



Ilustracja 8.11. Architektura agenta do gier Atari

Podążanie w głąb sieci neuronowych

Pod wieloma względami Atari było idealną platformą, za pomocą której DeepMind mógł zaprezentować mocne strony sieci neuronowych. Gry Atari miały to do siebie, że dostarczały agentowi jasnej, obiektywnej funkcji, liczbę zdobytych punktów, a jednocześnie oferowały nieskończone ilości danych do trenowania sieci. DeepMind dzięki stworzeniu Arcade Learning Environment przez badaczy z University of Alberta mógł skoncentrować się wyłącznie na zaprojektowaniu agenta potrafiącego grać w tyle różnych gier, na ile pozwalało tylko środowisko do nauki. Jak zobaczymy w rozdziale dziewiątym, ilość danych to jeden z najważniejszych czynników, od których zależy trenowanie złożonych sieci neuronowych.

Dowiedzieliśmy się, co dzieje się – przynajmniej na powierzchni – z siecią neuronową, gdy ta gra w gry Atari. Wiele pytań pozostało jednak bez odpowiedzi. Na przykład: kiedy agentowi do gier Atari nie szło dobrze? Choć agent, bez względu na to, w jaką grał grę, opierał się na tej samej architekturze sieci neuronowej – trzech warstwach konwolucyjnych, po których następowały dwie warstwy w pełni połączone – przyswajał sobie różne wagi sieci w zależności od rodzaju gry. Po odbyciu treningu w dwadzieścia dziewięć z tych gier grał lepiej niż zawodowi gracze.

W porównaniu z człowiekiem sieć neuronowa wypadła najlepiej w grze Atari pod tytułem *Video Pinball*. W pinballu najważniejsze zadanie agenta sprowadza się do niewielkiego elementu gry: miejsca, gdzie łapka zetknie się z kulką. Sieć

musi po prostu reagować, z refleksem i precyzją, w momencie gdy kulka zmierza w kierunku dołu ekranu. Gra pozwala także graczowi „przechylić” automat do pinballu w jakąś ze stron, tak aby kulka przemieściła się w bardziej dogodne miejsce. Gdy kulka dociera na dół ekranu, agent może wykorzystać czynność przechylenia, by idealnie ją ulokować. Ponieważ sieć potrafiła zdobywać wiedzę na temat ruchu oraz reagować z precyzją właściwą maszynie, w ciągu jednej rozgrywki zdobywała średnio 20 razy więcej punktów niż zawodowi gracze³.

W grze *Montezuma's Revenge* agentowi wiodło się fatalnie⁴. Zadaniem gracza w tej grze jest eksplorowanie tworzących labirynt podziemi azteckiej piramidy (pomyślmy o *Super Mario Brothers* z drabinami). Gracz przemieszcza się z komnaty do komnaty, wystrzegając się wrogów i poszukując klejnotów. Drugą grą, która sprawiła agentowi największej trudności, była *Private Eye*, w której misja gracza polega na odnajdywaniu podpowiedzi i różnych przedmiotów rozsianych po mieście.

Obie wspomniane gry polegały na eksploracji, która przez całą rozgrywkę wymagała od gracza świadomości kontekstu. Gracz musiał kontrolować, co zrobił, a czego nie zrobił, dokąd dotarł i dokąd należy pójść później. Agent do gier Atari nie potrafił tego dokonać, ponieważ nie posiadał pamięci. Nie istniał żaden sposób kontrolowania, które komnaty odwiedził, a których nie, co zrobił, a czego nie zrobił.

Istniał jeszcze jeden powód, powiązany z poprzednim, dlaczego agent nie radził sobie zbyt dobrze z tymi grami. Jak pamiętamy, na początku agent trenował samodzielnie, wybierając całkowicie losowe działania. Podejmując losowe działania, nie był w stanie posunąć się do przodu w grach opierających się na eksploracji. W *Montezuma's Revenge* agent po prostu wchodził do komnaty i zaczynał po niej krążyć, i rzadko kiedy – jeśli w ogóle – przechodził przez pierwsze pomieszczenie do następnego. Jako że nie był w stanie czynić postępów w eksploracji, nie mógł też zdobyć punktów umożliwiających mu nauczenie się czegoś pożytecznego. Później poznamy kilka metod, w ramach których agent może rejestrować stan gry. Niemniej już teraz muszę ostrzec, że nie otrzymamy wszystkich odpowiedzi: to wciąż problem do końca nierozwiązany i zarazem przedmiot aktywnych badań naukowców zajmujących się uczeniem przez wzmacnianie.

Jednym z najbardziej udanych elementów agenta Atari była jego zdolność do postrzegania świata za pomocą konwolucyjnych sieci neuronowych. Głębokie sieci konwolucyjne, choć stanowią osiągnięcie stosunkowo młode, w kilku ostatnich latach okrzepły do tego stopnia, że komputery potrafią już klasyfikować obiekty na fotografiach lepiej niż ludzie. W następnych rozdziałach zajrzemy pod maskę wybranych sieci neuronowych, by dowiedzieć się, jak im się to udaje.