

3

Utrzymać się na drodze Percepcja samochodów autonomicznych

*Autonomiczną nawigację traktuj jako zagadnienie z dziedziny oprogramowania.
filozofia projektu Stanford Racing Team, 2005*

Drugi Grand Challenge

Drugi Grand Challenge odbył się półtora roku po pierwszym, również na pustyni Mojave. Tym razem samochody bezzałogowe startowały w pięciominutowych odstępach, tak aby nie przeszkadzały sobie wzajemnie na trasie przejazdu¹.

Strategia Red Team po raz kolejny koncentrowała się wokół mapowania trasy i nawigacji. W miesiącu poprzedzającym zawody zespół wysłał na pustynię trzech kierowców, których zadaniem było przeszukanie 2000 mil terenu pod kątem potencjalnych tras, jakie mogły zostać wyznaczone na potrzeby rajdu. Tak samo jak przedtem, zespół złożony z ludzi przestudiował trasę na dwie godziny przed startem, by pomóc komputerowi zaplanować ścieżkę, która następnie została wczytana do pojazdu Humvee². Wprowadzono również regułę, która miała zapobiec zatrzymaniu się pojazdu na skałach. Jeśli pojazd by utknął – to znaczy gdyby koła obracały się, choć czujnik GPS twierdziłby, że stoi w miejscu – Humvee miał cofnąć się o 10 metrów, wyczyścić wskazania przeszkód i spróbować ponownie³.

Największe wyzwanie na trasie stanowił Beer Bottle Pass, 1,5-milowa nieutwardzona droga ze stromymi skałami po jednej stronie i 30-metrowym uskokiem po drugiej⁴. Uczestnicy zawodów gromadzili się wokół ekranu

z transmisją wideo z przesmyku, by sprawdzić, czy ich samochody temu podołały⁵. Humvee autorstwa Red Team poradził sobie całkiem nieźle, choć podczas przejazdu nieco się ocierał. W istocie Humvee przemierzył z powodzeniem cały dystans, czyli 132 mile – dwanaście razy dłuższy dystans niż podczas pierwszych zawodów⁶. Mimo to jednak nie wygrał.

Zwycięzcą rajdu okazał się Stanley, samochód zbudowany przez zespół Stanford Racing Team, który startował w zawodach po raz pierwszy. Stanley jechał tak szybko, że dwukrotnie należało go zatrzymać, by dać więcej czasu pojazdowi jadącemu przed nim⁷. Ostatecznie jednak organizatorzy zawodów zatrzymali samochód jadący przez Stanleyem, by utorować mu drogę. Ostatecznie Stanley ukończył wyścig 10 minut szybciej niż Humvee autorstwa Red Team⁸.

Na czele zespołu Stanford Racing Team stał Sebastian Thrun, najmłodszy w historii szef stanfordzkiego laboratorium sztucznej inteligencji. Sebastian również wywodził się z Carnegie Mellon, gdzie kilka lat wcześniej sprawował funkcję młodszego pracownika naukowego w laboratorium robotyki. Nigdy jeszcze nie skonstruował żadnego samochodu autonomicznego, ale Grand Challenge go do tego zainspirował. Poznawszy wyniki wyścigu – tej pustynnej porażki – zadał sobie pytanie: „Co moglibyśmy zrobić lepiej?”⁹. Dzięki pomocy Volkswagena – dwóm touaregom tej marki oraz wsparciu będącego własnością firmy Electronics Research Laboratory – od inspiracji przeszedł do czynu¹⁰.

Jak ujął to w osobistej relacji z wyścigu, zasoby ludzkie potrzebne do zbudowania Stanleya zgromadził, organizując seminarium, podczas którego powstał prototyp¹¹. Nie były to zwykłe zajęcia: nie wymagało się podręczników, nie istniał syllabus ani też nie zadawano lektur¹². Dwudziestka uczestników kursu na potrzeby zajęć przeczytała zaledwie dwa teksty, dzięki czemu nie była przywiązana do żadnych konkretnych rozwiązań¹³. W ciągu ośmiu krótkich tygodni zbudowano prototyp potrafiący przejechać dłuższy dystans niż Humvee (choć w wolniejszym tempie)¹⁴.

Co przesądziło o sukcesie Stanleya w zawodach? Zespoły biorące udział w poprzednim wyścigu zbyt mało uwagi poświęciły na takie kwestie jak wykrywanie przeszkód¹⁵. Stanford Racing Team uznał, że przykładanie tak dużej wagi do mapowania i nawigacji kosztem odbierania bodźców z otoczenia jest błędem. Mimo że konkurenci Stanleya, zespół Red Team, przeczesał 2000 mil pustynnych dróg przed drugim Grand Challenge, zbadany teren stanowił zaledwie 2 procent faktycznej trasy przejazdu¹⁶.

Stanford Racing Team – zdając sobie sprawę, że nawet potężny Humvee może zostać zatrzymany przez skały, a także wiedząc od DARPA, że drogę da radę przemierzyć zwykły pickup – przyjął odmienną filozofię projektu wyrażającą się we frazie: „Autonomiczną nawigację traktuj jako zagadnienie z dziedziny oprogramowania”¹⁷. Po ukończeniu zajęć, podczas których studenci

zaprojektowali pierwszą wersję maszyny, Sebastian wraz z mniejszą już grupą osób (złożoną zaledwie garstki studentów z zajęć oraz innych badaczy) wyrzucił do kosza większość kodu i przepisał go z większą starannością, stawiając wysoką poprzeczkę oprogramowaniu, w które miał zostać wyposażony pojazd¹⁸. Jednak zespół nie zamierzał polegać wyłącznie na oprogramowaniu, projekt miał bowiem opierać się również na uczeniu maszynowym, które rozwiązałoby problem kierowania pojazdem.

Uczenie maszynowe w samochodach autonomicznych

Stanford Racing Team nie był pierwszą grupą badawczą, która wykorzystała uczenie maszynowe w projektowaniu samochodów autonomicznych. Zagadnienie to poddawano analizie w kontekście pojazdów bezzałogowych przynajmniej od lat 80. XX wieku¹⁹. Był jednak jednym z pierwszych zespołów zajmujących się samochodami autonomicznymi, który tak bardzo postawił na uczenie maszynowe i który wykorzystał jego rolę w tej dziedzinie prawie dziesięć lat przed tym, gdy stało się ono modnym hasłem pojawiającym się w mediach głównego nurtu. W opisie samochodu sporządzonym po wyścigu zespół Sebastiana stwierdził:

O solidności i precyzyjności Stanleya przesądził wszechstronny użycie uczyniony z uczenia maszynowego, zarówno przed wyścigiem, jak i po nim. Uważamy, że technologie te, połączone ze szczegółowym testowaniem samochodu, jakie miało miejsce, przyczyniły się znacząco do sukcesu odniesionego w rajdzie przez Stanleya²⁰.

Kiedy Sebastian i jego zespół przystępowali do pracy nad konstruowaniem Stanleya, mieli przed sobą ogromne wyzwanie. Musieli obmyślić sposób, w jaki ich automat będzie postrzegał świat i na niego reagował: Stanley nie mógł pozwolić sobie nawet na sekundowe opóźnienia w trakcie wyszukiwania nowej ścieżki; musiał podejmować decyzje płynnie wraz z przekształcaniem się jego modelu otoczenia. Zespół rozważył to zagadnienie, tak jak ekipa architektów rozważa zaprojektowanie nowego budynku. Członkowie zespołu musieli wymyślić dla Stanleya określoną architekturę.

Architektura Stanleya

Architektura, na jaką się zdecydowali, została podzielona na trzy osobne segmenty, które przedstawia ilustracja 3.1. Lewy segment architektury to warstwa