6 -Дәріс

Бақыланатын Хебб оқытуы.

Дәріс мақсаты:

- Хебб ережесі нейрондық желіні үйренудің алғашқы заңдарының бірі болды. Оны 1949 жылы Дональд Хебб мидағы синаптикалық модификацияның ықтимал механизмі ретінде ұсынды және

содан бері жасанды нейрондық желілерді үйрету үшін қолданылды. Біз сондай-ақ Hebb ережесін үлгіні тануда нейрондық желілерді үйрету үшін қалай қолдануға болатынын көрсетеміз.

- «Екі ми процесі бірге немесе бірден бірізді түрде белсенді болған кезде, олардың біреуі қайталану кезінде өзінің күшін екіншісіне таратуға бейім».

Оқу нәтижелері

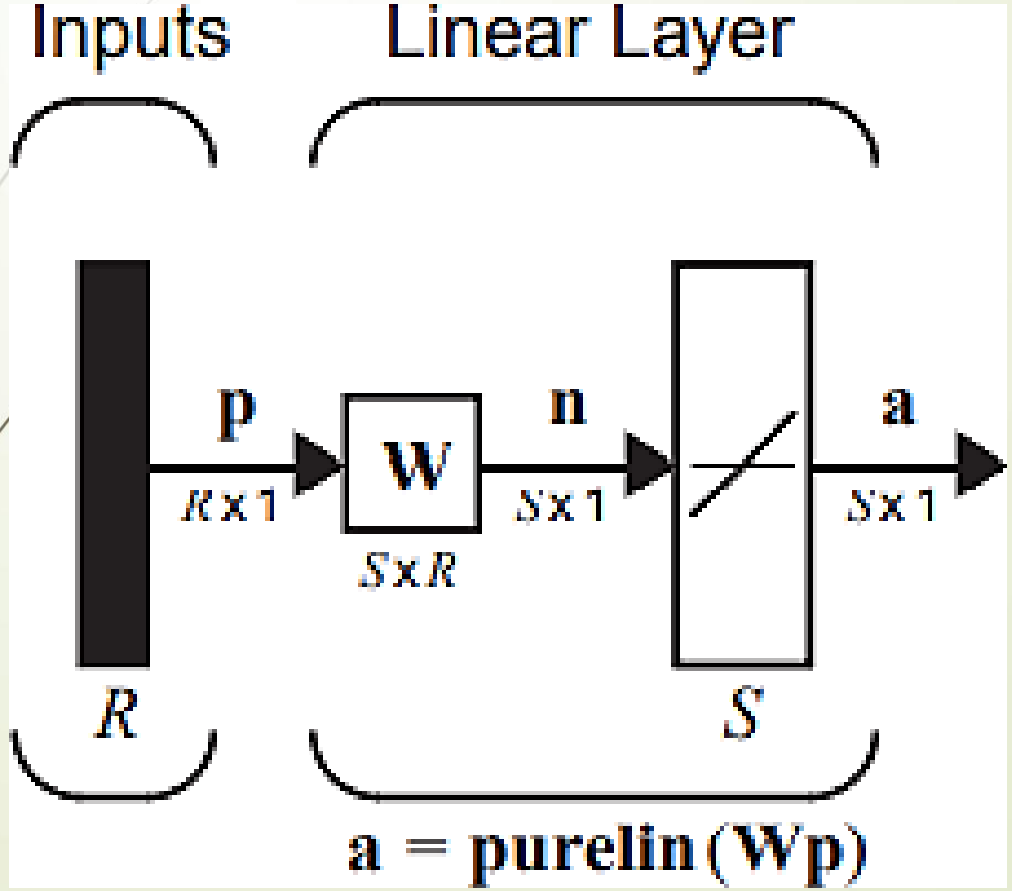
Дәрісті меңгеру нәтижесінде студенттер:

- **Түсінеді:** Хебб постулатының биологиялық және математикалық мәнін, сондай-ақ сызықтық ассоциатордың ассоциативті жады ретінде жұмыс істеу принципін.
- **Қолдана алады:** Хебб ережесін және псевдокері матрица әдісін қолданып, эталондық үлгілерді есте сақтайтын нейрондық желінің салмақ матрицасын есептей алады.
- **Талдай алады:** Кіріс векторларының ортогональдығы мен сызықтық тәуелсіздігінің ассоциативті жадының дәлдігі мен қателік деңгейіне тигізетін әсерін бағалай алады.

Хебб постулатының тарихы мен биологиялық негізі

- **Дональд Хебб ережесі (1949 ж.):** Мидағы синаптикалық байланыстардың өзгеру механизмін сипаттайтын алғашқы оқыту заңы. Оның негізгі қағидасы: *«Егер синапстың екі жағындағы екі нейрон бір уақытта (немесе бірізді) белсендірілсе, олардың арасындағы синапстың күші (салмағы) артады»*.
- Жасанды нейрондық желілерде бұл қағида кіріс сигналы мен мақсатты шығыс сигналының көбейтіндісіне пропорционал түрде салмақ коэффициенттерін арттыру арқылы жүзеге асады.

Сызықтық Ассоциатор



$$\mathbf{a} = \mathbf{W}\mathbf{p},$$

$$a_i = \sum_{j=1}^{R} w_{ij} p_j .$$

Ассоциативті жады

Егер синапстың екі жағындағы екі нейрон бір уақытта белсендірілсе, синапстың күші артады.

$$w_{ij}^{new} = w_{ij}^{old} + \alpha a_{iq} p_{jq}.$$

$$\mathbf{W}^{new} = \mathbf{W}^{old} + \mathbf{t}_q \mathbf{p}_q^T.$$

$$w_{ij}^{new} = w_{ij}^{old} + t_{iq} p_{jq},$$

$$\mathbf{W} = \mathbf{t}_1 \mathbf{p}_1^T + \mathbf{t}_2 \mathbf{p}_2^T + \cdots + \mathbf{t}_Q \mathbf{p}_Q^T = \sum_{q=1}^{Q} \mathbf{t}_q \mathbf{p}_q^T.$$

Қорытынды

Бұл дәрісте нейрондық желілер теориясының іргетасын қалаған Дональд Хеббтің оқыту ережесі мен сызықтық ассоциатор моделі қарастырылды. Хебб ережесі нейробиологиялық қағидаттарды математикалық тілге аударып, кіріс және шығыс сигналдарының өзара корреляциясы негізінде ассоциативті жады құруға мүмкіндік береді.

Дәріс барысында классикалық Хебб ережесі тек ортогональды кіріс векторлары үшін ғана мінсіз нәтиже беретіні, ал ортогональды емес, бірақ сызықтық тәуелсіз векторлар үшін псевдокері матрица ережесін (\(W = T P^+\)) қолдану қажеттігі дәлелденді. Бұл әдістер бейнелерді тану, шулы деректерді қалпына келтіру және заманауи корреляциялық жады жүйелерін жобалауда маңызды рөл атқарады.

Өзін-өзі бағалау сұрақтары

1. **Хебб постулаты:** Дональд Хебб ұсынған синаптикалық оқыту заңының негізгі идеясын тұжырымдаңыз. Ол жасанды нейрондық желіде қандай формуламен өрнектеледі?

2. **Сызықтық ассоциатор:** Сызықтық ассоциатордың құрылымы қандай? *Автоассоциативті* және *гетероассоциативті* жадының айырмашылығын түсіндіріңіз.

3. **Матрицалық жазылу:** (Q) оқыту жұбы берілгенде, Хебб ережесі бойынша салмақ матрицасы (W) қандай матрицалық формуламен есептеледі?

4. **Ортогональдық шарты:** Қандай жағдайда классикалық Хебб ережесі (W = T P^T)) кіріс үлгілерін ешбір қатесіз таниды? Егер кіріс векторлары ортогональды болмаса, желі шығысында қандай мәселе туындайды?

5. **Псевдокері ереже:** Неліктен (W P = T) теңдеуін шешу үшін кәдімгі кері матрицаның (P^{-1}) орнына Мур-Пенроуз псевдокері матрицасы (P^{+}) қолданылады?

6. **Қолдану шарты:** Псевдокері ережені (W = T P^+) қолдану үшін кіріс векторларына қандай міндетті математикалық талап қойылады?

Әдебиеттер тізімі

1. **Хейган М. Т., Демут Х. Б., Бил М. Х., Де Хесус О.** Нейронные сети. Дизайн и применение (Neural Network Design). — М.: ДМК Пресс, 2021. — 800 с. *(7-тарау: «Обучение по правилу Хебба с учителем» — сызықтық ассоциатор, ортогональдық талдау және псевдокері ереже).*

2. **Хайкин С.** Нейронные сети: полный курс. — 2-е изд. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2018. — 1104 с. *(Хебб синапсы, корреляциялық матрицалық жады және псевдокері шешімдер).*

3. **Осовский С.** Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2017. — 448 с. *(Ассоциативті жады желілері және Хебб алгоритмі).*

4. **Стренг Г.** Линейная алгебра и ее применения. — М.: Мир, 2015. — 454 с. *(Ортогональды векторлар, проекциялар және псевдокері матрицалар теориясы).*

5. **Бейсембекова Р. Н., Әбдірахманова Ж. Б.** Жасанды интеллект және нейрондық желілер негіздері: Оқу құралы. — Алматы: Қазақ университеті, 2021. — 184 б. *(Қазақ тіліндегі Хебб оқыту ережесі мен ассоциативті желілер).*