

Penggunaan Medan Vektor dalam Menghindari Tabrakan

M. Isham Azmansyah F. 13514014

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

i@adimaja.com

Abstrak – Menghindari tabrakan adalah salah satu hal yang paling sering dilakukan. Makalah ini menjelaskan cara menghindari tabrakan dengan memanfaatkan sifat vektor dan medan vektor. Makalah ini juga menunjukkan implementasi sederhana algoritma ini dalam bahasa Javascript.

Kata kunci – vektor, AI, gerakan, medan vektor.

I. PENDAHULUAN

Salah satu hal yang paling sering dilakukan oleh AI dalam sebuah *game*, simulasi, atau bahkan pada robot di dunia nyata adalah menghindari tabrakan.

Menghindari tabrakan dapat dilakukan dengan menentukan arah gerak berdasarkan kondisi lingkungan sekitar. Untuk menentukan arah gerak, dapat digunakan beberapa cara.

Salah satu cara yang mungkin dilakukan adalah dengan menggunakan algoritma *pathfinding*. Namun, algoritma *pathfinding* biasanya harus digunakan pada ruangan yang memiliki struktur yang diskrit, seperti graf atau *grid*, sedangkan ruangan di kebanyakan *game*, simulasi, atau di dunia nyata bersifat kontigu. Algoritma *pathfinding* masih bisa digunakan dengan membagi ruang kontigu menjadi sebuah *grid*, namun pendekatan ini bisa menjadi mahal dalam hal komputasi.

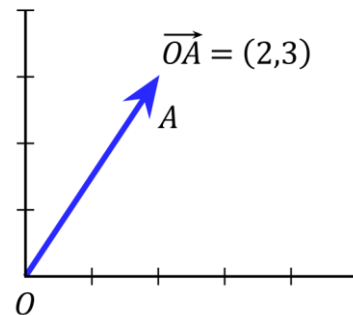
Cara lain yang bisa dilakukan adalah dengan melihat ke depan dan menghitung besar pembelokan yang diperlukan. Namun, cara ini akan sulit digunakan jika ada beberapa rintangan yang berdekatan.

Makalah ini akan membahas cara lain untuk menghindari tabrakan yang memanfaatkan medan vektor dan sifat vektor. Cara ini dapat dilakukan pada ruang yang kontigu, memperhitungkan keberadaan banyak rintangan, dan cukup murah dalam hal komputasi karena hanya memerlukan beberapa operasi matematika yang bisa dihitung dengan cepat oleh komputer.

II. DASAR TEORI

Algoritma ini menggunakan beberapa konsep dalam aljabar vektor.

A. Vektor dan Skalar



Gambar 1: Ilustrasi vektor. Sumber:

https://en.wikipedia.org/wiki/Image:Plane_Cartesian_vector.png

Vektor adalah sebuah objek yang memiliki besar dan arah. Skalar adalah objek yang hanya memiliki besar.

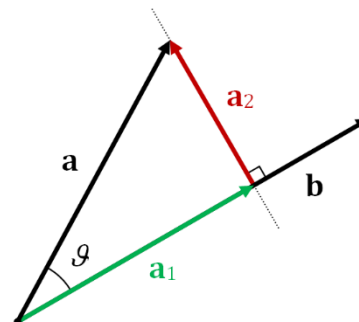
Vektor dapat digambarkan sebagai gabungan beberapa skalar sesuai dimensi vektor tersebut.

Pada sebuah vektor dapat dilakukan berbagai operator, baik dengan vektor lain ataupun dengan skalar.

Sebuah vektor dapat ditambah atau dikurang dengan vektor lain. Sebuah vektor dapat dikalikan dengan skalar untuk mengubah besarnya. Namun, mengalikan sebuah vektor dengan vektor lain cukup rumit.

Salah satu cara untuk mengalikan dua vektor adalah *dot product*. Operasi ini menghasilkan skalar, dan bisa dilakukan dengan mengalikan komponen-komponen kedua vektor dan menjumlahkan hasilnya.

B. Proyeksi Vektor



Gambar 2. Ilustrasi proyeksi vektor. Sumber:

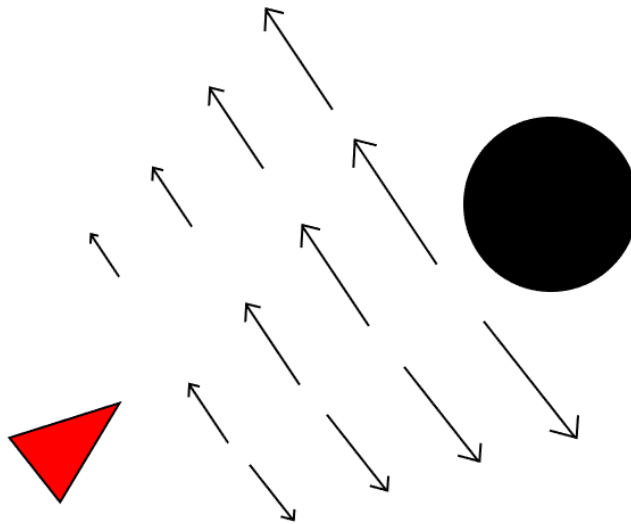
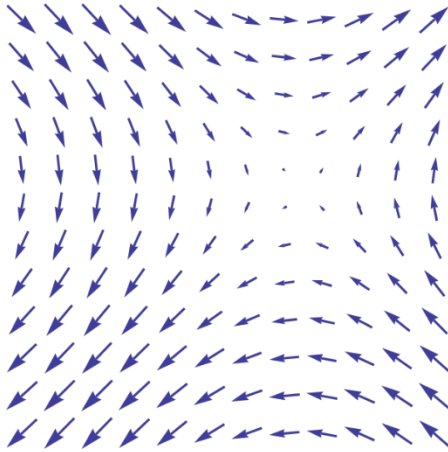
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Projection_and_rejection.png

Sebuah vektor dapat diproyeksikan ke vektor lain. Hal ini dapat dilakukan melalui rumus berikut.

$$\mathbf{a}_1 = a_1 \hat{\mathbf{b}}$$

$$a_1 = |\mathbf{a}| \cos \theta = \mathbf{a} \cdot \hat{\mathbf{b}} = \mathbf{a} \cdot \frac{\mathbf{b}}{|\mathbf{b}|}$$

C. Medan Vektor



Gambar 4: Ilustrasi penggunaan medan vektor untuk menghindari tabrakan.

Pada gambar 4, ditunjukkan medan vektor yang dihasilkan oleh hambatan. Arah gerak kendaraan ini adalah ke atas kanan. Menurut algoritma ini, kendaraan ini harus belok ke kiri untuk menghindari tabrakan.

Algoritma ini akan menghasilkan gerakan yang terlihat

Gambar 3: Ilustrasi medan vektor. Sumber: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VectorField.svg>
Sebuah medan vektor adalah penempatan sebuah vektor ke setiap titik dalam sebuah ruang. Medan vektor bisa didefinisikan dengan sebuah fungsi yang memetakan posisi dalam ruang ke vektor.

Bila sebuah medan vektor dijumlahkan dengan medan vektor yang lain, hasilnya adalah penjumlahan dua vektor pada titik yang sama.

Medan vektor sering digunakan dalam fisika, seperti medan gravitasi dan medan magnet.

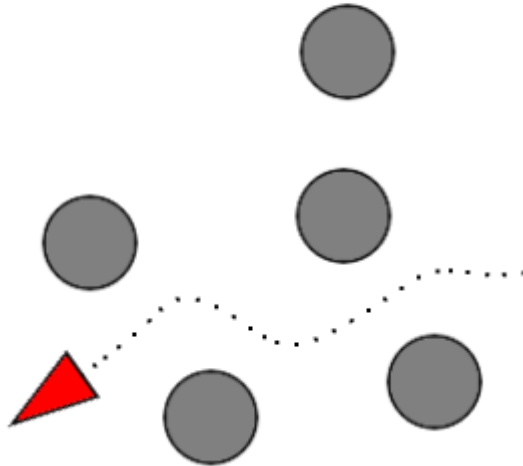
III. ANALISIS

A. Deskripsi

Sifat medan vektor dapat dimanfaatkan untuk membuat algoritma menghindari tabrakan. Prinsip algoritma ini sangat sederhana. Semua hambatan yang ada dianggap menghasilkan sebuah medan vektor yang arahnya tegak lurus dengan arah gerak. Semua medan vektor tersebut dijumlahkan.

Ambil nilai vektor gabungan di titik tempat kendaraan. Nilai ini dijumlahkan dengan vektor arah tujuan. Arah dari vektor hasil ini merupakan arah gerak selanjutnya.

halus dan berusaha menjauhi rintangan. Namun, gerakan yang dihasilkan algoritma ini juga mampu melewati tempat yang cukup sempit, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5: Jalan yang ditempuh menggunakan algoritma ini.

Dapat dilihat bahwa kendaraan akan memilih jalur yang menempatkan hambatan pada jarak yang sama. Hal ini disebabkan medan vektor gabungan yang akan bernilai nol di posisi tersebut, karena medan vektor kedua hambatan akan saling meniadakan.

B. Fungsi Medan Vektor

Fungsi medan vektor yang digunakan akan mempengaruhi sifat algoritma ini. Untuk makalah ini, digunakan fungsi yang bergantung pada jarak kendaraan dengan hambatan secara kuadrat. Semakin jauh suatu kendaraan dengan hambatan, semakin kecil besar medan vektornya.

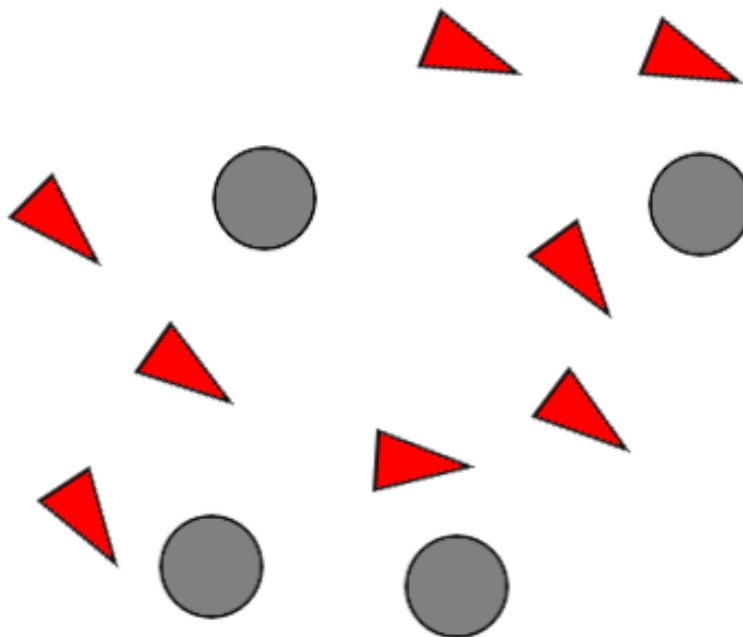
Konstanta yang digunakan juga akan berpengaruh. Bila

besaran medan vektor relatif kecil dibandingkan dengan besaran vektor arah tujuan, jalan yang dihasilkan tidak akan menghindari hambatan. Sebaliknya, jika besaran medan vektor terlalu besar, kendaraan tidak akan bisa bergerak menuju tujuannya.

C. Kelebihan

Algoritma ini cukup sederhana, sehingga cepat dihitung oleh komputer. Algoritma ini juga tidak terlalu memerlukan ketepatan perhitungan, sehingga implementasi operasi matematikanya bisa mementingkan kecepatan dibandingkan ketepatan.

Algoritma ini mudah menangani hambatan yang bergerak, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.

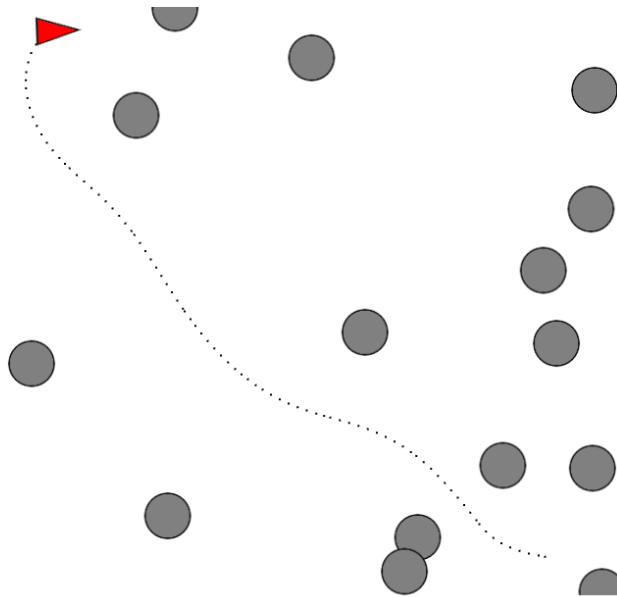


Gambar 6: Karakter-karakter lain dianggap sebagai hambatan, dan dihindari.

D. Kekurangan

Algoritma ini akan melakukan penyesuaian arah meskipun tidak ada hambatan di depannya, sehingga menghasilkan jalan yang tidak efisien seperti yang

ditunjukkan pada gambar 7. Hal ini disebabkan oleh nilai medan vektor yang tidak pernah nol. Hal ini bisa ditangani dengan menetapkan nilai nol pada fungsi medan vektor dalam kondisi tertentu, misalnya ketika jarak hambatan melebihi suatu batas tertentu.

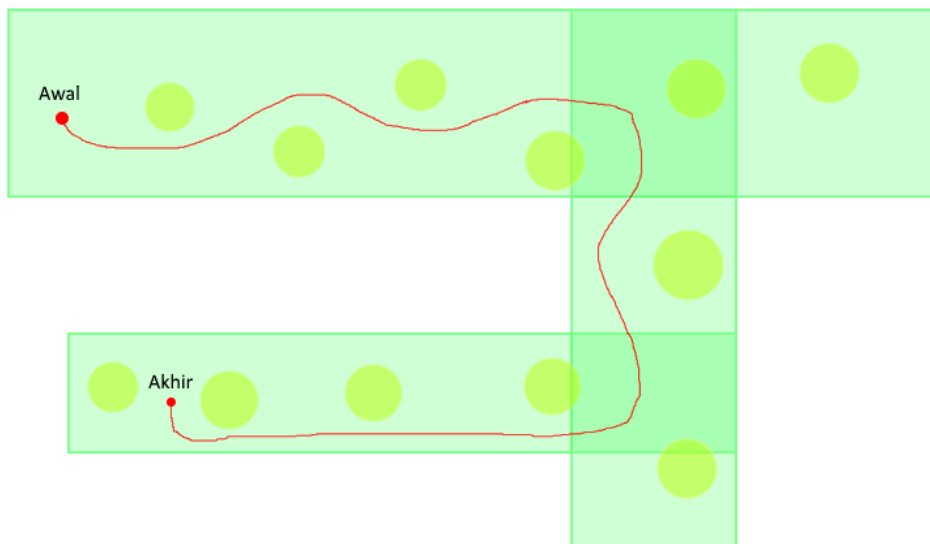


Gambar 7: Jalan yang berbelok-belok meskipun tidak ada hambatan.

Algoritma ini bukan algoritma *pathfinding*, sehingga algoritma ini tidak bisa menangani hambatan yang rumit, misalnya sebuah *maze*. Hal ini bisa ditangani dengan menggabungkan algoritma ini dengan algoritma *pathfinding*.

Salah satu cara menggabungkan algoritma ini dengan algoritma *pathfinding* ditunjukkan pada gambar 8. Pada

gambar tersebut, ruangan yang rumit dibagi menjadi beberapa ruangan kecil yang cukup sederhana. Algoritma *pathfinding* digunakan untuk mencari jalan menuju ruangan yang berisi titik tujuan. Algoritma menghindari tabrakan digunakan untuk menggerakkan kendaraan menuju titik pertemuan antar ruangan kecil.



Gambar 8: Ilustrasi penggabungan algoritma menghindari tabrakan dengan algoritma *pathfinding*.

IV. PENGGUNAAN

Dalam makalah ini, digunakan gambar-gambar dari program yang mengimplementasikan algoritma ini. Program tersebut bisa diakses secara online di tautan <https://misc.adimaja.com/algeo/>.

Algoritma ini juga digunakan dalam beberapa *game*, salah satunya adalah *Supreme Commander 2*, yang memerlukan algoritma untuk menentukan gerakan ratusan kendaraan yang bergerak pada arah yang berbeda.

Cara yang mirip juga digunakan pada model gerakan orang banyak dalam suatu penelitian oleh University of Washington.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmatnya sehingga makalah ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pengajar Aljabar Geometri, Bapak Judhi Santoso dan Bapak Rinaldi Munir untuk semua pengetahuan yang telah diberikan mengenai semua aspek Aljabar Geometri, dan khususnya tentang teori Aljabar Vektor yang mendasari makalah ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutherland, Alexander. "Vector Field Obstacle Avoidance". Diakses 16 Desember 2015. <http://buildnewgames.com/vector-field-collision-avoidance/>
- [2] Treuille et al. "Continuum Crowds". University of Washington. 2006.
- [3] Taylor et al. "Supreme Commander 2 - Flowfield". Diakses 16 Desember 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=jA2epda-RkM>

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 16 Desember 2015



M. Isham Azmansyah F.
13514014