



BAB II

LANDASAN TEORI

A. NPC (*Non-Player Character*)

Pada penelitian terdahulu oleh Chong-Han Kim (2006:168), dikatakan bahwa NPC adalah obyek dinamis yang tidak berada di bawah kendali pemain mereka dan dapat memutuskan perilaku sendiri dan beroperasi di ruang virtual dalam *game*. NPC, disebut juga *Autonomous Character*, adalah karakter dalam permainan komputer di mana karakter tersebut mempunyai kemampuan untuk melakukan keputusan pergerakan secara otomatis dan tidak dikendalikan oleh pemain, membuat permainan menjadi lebih menarik dan diperlukannya membangun berbagai strategi. Menurut Jin Hyuk Hong (2005:86), Karakter non-pemain (NPC) harus memiliki berbagai pola perilaku dalam suatu lingkungan

Menurut Craig W. Reynolds, *Non-Player Character* (NPC) atau yang disebut juga dengan *Autonomous Agent* adalah karakter atau entitas yang berada di dalam komputer animasi dan media interaktif seperti *game* dan *Virtual Reality* di mana memiliki kemampuan untuk melakukan gerakan ataupun interaksi secara otomatis oleh komputer dan tidak dikontrol oleh pemain. NPC bisa berupa teman, musuh, atau netral. NPC merupakan komponen yang sangat penting dalam permainan komputer, keberadaannya dapat menciptakan sebuah agen cerdas dan nyata, jika tidak ada NPC yang berperilaku cerdas, maka *game* tidak akan terlihat menarik dan membosankan.

NPC diinginkan dapat berperilaku cerdas layaknya manusia. NPC dapat mendeteksi lingkungan, berpikir, memilih aksi lalu bertindak sebagai respon atas perubahan pada lingkungannya. Untuk dapat memperoleh perilaku cerdas dari NPC digunakan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI). Penggunaan AI pada NPC



dilakukan dengan pemberian algoritma khusus sesuai dengan perilaku cerdas yang diharapkan. Secara garis besar maka NPC dapat diartikan sebagai sebuah karakter atau entitas yang sepenuhnya dikendalikan oleh komputer dan tidak dapat dimainkan oleh pemain. Pengendalian NPC umumnya menggunakan bidang ilmu kecerdasan buatan atau yang disebut dengan *Artificial Intelligence* (AI).

B. Algoritma Boids

Boids adalah sebuah program kehidupan buatan yang dikembangkan oleh Craig W. Reynolds pada tahun 1987 dalam penelitian bernama "Flock, Herd, and Schools: A Distributed Behavioral Model". *Boids* berawal dari kata "*birds*" adalah sebuah algoritma yang mempresentasikan gerakan dari sebuah kawanan. Algoritma ini menghasilkan perilaku gerakan yang mirip dengan gerakan kumpulan ikan ataupun kawanan burung. Semua *boids* dapat bergerak ke arah yang sama pada suatu saat dan kemudian membuat formasi kawanan tersebut berbelok ke suatu arah yang dituju dan yang lainnya akan mengikuti seperti gelombang yang mengubah penyebaran *boids*. Menurut Craig W. Reynolds (1987:25), sekelompok *boids* dapat menghindari dari benturan dengan *boids* lain, kemudian dapat menyesuaikan arah gerakan sesuai rata-rata arah gerak jumlah *boids* di sekitar, dan yang terakhir *boids* mampu bergerak ke arah pusat rata-rata dari kawanan tersebut.

Pada penelitian sebelumnya oleh Meilany Dewi (2011) disebut bahwa algoritma Boids dapat diberikan variabel tambahan, seperti kecepatan maksimum dan gaya setir maksimum (*steering force*) di mana memiliki metode untuk menghitung vektor kemudi (*steering vector*) sampai lokasi target diberikan. *Steering Vector* = "Vektor yang diinginkan" minus "Kecepatan atau (v)" di mana "vektor yang diinginkan" adalah vektor objek langsung ke lokasi target. Model dasar perilaku berkelompok dikendalikan oleh tiga aturan sederhana.



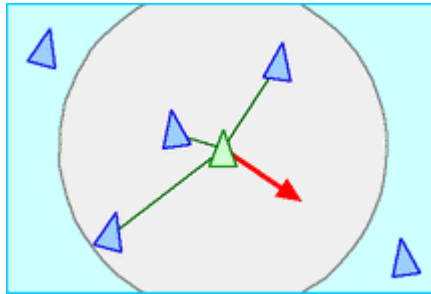
1. Three Basic Rule on Boids Algorithm

Gerakan yang dihasilkan oleh algoritma Boids cukup mengesankan dan terlihat nyata seperti gerakan sebuah kawanan burung. Gerakan ini dihasilkan dari tiga aturan sederhana yang elegan, yaitu *separation*, *alignment*, dan *cohesion*. Adapun aturan-aturannya adalah:

a. Separation

Separation adalah pembatasan pada *boids* jika salah satu ada yang berjarak terlalu dekat dengan *boids* lainnya, dengan cara melakukan penyesuaian arah dan kecepatan gerakan untuk menghindari benturan.

Gambar 2. 1
Contoh Gambar Ilustrasi *Separation*



Sumber: (Reynold, 1999)

Separation Rule dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan berikut (Dermawan Ronaldo Harefa, 2019):

$$d(Px, Pb) \leq d1 \cap d(Px, Pb) \geq d2 \rightarrow Vsr = \sum_x^n \frac{Vx + Vb}{d(Px, Pb)}$$

di mana:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Tabel 2. 1

Tabel Penjelasan Simbol *Separation*

| Simbol | Deskripsi |
|--------|---|
| d | Jarak |
| Px | posisi tetangga X |
| Pb | posisi <i>boi</i> d B |
| d1 | Jarak 1 |
| d2 | Jarak 2 |
| Vsr | Kecepatan yang dipengaruhi oleh <i>separation</i> |
| Vx | Jumlah total tetangga <i>boi</i> d X |
| vb | Kecepatan dari <i>boi</i> d B |

Sumber: (Dermawan Ronaldo Harefa, 2019)

C Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

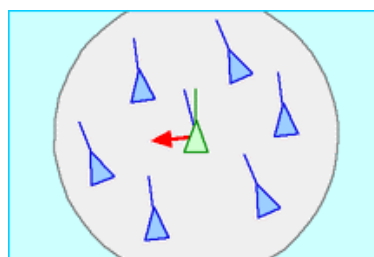
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

b. Alignment

Alignment adalah pengambilan rata-rata dari kecepatan dan arah gerak agen *boi*ds di sekitar dan melakukan penyesuaian arah pergerakan. Hal ini memungkinkan *boi*ds dapat mengimbangi pemisahan dan membuat *boi*ds bergerak pada satu arah tujuan yang sama dengan *boi*ds disekitar.

Gambar 2. 2

Contoh Gambar Ilustrasi *Alignment*



Sumber: (Reynold, 1999)

Alignment Rules dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan



© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

$$d(Px, Pb) \leq d1 \cap d(Px, Pb) \geq d2 \rightarrow Var = \frac{1}{n} \sum_x^n \frac{Vx + Vb}{d(Px, Pb)}$$

di mana:

Tabel 2. 2

Tabel Penjelasan Simbol *Alignment*

| Simbol | Deskripsi |
|--------|--|
| d | Jarak |
| Px | posisi tetangga X |
| Pb | posisi <i>boid</i> B |
| d1 | Jarak 1 |
| d2 | Jarak 2 |
| Vsr | Kecepatan yang dipengaruhi oleh <i>alignment</i> |
| n | Jumlah total tetangga <i>boid</i> B |
| vb | Kecepatan dari <i>boid</i> X |

Sumber: (Dermawan Ronaldo Harefa, 2019)

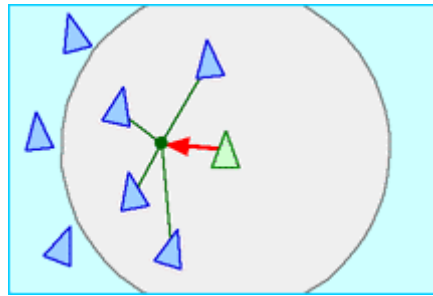
c. *Cohesion*

adalah penghitungan pusat keseluruhan kelompok *boids* disekitar dan mengarahkan *boids* ke arah titik pusat tersebut. *boids* akan selalu mencoba untuk tetap dekat dengan *boids* disekitar. Aturan ini mengarahkan (*steering*) *boids* agar bergerak maju ke arah yang merupakan tujuan dan sebagian besar kawanan di sekitar. Hal ini memungkinkan *boids* dapat tetap bersama-sama dengan kawanan dan melakukan kegiatan pengumpulan beberapa kawanan maupun melakukan pemisahan kelompok.



Gambar 2. 3

Contoh Gambar Ilustrasi Cohesion



Sumber: (Reynold, 1999)

Cohesion rule dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$d(Px, Pb) \leq d1 \cap d(Px, Pb) \geq d2 \rightarrow Pavg = \sum_x^n \frac{Px}{n}$$

di mana:

Tabel 2. 3

Tabel Penjelasan Simbol Cohesion

| Simbol | Deskripsi |
|--------|---|
| d | Jarak |
| Px | posisi tetangga X |
| Pb | posisi <i>boid</i> B |
| d1 | Jarak 1 |
| d2 | Jarak 2 |
| pavg | Posisi rata – rata kawanan terdekat <i>boid</i> |
| Px | Posisi tetangga X |
| n | Jumlah total tetangga dari <i>boid</i> B |

Sumber: (Dermawan Ronaldo Harefa, 2019)

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



C. Collision Avoidance

Menurut Craig W. Reynolds (1999:763), *Collision Avoidance* adalah sebuah proses pengecekan kemungkinan tabrakan dan keputusan gerak yang dilakukan setelah mendeteksi kemungkinan tabrakan untuk menghindari tabrakan tersebut. Kemungkinan tabrakan akan tergantung pada bentuk dan ukuran objek serta proyeksi posisi dan gerak objek. Saat berusaha menghindari rintangan, ada banyak keputusan yang harus dihadapi. Keputusan yang tersedia tergantung pada jalur yang tersedia yang dapat diambil oleh objek untuk menghindari rintangan. Jalur ini dapat ditentukan berdasarkan interaksi objek dengan halangan atau jika semua posisi penghalang diketahui.

Dalam penelitian sebelumnya (Reza Olfati Saber, 2003), peneliti mencari cara bagaimana mendesain pergerakan *flocking* dengan *Obstacle Avoidance* dan menganalisis pada pengambilan keputusan agen *mobile* saat *flocking* dan adanya *obstacle*. Peneliti lalu menggunakan prinsip *Separation* dari penelitian sebelumnya oleh Craig W. Reynolds dalam penelitian bernama "Flock, Herd, and Schools: A Distributed Behavioral Model". Peneliti menambahkan dua jenis agen lain yang disebut β -agen dan γ -agen. Agen-agen tersebut terletak di batas dan di dalam *obstacle*. Hal ini memungkinkan peneliti untuk melakukan manuver *split / rejoin* dan memeras untuk jaringan dan kawanannya *flocking* agen dinamis yang berkomunikasi satu sama lain. Kehadiran *obstacle* membuat anggota jaringan (atau kawanannya *flocking*) untuk membelah menjadi lebih banyak kawanannya dan menyebabkan hilangnya hubungan komunikasi.

Collision Avoidance dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan berikut di mana rumus ini dapat dibuat mengikuti prinsip dari *Separation*, hanya saja pengecekan terjadi pada agen penghalang yang berada di sekitar posisi arah gerak yang dituju dan bukanlah agen *boids*:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



$$d(Px, Pb) \leq d1 \cap d(Px, Pb) \geq d2 \rightarrow Vsr = \sum_x^n \frac{Vx + Vb}{d(Px, Pb)}$$

Tabel 2. 4

Tabel Penjelasan Simbol *Collision Avoidance*

| Simbol | Deskripsi |
|--------|---------------------------------------|
| d | Jarak |
| Px | posisi objek halangan tetangga X |
| Pb | posisi <i>boid</i> B |
| d1 | Jarak 1 |
| d2 | Jarak 2 |
| Vsr | Kecepatan menghindar |
| Vx | Jumlah total objek halangan disekitar |
| vb | Kecepatan dari <i>boid</i> B |

Sumber: (Dermawan Ronaldo Harefa,2019) ditambah dengan Olahan Penulis

D. *Steering Behavior*

Menurut penelitian terdahulu oleh Craig W. Reynolds (1999:763), *Steering Behavior* adalah perhitungan geometris vektor yang mewakili gaya kemudi yang diinginkan. Besarnya vektor-vektor kemudi ini tidaklah sama karena mereka biasanya memiliki *max force* (kekuatan maksimal) pada objek.

Menurut Craig W. Reynolds, *Steering Behavior* dapat dibagi menjadi beberapa rule seperti berikut:

1. *Seek*

Seek (atau mengejar target statis) bertindak untuk mengarahkan karakter atau objek ke posisi tertentu di ruang global. Perilaku ini menyesuaikan karakter sehingga kecepatannya sejajar ke arah target. Perlakuan ini berbeda dengan gaya tarik (seperti gravitasi) yang akan menghasilkan jalur orbital di sekitar titik target.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



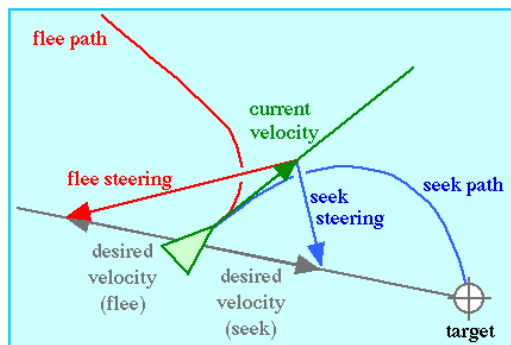
Desired Velocity (Kecepatan yang diinginkan) adalah sebuah vektor arah dari karakter ke target. Nilai *Desired Velocity* dapat berupa *max_speed* (kecepatan maksimal), atau bisa juga kecepatan karakter saat ini tergantung pada aplikasi tertentu. Vektor kemudi adalah perbedaan antara kecepatan yang diinginkan ini dan kecepatan karakter saat ini. Jika sebuah karakter terus melakukan *Seek*, karakter pada akhirnya akan melewati target, dan kemudian kembali untuk mendekati lagi. Ini menghasilkan gerakan sedikit mirip dengan gerakan ngengat yang berdengung di sekitar bola lampu.

2. Flee

Flee (Melarikan diri) adalah kebalikan dari perilaku *Seek* dan tindakan untuk mengarahkan karakter sehingga kecepatannya secara radial menjauhi target.

Gambar 2. 4

Gambar ilustrasi *Seek* dan *Flee*.



Sumber: (Reynold, 1999)

E. Library p5.js

Diansirkan pada *website* p5js.org yang diakses pada tanggal 13 Januari 2020, p5.js adalah pustaka *JavaScript open source* yang dimulai dengan tujuan *Processing* atau pengelolaan untuk membuat pengkodean dapat diakses oleh seniman, desainer, pendidik, dan pemula dan menafsirkannya kembali untuk web pada saat ini.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Menggunakan metafora asli dari sketsa perangkat lunak, p5.js memiliki set lengkap fungsionalitas untuk menggambar. Namun, tidak terbatas pada satu kanvas gambar, Anda dapat menganggap seluruh halaman *browser* Anda sebagai sketsa Anda. Untuk ini, p5.js memiliki pustaka tambahan yang membuatnya mudah untuk berinteraksi dengan objek *HTML5* lainnya, termasuk teks, input, video, webcam, dan suara.

P5.js menggunakan fitur kanvas html yang sudah disematkan dalam *web browser* pada umumnya. Pada p5.js, ada dua mode *render* yaitu P2D (*renderer default*) dan WEBGL. Kedua mode render menggunakan elemen kanvas html, namun dengan mengaktifkan *WEBGL* di kanvas, kita sekarang dapat menggambar dalam 2D dan 3D.

F. Sejarah Algoritma Boids

Dalam perkembangan penelitian yang memakai algoritma Boids, banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan algoritma Boids dan mencari sesuatu hal yang baru.

Berikut sejarah singkat penelitian mengenai ataupun menggunakan algoritma Boids.

1. Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model (1987)

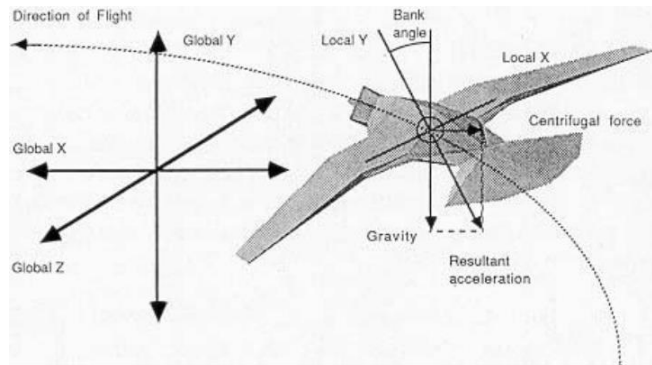
Penelitian ini dilakukan oleh Craig W. Reynold pada tahun 1987, penelitian ini menghasilkan basis awal algoritma Boids yang dikenal sekarang. Craig W. Reynold menyebut bahwa gerakan sekumpulan burung, kawanannya binatang darat, atau sekumpulan ikan merupakan gerakan kompleks yang jarang terlihat pada animasi komputer. Penelitian ini mengeksplorasi pendekatan berdasarkan simulasi sebagai alternatif untuk *scripting* jalur masing-masing burung secara individual. Kawanannya yang disimulasikan adalah penjabaran dari sistem partikel, dengan burung yang disimulasikan menjadi partikel. Gerakan dari kawanannya yang disimulasikan dibuat oleh model perilaku terdistribusi seperti yang bekerja dalam kawanannya burung alami di mana burung-burung memilih jalannya sendiri.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Gambar 2. 5

Desain Pergerakan Burung Oleh Craig W. Reynold.



Sumber: (Reynold, 1987)

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

Untuk membuat *flocking* yang disimulasikan, penelitian dimulai dengan model *boid* yang mendukung penerbangan geometris. Peneliti menambahkan perilaku yang sesuai dengan kekuatan lawan dari penghindaran tabrakan dan keinginan untuk bergabung dengan kawanan. Secara singkat, aturan dan dalam urutan menurun yang diutamakan, perilaku yang mengarah ke simulasi *flocking* adalah:

- a. *Collision Avoidance*: Menghindari tabrakan antara tetangga saat *flocking*.
- b. *Velocity Matching*: Berusaha untuk menyamai kecepatan dan arah gerak dengan tetangga saat *flocking*.
- c. *Flock Centering*: Berusaha untuk tetap dekat pada tetangga saat *flocking*.

Dari aturan di atas, peneliti menggunakan *collision avoidance* untuk menghindari tabrakan antar agen di kelompok, *velocity matching* untuk berusaha menyamai kecepatan agen yang berdekatan dan *flock centering* untuk berusaha agar tetap berdekatan dengan kumpulan agen.



Peneliti berhasil membuat sistem pergerakan sekumpulan burung untuk animasi komputer dengan mengimplementasi *collision avoidance (Separation)*, *velocity matching (Alignment)* dan *flock centering (Cohesion)*.

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2. Flocking with Obstacle Avoidance: Cooperation with Limited Information in Mobile Networks (2003)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Reza Olfati Saber pada tahun 2003, peneliti mencari bagaimana cara mendesign pergerakan *flocking* dengan *obstacle avoidance* dan menganalisis pada pengambilan keputusan agen *mobile* saat *flocking* dan adanya *obstacle*. Peneliti menggunakan prinsip *separation*, *split/rejoin maneuver* dan *squeezing maneuver* dalam pergerakan *flocking* pada agen.

Peneliti menambahkan dua jenis agen lain yang disebut β -agen dan γ -agen.

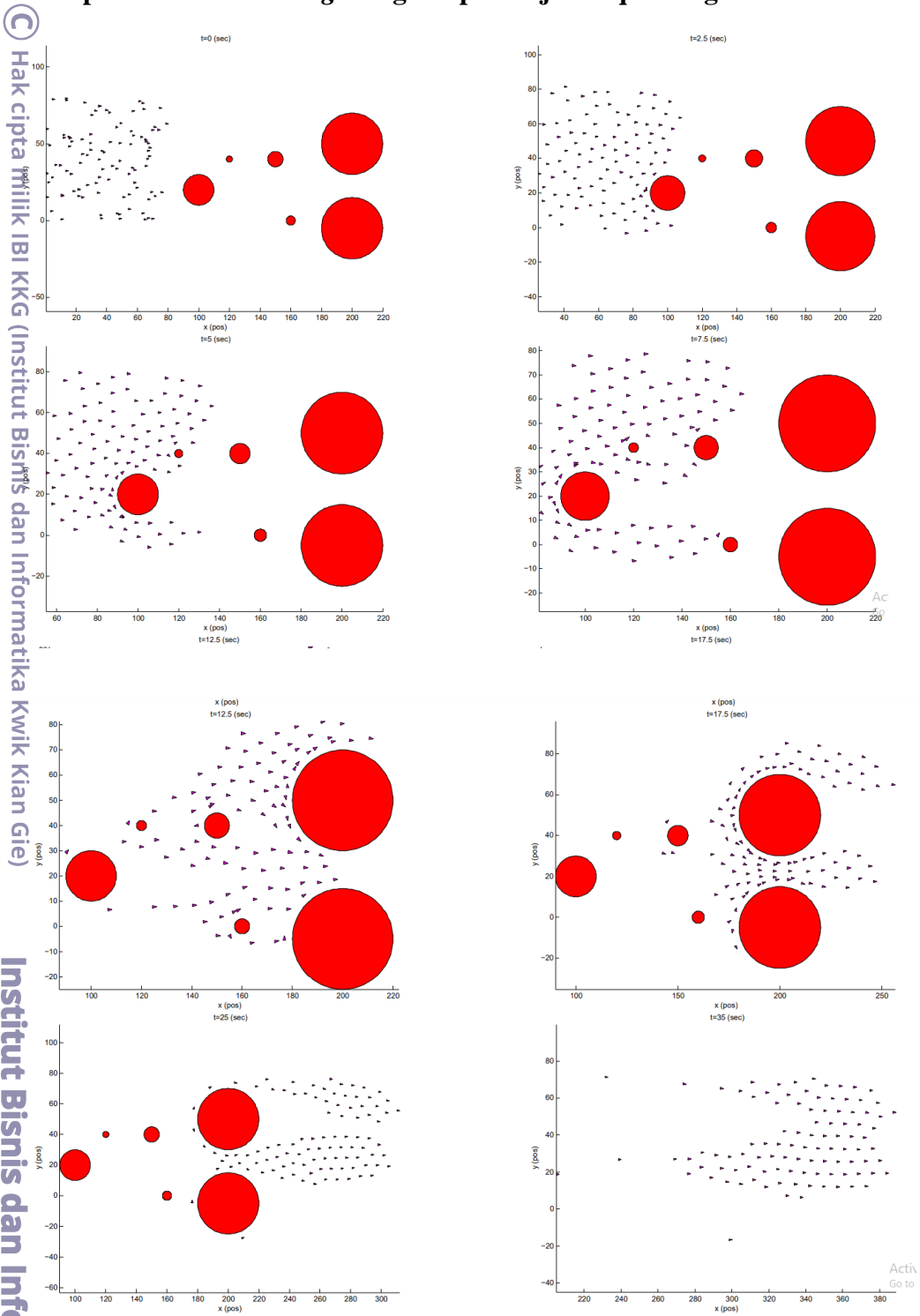
Agen-agen tersebut terletak di batas dan di dalam *obstacle*. dengan ini memungkinkan pelediti untuk melakukan manuver *split / rejoin* dan memeras untuk jaringan dan kawanannya *flocking* agen dinamis yang berkomunikasi satu sama lainnya.

Kehadiran *obstacle* membuat anggota jaringan (atau kawanannya *flocking*) untuk membelah menjadi lebih banyak kawanannya dan menyebabkan hilangnya hubungan komunikasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

Gambar 2.6

Jepretan Foto *Flocking* Dengan Split/Rejoin/Squeezing Manuever.



Sumber: (Reza Olfati Saber, 2003)

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



3. Simulation of Large Crowds in Emergency Situations Including Gaseous

Phenomena (2005)

Penelitian ini dilakukan oleh Nicolas Courty dan Soraia Raupp Musse dari University of Bretagne Sud Campus de Tohannic - France dan Unisinos Sao Leopoldo - Brazil pada tahun 2005. Peneliti mencari tau bagaimana cara membuat simulasi di mana sekumpulan pergerakan *flocking* berukuran besar berada di situasi darurat seperti kebocoran gas.

Dari latar belakang pada penelitian ini, disebut bahwa perilaku kerumunan dan gerakan orang virtual telah dipelajari dan dimodelkan dalam sistem komputer dengan tujuan yang berbeda. Kerumunan dapat mengisi lingkungan virtual kolaboratif untuk meningkatkan kredibilitas mereka. Berbagai pendekatan telah diusulkan untuk menghidupkan keramaian bagi industri hiburan. Akhirnya, penelitian tentang sistem keselamatan di mana kumpulan orang atau kerumunan digunakan untuk mensimulasikan perilaku orang-orang dalam situasi darurat, menyediakan alat yang berguna yang dapat membantu desain bangunan dan ruang terbuka untuk keselamatan

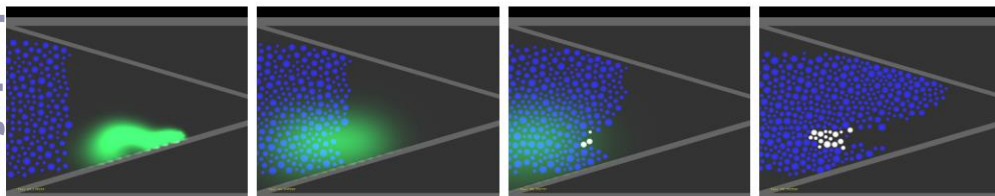
Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

Gambar 2. 7

Gas Beracun Menyebar Ketika Orang Berusaha Melarikan Diri. Orang-Orang Dalam Figur Warna Putih Telah Menyerap Dosis Gas Yang Mematikan



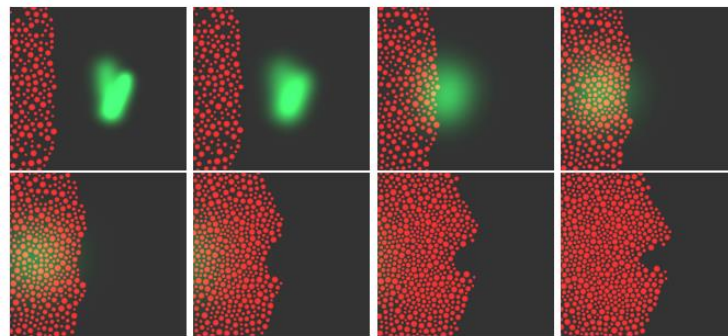
Sumber: (Nicolas Courty dan Soraia Raupp Musse, 2005)

Peneliti Menggunakan bantuan *GPU* dan *CPU* untuk mensimulasikan *flocking* skala besar, dengan ini simulasi akan lebih berjalan lancar.



Hasil penelitian ini adalah Peneliti menambahkan variabel "health" kepada setiap agen, di mana 1 = sehat dan 0 = mati. setiap kali agen memasuki gas, "health" mereka akan terus berkurang dan berefek pada kecepatan bergerak mereka. Dengan ditambahkan variabel ini, simulasi *flocking* akan lebih terlihat lebih nyata karena adanya faktor yang mengganggu pergerakan.

Gambar 2. 8
Jepretan Foto Simulasi Orang-orang yang telah tinggal dalam waktu lama di dalam gas telah dikurangi kemampuannya dan bergerak lebih lambat daripada yang lain.



Sumber: (Nicolas Courty dan Soraia Raupp Musse, 2005)

Jika disimpulkan, peneliti membuat simulasi *flocking* skala besar di mana terjadinya kondisi darurat kebocoran gas, simulasi dibuat menggunakan bantuan *GPU* dan *CPU* dan peneliti menambahkan variabel "health" kepada agen untuk memberikan efek kecepatan yang berbeda sesuai "health" agen.

4. Autonomous Boids (2006)

Dalam penelitian ini yang dilakukan oleh Bedřich Benes dan Christopher Hartman dari Department of Computer Graphics Purdue University Knoy Hall of Technology, peneliti mencari bagaimana cara mengimplementasikan algoritma Boids untuk mensimulasikan pergerakan *flocking* yang memiliki faktor eksternal. *Boids* tanpa faktor tekanan eksternal seperti pemimpin, tujuan global, atau arah penerbangan,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



akan menemukan konfigurasi optimal dalam ruang 3D (tiga dimensi) dan tetap diam, beresilasi, atau membentuk pola visual yang kentara atau yang sudah terduga.

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

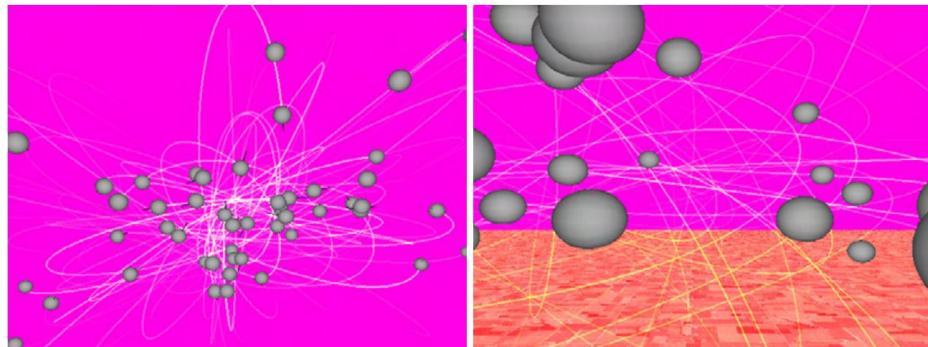
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hal ini tidak sesuai dengan pengamatan *flocking* seperti yang aslinya dan perilaku "play a game" oleh burung yang sebenarnya di mana *leader* (pemimpin) yang terpilih acak dari *flocking* tersebut pergi terbang sendiri memisah dan yang lainnya mengejar dia.

Peneliti menambahkan faktor *leader* (pemimpin) ke dalam algoritma Boids dengan menentukan *Eccentricity* (sedikit berbeda/bergeser) sebuah *boid* dari *flocking* untuk menjadi *leader* (pemimpin) dalam perilaku "play a game" oleh burung secara acak untuk membuat pergerakan *flocking* yang memiliki pengamatan yang mirip dengan aslinya .

Gambar 2. 9

Boids Disederhanakan Menjadi Bola Dengan Vektor Heading Dan Jejaknya Ditampilkan. Gambar Kiri Menunjukkan Tampilan Luar Dan Kanan Tampilan Dari Sisi Boid.



Sumber: (Bedřich Benes dan Christopher Hartman, 2005)

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sang peneliti Peneliti membuat sebuah simulasi flocking di mana pergerakan *flocking* tersebut terlihat lebih asli dengan menambahkan faktor *leadership* pada algoritma Boids dan perilaku "play a game" oleh burung.

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



5. Evolved Swarming Without Positioning Information: An Application In Aerial Communication Relay (2007)

Penelitian ini dilakukan oleh Sabine Hauert, Jean-Christophe Zufferey dan Dario Floreano dari: Laboratory of Intelligent Systems, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL-STI-IMT-LIS). Dalam jurnal ini, peneliti mempelajari bagaimana cara bagaimana mengimplementasikan sistem *flocking* jika agen tidak mengetahui posisi agen yang bertetangga. Daripada penentuan posisi relatif atau absolut, agen harus hanya mengandalkan pengukuran posisi sendiri dan komunikasi lokal dengan tetangga.

Peneliti mengatakan bahwa dalam sebagian besar sistem *flocking*, agen mengetahui posisi tetangga secara langsung atau mereka memiliki substrat tempat untuk dapat menyimpan informasi yang didapat dari koordinasi secara tidak langsung (*stigmergy*). Namun, sumber daya semacam itu tidak selalu dapat diperoleh dalam aplikasi dunia nyata karena kendala perangkat keras dan lingkungan. Peneliti membuat model agen pesawat menggunakan *wireless communication* dengan user yang berlokasi di darat dan menggunakan *neural network* untuk menentukan posisi.

Simulasi berhasil dilakukan oleh peneliti dengan membuat agen pesawat melakukan *wireless communication* dengan *user* yang tersebar di darat dan menggunakan *neural network* untuk pengukuran posisi dan komunikasi lokal dengan tetangga. Agen yang berada di darat juga melakukan komunikasi kepada agen pesawat yang disekitarnya untuk memberikan informasi posisi agen pesawat lainnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang mengumumakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

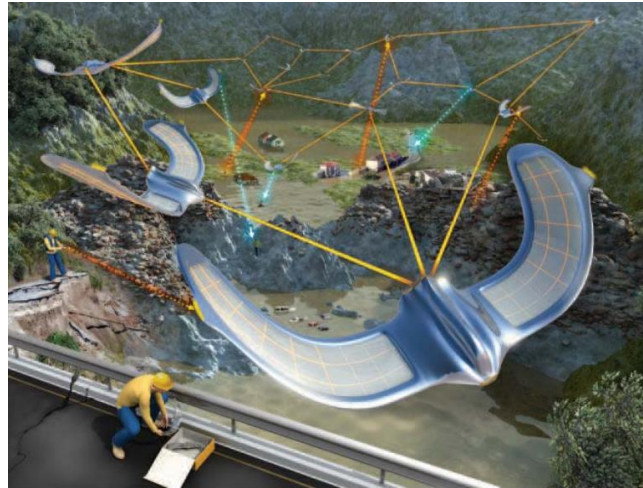


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

Gambar 2. 10

Pandangan Artistik Dari Penggunaan Segerombolan *Micro Air Vehicles* (MAV) Untuk Membangun Jaringan Komunikasi Antara Stasiun Pengguna Yang Terletak Di Darat



Sumber: (Sabine Hauert, Jean-Christophe Zufferey dan Dario Floreano, 2007)

Kesimpulan dari penelitian ini, Peneliti berhasil membuat simulasi di mana agen pesawat tidak perlu mengetahui posisi semua agen tetangga dengan menggunakan *wireless communication* dengan *user* yang tersebar di darat dan menggunakan *neural network* untuk pengukuran posisi dan komunikasi lokal dengan tetangga.

6. A Connectivity-preserving Flocking Algorithm For Multi-agent Systems Based Only On Position Measurements (2008)

Penelitian ini dilakukan oleh Housheng Sua, Xiaofan Wanga dan Guanrong Chenb dari Department of Automation, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China; Department of Electronic Engineering, City University of Hong Kong, Hong Kong, China. Peneliti mengatakan bahwa tidak semua agen (robot, kendaraan udara, manipulator dan sebagainya) dalam praktik dilengkapi dengan sensor kecepatan, di



mana suatu algoritma yang hanya menggunakan pengukuran posisi memiliki keuntungan dari penurunan biaya peralatan dan *traffic* jaringan.

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Algoritma *flocking* yang sudah ada mengandalkan informasi tentang posisi relatif dan kecepatan relatif antara agen tetangga. tidak semua agen (robot, kendaraan udara dll) dilengkapi dengan sensor kecepatan. Ada banyak tugas di dunia nyata, seperti patroli dan pemantauan lingkungan, di mana kelompok robot otonom kadang-kadang diminta untuk secara bersamaan menunjukkan pergerakan berkelompok dan tugas perilaku yang spesifik.

Peneliti Memodifikasi *passivity approach* dari Lizarralde dan Wen (1996), Lawton dan Beard (2002), Ren (2007) dan menggunakannya pada algoritma *flocking* yang diusulkan untuk menghasilkan *output* vektor, yang dapat menggantikan peran kecepatan. Peneliti menambahkan agen pemimpin virtual ke dalam kelompok *flocking*.

Dengan agen pemimpin virtual, dapat menunjukkan bahwa semua agen dapat mencapai kecepatan yang diinginkan walaupun hanya satu agen dalam tim memiliki akses informasi dari pemimpin virtual. kami telah menyelidiki algoritma berkelompok dengan pemimpin virtual dan menunjukkan bahwa semua agen dapat secara asimptotik mencapai kecepatan yang diinginkan bahkan jika hanya satu agen dalam tim yang memiliki akses ke informasi tentang pemimpin virtual.

7. Agent-Based Simulation of Crowd Evacuation Behavior (2009)

Penelitian ini dilakukan oleh Mihai Horia Zaharia, Florin Leon, Cristea Pal dan Gabriel Pagu dari Faculty of Automatic Control and Computer Engineering “Gheorghe Asachi” Technical University of Iași. Tujuan dari penelitian ini adalah

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

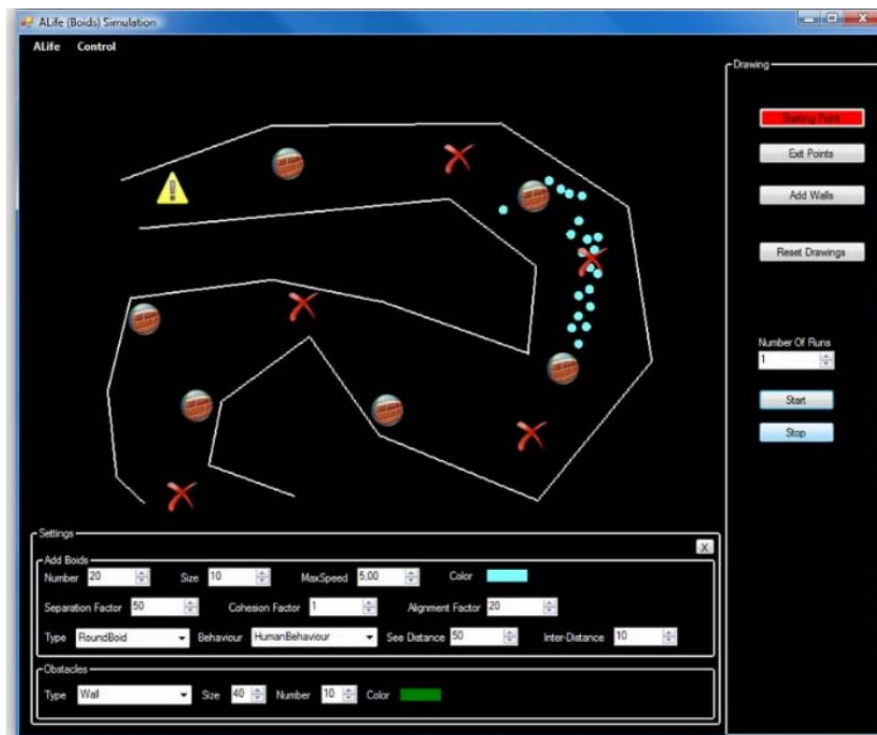


untuk memperhitungkan masalah tindakan yang tidak biasa dari sekelompok orang yang gelisah jika terjadi tekanan berat yang diberikan oleh bencana lokal.

Masalah yang sangat penting terkait dengan analisis perilaku dari sebuah kelompok adalah kemampuan representasi simulasi. Byszewski membawakan visualisasi waktu-nyata dari perilaku manusia di lingkungan dalam ruangan, dengan fokus pada waktu nyata dan visualisasi yang realistis dari hasil simulasi. Model berbasis agen diintegrasikan dengan teknik yang digunakan dalam permainan komputer, dengan teknik pengambilan keputusan dan pra-perhitungan yang disederhanakan.

Gambar 2. 11

Tangkapan Layar Dengan Antarmuka Pengguna Untuk Mensimulasikan Perilaku Evakuasi.



Sumber: (Mihai Horia Zaharia, Florin Leon, Cristea Pal dan Gabriel Pagu, 2009)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Dengan menggunakan algoritma Boids dan perintah tambahan dapat digunakan untuk membuat simulasi perilaku gerakan manusia dalam situasi darurat.

Solusi dari perangkat lunak yang disajikan disini juga memiliki kelebihan dari penggunaan desain pola untuk pembuatan perilaku agen yang bisa memberikan fleksibilitas yang dibutuhkan untuk pengembangan lebih lanjut.

8. **Simulating Species Interactions and Complex Emergence in Multiple Flocks of Boids with GPUs (2011)**

Penelitian ini dilakukan oleh Alwyn V. Husselmann dan Ken A. Hawick dari Computer Science, Institute for Information and Mathematical Sciences, Massey University, North Shore, Auckland, New Zealand.

Alwyn ingin Mengeksplorasi penggunaan paralelisme data *GPU* untuk mensimulasikan sejumlah besar agen mirip-*boid* secara semi-interaktif sehingga dapat menjelajahi beberapa parameter baru yang diperkenalkan untuk mensimulasikan beberapa kumpulan agen yang berbeda dan bersaing. *Agent Based Modelling* (ABM) merupakan bidang penelitian yang cukup matang yang memiliki pemodelan agen yang praktis dan teoritis. *ABM* juga mempunyai kesamaan dengan simulasi peristiwa berlainan

Menggunakan metode *GP-GPU programming* dengan bantuan sistem data paralel *CUDA* pada hardware *GPU* milik Nvidia dan berhasil menunjukkan bagaimana model ini dapat diimplementasikan menggunakan *GPU*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

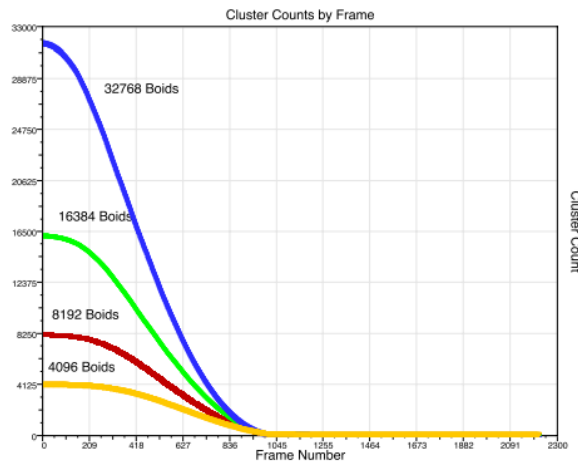
Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Gambar 2. 12

Distribusi Cluster Dalam Waktu Linier, Masing-masing Warna Mewakili Sejumlah Boids Mulai Dari 4.096 (kuning) Hingga 32.768 (biru).

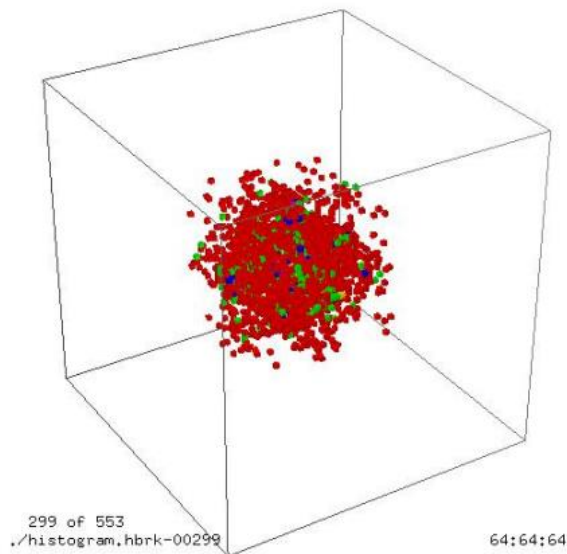


Sumber: (Alwyn V. Husselmann dan Ken A. Hawick, 2011)

Penulis berhasil menunjukkan bagaimana model ini dapat diimplementasikan menggunakan GPU untuk mendukung kinerja model interaktif dengan bantuan CUDA pada perangkat keras GPU milik Nvidia.

Gambar 2. 13

3D Histogram Pendudukan Ruang Dengan 4096 boids



Sumber: (Alwyn V. Husselmann dan Ken A. Hawick, 2011)

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



9. Simulating The Movement Of The Crowd In An Environment Using Flocking

(2011)

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Penelitian ini dilakukan oleh Meilany Dewi, Moch Hariadi dan Mauridhi Hery Purnomo dari Department of Electronics Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia Abstract - Department of Computer, Poteknik Caltex Riau.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mensimulasikan gerakan orang yang berbondong-bondong pergi ke pintu utama sebagai target utama dengan tujuan untuk menganalisis kecepatan dan tingkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai target tertentu dengan meningkatnya jumlah populasi.

Gambar 2. 14

Contoh Ilustrasi Simulasi Kerumunan Panik Di Lingkungan Tertentu.



Sumber: (Meilany Dewi, Moch Hariadi dan Mauridhi Hery Purnomo, 2011)

Salah satu aspek dari animasi adalah bagaimana memodelkan sesuatu yang mirip dengan aslinya di dunia nyata. *Crowd Behavior* yang sesuai dengan bentuk aslinya dapat ditunjukkan untuk meningkatkan kualitas animasi itu sendiri telah menjadi populer di dunia sinema dan *game*.

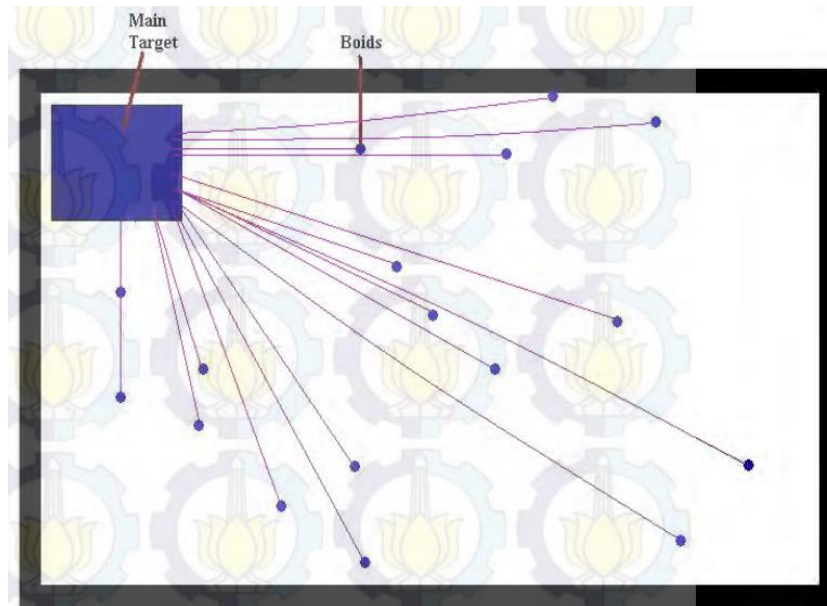
Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Gambar 2.15

Design Main Target Simulasi



© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

Sumber: (Meilany Dewi, Moch Hariadi dan Mauridhi Hery Purnomo, 2011)

Peneliti mencari cara untuk mensimulasikan gerakan orang yang berbondong-bondong pergi ke pintu utama dan berhasil menemukannya dengan menggunakan algoritma *flocking*.

10. A Simulation Study of Large Scale Swarms (2015)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

Penelitian ini dilakukan oleh Yhoichi Mototake dan Takashi Ikegami dari School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, Tokyo, Japan. Peneliti ingin mensimulasikan sebuah gerombolan dalam skala yang sangat besar.

Peneliti mengatakan bahwa *boid* model Reynolds (1987) adalah salah satu model pertama yang berhasil menghasilkan *swarming behavior*. Namun, ukuran untuk sebuah kelompok hanya dibatasi hingga beberapa ratus individu. Penelitian ini dirumuskan kembali berdasarkan model aslinya untuk mensimulasikan ukuran untuk sebuah kelompok hingga 500.000 individu dengan memanfaatkan teknik *GP*-



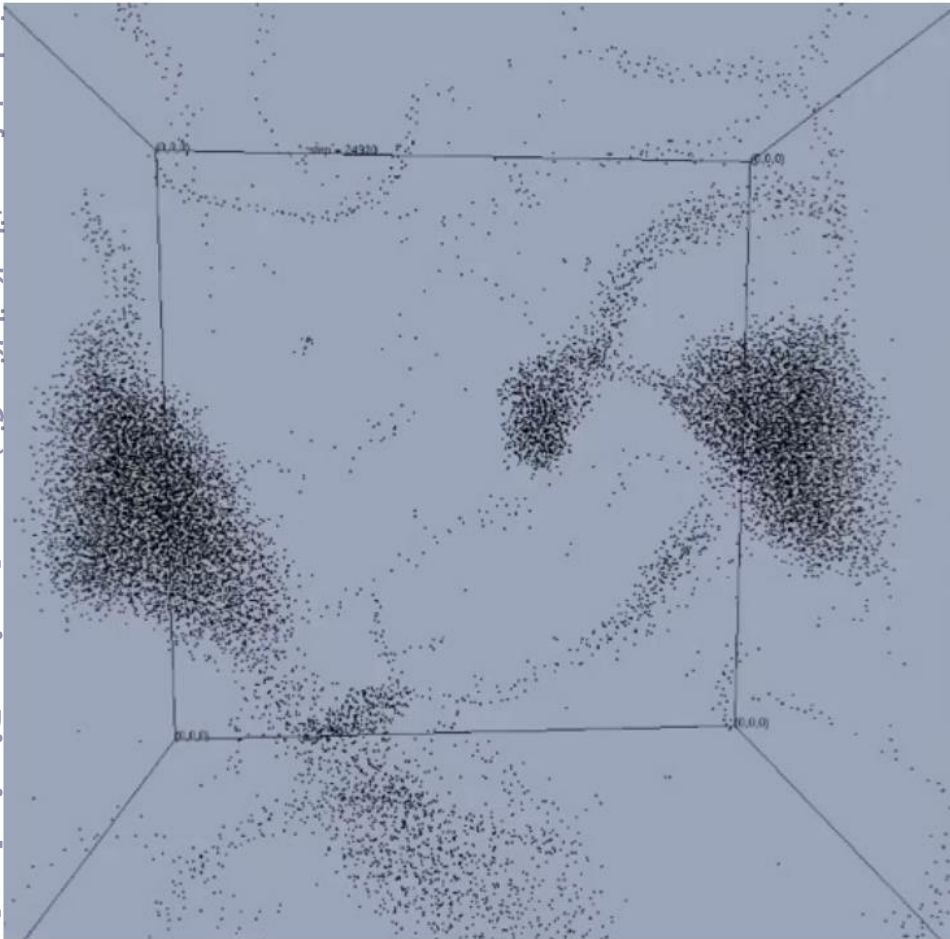
GPU. Peneliti menggunakan menggunakan sistem *GP-GPU* untuk mensimulasikan

model berskala besar dengan persamaan diferensial paralel.

Peneliti berhasil mensimulasikan model sebuah gerombolan dalam skala yang besar dengan algoritma boids dan menggunakan sistem *GP-GPU*. Karena metode paralelisasi menggunakan *GP-GPU*, peneliti telah berhasil mensimulasikan gerombolan dalam skala yang lebih besar.

Gambar 2. 16

Hasil Simulasi Dengan 16.384 Individu



Sumber: (Yhoichi Mototake dan Takashi Ikegami, 2015)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

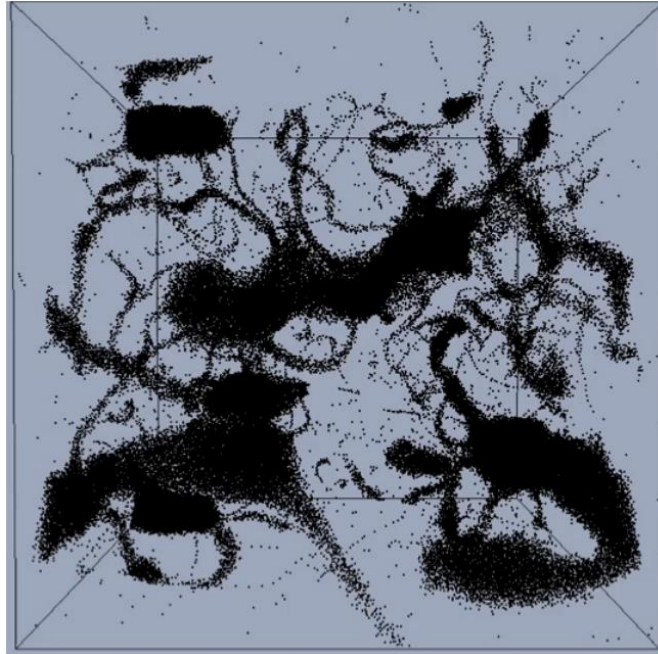
Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

Gambar 2. 17

Hasil Simulasi Dengan 131.072 Individu. Beberapa Kawanan Terdiri Dari Sejumlah Besar Individu Dengan Pola Filamen Kecil. Kawanan Besar Dan Menengah Bergerak Lebih Lambat.



Sumber: (Yhoichi Mototake dan Takashi Ikegami, 2015)

11. A Computational Analysis of the Quadratic Weighted Assignment of Bird Flocks in North Carolina (2017)

Penelitian ini dilakukan oleh Sabrina Balcerak, Yujiemi Chisholm, dan Cooper Shelby dari University of North Carolina Wilmington Department of Computer Science. Peneliti ingin mensimulasikan cara untuk memodelkan dan mempelajari semua kemungkinan jalur migrasi untuk burung antara situs bersarang yang tercatat di Carolina Utara.

Analisis komputasi perilaku sebuah gerombolan dari berbagai spesies telah menjadi topik populer dalam ilmu komputer. Karena karakteristik dari sebuah gerombolan telah didefinisikan, mereka telah diterapkan pada berbagai bidang mulai dari pemodelan gerakan kelelawar dalam film Hollywood hingga mempelajari pergerakan spesies tertentu dari berbagai daerah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

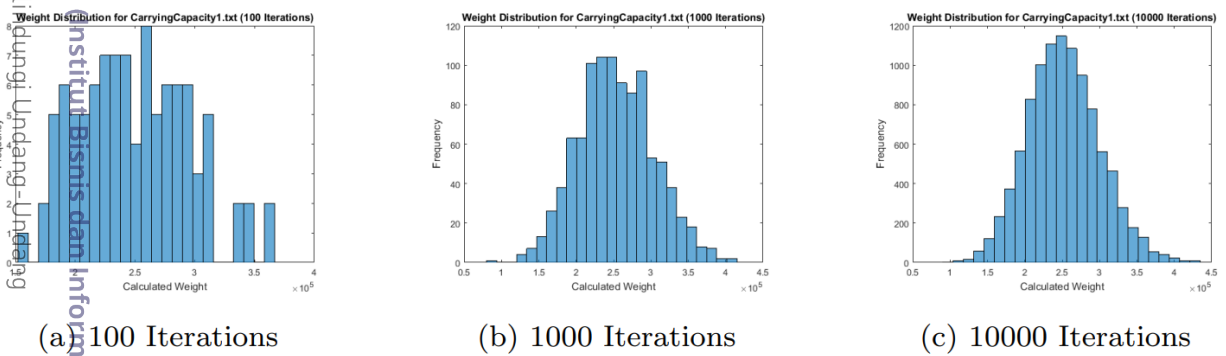
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Dengan menggunakan algoritma Boids lalu menggunakan metode *weighted*

quadratic assignment, peneliti dapat menggunakannya untuk mencari jalur migrasi dan juga menggunakan *Ant System Algorithm*.

Gambar 2. 18.
Distribusi Tertimbang Yang Dihitung Untuk Iterasi Yang Berbeda Dari File Kapasitas Tercatat.



Sumber: (Sabrina Balcerak, Yujiemi Chisholm, dan Cooper Shelby, 2017)

Hasil dari penelitian ini adalah, peneliti dapat melakukan simulasi pergerakan burung dengan menerapkan kriteria *greedy* untuk *flocking*, untuk menemukan dan mendapatkan data jalur migrasi yang paling optimal tanpa harus mengeluarkan jumlah energi yang berlebihan.

12. Evolving Flocking In Embodied Agents Based On Local And Global Application of Reynolds' Rules (2019)

Penelitian ini dilakukan oleh Rita Parada Ramos, Sancho Moura Oliveira, Susana Margarida Vieira dan Anders Lyhne Christensen dari Instituto Superior Te´cnico (IST), Lisbon, Portugal, Instituto Universita´rio de Lisboa (ISCTE-IUL), Lisbon, Portugal, Instituto de Telecomunicacoes, Lisbon, Portugal, Embodied Systems for Robotics and Learning at the Mærsk Mc-Kinney Møller Institute, University of Southern Denmark (SDU), Odense, Denmark. Dalam jurnal ini, peneliti

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Hak Cipta Milik IBI KKG Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



mempelajari bagaimana cara membuat sebuah pergerakan *flocking* berevolusi seperti evolusi alami.



Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Peneliti mengatakan bahwa sampai saat ini, *flocking* pada agen buatan hanya tercapai pada kontrol yang di program oleh tangan. Ada banyak tugas di dunia nyata, seperti patroli dan pemantauan lingkungan, di mana kelompok agen robot kadang-kadang diminta untuk secara bersamaan menunjukkan perilaku *flocking* dan perilaku yang spesifik.

Peneliti melakukan Percobaan simulasi menggunakan *JBotEvolve* (*multirobot simulation platform*) dan mengadaptasi karya Reynold lalu mentransasi 3 aturannya untuk mencari solusi untuk mencapai tujuan yang ditetapkan.

Peneliti berhasil melakukan penelitian dengan melakukan *evolutinary runs* dengan 3 pengaturan yang berbeda yaitu, mengadaptasi tiga aturan perilaku lokal Reynolds, peneliti mengadaptasi fungsi sehingga ketiga komponen tersebut dianggap sebagai keseluruhan dan bukan hanya interaksi lokal, dan menunjukkan komponen dari Reynold dibutuhkan untuk melakukan *flocking*. Dalam penelitian ini, peneliti telah menunjukkan bahwa pengontrol dapat dikembangkan untuk menampilkan pergerakan *flocking*, perilaku yang kompleks, dengan fungsi kebugaran eksplisit sederhana, bertentangan dengan apa yang diklaim dalam karya sebelumnya. Peneliti mengatakan ini juga akan menarik untuk mempelajari fungsi kebugaran eksplisit lainnya berdasarkan metrik yang biasanya digunakan dalam studi berkelompok. Hal ini telah menunjukkan bahwa pengontrol dapat dikembangkan untuk menampilkan gerakan berkelompok, perilaku yang kompleks, dengan fungsi kebugaran eksplisit sederhana, bertentangan dengan apa yang diklaim dalam penelitian sebelumnya.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.

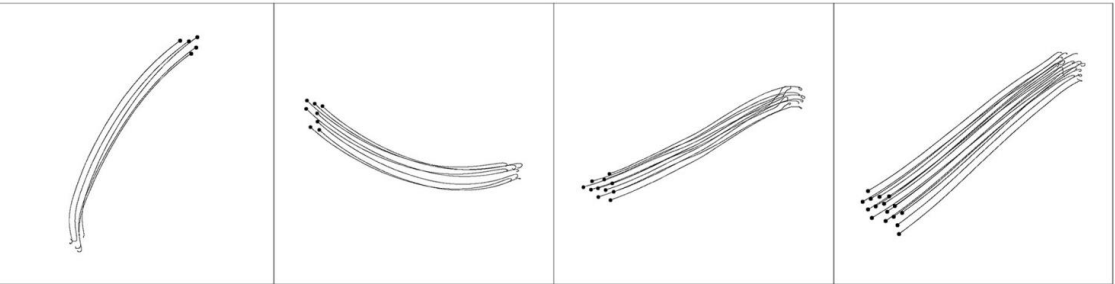
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Gambar 2. 19

Contoh Perilaku Yang Ditampilkan Oleh Pengontrol Berkinerja Tinggi Berevolusi Dalam Pengaturan Global, Dengan 5, 8, 11 dan 16 Robot, Dari Kiri Ke Kanan. Dapat Dilihat Bahwa Robot Mengembangkan Strategi Membuat Arah Putaran.



Sumber: (Rita Parada Ramos, Sancho Moura Oliveira, Susana Margarida Vieira dan Anders Lyhne Christensen, 2019)

Kesimpulannya adalah pembuat jurnal menunjukkan pengontrol dapat dikembangkan untuk menampilkan pergerakan *flocking*, sebuah perilaku kompleks, dengan fungsi eksplisit sederhana, yang bertentangan dengan apa yang di klaim karya ilmiah sebelum sebelum nya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Berikut adalah tabel rangkuman dari sejarah penelitian terdahulu yang memakai algoritma Boids

Tabel 2. 5

Tabel rangkuman penelitian terdahulu yang memakai algoritma Boids beserta kesimpulannya.

| No | Judul | Problem | Method | Solusi | Kesimpulan |
|----|--|---|--|---|---|
| 1 | A connectivity-preserving flocking algorithm for multi-agent systems based only on position measurements | Algoritma flocking yang sudah ada mengandalkan informasi Tentang posisi relatif dan kecepatan relatif antara agen tetangga. tidak semua agen (robot, kendaraan udara dll) dilengkapi dengan sensor kecepatan | Memodifikasi passivity approach dari Lizarralde dan Wen (1996); Lawton dan Beard (2002); Ren (2007) dan menggunakannya pada algoritma <i>flocking</i> yang diusulkan untuk menghasilkan output vektor, yang dapat menggantikan peran kecepatan | dengan agen pemimpin virtual, dapat menunjukkan bahwa semua agen dapat mencapai kecepatan yang diinginkan walaupun hanya satu agen dalam tim memiliki akses informasi dari pemimpin virtual | Algoritma flocking membutuhkan informasi posisi dan kecepatan dari semua agen tertangga. Dengan memodifikasi <i>passivity approach</i> dari Lizarralde dan Wen (1996); Lawton dan Beard (2002); Ren (2007) dan menggunakannya pada algoritma <i>flocking</i> dapat dibuktikan bahwa semua agen dapat mencapai kecepatan yang diinginkan dengan informasi dari satu agen yang memiliki informasi dari pemimpin virtual |
| 2 | Evolving flocking in embodied agents based on local and global application of Reynolds' rules | Sampai saat ini, flocking pada agen buatan hanya tercapai pada kontrol yang di program oleh tangan. Ada banyak tugas di dunia nyata, seperti patroli dan pemantauan lingkungan, di mana kelompok agen robot kadang-kadang diminta untuk secara bersamaan menunjukkan perilaku flocking dan perilaku yang spesifik | melakukan Percobaan simulasi menggunakan <i>JBotEvolve</i> (multirobot simulation platform) dan mengadaptasi karya Reynold lalu mentranslate 3 aturannya untuk mencari solusi yang mencapai tujuan yang ditetapkan | Melakukan <i>evolutinary runs</i> dengan 3 pengaturan yang berbeda yaitu, mengadaptasi tiga aturan perilaku lokal Reynolds, peneliti mengadaptasi fungsi sehingga ketiga komponen tersebut dianggap sebagai keseluruhan dan bukan hanya interaksi lokal, dan menunjukkan komponen dari reynold dibutuhkan untuk melakukan <i>flocking</i> | Pembuat jurnal menunjukkan pengontrol dapat dikembangkan menampilkan <i>flocking</i> , sebuah perilaku kompleks, dengan fungsi eksplisit sederhana, yang bertentangan dengan apa yang di klaim karya ilmiah sebelum sebelum nya |
| 3 | A Computational Analysis of the Quadratic Weighted Assignment of Bird Flocks in North Carolina | bagaimana cara untuk memodelkan dan mempelajari semua kemungkinan jalur migrasi untuk burung antara situs bersarang yang tercatat di Carolina Utara | Menggunakan algoritma Boids lalu menggunakan metode <i>weighted quadratic assignment</i> untuk mencari jalur migrasi dan <i>Ant System Algorithm</i> | melakukan simulasi pergerakan burung dengan menerapkan kriteria <i>greedy</i> untuk <i>flocking</i> , untuk menemukan jalur migrasi yang paling optimal tanpa harus mengeluarkan jumlah energi yang berlebihan | Dari semua algoritma yang dicoba oleh penulis. <i>Ant System Algorithm</i> merupakan strategi paling ideal untuk menghitung jalur |





| | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| 4 | A Simulation Study of Large Scale Swarms | Bagaimana cara mensimulasikan gerombolan berskala besar | Menggunakan sistem <i>GPGPU</i> untuk mensimulasikan model berskala besar dengan persamaan diferensial paralel | Peneliti berhasil mensimulasikan model gerombolan berskala besar dengan algoritma Boids dan menggunakan sistem <i>GPGPU</i> | Karena metode paralelisasi menggunakan <i>GPGPU</i> , penulis telah berhasil mensimulasikan gerombolan berskala yang lebih besar |
| 5 | Simulating The Movement Of The Crowd In An Environment Using Flocking | Bagaimana cara mensimulasikan gerakan orang yang berbondong-bondong pergi ke pintu utama sebagai target utama dengan tujuan untuk menganalisis kecepatan dan tingkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai target tertentu dengan meningkatnya jumlah populasi | Menggunakan algoritma Boids dan metode <i>path planning (potential field)-based grid</i> | Berdasarkan percobaan oleh peneliti, algoritma flocking berhasil digunakan sebagai algoritma untuk simulasi kerumunan mencapai target tertentu. | Peneliti mencari cara untuk mensimulasikan gerakan orang yang berbondong-bondong pergi ke pintu utama dan berhasil menemukannya dengan menggunakan algoritma <i>flocking</i> |
| 6 | Simulating Species Interactions and Complex Emergence In Multiple Flocks of Boids with GPUs | Bagaimana cara mensimulasikan interaksi spesies/agen dengan <i>GPU</i> | Menggunakan metode <i>GP-GPU</i> programming | Menggunakan metode <i>GP-GPU</i> programming dengan bantuan sistem data paralel <i>CUDA</i> pada hardware <i>GPU</i> milik Nvidia | Penulis berhasil menunjukkan bagaimana model ini dapat diimplementasikan menggunakan <i>GPU</i> untuk mendukung kinerja model interaktif dengan bantuan <i>CUDA</i> pada hardware <i>GPU</i> milik Nvidia |
| 7 | Agent-Based Simulation of Crowd Evacuation Behavior | Mencari cara untuk mensimulasikan tindakan pergerakan yang tidak biasa dari sekelompok orang yang gelisah dalam kasus tekanan berat yang diberikan oleh bencana lokal | Menggunakan algoritma Boids dengan perintah tambahan dari si peneliti | Melalui simulasi yang sama dengan algoritma Boids dapat digunakan untuk menangani perilaku manusia dengan baik dalam situasi darurat | Dengan menggunakan algoritma Boids dan perintah tambahan dapat digunakan untuk membuat simulasi perilaku gerakan manusia dalam situasi darurat |

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



| | | | | | |
|----------|---|--|---|--|---|
| <p>8</p> | <p>Evolved swarming without positioning information: an application in aerial communication relay</p> | <p>Dalam sebagian besar sistem <i>flocking</i>, agen mengetahui posisi tetangga secara langsung atau mereka memiliki substrat tempat untuk dapat menyimpan informasi yang didapat dari koordinasi secara tidak langsung (<i>stigmergy</i>). Namun, sumber daya semacam itu tidak selalu dapat diperoleh dalam aplikasi dunia nyata karena perangkat keras dan kendala lingkungan</p> | <p>Agen pesawat menggunakan <i>wireless communication</i> dengan user yang berlokasi di darat dan <i>neural network</i></p> | <p>Simulasi berhasil dilakukan dengan membuat agen pesawat melakukan <i>wireless communication</i> dengan user yang tersebar di darat dan menggunakan <i>neural network</i> untuk pengukuran posisi dan komunikasi lokal dengan tetangga. Agen yang berada di darat juga melakukan komunikasi kepada agen pesawat yang disekitarnya untuk memberikan informasi posisi agen pesawat lainnya</p> | <p>Peneliti berhasil membuat simulasi di mana agen pesawat tidak perlu mengetahui posisi semua agen tetangga dengan menggunakan <i>wireless communication</i> dengan user yang tersebar di darat dan menggunakan <i>neural network</i> untuk pengukuran posisi dan komunikasi lokal dengan tetangga</p> |
| <p>9</p> | <p>Autonomous Boids Richard Benes and Christopher Hartman, Department of Computer Graphics</p> | <p>tanpa faktor tekanan eksternal seperti pemimpin, tujuan <i>global</i>, atau arah penerbangan, akan menemukan konfigurasi optimal dalam ruang <i>3D</i> (tiga dimensi) dan tetap diam, berosilasi, atau membentuk pola visual yang kentara atau yang sudah terduga. Hal tidak sesuai dengan pengamatan <i>flocking</i> seperti yang aslinya dan perilaku "play a game" oleh burung yang sebenarnya di mana pemimpin (<i>leader</i>) acak dari <i>flocking</i> tersebut pergi terbang sendiri memisah dan yang lainnya mengejar dia</p> | <p>Menambahkan faktor leader (pemimpin) ke dalam algoritma Boids dan menentukan <i>Eccentricity</i> (sedikit berbeda/bergeser) sebuah <i>boid</i></p> | <p>Peneliti menambahkan faktor <i>leader</i> (pemimpin) ke dalam algoritma Boids dengan menentukan <i>Eccentricity</i> (sedikit berbeda/bergeser) sebuah <i>boid</i> dari <i>flocking</i> untuk menjadi <i>leader</i> (pemimpin) dalam perilaku "play a game" oleh burung secara acak untuk membuat pergerakan <i>flocking</i> yang memiliki pengamatan yang mirip dengan aslinya</p> | <p>Peneliti membuat sebuah simulasi <i>flocking</i> di mana pergerakan <i>flocking</i> tersebut terlihat lebih asli dengan menambahkan faktor <i>leadership</i> pada algoritma Boids dan perilaku "play a game" oleh burung</p> |

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
4. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



| | | | | | |
|-----------|--|---|---|---|---|
| <p>10</p> | <p>Flocking with Obstacle Avoidance: Cooperation with Limited Information in Mobile Networks</p> | <p>Bagaimana cara mendesign pergerakan <i>flocking</i> dengan <i>obstacle avoidance</i> dan menganalisis pada pengambilan keputusan agen mobile saat <i>flocking</i> dan adanya <i>obstacle</i></p> | <p>Menggunakan prinsip <i>separation</i>, <i>split/rejoin</i> dan <i>squeezing</i> <i>maneuver</i> dan <i>squeezing</i> <i>maneuver</i></p> | <p>Peneliti menambahkan dua jenis agen lain yang disebut β-agen dan γ-agen. Agen-agen tersebut terletak di batas dan di dalam <i>obstacle</i>. dengan ini memungkinkan peeliti untuk melakukan manuver <i>split / rejoin</i> dan memeras untuk jaringan dan kawanan <i>flocking</i> agen dinamis yang berkomunikasi satu sama lain. Kehadiran <i>obstacle</i> membuat anggota jaringan (atau kawanan <i>flocking</i>) untuk membelah menjadi lebih banyak kawanan dan menyebabkan hilangnya hubungan komunikasi.</p> | <p>Peneliti berhasil membuat simulasi di mana agen melakukan <i>flocking</i> dengan adanya 6 <i>obstacle</i> dan menunjukkan apa saja koneksi antar agen yang terkoneksi</p> |
| <p>11</p> | <p>Simulation of Large Crowds in Emergency Situations Including Gaseous Phenomena</p> | <p>Bagaimana cara membuat simulasi di mana sekumpulan pergerakan <i>flocking</i> berukuran besar berada di situasi darurat seperti kebocoran gas</p> | <p>Menggunakan <i>GPU</i> dan <i>CPU</i> untuk mensimulasikan <i>flocking</i> skala besar</p> | <p>Peneliti menambahkan variabel "<i>health</i>" kepada setiap agen ,di mana 1 = sehat dan 0 = mati. setiap kali agen memasuki gas ,<i>health</i> mereka akan terus berberkuran dan berefek pada kecepatan bergerak mereka</p> | <p>Peneliti membuat simulasi <i>flocking</i> skala besar di mana terjadinya kondisi darurat kebocoran gas, simulasi dibuat menggunakan bantuan <i>GPU</i> dan <i>CPU</i> dan peneliti menambahkan variabel "<i>health</i>" kepada agen untuk memberikan efek kecepatan yang berbeda sesuai <i>health</i> agen</p> |
| <p>12</p> | <p>Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model</p> | <p>Gerakan sekumpulan burung, kawanan binatang darat, atau sekumpulan ikan merupakan gerakan kompleks yang jarang terlihat pada animasi komputer</p> | <p><i>collision avoidance</i>, <i>velocity matching</i> dan <i>flock centering</i></p> | <p>Menggunakan <i>collision avoidance</i> untuk menghindari tabrakan antar agen di kelompok, <i>velocity matching</i> untuk berusaha menyamai kecepatan agen yang berdekatan dan <i>flock centering</i> untuk berusaha agar tetap berdekatan dengan kumpulan agen</p> | <p>Peneliti berhasil membuat sistem pergerakan sekumpulan burung untuk animasi komputer dengan mengimplementasi <i>collision avoidance</i>, <i>velocity matching</i> dan <i>flock centering</i></p> |

Sumber: Olahan penulis

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis atau tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.