



IVADAS Į DIRBTINIŲ NEURONŲ TINKLŲ TEORIJA



Paskaitos
Tūrinys

1. Paprasčiausių biologinių neuronų tinklų bei šiuolaikinių kompiuterių galimybės
2. Esminiai skirtumai tarp biologinių neuronų tinklų ir šiuolaikinių kompiuterių
 - Informacijos apdorojimo greitis
 - Informacijos apdorojimo nuoseklumas
 - Kompleksiškumas ir ryšiai
 - Informacijos saugojimas
 - Atsparumas klaidoms
 - Informacijos apdorojimo valdymas
3. Dirbtinių neuronų tinklų (DNT) teorijos raida
4. DNT realizavimo būdai
 - Kompiuteriu
 - Specializuota aparatūra
 - Optinis/elektro-optinis
5. DNT naudojimo sritys



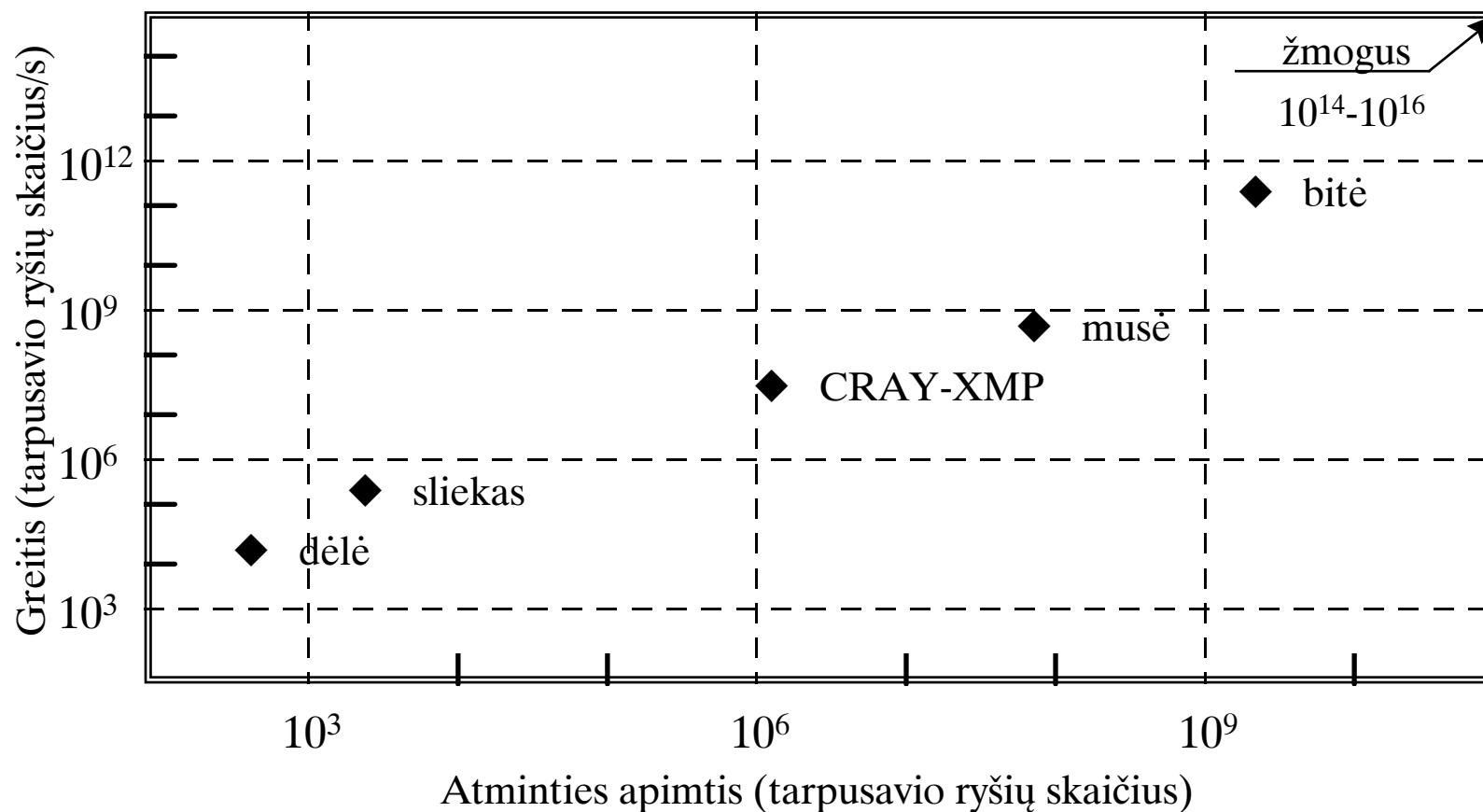
Pagrindinė
Literatūra

Simpson, P.K. (1990). *Artificial Neural Systems: Foundations, Paradigms, Applications, And Implementations*. Pergamon Press. 3-6, 23-29 p.

Morgan, D.P., Scofield, C.L. (1994). *Neural Networks and Speech Processing*. Kluwer Academic Publishers: USA, 23-29. 1-6, 41-42, 131-135 p.



Paprasčiausių biologinių neuronų tinklų bei šiuolaikinių kompiuterių galimybės



Pav. 1.1



Esminiai skirtumai tarp biologinių neuronų tinklų ir šiuolaikinių kompiuterių

Biologinių neuronų tinklai

Kompiuteriai

Informacijos apdorojimo greitis

Išorinio stimulo paveiktas neuronas sureaguoja po keletos ms.

Šiuolaikiniuose kompiuteriuose viena elementari operacija atliekama per keleta ns (~ 4.2 ns: CRAY 3).

Informacijos apdorojimo nuoseklumas

Informacija biologinių neuronų tinkluose apdorojama lygiagrečiai*.

Informacija kompiuteryje apdorojama nuosekliai**.

Kompleksiškumas ir ryšiai

Žmogaus smegenyse yra $10^{11} \dots 10^{14}$ neuronų, kiekvienas iš jų turi $10^3 \dots 10^4$ ryšių su kitais neuronais. Informacija apdorojama ir ryšiuose.

Daugelyje kompiuterių veikia vienas (centrinis) labai sudėtingas procesorius.

Informacijos saugojimas

Informacija biologinių neuronų tinkluose saugoma adaptyviai***.

Kompiuteriuose informacija yra pilnai perrašoma****.



Esminiai skirtumai tarp biologinių neuronų tinklų ir šiuolaikinių kompiuterių (tęsinys)

Biologinių neuronų tinklai

Atsparumas klaidoms

Biologinių neuronų tinklai yra labai atsparūs jų pažeidimams, nes informacija juose yra pasiskirsčiusi ryšiuose tarp daugelio neuronų. Individualių neuronų pažeidimas (klaidos) neturi didelio poveikio visam tinklo darbui.

Informacijos apdorojimo valdymas

Biologinių neuronų tinkluose nėra jokios specifinės vietos, kuri juos valdytų. Kiekvienas neuronas veikia nepriklausomai naudodamas lokalią (gaunamą tik iš tiesioginių ryšių su kitais neuronais) informaciją.

Kompiuteriai

Daugelis kompiuterių yra neatsparūs klaidoms bei pažeidimams. Pašalinus bet kuri jų elementą ar atminties dalį kompiuteris sugenda.

Kompiuterio centrinis procesorius valdo visus jo veiksmus naudodamas globalią (visą turimą) informaciją.



Dirbtinių neuronų tinklų (DNT) teorijos raida

⌚ MCCULLOCH, PITTS - 1943

Sukurti pirmieji matematiniai neuronų modeliai. Įrodyta, kad naudojant dirbtinį neuroną su slenksstinėmis aktyvavimo funkcijomis galima sukurti įrenginį vykdančią bet kokią loginę funkciją.

⌚ HEBB - 1949

Pirmą kartą suformuluotas dirbtinių neuronų mokymo metodas, vėliau gavęs Hebo mokymo pavadinimą.

⌚ ROSENBLATT - 1957

Išleidžiamas pirmas solidus veikalas DNT srityje skirtas nuodugniai perceptronų tinklo analizei.

⌚ WIDROW - 1959

Sukuriamos adalina bei madalina - dirbtinių neuronų tinklai vėliau pradėti labai plačiai naudoti adaptyviame signalų apdorojime.

⌚ GROSSBERG (THE CENTRE OF ADAPTIVE SYSTEMS) - 1964

Studijuojami psichologiniai bei biologiniai procesai vykstantys žmoguje jam apdorojant informaciją. Didžiausias dėmesys skiriamas save-organizuojantiems, save-stabilizuojantiems ir save-adaptuojantiems procesams, kurie įgalina betarpiškai priimti informaciją tuo metu kai sistema veikia realiaame laike. Sukuriami minimalaus dydžio INSTAR, OUTSTAR bei keleto pavyzdžių išiminimo - srauto (Avalanche) tinklai. Vėliau sukuriami ART1, ART2, ART3 modeliai, kurių pagrindu veikia nauji DNT.



Dirbtinių neuronų tinklų (DNT) teorijos raida (tęsinys)

⌚ ANDERSON - 1968

Sukuriama tiesinės asociatyviosios atminties (Linear Associative Memory) bei smegenų būsenos dėžėje (Brain-State-in-a-Box) tinklai.

⌚ KOHONEN - 1971

Sukuriamas efektyvesnis optimalios tiesinės asociatyviosios atminties (Optimal Linear Associative Memory) tinklas. Pirmą kartą naudojama varžybų mokantis sąvoka ir jos pagrindu sukuriama vektorinio kvantavimo mokymo (LVQ1, LVQ2, LVQ3) tinklai.

⌚ MCCLELLAND, RUMELHART (PDP GROUP) - 1977

DNT modeliai naudojami žmogaus smegenų psichologinių funkcijų tyrinėjimui. Išsivysto nauja nuoseklaus paskirstyto apdorojimo (Parallel Distributed Processing) sritis.

⌚ HECHT-NIELSEN - 1982

Sukuriamas kontroliuojamojo sklido (Counterpropagation) tinklas. Vienas pirmųjų DNT teorijos įgyvendinimas praktikoje - sukuriama Mark III neurokompiuteris. Įkuriama viena iš pirmųjų DNT gamybos kompanijų (HNC).

⌚ HOPFIELD - 1982

Sukuriamas DNT su grįžtamaisiais ryšiais, vėliau pavadintas Hopfieldo vardu.

⌚ MEAD - 1985

Sukuriama pirmoji dirbtinė retina susidedanti iš 2304 fotojautrių ląstelių sujungtų taip pat kaip ir žmogaus akyje.



Dirbtinių neuronų tinklų (DNT) teorijos raida (tęsinys)

⌚ KOSKO - 1985

Sukuriama dvikryptės asociatyviosios atminties (Bidirectional Associative Memory), daugiaprasmio pažinimo žemėlapių (Fuzzy Cognitive Map) bei daugiaprasmės asociatyviosios atminties (Fuzzy Associative Memory) tinklai.

⌚ PARKER & RUMELHART, HINTON, WILLIAMS - 1985-86

Iš naujo atrandamas atgalinio sklidimo (Backpropagation) algoritmas kaip viena iš pagrindinių priemonių daugiasluoksniams DNT mokyti.

⌚ SCOFIELD, PSALTIS - 1988

Sukuriamas krūvų grupuojantis tinklas (Charge Clustering Network).

⌚ BROOMHEAD, MOODY - 1988

Gauso, logaritminė bei kitos spindulio tipo funkcijos (Radial Basis Functions) pradedamos taikyti DNT. Vėliau šie tinklai gauna spindulio tipo funkcijų tinklų pavadinimą.

⌚ HINTON, WAIBEL, LANG - 1990

Sukuriamas dinaminis neuronų tinklas (Time-Delay Neural Network), kuris apdoroja signalus įvertindamas ir jų buvusias reikšmes.



DNT realizavimo būdai

A. Kompiuteriu

- Superkompiuteriu*;
- Masiškai lygiagrečiu kompiuteriu**;
- Įprastu kompiuteriu.

1.1 lentelė

<i>Modelis</i>	<i>Gamintojas</i>	<i>Architektūra</i>	<i>Maksimalus procesorių sk.</i>
<i>Butterfly</i>	Bolt, Beranek, Newman	MIMD	256
<i>CAPP - Content Addressable Parallel Processor</i>	University of Massachusetts	SIMD	262144
<i>Connection Machine II</i>	Thinking Machines Corp.	SIMD	65536
<i>GAPP - Geometric Array Parallel Processor</i>	Martin Marietta Corp. / NCR Corp.	SIMD	72 (6x12)
<i>iPSC</i>	Intel Scientific Computers	MIMD	128
<i>MPP - Massively Parallel Processor</i>	Goodyear Aerospace Corp. / NASA Goddard Flight Center	SIMD	16384
<i>RP3 - Research Parallel Processor Project</i>	IBM	MIMD	512
<i>WARP</i>	Carnegie Mellon University	MIMD	20
<i>Parallon 1</i>	Human Devices, Inc.	MIMD	2048

SIMD - Single-Instruction/Multiple-Data Stream; MIMD - Multiple-Instruction/Multiple-Data Stream.



DNT realizavimo būdai (tęsinys)

B. Specializuota aparatūra

- Darbui su šyna orientuotu procesoriu*;
- Matematinio procesoriu**;
- Integrine schema.

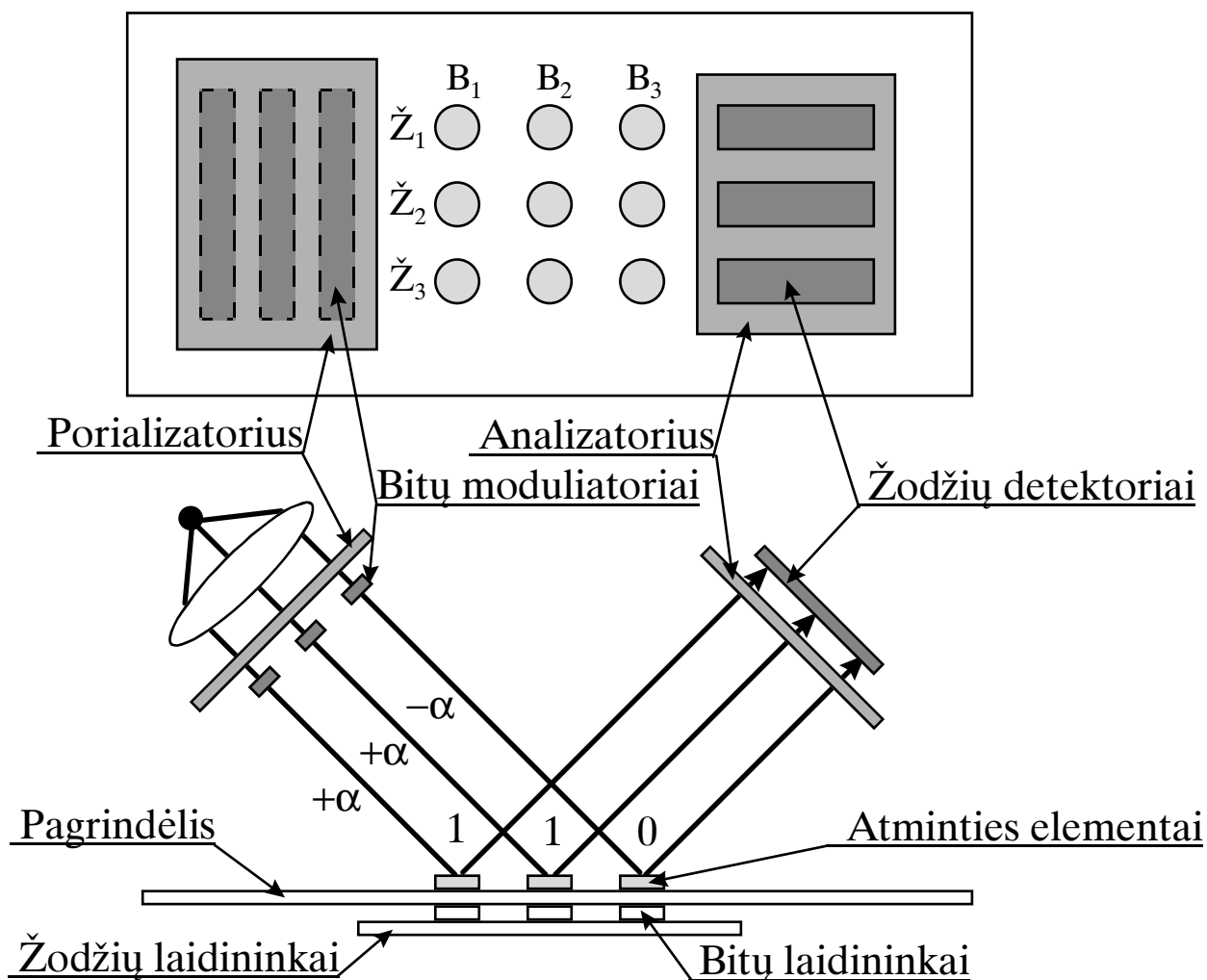
1.2 lentelė

<i>Modelis</i>	<i>Gamintojas</i>	<i>Kompiuteris</i>	<i>Matematinis procesorius</i>
<i>ANZA</i>	Hecht-Nielsen Neurocomputer Corp.	Zenith 248 PC	Motorola MC68020 / MC68881
<i>ANZA Plus</i>	Hecht-Nielsen Neurocomputer Corp.	Zenith 348 PC	Wietek XL RISC Processor
<i>Δ-1 Floating Point Processor</i>	SAIC	Wyse 386 PC	BIT Technology Emmitter coupled with a logic based multiply-accumulator
<i>Transputer Development System</i>	INMOS	IBM PC AT / Macintosh	INMOS IMS T414 or IMS T800
<i>Odyssey</i>	Texas Instruments	TI Explorer	TI TMS 32020 DSP Processor
<i>Network Emulation Processor</i>	IBM Palo Alto Scientific Center	IBM PC AT	TI TMS 32020 DSP Processor
<i>Neuro-Engine</i>	NEC Corp.	NEC PC-9801	NEC ImPP (Micro PD 7281) data-flow-type microprocessor



DNT realizavimo būdai (tęsinys)

C. Optinis/elektro-optinis*



Pav. 1.2



DNT naudojimo sritys

Kalbos apdorojimas

- Teksto į kalbą vertimas
- Kalbančiojo atpažinimas
- Gramatikos taisyklių įsisavinimas

Vaizdo (duomenų) tankinimas

Raidžių atpažinimas

- Spausdintų raidžių atpažinimas
- Rankraštinių raidžių atpažinimas

Kombinatorinės problemos

- Keliaujančio komivojažieriaus problema

Objektų atpažinimas

- Judančių objektų klasifikavimas pagal jų skleidžiamą garsą
- Detalių bei kt. atpažinimas robotizuotame gamybos procese

Signalų apdorojimas

- Signalų nuspėjimas
- Sistemos identifikavimas
- Signalų kodavimas
- Triukšmo slopinimas

Finansų bei ekonomikos modeliavimas

Variklių valdymas

Funkcinė sintezė

- Iššauto sviedinio pataikymo vietos nustatymas

Ir t.t...



Pagrindiniai teiginiai

- ✎ Patys galingiausi šiuo metu kompiuteriai pagal operacijų atlikimo greitį bei saugomos informacijos kiekį nusileidžia bitės, o aplenkia slieko bei dëlės neuronų tinklus.
- ✎ Biologinių neuronų tinklų privalumai prieš šiuolaikinius kompiuterius glūdi lygiagrečiame informacijos apdorojime, adaptyviame bei paskirstytame informacijos saugojime ir lokalizuotame informacijos apdorojimo valdyme.
- ✎ Norint pasiekti žmogaus smegenų veikimo efektyvumą reikia iš pagrindų keisti kompiuterių architektūrą.
- ✎ Nors dirbtinių neuronų tinklų teorijos pradžia gali būti laikomi 1949 m. (D. Hebb), teorijos pagrindų formavimusi - 1962 m. (F. Rosenblatt), tačiau ši teorija aktyviai vystoma ir šiuo metu.
- ✎ Labiausiai plinta DNT realizavimas kompiuteriu bei specializuota aparatūra.
- ✎ Perspektyviausias yra optinis/elektro-optinis DNT realizavimo būdas.
- ✎ DNT naudojimo sričių ratas yra labai platus.
- ✎ Pagrindinis veiksnys sąlygojantis tokį didelį DNT populiarumą yra greitas ir pakankamai paprastas didelės apimties problemų sprendimas remiantis DNT.