

№ 3 Дәріс. Күй мәні және әрекет мәні (State Value және Action Value)

Дәрістің мақсаты:

Бұл дәрістің мақсаты – нығайтылған оқытудағы (reinforcement learning) негізгі ұғымдардың бірі болып саналатын күй мәні (state value) және әрекет мәні (action value) түсініктерін кеңінен қарастыру. Студенттер бұл ұғымдардың маңызын, олардың агенттің мінез-құлқын басқарудағы рөлін, сонымен қатар шешім қабылдау стратегияларын құрудағы орнын түсінуі тиіс.

Кілт сөздер:

Нықталандырумен оқыту, агент, орта, күй (state), әрекет (action), сыйақы (reward), күй мәні (value function), әрекет мәні (action-value function), саясат (policy), үйрену стратегиясы.

Дәріс жоспары:

1. Нықталандырумен оқытуда күй мен әрекеттің рөлі
2. Күй мәнінің түсінігі және оның маңызы
3. Әрекет мәнінің анықтамасы және ерекшеліктері
4. Күй мәні мен әрекет мәні арасындағы байланыс
5. Қолданылу салалары мен практикалық мысалдар
6. Қорытынды

1. Кіріспе

Нықталандырумен оқыту (RL – Reinforcement Learning) – жасанды интеллектінің маңызды салаларының бірі. Бұл тәсілде агент қоршаған ортамен өзара әрекеттесіп, тәжірибе арқылы үйренеді. Әрбір күй мен әрекет нәтижесінде агент сыйақы (reward) алады және осы ақпарат негізінде болашақта тиімді шешім қабылдауға үйренеді.

RL-дің басты мақсаты – уақыт өте келе ең жоғары жиынтық сыйақы алуға мүмкіндік беретін мінез-құлық стратегиясын (policy) үйрену. Бұл стратегияны қалыптастыруда екі маңызды ұғым — күй мәні (state value) және әрекет мәні (action value) ерекше орын алады.

Күй мәні мен әрекет мәні — агенттің шешім қабылдау процесін сандық тұрғыда бағалауға арналған құралдар. Олар арқылы агент әрбір жағдайдың немесе әрекеттің қаншалықты пайдалы екенін болжай алады. Осылайша агент интуитивті түрде «жақсы» және «жаман» таңдауларды ажырата бастайды.

2. Күй мен әрекеттің рөлі

Нықталандырумен оқыту жүйесінде агент белгілі бір күйде (state) болады және ол күйге байланысты әрекет (action) таңдайды. Орта сол әрекетке жауап ретінде агентке сыйақы (reward) береді және оны жаңа күйге ауыстырады.

Бұл үдеріс қайталанып отырады, және агент уақыт өте келе әрбір күй мен әрекеттің ұзақ мерзімді нәтижесін бағалауға тырысады. Осы бағалау процесінде күй мәні мен әрекет мәні ұғымдары қолданылады.

3. Күй мәні (State Value)

Күй мәні — бұл агенттің белгілі бір күйде болғанда қаншалықты жақсы жағдайда тұрғанын көрсететін көрсеткіш. Яғни, егер агент осы күйден бастап болашақта ең жақсы шешімдер қабылдайтын болса, онда ол қаншалықты үлкен сыйақы алады деген сұраққа жауап береді. Басқаша айтқанда, күй мәні – бұл «осы жерден бастасам, қаншалықты жақсы болады?» деген өлшем. Мысалы, егер шахмат ойынында агенттің фигуралары қарсыласына қарағанда тиімді орналасқан болса, ол күйдің мәні жоғары болады. Ал керісінше жағдайда күй мәні төмендейді.

Күй мәнін білу агентке әр түрлі жағдайларда ең тиімді әрекетті таңдауға мүмкіндік береді. Бұл ұзақ мерзімді стратегия құруда маңызды рөл атқарады.

4. Әрекет мәні (Action Value)

Әрекет мәні немесе Q-мәні (action-value) – бұл агенттің белгілі бір күйде нақты бір әрекет жасағанда қаншалықты тиімді нәтиже алатынын сипаттайды. Яғни, егер агент нақты бір күйде тұр және белгілі бір әрекет жасаса, сол әрекеттен кейін күтілетін жалпы сыйақы қандай болады деген сұраққа жауап береді. Күй мәні тек күйдің сапасын бағаласа, әрекет мәні – күй мен әрекетті бірге қарастырады. Бұл агентке нақты шешім қабылдауға көмектеседі.

Мысалы, робот жол айырығында тұр делік. Ол солға бұрылуы немесе оңға бұрылуы мүмкін. Күй мәні бұл жағдайдың жалпы тиімділігін сипаттайды, ал әрекет мәні әр бағыттың ықтимал нәтижесін салыстырады. Осылайша агент ең тиімді бағытты таңдайды.

5. Күй мәні мен әрекет мәні арасындағы байланыс

Күй мәні мен әрекет мәні өзара тығыз байланысты. Әрекет мәні арқылы күй мәнін анықтауға болады және керісінше. Күй мәні – бұл белгілі бір күйдегі барлық мүмкін әрекеттердің мәндерінің орташа немесе ең жақсы шамасы. Ал әрекет мәні – бұл белгілі бір күйде нақты әрекетті орындағанда алынатын нәтижені бағалау.

Бұл байланыс агентке үйрену процесін жеңілдетеді. Мысалы, агент әрекет мәндерін үйрену арқылы автоматты түрде күй мәндерін де жақсартады.

6. Қолданылу салалары мен мысалдар

Күй және әрекет мәндері түрлі салаларда қолданылады:

- Робототехникада: робот өз қимылдарының нәтижесін бағалайды.
- Қаржыда: агент инвестициялық шешімдердің тиімділігін үйренеді.
- Ойын индустриясында: агент жеңіске жету ықтималдығын арттырады.
- Транспорттық жүйелерде: агент қозғалыс бағытын немесе уақытын оңтайландырады.

Мысалы, автопилот жүйесі жолдағы жағдайға (күйге) қарай, ең тиімді бұрылыс немесе жылдамдық (әрекет) таңдайды.

7. Қорытынды

Күй мәні мен әрекет мәні — нығайтылған оқыту теориясының негізін құрайтын маңызды ұғымдар. Олар агенттің шешім қабылдау қабілетін қалыптастырады және ұзақ мерзімді мақсаттарға жету үшін стратегия құруға көмектеседі.

Күй мәні – белгілі бір жағдайдың жалпы тиімділігін бағаласа, әрекет мәні – нақты қадамның нәтижесін болжайды. Осы екі функцияны дұрыс түсініп қолдану арқылы күрделі жүйелерді басқару, ресурстарды оңтайландыру және интеллектуалды шешім қабылдау процестерін автоматтандыруға болады.

Нығайтылған оқытудың дамуымен күй және әрекет мәндерін есептеу мен жақсарту әдістері де жетіліп келеді. Бұл болашақта жасанды интеллекттің одан әрі интеллектуалдануына және дербес шешім қабылдау мүмкіндіктерінің кеңеюіне жол ашады.

Бақылау сұрақтары

1. Нықталандырумен оқыту (reinforcement learning) дегеніміз не?
2. Агент пен орта арасындағы өзара әрекет қалай жүреді?
3. Күй (state) ұғымы нені білдіреді?
4. Әрекет (action) дегеніміз не және ол агенттің шешім қабылдауында қандай рөл атқарады?
5. Күй мәні (state value) дегеніміз не?
6. Күй мәні неліктен маңызды және ол агентке қандай ақпарат береді?
7. Әрекет мәні (action value немесе Q-value) дегеніміз не?
8. Күй мәні мен әрекет мәні арасындағы айырмашылық неде?
9. Күй мәні мен әрекет мәні қалай өзара байланысты?
10. Агенттің саясат (policy) ұғымы нені білдіреді және ол күй мен әрекет мәніне қалай әсер етеді?
11. Күй мәні мен әрекет мәні қалайша агенттің үйрену процесін басқарады?
12. Q-мәнге негізделген әдістер қай салаларда қолданылады?
13. Күй және әрекет мәндерін есептеу қандай артықшылықтар береді?
14. Күй мәні мен әрекет мәні түсініктерін қолдану арқылы агенттің мінез-құлқын қалай жетілдіруге болады?
15. Бұл ұғымдар нақты өмірдегі қандай мысалдарда (мысалы, ойындар, роботтар, қаржы жүйесі, көлік қозғалысы) көрініс табады?

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Sutton, R. S., & Barto, A. G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, 2018.
2. Kaelbling, L. P., Littman, M. L., & Moore, A. W. *Reinforcement Learning: A Survey*. Journal of Artificial Intelligence Research, 1996.
3. Silver, D. *UCL Course on Reinforcement Learning*. University College London, 2015.

4. Busoniu, L., Babuska, R., De Schutter, B., & Ernst, D. *Reinforcement Learning and Dynamic Programming Using Function Approximators*. CRC Press, 2010.
5. Russell, S., & Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 2021.