

Індуктивні методи моделювання навігації агента

Накрийко Андрій

22 квітня 2009 р.

Анотація

1 Вступ

2 Проблема керування

3 Експертні правила та штучна нейронна мережа

Першим підходом до розв'язання задачі керування агентом було використання нейромережі з певним наперед заданим набором експертних правил. Ідея такого підходу полягає в тому, щоб, задавши набір ключових правил, використати здатність нейромережі до генералізації даних і поширити експертні знання на увесь простір можливих ситуацій. Таким чином, можна отримати контролер, який здатний приймати “осмислені” рішення в ситуаціях, для яких не було надано експертних правил, на основі правил, заданих для “близьких” ситуацій.

3.1 Результати підходу на основі експертних знань

Результати не можна охарактеризувати однозначно. З однієї сторони, система контролю на базі нейромережі досить адекватно керувала автомобілем з доволі складною фізикою, успішно оминаючи перешкоди та забезпечуючи безперервний рух автомобіля в середовищі, про яке вона не мала жодної попередньої інформації. Більше того, для підвищення рівня “природності” керування, системі контролю надавалася лише інформація про об'єкти, які попадали в поле зору автомобіля, що являло собою сектор з визначеним радіусом (дальністю бачення) та центральним кутом (кутом огляду). Базуючись лише на даних про віддаль до найближчих об'єктів в полі зору, система контролю забезпечувала завчасне оминання перешкоди з плавною зміною швидкості та напрямку руху автомобіля. Очевидно, що велику роль в досягненні вказаної природності та адекватності керування відіграла вдало підібрана навчальна множина.

З іншого боку, найбільшою проблемою, з якою довелося зіткнутися, була наявність ситуацій, в яких автомобіль зупинявся і система контролю не могла вивести його з нерухомого стану. Це, зокрема, ситуація, подана на рис. ??, в якій автомобіль заїхав у глухий кут і застряг, не зумівши здійснити розворот назад. Цю проблему, теоретично, можна було б розв'язати, ввівши у визначення стану автомобіля значення поточної швидкості та задавши додаткові набори ключових експертних правил, які б дозволили автомобілю здійснити розвертання у разі застрягання в глухомо куті. Проте на практиці це достатньо проблематично, оскільки введення додаткової змінної стану призводить до ускладнення поведінки всієї системи, підвищення рівня вимог до точності та репрезентативності експертних правил. Більше того, для того, щоб зробити розвертання автомобіля безпечнішим та природнішим, довелося б вводити також змінні, які б відповідали за задній огляд автомобіля, що призводить до ще більш строгих вимог до експертних правил.

Слід зазначити, що ще однією причиною (окрім вказаної обмеженості визначеного стану динамічної системи) такої поведінки є особливість фізичної моделі автомобіля. Мається на увазі природа автомобіля — для того щоб здійснити поворот, чи, тим більше, розворот, автомобіль повинен здійснювати поступальний рух, що в умовах, коли вже відбулося “застрягання”, дуже проблематично. Можливим розв'язанням даної проблеми є зміна типу транспортного засобу. Якщо взяти транспортний засіб, здатний здійснювати поворот без поступального руху, то можна значно зменшити ймовірність його застрягання. Таким транспортним засобом, для прикладу, може бути танк, в якому

шляхом незалежного обертання гусениць в різні сторони можна домогтися розвороту на будь-який кут, стоячи при цьому на місці.

Ще однією важливою проблемою є вибір внутрішньої структури нейромережі. Якщо використати недостатню кількість нейронів, то нейромережа не зможе в достатній мірі вивчити набір правил і, таким чином, не зможе в повністю використати експертні знання. З іншого боку, використовуючи надто велику кількість нейронів, існує загроза надто точного запам'ятовування (overfitting) правил без належної генералізації їх на схожі ситуації. В такому випадку нейромережа буде точно виконувати задані правила у відповідних ситуаціях, але навіть незначна зміна ситуації призведе до різкої зміни значень керованих змінних, порівняно з близькою еталонною ситуацією.

Таким чином, при використанні наперед заданих експертних правил, з'являється велика кількість практичних питань, на які немає чітких теоретичних відповідей, а все доводиться вирішувати в результаті численних експериментів. Саме тому було вирішено відійти від підходу, який базується на заздалегідь відібраних експертних знаннях, а піти шляхом самоорганізації — дати можливість агенту розробити власну систему правил на основі отриманого внаслідок взаємодії з середовищем досвіду.

4 Самоорганізаційний підхід — навчання з підсиленням

Оскільки використання попереднього підходу сильно залежить від якості навчальної вибірки (експертних правил), що при найменшому ускладненні сприйняття агентом середовища призводить до значних ускладнень експертних правил, було вирішено відійти від моделі навчання з учителем. Натомість був використаний самоорганізаційний підхід. Основна ідея такого підходу полягає в тому, щоб дати можливість агенту розробити власну систему правил щодо оптимальної поведінки в умовах середовища, завдяки безпосередній взаємодії з середовищем. Взаємодіючи з середовищем, агент отримує певний досвід і, якщо задати певний механізм оцінки агентом власних дій, то в результаті достатньої кількості “досвіду”, можна надіятися, що агент розробить ефективну стратегію поведінки. Такий підхід отримав назву *навчання з підсиленням (reinforcement learning)*. При використанні навчання з підсиленням відпадає необхідність в досить складному і трудомісткому процесі розробки системи якісних і репрезентативних експертних правил, хоча, натомість, з'являється необхідність в виборі механізму оцінки дій агента. Проте, для достатньо складних систем зазвичай значно легше визначити механізм оцінки дій, аніж розробити достатньо повну та якісну систему правил.

Ми розглянемо застосування такого індуктивного процесу навчання (на відміну від дедуктивного на базі системи правил) до вищезазначеної задачі навігації агента в умовах наперед не відомого середовища, використавши *принцип навчання з підсиленням (reinforcement learning)*.

4.1 Загальні поняття навчання з підсиленням

4.2 Класифікація методів розв'язку

4.3 Ускладнення задачі

5 Висновки

6 Література

Література

- [1] Philippe Kunzle. Vehicle Control with Neural Networks — <http://www.gamedev.net/reference/articles/article1988.asp>
- [2] Wikipedia. Control Theory — http://en.wikipedia.org/wiki/Control_theory