

УДК 629.113; 681.51; 621.865.8

В.В. Лотиш, Л.О. Гуменюк, Р.Я. Грудецький

Луцький національний технічний університет

## МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ГРАФА ПЕРЕХОДІВ КЕРУЮЧОГО АВТОМАТА, ЩО РЕАЛІЗУЄТЬСЯ ПРОГРАМНО

Метою проекту є розробка ідеї автопілоту для автомобіля. У проекті застосовується об'єктно-орієнтоване програмування з явним виділенням станів, засноване на застосуванні кінцевих автоматів. Проект виконаний на мові програмування Codegear Delphi 2009.

Ключові слова: автопілот для автомобіля, об'єктно-орієнтоване програмування, кінцеві автомати, Delphi 2009

**Постановка завдання.** Розглядається шосе з автомобілями, що рухаються в одну сторону. Кожен автомобіль має мінімальний набір фізичних параметрів: розміри, швидкість, прискорення, гальмівні зусилля і потужність і т.д. Управління кожною машиною може здійснюватися як автоматично, так і вручну. Автопілот повинен вирішити два основних завдання:

- забезпечити відсутність зіткнень з іншими автомобілями;
- створити умови для руху з пріоритетною (заданою) швидкістю.

Програма забезпечує наочну візуалізацію внутрішньої роботи автопілоту і руху автомобілів на трасі.

**Користувацький інтерфейс.** Управління середовищем моделювання здійснюється з головного вікна програми (рис. 1).

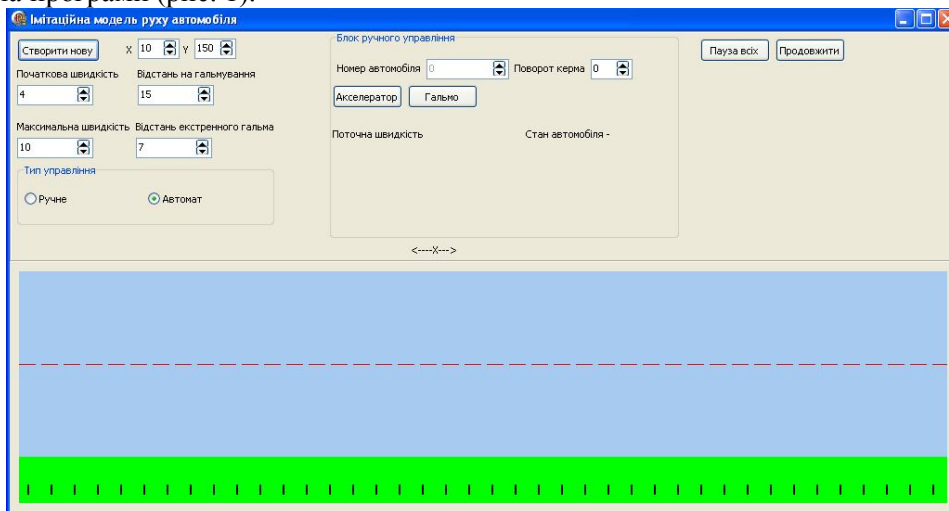


Рис. 1. Головне вікно програми.

Опишемо призначення елементів управління:

- кнопка «Створити нову» ставить на дорогу новий автомобіль;
- кнопка «Акселератор» дозволяє збільшувати швидкість вибраного (поточного) автомобіля.

Можливо лише при ручному управлінні;

- кнопка «Гальмо» дозволяє зменшувати швидкість вибраного (поточного) автомобіля.

Можливо лише при ручному управлінні;

- лічильник «Номер автомобіля» дозволяє змінювати поточне авто;

- кнопка «Пауза всіх» призупиняє рух автомобілів по дорозі;

• кнопка «Продовжити» повертає рух автомобілів, що регулюється автопілотом. При цьому управління повертається у режим автомату;

• параметри «Початкова швидкість», «Відстань гальмування», «Максимальна швидкість», «Відстань екстреного гальма» дозволяють задавати початкові параметри нових автомобілів;

• параметр «Тип управління» дозволяє перемикає управління усіх автомобілів у автоматичний або ручний режим. При автоматичному режимі алгоритм сам вибирає, яким чином діяти, і у раз потреби буде вносити корегування у його рух. При ручному режимі користувач може сам міняти параметри вибраного автомобіля, у тому числі швидкість, поворот керма, тощо. При цьому автопілот вимикається і не втручається в роботу навіть при екстрених ситуаціях.

За допомогою **панелі додавання нової машини** (рис. 2) користувач може змінювати параметри, які присвоюються новому автомобілю. При установці галочки в полі «Тип управління» - «Автомат», управління створеною машиною візьмуть на себе два кінцевих автомата, перший з яких керує швидкістю, а другий - маневруванням.

Рис. 2. Панель додавання нового автомобіля до моделі

Якщо галочку не ставити, то автомобіль після додавання його на дорогу буде знаходитися в режимі ручного управління.

При постановці нового об'єкту на дорогу, йому присвоюється початкові параметри:

- початкова швидкість,
- максимальна швидкість,
- відстань гальмування,
- відстань екстреного гальмування.

Відстань гальмування – це та умовна відстань, коли автомобіль починає пригальмовувати. Якщо ж відстань зменшилася до такої, що є небезпечною (так звана відстань екстреного гальмування), то «сила» гальм збільшується. Це дозволить автомобілям не допустити зіткнення на трасі.

Крім того, початковими параметрами є координати нового автомобіля. Це дозволяє розширити можливості імітаційної моделі та імітувати різноманітні початкові дані і, крім того, урізноманітнити модель.

**Панель стеження за автомобілем** (рис. 3) призначена для стеження за рухом та станом вибраного автомобіля.

Рис. 3. Панель стеження за автомобілем

Вибір поточного авто здійснюється за допомогою перемикача «Номер автомобіля».

При стеженні модель дозволяє слідкувати за:

- поточною швидкістю – швидкістю, з якою автомобіль рухається по трасі,
- поворотом керма у відносних одиницях (0 – кермо рівно),
- станом автомобіля.

Кожному автомобілю (об'єкту) може бути присвоєно один з семи станів:

- 'Стан автомобіля - стабільно';
- 'Стан автомобіля - набір швидкості';
- 'Стан автомобіля - гальмування';
- 'Стан автомобіля - поворот вправо (обгін)';
- 'Стан автомобіля - поворот вліво (обгін)';
- 'Стан автомобіля - поворот вправо + гільмо';
- 'Стан автомобіля - поворот вліво + гальмо';

Таким чином, програма повністю описує автомобіль, що рухається по шосе, містить інформацію про розміри, координати, технічні характеристики автомобіля, а також про його стан в

даний момент. Автомобілі можуть бути створені при запуску програми або додані під час її виконання.

Параметри дороги відповідно задаються при завантаженні програми. Дорога має два основних параметри – це ширина (Height) та довжина (Width), відстань від даної точки до правого або лівого узбіччя.

Слід відзначити, що координати автомобілів визначаються по крайній лівій точці заднього бампера. Для повного опису місцезнаходження автомобіля необхідно задати координати, а також його довжину і ширину.

Основним для автомобіля є пошук перешкод, тобто інших авто, які заважають рухатись по бажаній траєкторії з бажаною швидкістю. Пошук таких перешкод здійснюється програмно. Якщо буде знайдено перешкоду, то автомобіль буде намагатись повернути вправо або вліво (залежно від обставин), та здійснити його обгін.

При неможливості обігнати автомобіль, що рухається спереду, вмикається гальмування та рух по тій же траєкторії, але з меншою швидкістю.

Якщо виникає ситуація, коли автомобіль рухається з набагато більшою швидкістю, ніж автомобіль-перешкода, та відстань між ними скоротилась до такої, що менша ніж відстань екстреного гальмування (задається користувачем при створенні автомобіля), то вмикається «екстрене» гальмування, тобто блокування коліс.

**Базовий автомат повороту руля** призначений для управління маневруванням автомобіля. При ініціалізації запускається окремий потік, в якому відбуваються переходи в автоматі із заданою частотою. По замовчуванню частота оновлення 300 мс. Автомат запитує інформацію про дорожню ситуацію з допомогою примірника QueryTool. На основі цих даних і відбуваються переходи.

Результатом роботи є рішення про поворот керма.

Наприклад, склалася наступна ситуація:

- є перешкода попереду;
- немає перешкоди зліва;
- швидкість менше норми.

Тоді буде прийнято рішення про перестроювання (поворот керма) вліво для усунення перешкоди попереду. Тим самим досягається можливість збільшити швидкість.

Основними функціями даного автомата є:

- вибір і здійснення оптимального маневру;
- контроль безпеки маневру;
- звільнення лівих смуг при наявності вільного простору справа.

Основним станом є стан «1. Рух прямо». В цьому стані автомобіль рухається прямо, притулившись до правого узбіччя. У разі повного зникнення перешкод автомат через деякий час перейде в цей стан і залишиться в ньому, поки не буде виявлена перешкода.

Стан «2. Праве узбіччя» призначено для перестроювання автомобіля вправо в разі наявності вільного місця. Це необхідно для звільнення простору на проїжджій частині і відповідає вимогам правил дорожнього руху.

Після випередження автомобіля, що рухався праворуч від нашого, в цьому стані виконується перестроювання вправо, і наш автомобіль виявляється попереду. Вихід з цього стану відбувається або при виявленні правої перешкоди (це означає, що виконано перестроювання вправо на максимально можливу відстань), або при установці прапорця «Потрібен обгін». В цьому випадку автомат переходить в стан «3. Вибір маневру».

Другий перехід зі стану 1 здійснюється в разі, коли встановлений стан «Потрібен обгін». Цей стан встановлює автомат швидкості, коли він не може підтримувати пріоритетну швидкість, рухаючись прямо. В цьому випадку автомат переходить в стан «3. Вибір маневру», в якому вибирає напрямок перебудування (ліве перебудування має великий пріоритет). У станах «4. Лівий маневр» і «5. Правий маневр» автомат виконує перебудування, контролюючи появу перешкод на шляху маневру. Вихід з цих станів відбувається або при виявленні перешкоди в напрямку маневру, або при зникненні перешкоди попереду.

Якщо з'явилась перешкода, що заважає маневру, то автомат повертається в стан 3, оскільки маневр був раніше необхідний. Якщо зникла перешкода попереду, це означає, що маневр завершений і автомат переходить в стан 1.

## Приклади роботи програми

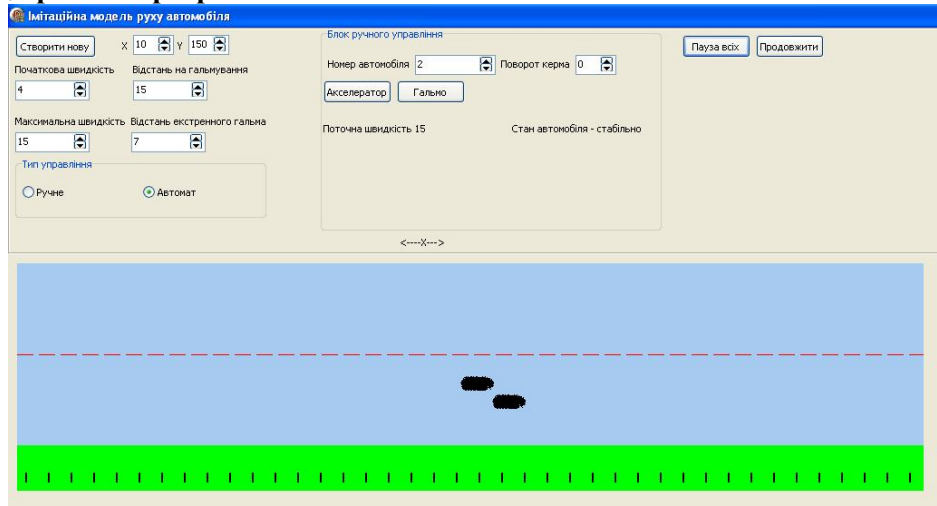


Рис. 4. Приклад роботи моделі. Обгін

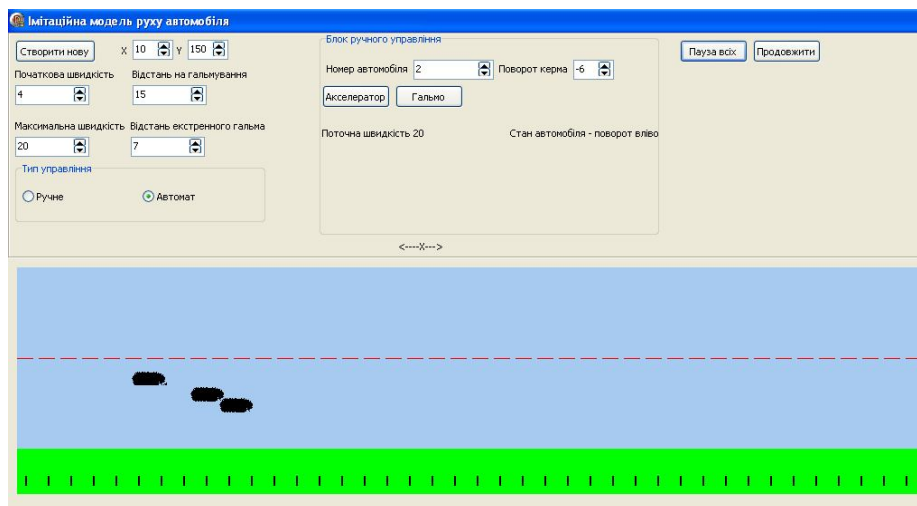


Рисунок 14. Приклад подвійного обгону

**Висновок.** Таким чином, розроблено модель автопілоту для автомобіля. При розробці застосований об'єктно-орієнтований підхід з явним виділенням станів, заснований на кінцевих автоматах.