



# Algorytm zderzenia

Rośnie liczba samochodów poruszających się po naszych drogach, a wraz z nią liczba wypadków. Ich przebieg odtwarzany jest najczęściej na podstawie relacji świadków. Co jednak zrobić, gdy świadków nie ma lub ich zeznania są sprzeczne?

**W**tedy z pomocą przychodzi PC-Crash – program pozwalający zasymulować zdarzenie, ustalić reakcje kierowców, prędkość i tor ruchu pojazdów. Aplikacja, stworzona przez dra Hermana Steffana, Wolfganga Neubauera i Andreeasa Mosera z Uniwersytetu Technicznego w Grazu, rozwijana jest obecnie przy współudziale fachowców z Instytutu Ekspertyz Sądowych. Istnieje polska wersja programu, a jeden z jego elementów – model rozdziału sił hamowania, zaprojektowali krakowscy naukowcy.

System składa się z trzech podstawowych modułów: PC-Crash, PC-Rect (do fotogrametrycznego przekształcania zdjęć) i PC-Sketch (pozwalający szybko naszkicować ulicę). Działa na komputerach PC486 DX2 z 8MB RAM-u pod kontrolą Windows 3.x, Windows 95 lub Windows NT. Zalecana jest jednak nieco mocniejsza konfiguracja: Pentium 90 MHz z 16 megabajtami RAM-u i dobrą kartą graficzną. Istnieje wiele wersji językowych pakietu.

Aby zacząć pracę z PC-Crashem, należy najpierw przygotować odpowiedni obraz i miejsca wypadku. Musi to być plan przedstawiający drogę z lotu ptaka. Sporządzamy go, umieszczając na jezdni specjalny, równoramienny krzyż lub rysując kredą duży prostokąt. Po sfotografowaniu śladów hamowania, rozbitych wraków i wspomnianych figur, wczytuje się je do PC-Recta. Za pomocą tej aplikacji można przekształcić obraz widziany okiem kamery na rzut pionowy. W ten sposób otrzymuje się szkic terenu z zachowaniem wszystkich odległości. Wyraźnie widać na nim ślady opon na jezdni; miejsca, w których kierowcy hamowali i gdzie stracili kontrolę nad pojazdami. Na tak przygotowany podkład nakłada się obraz ulicy lub skrzyżowania, wraz z pojazdami, sporządzony za pomocą PC-Sketcha. Program umożliwia symulację ruchu 32 aut. PC-Crash dysponuje bazą blisko 2000 pojazdów: ich wymiarami, masami, drogami hamowania, momentami bezwładności, pojemnościami silni-

ków itd. Każdy z parametrów można dowolnie zmieniać, by jak najwierniej odwzorować rzeczywistość. Jeśli w którymś z aut odpadnie koło lub zawiodą hamulce, również i tę sytuację da się zaprogramować. Jeżeli na drodze znajdowała się plama oleju i tylko jedno z kół w nią wjechało, nie ma problemu: na szkicu sytuacyjnym obrysowuje się plamę i informuje program, że w tym miejscu przyczepność opony do jezdni była mniejsza.

Auta nie zderzają się jak kulki w pracowni fizycznej. Część ich energii zużytkowana jest na gięcie karoserii. Fizyk powiedziałby, że zderzenie jest częściowo sprężyste. Zjawisko to pozwala przeżyć pasażerom, dlatego w nowoczesnych pojazdach projektuje się tzw. strefy kontrolowanego zgniotu. Wielkość wspomnianego zjawiska podają tzw. współczynniki restytucji. Opracowywane są one dla poszczególnych modeli aut. Crash-testy zderzeń, przeprowadzane przez producentów samochodów w celach doświadczalnych polegają najczęściej na „wjechaniu” przodem auta w blok betonu. Jednak w warunkach rzeczywistych rzadko dochodzi do czołowego zderzenia. Pojazdy zbliżają się do siebie najczęściej pod kątem, obracając się dodatkowo wzdłuż własnej osi. Poza tym ich karoserie zgniatają się, tłumiąc nieco impet uderzenia. Aby poprawnie odtworzyć przebieg wypadku, należy podać komputerowi, ile energii kinetycznej pojazdów wytłumiło zderzenie (ustalić odpowiednie współczynniki restytucji).

Dopiero dysponując takimi informacjami pracownicy Instytutu mogą przystąpić do właściwej symulacji. Jak wiadomo, najtrudniejszym zadaniem jest precyzyjne określenie punktu, w którym nastąpiło zderzenie. Przesuwając go zaledwie o kilka centymetrów, uzyskuje się skrajnie różne drogi samochodów po wypadku. Podczas symulacji zmienia się poszczególne parametry, by odtworzyć ruch pojazdów zgodny ze śladami na jezdni i końcowymi położeniami wraków. Poszczególne fazy ruchu

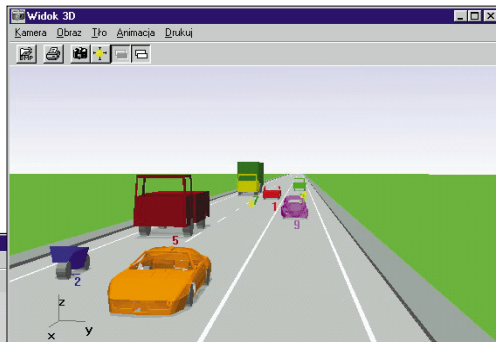


**Obraz zarejestrowany okiem kamery przekształcany jest na rzut pionowy z zachowaniem wszystkich odległości**

można zaznaczać tak, że dokładnie widać przebieg wypadku. Od użytkownika zaś zależy, z jaką prędkością odtwarzane będzie zdarzenie. Jeśli zajdzie potrzeba, symulację można przeprowadzić w odwrotnym kierunku aż do momentu, w którym nastąpiła awaria auta lub błąd kierowcy.

Pracownicy Instytutu Ekspertyz Sądowych często występują w roli biegłych. Sędziowie dysponują bowiem niewystarczającą wiedzą techniczną i suche dane tabelaryczne oraz wykresy przedstawiające wielkości fizyczne (drogę hamowania, moment pędu, siły działające na samochód) niewiele im mówią. Dlatego końco-

prawda, konkurent PC-Crasha, współpracujący z komputerami SiliconGraphics. Okazuje się jednak, że zastosowane w nim modele matematyczne gorzej odwzorowują rzeczywistość niż wykorzystane przez naukowców z Austrii. Oczywiście i w PC-Crashu nie udało się uniknąć pewnych uproszczeń (założono na



**Dzięki możliwości zasymulowania przebiegu zdarzeń podczas gęstej mgły, sędzia potrafi „wczuć” się w rolę kierowcy i ocenić, czy był on w stanie odpowiednio zareagować unikając zderzenia**

wym efektem działania PC-Crasha może być prezentacja przebiegu zdarzenia, śledzonego przez obserwatora, umieszczonego w dowolnym miejscu. Opcja ta pozwala „zobaczyć” sytuację na jezdni oczyma kierowcy, uczestnika wypadku lub świadka. Ponieważ prezentacja wykonywana jest na komputerze, program podaje dokładny czas, jaki pozostał do zderzenia. Dzięki temu sędzia widzi, czy poszczególni kierowcy mieli czas, by odpowiednio zareagować i uniknąć wypadku. Ciekawostką stanowi fakt, że program pozwala symulować jazdę we mgle. Obecnie trwają prace nad symulacją oślepiania kierowcy promieniami słonecznymi. Niestety, prawdopodobnie nigdy nie będziemy mogli dokonać poprawnej symulacji oślepiania kierowcy światłami samochodu nadjeżdżającego z przeciwnika. Można podać jedynie górną i dolną granicę widoczności, trudno jednak dokładnie ocenić, w którym momencie kierujący został oślepiony.

Prezentacje mające na celu wyjaśnienie przebiegu zdarzeń podczas wypadków drogowych przeprowadza się również w sądach angielskich. Wyglądają one bardziej okazale niż proste „filmy” rodem z PC-Crasha. Wynika to z użytego narzędzia. Prezentację tworzy się tam w 3D Studio lub podobnym programie, nie przywiązując zbytniej wagi do szczegółów decydujących o faktycznym przebiegu wypadku. W USA powstał, co

przykład, że auta dysponują 6 stopniami swobody). Taki model jest jednak optymalny: pozwala uzyskać wyniki zbliżone do rzeczywistych, a dostarczająca jej aplikacja jest stosunkowo prosta w użyciu. Niestety, by móc z niej korzystać, trzeba być specjalistą z wielu dziedzin: wiedzieć, jakie parametry wejściowe może przyjąć PC-Crash; orientować się, jak zachowuje się samochód na jezdni; znać szczegóły jego konstrukcji; umieć przewidzieć zachowanie aut podczas zderzenia itp. Konieczna jest również pewna wiedza z zakresu kryminalistyki. Dlatego program jest niedostępny dla przeciętnego użytkownika komputera. Co prawda, jego cena w najprostszej wersji waha się w granicach 2200 zł, jednak nabywca musi posiadać referencje wydawane w Polsce przez Instytut Ekspertyz Sądowych.

Symulacja wypadku samochodowego za pomocą opisywanej aplikacji to jeden z przykładów wykorzystania mocy obliczeniowych drzemających w zwykłym peecie. Naukowcy z Instytutu Ekspertyz Sądowych przewidują, że wkrótce będzie można zwiększyć możliwości programu. Potrzeba do tego silniejszych komputerów, lecz ani one, ani lepsze symulatory nie zmniejszą ilości wypadków na naszych drogach. Może jedynie pozwolą ustalić ich prawdziwe przyczyny.

Witold Kamienobrodzki