, valamint a DENTRAL a szerves molekulák meghatározása készült.

A tudás elve

A feladatmegoldás képessége, (egy számítógépes program „jósága, erőssége, értéke”) attól függ, hogy mennyi és milyen magasan kvalifikált minőségű specifikus tudást képes mozgósítani a feladat megoldása során.

A tudásalapú/szakértői rendszerek előnyei

- Pótolják a szakértőhiányt, elérhető áron terjesztik a szakértői ismereteket.
- A tárgyterület változásait jól követhetik mivel a tudásbázist könnyű módosítani.
- Növelik a szakértő képességeit.
- Fokozzák a szakértő produktivitását.

Az emberi (E) szakértői tudás és a „mesterséges” (M) szakértői rendszerek jellemzői

E: Múlандó (ha nem használjuk, elfelejtjük, nehéz átadni, oktatással terjeszthető). Nehezen dokumentálható. Nem mindig következetes, gyakran labilis (emóciók). Kreatív, innovatív. A körülményekhez alkalmazkodik, tanul. Általában ismeri tudásának, képességeinek határait.

Az ember a környezetéhez különböző érzékszervekkel kapcsolódik (hall, lát, érez) A gondolkodási folyamatok változatosak, gazdagok. Gyakran nagyon meg kell fizetni, és általában nehezen elérhető. Széles látószögű, több aspektusból (dinamikusan, a helyzettől függően) vizsgálja a problémákat. Többszintű modellekkel operál. Jellemzően felszíni modelleket használ

Van hétköznapi józan esze.

M: Állandó, tartós „halhatatlan”, könnyű átvinni, reprodukálni, (oktatni a szakértői rendszer használatát kell). Könnyen dokumentálható. Mindig következetes (érzékletlen). Ihletlen, lélektelen.

Csak azt tudja, amit belegépelnek, (amíg nincsenek hatékony gépi tanulási mechanizmusok)

Nincs tudatában ismeretei korlátainak (hacsak bele nem építik „Forduljon szakértőhöz”)

A rendszer felhasználói felülete általában egyféle pl.: korlátozott természetes nyelvi kommunikációt biztosít. A belső feldolgozást szimbólumokkal é numerikus értékekkel végzi. Elvben elérhető áron megszerezhető, a „helyszínre vihető” és sokszorosítható. Szűk technikai látószögű, csak a beépített nézőpontokból tud a problémákhoz hozzáállni. Nincs hétköznapi józan esze, csak technikai tudása. Nem lehet vakon hinni benne. Csak tanácsot, javaslatot várjunk tőle.

A szakértői rendszerek előnyös tulajdonságai

- Pótolják a szakértőhiányt, elérhető áron terjesztik a szakértői ismereteket
- A tárgyterület változásait jól követik, a tudásbázist könnyű módosítani
- Növelik a szakértő képességeit
- Fokozzák a szakértő produktivitását
- Megőrzik a szakértelmet
- Létrehozhatók hagyományos technikával meg nem valósítható rendszerek
- Mindig következetesek a tanácsadásban
- Állandóan rendelkezésre állnak
- Képesek részleges, nem teljeses adatokkal is dolgozni

Az emberi információ-feldolgozás jellemzői

- Holisztikus, intuitív, analógiákra épülő információ feldolgozás
- A döntések irányelvei, perspektívái és szabályai többnyire azonosíthatóak
- Az emberek szeretik a dolgokat egészen átlátni.
- Minél kevesebb információ áll rendelkezésre egy probléma megoldásához, annál jobban működnek együtt az emberek

- Az emberek csak ritkán koncentrálnak csupán egy problémára, hanem – bár nem szisztematikusan – inkább különböző probléma-megoldó helyzetet párhuzamosan kezelnek
- Az emberi teljesítmény csökkenhet, ha egymással összefüggő feladatokat kell különböző kidolgozási szinten párhuzamosan kezelni
- Az emberek csak erősen korlátozottan képesek logikailag ellentmondásos vagy statisztikai információkat kezelni.

Az emberi információ-feldolgozás tipikus hibái

- Vágy az önigazolásra
- A tények és a jelenségek összetévesztése
- A megerősítés iránti elfogultság
- A személyes tapasztalat túlhangsúlyozása
- Konzervativizmus
- A visszaemlékezés könnyűsége
- A hazardjátékos tévhite
- Utólagos éleslátás
- A kontroll illúziója
- Az összefüggés illúziója
- Sorozat hatás

Tipikus feladatok, melyek megoldását segíthetik a döntéstámogató rendszerek, főbb döntési típusok

A döntéstámogató rendszerek a részlegesen vagy rosszul strukturált helyzetekben, a szervezetek döntéshozóit segítik a technológiai és vezetői döntések meghozatalában. A döntéstámogató rendszerek elsődleges célja az információs technológia segítségével megnövelni a szervezetek döntéshozóinak hatékonyságát.

A szakértői rendszerek jól behatárolt szakterülettel, strukturált problémákkal kapcsolatban adnak támogatást, ezzel szemben a döntéstámogató rendszerek komplex, nehezen strukturálható problémakörökben segíthetnek.

Döntési típusok:

- Mindennapi cselekvésekkel kapcsolatos döntések
- Vezérléssel kapcsolatos döntések, melyek célja a cselekvések hatékonyságának biztosítása.
- Menedzseri döntések, melyek célja az erőforrások hatékony kezelése.
- Stratégiai döntések, célja a magasabb célok és irányelvek alapján az erőforrások elosztásának biztosítása.

A döntéstámogató rendszerek főbb részei

Adatbázis menedzsment rendszer
 Modellbázis menedzsment rendszer
 Dialógus generáló és menedzsment rendszer

A klasszikus tudásábrázoló módszerek előnyei és hátrányai

A procedurális tudásábrázolás előnyei:

- Könnyű a cselekvésre vonatkozó tudást ábrázolni
- Könnyű olyan tudást ábrázolni, amely heurisztikát is tartalmaz
- A leíró sémákkal nem kezelhető tudást könnyű leírni

A deklaratív tudásábrázolási technikák előnyei:

- Minden tényt csak egyszer kell ábrázolni

- Könnyű új tényeket adni a rendszerhez anélkül, hogy a korábbiakat megváltoztatnánk

Adatbányászat

Mintázatok (szabályok) automatikus keresése (felismerése) nagytömegű adatokban.

A neurális hálózatra épülő információ feldolgozás összehasonlítása hagyományos információ-feldolgozó rendszerekkel

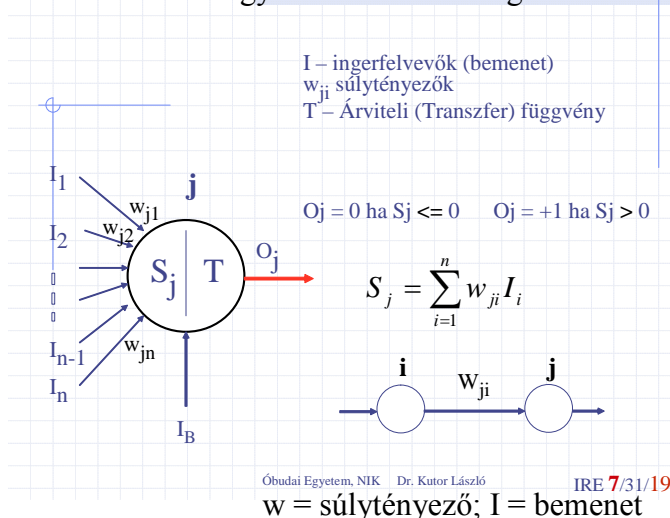
Mérnöki szempontból a neurális hálózatok olyan információ-feldolgozó paradigma szerint működnek, melyben a feldolgozó elemek (a neuronok), ezek összeköttetési módszere (a topológia) és a tanítás (tanuló algoritmus) határozza meg a működést. A mesterséges neurális hálózatok jó működését tanítással lehet biztosítani ezáltal képesek a rendelkezésre álló adatokból tudást kinyerni, az összefüggéseket, hasonlóságokat felfedezni, míg a hagyományos információ-feldolgozó rendszerekben algoritmikus számítást alkalmazunk. A neurális hálózatokat nem programozzuk, hanem tanítjuk, így nem csak annyit tudhatnak, amennyit előre beprogramoztunk. A párhuzamos felépítés a nagysebességű működés mellett hibatűrő képességet is biztosít, míg a tanulási képesség lehetővé teszi olyan feladatok – általában közelítő – megoldását, amelyeknél a tudás csak adatok formájában áll rendelkezésre.

A neurális hálózatok általános jellemzői

- A neurális hálózatok nagyon egyszerű processzorokból, az ún. neuronokból épülnek fel.
- A processzorok változtatható súlytényezőjű összeköttetések hálózatán át kommunikálnak egymással.
- A neurális hálózatokat nem programozzuk, hanem tanítjuk.
- A tárolt információk a hálózatban elosztottan, a súlytényezők közvetítésével ábrázolódnak.
- A neurális hálózatok hibatűrők. Az elosztott párhuzamos tudásreprezentáció miatt a súlytényezők egy részének jelentős megváltozása sem befolyásolja alapvetően A hálózat működését.
- A hálózat működését három fő tényező határozza meg: A processzorok átviteli függvénye, a hálózat összeköttetési sémája és a tanítási módszer.

A "McCulloch és Pitts" formális neuron jellemzői

- A szerzők először tekintették az agyat számításokat végző szervnek



- Az idegsejt működése „minden vagy semmi jellegű”

- Az idegsejt ingerületbe hozásához bizonyos időn belül néhány (legalább 2) bemenetet ingerelni kell
- Az idegrendszerben az egyetlen jelentős késleltetés a szinapszisoknál jön létre
- Bármely gátló szinapszis működése teljesen megakadályozza az idegsejt ingerületbe kerülését
- Az idegrendszer összeköttetési hálózata az időben nem változik.

A neurális hálózatok alkalmazásainak közös jellemzői

- A megoldandó problémával kapcsolatban gazdag, reprezentatív adathalmaz áll rendelkezésre
- A megoldáshoz szükséges szabályok ismeretlenek és túl költséges a megismerésük
- A rendelkezésre álló adathalmaz reprezentatív, de esetleg nem teljes, hibás adatokat is tartalmazhat
- Sok bemenő illetve kimenő adat, a megoldás több összefüggő paramétertől függ

Az ANN és a CNN értelmezése

Az ANN az Artificial Neural Network rövidítése. A mesterséges neurális hálózatok számos változatát foglalja magába. A CNN Cellular Neural Network egy speciális neurális hálózatfajta, melyben a szomszédos elemek (a hagyományos ANN-hez képest akár lényegesen összetettebb processzorok (neuronok)) szabályos mintázatokban kapcsolódnak. A hálózat működését összeköttetési mintázatok („template”-ek) segítségével lehet változtatni (tanítani)

A CNN kifejlesztésében vezető szerepet töltött ben L.O. Chua, L.Yang, és a magyar Roska Tamás. ANN halmaza magába foglalja a CNN-t is

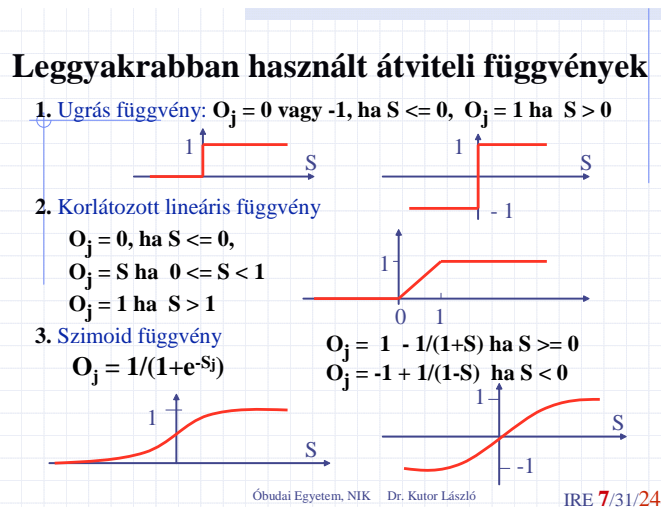
A neurális hálózatok legfontosabb meghatározó tényezői

A neurális hálózatokat három fő tényező határozza meg:

- a processzorok (neuron, mesterséges neuron, node, unit, cell),
- a hálózati topológia („melyik elemet melyik elemmel kötjük össze”), valamint
- a tanító szabályokat alkalmazó algoritmus („súlytényezők beállítása, hangolása”)

A neurális hálózatoknál leggyakrabban alkalmazott átviteli függvényei

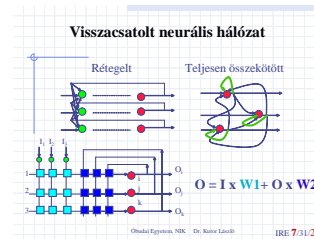
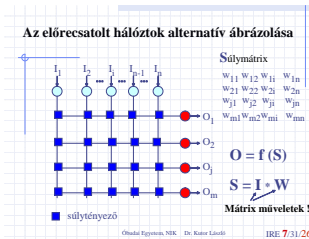
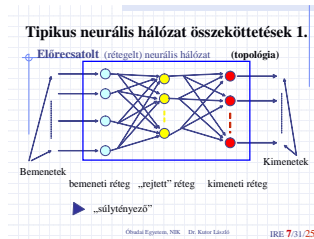
Ugrásfüggvény, korlátozott lineáris függvény, nemlieráris függvények pl. a szigmoid



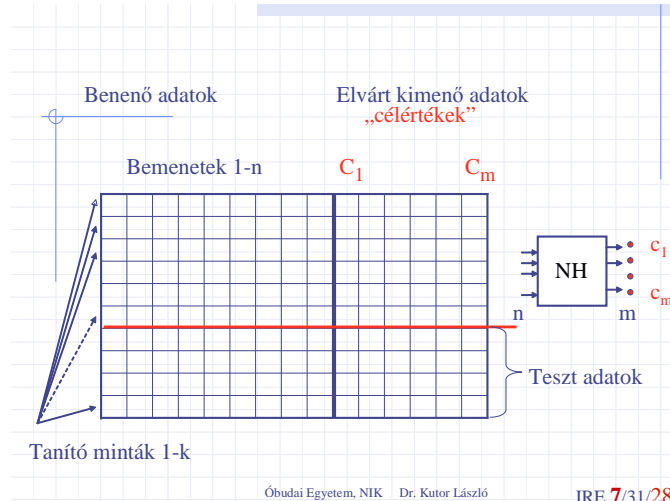
A hálózat topológiák ábrázolási formái

1. szemléletesen az összeköttetések megrajzolásával, vagy

2. az összeköttetéseket leíró súlymátrix segítségével



A neurális hálózatok tanító adatainak értelmezése



A minták első része (a piros vonal feletti) a tanításra szolgál. Ezek segítségével lehet a hálózat súlytényezőit beállítani, (a hálózatot megtanítani).

Az adatsor második része a tesztelést szolgálja. Ha ezekre a tanításban nem szereplő adatokra is jól teljesít a hálózat (pl. kevés hibát vét, vagy az összesített hiba kisebb egy elfogadható szintnél) akkor tekinthetjük a hálózatot megfelelően betanítottnak.

Felügyelt tanításnál a tanító mintában célértékek is szerepelnek. A felügyelet nélküli esetben csak bemenő adatok, melyek belső (statisztikai) összefüggései alapján az „önszervező” hálózat célértéke nélkül is létre tud hozni osztályozó (csoportosító) működést.

„Hebb” szabály

Ha két (egymással összeköttetésben lévő) neuron egyidejűleg aktív (mindkettő kimenete pozitív, vagy mindkettő negatív) akkor kapcsolatuk megerősödik. Vagyis az összeköttetést biztosító súlytényező növekszik. Ha a két neuron működése ellentétes, akkor a kapcsolatuk (a közöttük lévő egymásra hatás, súlytényező) csökken.

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \alpha * O_i * O_j, \text{ ahol } \alpha = \text{tanítási tényező}, 0 \leq \alpha \leq 1$$

A Hebb szabály alkalmazható felügyelet nélküli esetekben, ahol nincs célérték csak a neuronok aktivációs állapota

Delta szabály (Widrow- Hoff):

a felügyelt tanítás esetén alkalmazható tanító szabály. A kimenő neuron O_j kimeneti értéke helyett a célértéktől való eltérését vesszük számításba.

Ha a célérték és kimeneti érték különbsége pozitív, ugyanakkor az O_i is pozitív, (illetve ha a célérték és kimeneti érték különbsége negatív, ugyanakkor az O_i is

negatív) akkor a kapcsolat W_{ji} megnövekszik (megerősödik), ellenkező esetekben pedig csökken.

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \alpha * O_i * (C_j - O_j), \text{ ahol } C_j = \text{célérték}, O_j = \text{kimenet}$$

A felügyelt tanítás lényege és algoritmus

Móttó: „addig változtatjuk (hangoljuk) a súlytényezőket, amíg a bemenetekre adott mintákra a hálózat megfelelő-, előre meghatározott hibahatáron belüli választ nem ad.
Algoritmus:

1. Kezdeti súlytényezők beállítása
2. A tanítóminta bemeneti értéke alapján a hálózat kimeneti értékének kiszámítása.
3. A tanítóminta célértékének összehasonlítása a hálózat célértékével.
4. Szükség esetén a hálózat súlytényezőinek módosítása.
5. A tanítás folytatása mindaddig, amíg a hálózat az összes tanítómintára – egy előre rögzített hibahatárnál kisebb hibával a célértéknek megfelelő kimeneti értéket nem tudja előállítani.

A felügyelet nélküli (önszervező) tanítás lényege és algoritmus

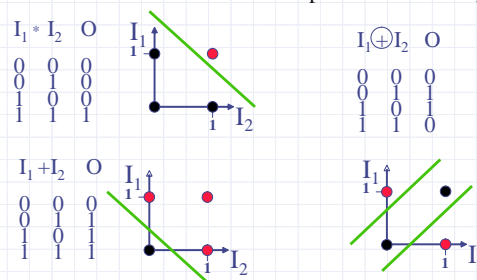
Móttó: „a győztes visz mindent, tehát csak annak a neuronnak a súlytényezőit változtatjuk, amelyik az adott bemeneti változónál a legnagyobb kimenetet mutatja. A súlytényezők változtatást (tanítást) úgy végezzük, hogy ha ugyanazt a tanítómintát tennénk a hálózat bemenetére, akkor még inkább az adott neuron adja a legnagyobb kimenetet (tehát az legyen a győztes)

1. Kezdeti súlytényezők beállítása (inicializálás, véletlenszerű) $0 < W_{ji} < 1$
2. A tanítóminta i -ik értéke (vektora) alapján, a processzorok kimeneti értékeinek kiszámítása. $S_j = \sum O_i * w_{ji}$, $O_j = f(S_j)$
3. A legnagyobb kimeneti értékű processzor kiválasztása. A győztes visz mindent elv alapján, a győztes kimeneti értéket 1-re, az összes többi kimeneti értéket 0-ra változtatjuk
3. A győztes elem súlytényezőit megváltoztatjuk (csak azokat!)

$$\Delta W_{ji}(t+1) = W_{ji}(t) + \Delta w_{ji}, \quad \Delta w_{ji} = \alpha (O_i/m - w_{ji}(t))$$
 ahol α = tanulási együttható, $0 < \alpha \ll 1$ (tipikusan 0.01-0.3)
 m = az aktív bemenetek száma
5. A 2. 3. 4. pont ismétlése amíg a kimenetek két egymást követő tanítási ciklus során nem változnak.

A perceptron paradigma korlátai

1. Csak egy réteg tanítását teszi lehetővé
2. Csak lineárisan elválasztható csoportokat tud osztályozni.



A perceptron tanító algoritmus

Kezdeti súlytényezők beállítása (random !?)
 Tanítás **iter** amíg a hiba el nem éri a hibahatárt ($H_i \leq H_h$)
 $k=0, H_i=0$
 Minták **iter** amíg $k = p$ nem teljesül (ahol $p =$ tanító minták száma)
 A k -ik tanítóminta bemeneti vektora alapján processzoronként az aktiváció kiszámítása $S_j = \sum I_j^k * W_{ji}$
 A közből átviteli függvény alapján processzoronként a kimeneti értékek kiszámítása. (O_j)
 A hálózat súlytényezőinek módosítása.
 ha $O_j^k = C_j^k$ akkor $w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t)$
 ha $O_j^k = 0$ és $C_j^k = 1$ akkor $w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + I_j^k(t)$
 ha $O_j^k = 1$ és $C_j^k = 0$ akkor $w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) - I_j^k(t)$
 A hálózat hibájának kiszámítása $H_j^k = C_j^k - O_j^k$
 A hibák összesítése $H_i = H_i + H_j$
 $k:=k+1$
 Minták **end**
 Tanítás **end**

A delta szabály analitikus származtatása

A hibát úgy csökkentjük, hogy a hibafüggvény súlytényező szerinti parciális deriváltját vesszük, és annak arányában változtatjuk meg a súlytényezőt.
 Mottó: „a hibafüggvényen a meredekségének megfelelően „lefelé” mozdulunk”!
 Ha a kimeneti neuronoknál lineáris átviteli függvénnyel számolunk, akkor a hibafüggvény (E) lánc-szabály szerinti deriválásával megkaphatjuk a kezdetben (eredetileg) intuitív alapon meghatározott delta szabályt.

A delta szabály matematikai értelmezése

$S_j = \sum I_i * W_{ji} ; O_j = S_j ; E = \frac{1}{2} * \sum_j (T_j - O_j)^2$
 Lineáris átviteli függvény esetén

$W_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) - \alpha * O_j * \delta E / \delta w_{ji}$

$\delta E / \delta w_{ji} = \delta E / \delta O_j * \delta O_j / \delta S_j * \delta S_j / \delta w_{ji}$
 $\delta E / \delta O_j = \frac{1}{2} * 2 * (T_j - O_j) * -1 = -(T_j - O_j)$
 $\delta O_j / \delta S_j = 1$
 $\delta S_j / \delta w_{ji} = \delta(w_{j1} * I_1 + \dots + w_{ji} * I_i + \dots + w_{jn} * I_n) = I_i$

Delta szabály
 $w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \alpha * I_i * \Delta w$
 ahol $\alpha =$ tanítási tényező, $0 < \alpha < 1$, $\Delta w = -T_j - O_j$

Az általánosított delta szabály

A több rétegű (elsősorban) előre csatolt neurális hálózatok tanítására kidolgozott algoritmus. *Mottója: „egy összetett hálózatban a súlytényezők változtatását a hiba létrehozásában játszott szerepük alapján végezzük”*

Matematikai értelemben a súlytényező változtatása a hiba függvény parciális deriváltja alapján jöhet létre. Bonyolult, több rétegű hálózatnál a lánc-szabály alkalmazásával egy hosszú folyamat eredményeképpen létrehozható egy összefüggés, melybe a változókat behelyettesítve lehet meghatározni a szükséges súlytényező változtatás mértékét.

A parciális deriválhatóság fontos feltétele a deriválható átviteli függvény, ezért szokás a rejtett neuronoknál deriválgató (un. szigmoid) függvényt használni.

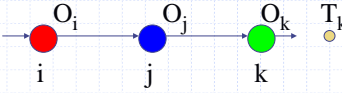
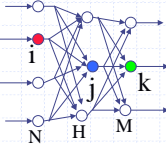
Mivel a kimenő neuronoknál a célértéktől való eltérés, így a hiba közvetlenül számolható a kimeneti rétegben a lineáris átviteli függvény, ezért a hagyományos delta szabály is alkalmazható.

Többrétegű neurális hálózatok tanítása

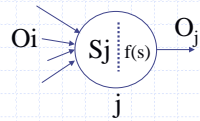
(D.E Rummelhart, G.E. Hinton, R.J. Williams, 1986)

(David Parker, Yann Le Cun) +.....

Hálózat topológia



Processzor:



$$S_j = \sum_{i=1}^N w_{ji} O_i \quad O_j = f(s) = 1/(1+e^{-s})$$

Óbudai Egyetem, NIK Dr. Kutor László

IRE 8/39/12

Tanítást leíró összefüggések a többrétegű hálózatoknál

Általánosított delta szabály: (deriválás a lánc szabály alapján)

$$\delta E / \delta w_{kj} = \delta E / \delta O_k * \delta O_k / \delta S_k * \delta S_k / \delta w_{kj}$$

Súlytényező változtatás a kimeneti rétegben

$$W_{kj}(t+1) = W_{kj}(t) + \alpha \Delta_k O_j =$$

$$W_{kj}(t) + \alpha * \overbrace{(T_k - O_k) * f(S_k) * (1 - f(S_k))}^{\Delta k} * O_j$$

Súlytényező változtatás a „rejtett” rétegben

$$W_{ji}(t) + \alpha * \overbrace{\sum_{k=1}^M (\Delta_k * W_{kj}) * f(S_j) * (1 - f(S_j))}^{\Delta j} * O_i$$

(A levezetés a javasolt olvasmányok között található)

Óbudai Egyetem, NIK Dr. Kutor László

IRE 8/39/17

A hiba visszaterjesztő („Back Prop”) paradigma jellemzői

- A *processzorok átviteli függvénye* a kimeneti rétegben lineáris, a rejtett rétegekben nem lineáris (szigmoid).
- A *hálózat topológiája*: több rétegű előrecsatolt hálózat.
- *Tanítási módszer*: Hiba visszaterjesztő „Back Error Propagation” algoritmus, melynek lényege, hogy „a hálózat súlytényezőit a hiba létrehozásában játszott szerepükkel arányosan változtatjuk.”

A Kohonen neurális hálózat paradigma jellemzői

N dimenziós input vektorokat topológiailag rendezve képez le 1 vagy 2 dimenzióra.

A *processzorok átviteli függvénye*: korlátozott lineáris függvény

Hálózat topológiája: egy rétegű, teljesen összekötött, előrecsatolt

(Teuvo Kohonen, 1982)

Processzor: $O_j = f(S_j)$

$S_j = \sum I_i * w_{ji} + \text{társ processzorok aktivációja}$

Hálózat topológia: egy rétegű, teljesen összekötött, előrecsatolt

Óbudai Egyetem, NIK Dr. Kutor László IRE 8/39/32

Tanító algoritmus: versengéses, önszerveződő tanítás, ahol a súlytényezőket nemcsak a „győztes” neuronnál, hanem annak környezetében is elvégezzük
A Kohonen-hálózat egyidejűleg veszi figyelembe a külső adatokat és a belső kapcsolódásokat.

A Kohonen tanító algoritmus

- 1.) Kezdeti súlytényezők beállítása
Kezdeti környezet beállítása
- 2.) A bemeneti vektor (tanító minta) rákapcsolása a bemenetekre
- 3.) Minden processzor elemnél a bemenő vektor és a súlyvektor egyezésének (távolság) kiszámítása

$$d_j = \|I - W_j\| = \sqrt{\sum (I_i - W_{ji})^2}$$

ahol N = a bemeneti vektor elemeinek száma
 I_i = a bemeneti vektor (I) i-ik elemének értéke
 W_{ji} = a j-ik processzor elemhez tartozó, az i-ik bemenettől érkező összeköttetés súlytényezője

- 4.) A legkisebb eltérést mutató processzor kiválasztása (pl. j)
- 5.) A kiválasztott elem (j) környezetében (N_j) a súlytényezők módosítása
- 6.) A 2., 3., 4., 5.-ik lépés ismétlése amíg a kimenetek nem változnak

Óbudai Egyetem, NIK Dr. Kutor László IRE 8/39/33

A súlytényező megváltoztatása a Kohonen tanuló algoritmusban

$$W_{ji}(t+1) = W_{ji}(t) + \Delta W_{ji}(t)$$

$$\text{Ahol } \Delta W_{ji}(t) = \alpha (I_i - W_{ji})$$

$$\alpha(t) = \alpha(0)(1 - t/T), t = \text{az adott tanulási iteráció száma}$$

T = a teljes tanulási ciklusok száma

A tanulás során módosított környezet nagysága csökken!

$$N_j(t) = N(0)(1 - t/T)$$