

**PERBANDINGAN ALGORITMA LIFLONG PLANNING A*
DAN A* PADA GAME CEDAR WOOD CHRONICLES**

Tugas Akhir



oleh

ADRIAN YULIANTO KURNIAWAN

22104822

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI**

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2015

**PERBANDINGAN ALGORITMA LIFLONG PLANNING A*
DAN A* PADA GAME CEDAR WOOD CHRONICLES**

Tugas Akhir



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

ADRIAN YULIANTO KURNIAWAN

22104822

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PERBANDINGAN ALGORITMA LIFELONG PLANNING A* DAN A* PADA GAME CEDAR WOOD CHRONICLES

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 10 Januari 2015



ADRIAN YULIANTO KURNIAWAN
22104822

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PERBANDINGAN ALGORITMA LIFELONG
PLANNING A* DAN A* PADA GAME CEDAR
WOOD CHRONICLES

Nama Mahasiswa : ADRIAN YULIANTO KURNIAWAN

N I M : 22104822

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

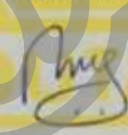
Semester : Gasal

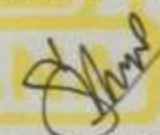
Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 10 Januari 2015

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Nugroho Agus Haryono, M.Si


Hendro Setiadi, M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

PERBANDINGAN ALGORITMA LIFELONG PLANNING A* DAN A* PADA GAME CEDAR WOOD CHRONICLES

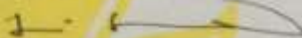
Oleh: ADRIAN YULIANTO KURNIAWAN / 22104822

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 9 Januari 2015

Yogyakarta, 10 Januari 2015
Mengesahkan,

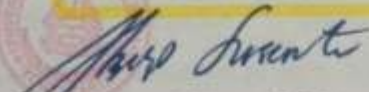
Dewan Penguji:


1. Nugroho Agus Haryono, M.Si
2. Hendro Setiadi, M.Eng
3. Ignatia Dhian E K R, S.Kom
4. Sri Suwarno, Ir. M.Eng.


Kurniawan


Dekan

Ketua Program Studi


(Badi Susanto, S.Kom., M.T.)


(Gloria Virginia, Ph.D.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PERBANDINGAN ALGORITMA LIFELONG PLANNING A* DAN A* PADA GAME CEDAR WOOD CHRONICLES” dengan baik dan tepat waktu.

Penulisan laporan ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu, penulisan laporan Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk melatih mahasiswa agar dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi penggunanya.

Dalam menyelesaikan penelitian dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran, dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Nugroho Agus H., M.Si selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar dalam membimbing penulis dalam mengerjakan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Hendro Setiadi, M.Eng selaku dosen pembimbing II yang selalu sabar dan baik membimbing penulis dalam mengerjakan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
3. Keluarga Bernadus - Yohana yang selalu memberikan doa dan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Rekan-rekan penulis yang dengan senang hati memberikan arahan, saran, dan, berbagi dalam pengerjaan Tugas Akhir maupun penulisan laporan Tugas Akhir.
5. Pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penelitian dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian, sehingga suatu saat nanti penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis meminta maaf bila ada kesalahan dalam penyusunan laporan maupun sewaktu penulis melakukan penelitian Tugas Akhir. Semoga penelitian dan laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, 17 Desember 2014

Penulis

INTISARI

PERBANDINGAN ALGORITMA LPA* DAN A* DALAM GAME CEDAR WOOD CHRONICLES

Dewasa ini, permainan berbasis platform browser atau menggunakan media HTML5 semakin banyak dikembangkan. Salah satu genre permainan yang cukup populer adalah Tower Defense. Agar permainan dapat memberi tantangan lebih, digunakan konsep di mana musuh dapat bergerak dengan bebas di dalam map permainan, dan player harus memasang tower sebagai penghalang sekaligus penyerang. Dalam hal ini diperlukan metode agar musuh dapat menemukan jalan terdekat dengan mengimplementasikan algoritma pathfinding. Karena aksi yang dilakukan player memungkinkan berubahnya kondisi map setiap saat secara dinamis, diperlukan implementasi algoritma pathfinding yang optimal.

Salah satu algoritma pathfinding yang sering digunakan adalah algoritma A*. Tingkat efisiensi pathfinding dapat dilihat dari jumlah node yang dilalui saat penghitungan pada map. Algoritma LPA* (*Lifelong Planning A**) memiliki keunggulan dibandingkan algoritma A* yakni memiliki tahap untuk mengingat node pencarian dan hasil tree pencarian sebelumnya, memungkinkan algoritma LPA* ini untuk menelusuri node lebih sedikit dibanding A*. Disamping itu, algoritma LPA* memerlukan kapasitas memori lebih besar karena jumlah node yang harus disimpan ketika diimplementasikan pada banyak musuh.

Hasil dari penelitian yang menggunakan 15 sampel skenario untuk diuji dengan kedua algoritma menunjukkan bahwa perbandingan algoritma LPA* dan A* mengalami penurunan efisiensi ketika diimplementasikan pada musuh bergerak dibanding melakukan pathfinding statis. Hal ini dikarenakan algoritma LPA* harus melakukan pathfinding ulang ketika searchtree hasil pencarian tidak berhasil menemukan lokasi musuh.

Kata kunci :

Algoritma, LPA*, Lifelong, Planning, A*, Pathfinding, Tower Defense

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	2
Batasan Masalah.....	2
Hipotesis.....	3
Tujuan Penelitian	4
Metode Penelitian.....	4
Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Tower Defense.....	7
2.2.2. Algoritma A*	8
2.2.3. Algoritma LPA*	10
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	13
3.1. Alat Penelitian.....	13
3.2. Algoritma dan Diagram Alir	13
3.2.1. Sistem	13
3.2.1.1. Diagram Alir Sistem Dengan Algoritma A*	14
3.2.1.2. Diagram Alir Sistem Dengan Algoritma LPA*	16

3.2.2. Algoritma A*	18
3.2.3. Algoritma LPA*	20
3.3. Perancangan Antarmuka	24
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	28
4.1. Implementasi Sistem	28
4.1.1. Implementasi Algoritma A*	32
4.1.2. Implementasi Algoritma LPA*	33
4.1.3. Implementasi Algoritma A* Pada Musuh Bergerak	34
4.1.4. Implementasi Algoritma LPA* Pada Musuh Bergerak.....	35
4.2. Analisis Sistem.....	36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Sistem A*	14
Gambar 3.2. Diagram Alir Sistem LPA*	16
Gambar 3.3. Diagram Alir Algoritma A*	18
Gambar 3.4. Diagram Alir Algoritma LPA*	20
Gambar 3.5. Diagram Alir Algoritma LPA* (lanjutan)	21
Gambar 3.6. Rancangan Desain Antarmuka	24
Gambar 3.7. Hasil Rancangan Desain Antarmuka	25
Gambar 4.1. Tampilan Awal Permainan Dimulai	28
Gambar 4.2. Tampilan Musuh Pertama Muncul	29
Gambar 4.3. Tampilan Tower Menyerang Musuh	30
Gambar 4.4. Tampilan Nyawa Pemain Tersisa 0	31
Gambar 4.5. Tampilan Implementasi A*	32
Gambar 4.6. Tampilan Implementasi A*(setelah diberi penghalang)	32
Gambar 4.7. Tampilan Implementasi LPA*	33
Gambar 4.8. Tampilan Implementasi LPA*(setelah diberi penghalang)	33
Gambar 4.9. Tampilan Implementasi A* Pada Musuh	34
Gambar 4.10. Tampilan Implementasi A* Pada Musuh (setelah diberi penghalang)	34
Gambar 4.11. Tampilan Implementasi LPA* Pada Musuh	35
Gambar 4.12. Tampilan Implementasi LPA* Pada Musuh(setelah diberi penghalang)	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Penjelasan Fungsi dan jenis Komponen Antarmuka	26
Tabel 3.1 Penjelasan Fungsi dan jenis Komponen Antarmuka (lanjutan)	27
Tabel 4.1 Data Gambar Hasil Pencarian Menggunakan A* dan LPA* pada level 1	36
Tabel 4.2 Data Gambar Hasil Pencarian Menggunakan A* dan LPA* pada level 2	36
Tabel 4.2 Data Gambar Hasil Pencarian Menggunakan A* dan LPA* pada level 2 (Lanjutan)	37
Tabel 4.3 Data Gambar Hasil Pencarian Menggunakan A* dan LPA* pada level 3	37
Tabel 4.4 Data Gambar Hasil Pencarian Menggunakan A* dan LPA* pada level 4	38
Tabel 4.5 Data Gambar Hasil Pencarian Menggunakan A* dan LPA* pada level 5	38
Tabel 4.5 Data Gambar Hasil Pencarian Menggunakan A* dan LPA* pada level 5 (Lanjutan)	39
Tabel 4.6 Data Kuantitatif Kuantitatif Hasil Pencarian Dengan 6 Skenario pada level 1	40
Tabel 4.7 Data Kuantitatif Kuantitatif Hasil Pencarian Dengan 6 Skenario pada level 2	40
Tabel 4.8 Data Kuantitatif Kuantitatif Hasil Pencarian Dengan 6 Skenario pada level 3	41
Tabel 4.9 Data Kuantitatif Kuantitatif Hasil Pencarian Dengan 6 Skenario pada level 4	41
Tabel 4.10 Data Kuantitatif Kuantitatif Hasil Pencarian Dengan 6 Skenario pada level 5	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permainan/*game* masa kini sudah berkembang pesat. Sebagian besar *game* yang umum dimainkan sudah berbasis pada *format digital*. Hampir semua *game* memanfaatkan adanya kecerdasan buatan dalam *game* tersebut. Adanya kecerdasan buatan dalam sebuah *game* dapat berupa musuh yang dikendalikan oleh komputer dan dapat menentukan arah pergerakannya. Salah satu jenis kecerdasan buatan yang banyak digunakan adalah algoritma untuk melakukan *pathfinding*. *Pathfinding* adalah pencarian jalur terdekat dari dua titik (titik *start* dan titik *goal*). Algoritma *pathfinding* dapat digunakan untuk menentukan arah tujuan musuh yang dikendalikan oleh komputer.

Salah satu algoritma *pathfinding* yang dinamis dalam menentukan jalur adalah LPA* (Lifelong Planning A star). Algoritma ini merupakan pengembangan dari algoritma A* (A star) yang sudah ada. Kelebihan dari algoritma LPA* dibanding A* biasa adalah kecepatan komputasi yang lebih cepat. Pada A* iterasi awal akan menghitung jalur terdekat dari titik *start* ke titik *goal*, lalu pada tiap iterasi berikutnya proses tersebut diulang kembali. Sebaliknya pada algoritma LPA*, iterasi awal sama seperti iterasi pada algoritma A*; tetapi tiap iterasi berikutnya dilakukan berdasar hasil iterasi sebelumnya yang disimpan; sehingga algoritma ini dapat melakukan komputasi lebih cepat pada *game* dengan *map* yang berubah-ubah.

Belakangan ini banyak *game developer* yang memanfaatkan internet browser sebagai media permainan *game*. Tidak sedikit *game* berbasis HTML5 yang telah dibuat. Maka perbandingan algoritma LPA* dengan A* akan diimplementasikan dalam *game Cedar Wood Chronicles* dengan basis kanvas HTML5 dan JavaScript.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam kasus ini adalah :

- a. Bagaimana cara mengukur kelebihan dari algoritma LPA* dibanding A* dalam pencarian jarak terdekat pada permainan Cedar Wood Chronicles?
- b. Bagaimana cara mengukur kekurangan dari algoritma LPA* dibanding A* dalam pencarian jarak terdekat pada permainan Cedar Wood Chronicles?
- c. Bagaimana cara memastikan adanya 1 jalur tersisa untuk dilalui musuh?

1.3 Batasan Masalah

Permainan ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut :

- a. *Game* yang akan dibuat adalah *game* 2-dimensi dengan animasi yang menggunakan *sprite image*.
- b. Algoritma LPA* hanya akan diterapkan pada musuh di level Tower Defence pada *Game Cedar Wood Chronicles* agar musuh dapat mencari jalur terdekat menuju goal.
- c. *Game* ini akan dibuat menggunakan basis kanvas HTML5 dan JavaScript
- d. *Game* ini hanya bisa dimainkan pada komputer dengan *web browser* yang mendukung kanvas HTML5.
- e. Map dari level *Tower Defence* pada *game* ini berupa *tile-based*(kotak-kotak)dengan ukuran yang sudah ditentukan.
- f. Harus ada tersisa 1 jalur yang dapat dilalui musuh, pemain tidak dapat sepenuhnya menghalangi jalur yang dilalui musuh.
- g. Adapun aturan-aturan yang akan ditetapkan di level *Tower Defence* game ini antara lain:
 - i. Musuh memiliki *goal* untuk bergerak dari kubu musuh menuju kubu player melalui *map* dengan *grid* kotak-kotak.
 - ii. Musuh dapat bergerak bebas untuk mencari jalur terpendek di *map* dengan memanfaatkan algoritma LPA*; tetapi musuh tidak dapat bergerak secara diagonal.

- iii. *Player* dapat menghalangi jalur musuh dengan memasang *tower*(menara) pada *tile* yang dilalui musuh.
- iv. *Tower* yang dipasang oleh *player* dapat menyerang musuh pada *radius* tertentu atau parameter yang ditentukan.
- v. *Tower* tidak dapat sepenuhnya menghalangi jalur yang dapat dilalui, jika tersisa 1 jalur yang dapat dilalui, *player* tidak dapat memasang *tower* untuk menghalangi jalur tersebut.
- vi. Musuh tidak dapat menyerang *tower*. Tetapi musuh memiliki HP(*health point*) yang berkurang seiring musuh diserang *tower* milik *player*.
- vii. *Player* memiliki HP yang berkurang sesuai dengan jumlah musuh yang berhasil menembus kubu *player*.
- viii. *Player* memiliki mata uang berupa *soul* yang digunakan untuk membangun *tower* baru; *soul* milik *player* bertambah sesuai dengan jumlah musuh yang berhasil dikalahkan/mati.
- ix. Jika HP milik *player* habis, maka *player* kalah dan permainan berakhir.

1.4 Hipotesis

Algoritma LPA* melakukan lebih sedikit iterasi dibanding algoritma A* sehingga meningkatkan efisiensi waktu dalam pencarian jarak terdekat menuju *goal* dalam *map* dengan posisi musuh yang berubah secara dinamis. Sebaliknya, algoritma LPA* memerlukan kapasitas memori lebih besar dibanding algoritma pencarian A*.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

- Membangun sebuah game *Tower Defense* dengan mengimplementasikan algoritma A* dan LPA*.
- Meneliti dan menganalisis efisiensi dari algoritma LPA* dengan membandingkan selisih jumlah iterasi dari kedua algoritma.

1.6 Metode Penelitian

Metode atau pendekatan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

- a) Melakukan studi pustaka dengan cara mencari informasi dan teori-teori dari berbagai literatur yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir .
- b) Melakukan perancangan sistem permainan yang didapat dari literatur yang sudah dipelajari.
- c) Mengimplementasikan Algoritma A* dalam permainan.
- d) Mengimplementasikan Algoritma LPA* dalam permainan.
- e) Melakukan pengujian kinerja dari masing-masing Algoritma dalam permainan dan menganalisa hasil peengujian.

1.7 Sistematika Penulisan

Sitematika penulisan tugas akhir ini akan terbagi dalam lima bab dengan urutan penulisan sebagai berikut

Bab 1 PENDAHULUAN pada bab ini yang berisi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian, dan

Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA pada bab ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori.

Bab 3 PERANCANGAN SISTEM pada bab ini mencakup analisis teori-teori yang digunakan, dan bagaimana menerapkannya ke dalam permainan yang akan dibuat.

Bab 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM pada bab ini memuat hasil riset / implementasi, dan pembahasan dari riset tersebut yang bersifat terpadu.

Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN pada bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan permainan.

Selain berisi bab-bab utama tersebut, skripsi ini juga dilengkapi dengan Intisari, Daftar Isi, Daftar Gambar, Daftar Tabel, Daftar Pustaka dan Lampiran.

@UKDM

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh, yaitu :

1. Beberapa parameter yang mempengaruhi efisiensi pathfinding dari kedua algoritma adalah, luas *map*, jumlah *block* yang menghalangi *path* dan kompleksitas *map*.
2. Berdasarkan penelitian, terjadi kasus dimana efisiensi algoritma LPA* berkurang secara signifikan. Hal ini terjadi karena ketika LPA* melakukan pencarian ulang berdasar *searchtree* sebelumnya, *searchtree* yang baru tidak dapat menemukan posisi musuh, melainkan terhubung dengan posisi awal kemunculan musuh. Ketika hal ini terjadi, LPA* harus melakukan penghitungan kembali dari awal, dengan posisi musuh sebagai titik *start* yang baru. Penghitungan ulang dari LPA* tidak selalu melakukan ekspansi *node* lebih sedikit dari A*, terkadang jumlahnya hampir sama atau lebih besar.
3. Tergantung dari kompleksitas *map*, algoritma LPA* terkadang memiliki perbedaan hasil *path*(variasi *path*) yang signifikan.
4. Musuh yang mengimplementasikan algoritma LPA* memiliki kecenderungan untuk menjauhi *path* awal(*straying*).
5. Kelemahan dari algoritma LPA* ketika diimplementasikan pada musuh bergerak adalah masing-masing musuh harus mengingat kondisi *map* dan masing-masing musuh harus melakukan pathfinding tersendiri. Berbeda dengan algoritma A* yang hanya memanfaatkan 1 *map* saja untuk melakukan *pathfinding* dari masing-masing musuh. Dalam hal ini, algoritma LPA* memerlukan kapasitas memori yang jauh lebih besar.

6. Meskipun ada kasus di mana perbandingan algoritma A* dan LPA* pada *map* statis mengalami pengurangan efisiensi dengan perbandingan algoritma A* dan LPA* pada musuh yang bergerak dinamis. Hasil perbandingan jumlah ekspansi *node* menunjukkan bahwa algoritma LPA* masih lebih efisien dibanding algoritma A*.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Meneliti lebih lanjut mengenai metode untuk menghemat memori pada implementasi algoritma LPA* di dalam permainan yang memiliki banyak musuh.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapat metode yang dapat meningkatkan efisiensi algoritma LPA* di dalam permainan *Tower Defense*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anbuselvi, R., & Bhuvaneshwaran, R. S. (2009). Simulation of Path Finding Algorithm – a Bird’s Eye Perspective. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 31-38.
- Anbuselvi, R., & Phil, M. (2013). PATHFINDING SOLUTION FOR GRID BASED GRAPH. *Advanced Computing: An International Journal (ACIJ)*, 51-60.
- Avery, P., Togelius, J., Alistar, E., & van Leeuwen, R. P. (2011). Computational Intelligence and Tower Defence Games. *Evolutionary Computation (CEC)*, 1084 - 1091.
- Botea, A., Bouzy, B., Buro, M., Bauckhage, C., & Nau, D. (2004). Pathfinding in Games. *Journal of Game Development*, 7-28.
- Cui, X., & Shi, H. (2011). A*-based Pathfinding in Modern Computer Games. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.11 No.1*, 125-130.
- Cui, X., & Shi, H. (2011). A*-based Pathfinding in Modern Computer Games. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 125-130.
- Cui, X., & Shi, H. (2011). DIRECTION ORIENTED PATHFINDING IN VIDEO GAMES. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAIA)*, 1-11.
- Fulton, S., & Fulton Jeff. (2013). *HTML5 Canvas*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE TRANSACTIONS OF SYSTEM SCIENCE AND CYBERNETICS*, 100-107.
- Hawkes, R. (2011). *Foundation HTML5 Canvas For Games and Entertainment*. New York: Apress.
- Khrisnaswamy, N. (2009). Comparison of Efficiency in Pathfinding Algorithms in Game Development. *Technical Reports*.
- Koenig, S., Likachev, M., & Furcy, D. (2004). Lifelong Planning A*. *Artificial Intelligence Journal*, 93-146.
- Lamberta, B., & Peters, K. (2011). *Foundation HTML5 Animation with Javascript*. New York: Apress.

Madhav, S. (2014). *Game Programming Algorithm and Techniques*. Crawfordsville: Addison-Wesley.

Mapaila, M. (2012). EFFICIENT PATHFINDING FOR 2D TILE-BASED GAMES. *University of Cape Town, Rondebosch*.

McAnlis, C., Lubbers, P., Jones, B., Tebbs, D., Manzur, A., Bennett, S., et al. (2014). *HTML5 Game Development Insights*. New York: Apress.

Millington, I. (2006). *Artificial Intelligence for Games*. San Francisco: Elsevier.

Rowell, E. (2011). *HTML5 Canvas Cookbook*. Birmingham: Packt Publishing.

Zarembo, I., & Kodors, S. (2013). Pathfinding Algorithm Efficiency Analysis in 2D Grid. *Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference*, 46-50.

@UKDWN