

PEMBANGUNAN PERISIAN PERMAINAN SERIUS UNTUK SIMULASI PENGURUSAN PENYELAMATAN DALAM MENGATASI KEBAKARAN HUTAN

HEW YU CHENG
HAFIZ MOHD SARIM

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Perisian Permainan Serious untuk Simulasi Pengurusan Penyelamatan dalam Mengatasi Kebakaran Hutan ialah perisian permainan serius yang melatih ahli-ahli penyelamatan untuk mengatasi kebakaran hutan supaya ahli-ahli penyelamatan dapat lebih faham dan menggunakan strategi yang betul dalam mengatasi kebakaran hutan. Permainan serius ini digunakan oleh ahli penyelamatan asas untuk belajar cara mengurus pasukan penyelamatan kebakaran hutan. Objektif pembangunan perisian permainan serius ini ialah membangun perisian permainan serius yang mensimulasi pengurusan penyelamatan dalam mengatasi kebakaran hutan untuk mendidik ahli penyelamatan mengatasi kebakaran hutan dengan cara-cara yang betul dalam keadaan yang berbeza dan menjejaki peningkatan kemahiran pengurusan ahli penyelamatan. Selain itu, permainan serius ini dibangunkan di dalam bentuk perisian yang boleh dicapai dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Window. Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Inggeris. Jenis permainan serius ini ialah permainan berlandaskan giliran. Dalam permainan serius ini, pemain berperanan sebagai ketua pasukan penyelamatan yang akan memberi tugas-tugas kepada para ahli penyelamatan untuk membina *fireline* atau memancut air supaya mencegah api merebak. Pemain harus memerhatikan ramalan cuaca yang akan mempengaruhi arah dan kelajuan kemerebakan api. Permainan serius ini akan tamat sekiranya kebakaran berjaya diatasi atau gagal diatasi.

PENGENALAN

Penyelidikan ini melibatkan pembangunan perisian permainan serius untuk melatih penyelamatan dalam strategi mengatasi kebakaran hutan. Permainan serius ini bakal mensimulasi pengurusan penyelamatan dalam mengatasi kebakaran hutan. Kebakaran hutan adalah kebakaran yang berlaku di hutan secara rawak dan susah dikawal. Ahli-ahli bomba memerlukan masa yang panjang untuk memadamkan api dan mengawalkan agar api tidak merebak secara besar-besaran. Berdasarkan kajian Mohd Dini Hairi Suliman (2013), bentuk topografi, kelajuan angin, arah angin serta penerimaan jumlah pancaran matahari mempengaruhi kelajuan perebakan api di hutan semasa kebakaran hutan. Oleh itu, demi melatih ahli-ahli penyelamatan, permainan serius ini menyediakan peta-peta yang mewakili pelbagai jenis permukaan tanah seperti sungai, jalan raya, batu, gunung, kawasan paya dan lombong arang yang akan mempengaruhi kelajuan penyebaran kebakaran di hutan. Pengguna permainan serius akan dilatih untuk mengurus pasukan penyelamatan atau ahli-ahli bomba dengan mengaturkan kerja-kerja serta menghantar pasukan penyelamatan untuk memadamkan api. Pengguna perlu memerhatikan permukaan tanah dan

membuat keputusan sama ada menghantar pasukan jentolak, kereta bomba atau pesawat untuk memadamkan api. *Fireline* yang dapat dibina dengan menghapuskan bahan-bahan api iaitu pokok-pokok yang akan menyebabkan kemerebakan api. Jentolak atau alat-alat seperti gergaji elektrik, kapak, cangkul boleh digunakan untuk menerbang barisan pokok untuk membina *fireline* yang sehingga sepuluh kaki untuk mencegah kemerebakan api (Lynn 2004). Kereta bomba atau pesawat juga digunakan untuk membina *fireline* dengan air. Selain itu, cuaca yang tidak tertentu juga akan mempengaruhi kelajuan dan arah kemerebakan api semasa kebakaran hutan. Oleh itu, pengguna harus memerhatikan semua aspek yang akan memberi kesan positif atau negative terhadap kebakaran hutan yang berlaku dan memadamkan api dengan secepat mungkin.

PENYATAAN MASALAH

Kebakaran hutan berlaku secara tiba-tiba dan akan merebak dengan faktor-faktor yang tertentu dan tidak dapat dikawal. Bagi ahli-ahli penyelamatan yang berlatih untuk memadam kebakaran hutan, mereka perlu dilatih bukan sahaja kekuatan fizikal manakala cara pengurusan pasukan penyelamatan semasa kebakaran berlaku. Namun, tiada platform yang mensimulasikan situasi kebakaran hutan yang dapat membantu ahli-ahli penyelamatan untuk melatih cara pengurusan penyelamatan semasa kebakaran hutan. Selain itu, ahli-ahli penyelamatan yang baharu juga kekurangan pengalaman untuk mengatasi kebakaran hutan dengan cara yang efektif.

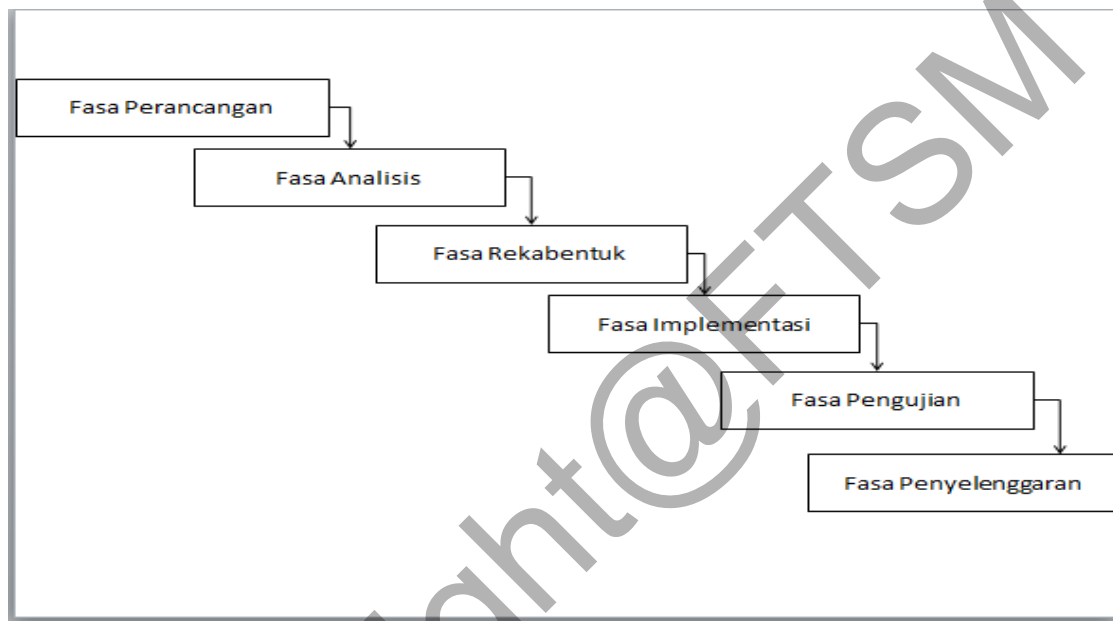
OBJEKTIF KAJIAN

Antara objektif pembangunan perisian permainan serius ini ialah:-

- i) Membangunkan perisian permainan serius yang mensimulasi pengurusan penyelamatan dalam mengatasi kebakaran hutan untuk mendidik ahli penyelamatan mengatasi kebakaran hutan dengan cara-cara yang betul dalam keadaan yang berbeza.
- ii) Menjejaki peningkatan kemahiran pengurusan ahli penyelamatan dalam permainan strategi bergiliran ini dengan menggunakan gamifikasi untuk menentukan tahap kemahiran pengurusan ahli penyelamatan.

METODOLOGI KAJIAN

Pemilihan metodologi pembangunan yang sesuai dengan sistem yang bakal digunakan adalah penting untuk memastikan objektif projek ini tercapai. *Model System Development Life Cycle (SDLC)* akan digunakan untuk membangunkan perisian permainan serius untuk simulasi pengurusan penyelamatan untuk mengatasi kebakaran hutan ini. Terdapat enam fasa yang terlibat dalam model SDLC, iaitu Fasa Perancangan, Fasa Analisis, Fasa Reka Bentuk, Fasa Implementasi, Fasa Pengujian dan Fasa Penyelenggaraan seperti Rajah 1.1.



Rajah 1.1 *Model System Development Life Cycle (SDLC)*

Sumber: Diolah daripada Blanchard et al. 2006

Fasa Perancangan Sistem

Dalam fasa perancangan ini, perlu dikenalpasti pernyataan masalah, objektif dan skop sebelum sistem dibangunkan. Ini membolehkan sistem dapat dibangunkan berdasarkan apa yang dikehendaki.

Fasa Analisis Sistem

Di dalam fasa analisis sistem, proses analisis maklumat dan sistem yang ingin dibangunkan perlu dilakukan bagi mendapatkan kefahaman yang mendalam tentang struktur dan konsep sistem yang dibina.

Fasa Rekabentuk Sistem

Pada fasa ini pula, rekabentuk sistem adalah berdasarkan keperluan dan analisis yang telah dibuat pada fasa kedua di mana rekabentuk sistem akan dilaksanakan.

Fasa Implementasi Sistem

Fasa ini adalah fasa pembinaan. Segala maklumat, penyelidikan, dan rekabentuk sistem tadi dijadikan panduan untuk membangunkan sistem. Pembinaan permainan serius ini menggunakan Game maker Studio.

Fasa Pengujian Sistem

Fasa terakhir adalah fasa pengujian di mana ujian akan dijalankan terhadap keseluruhan sistem bagi melihat perjalanan sistem yang dibina.

Fasa Penyelenggaraan

Fasa yang terakhir dalam SDLC adalah Fasa penyelenggaraan. Fasa ini merupakan fasa yang penting dalam model ini di mana penyelenggaraan akan dilakukan terhadap sistem yang dibina untuk memastikan sistem tersebut sentiasa dalam keadaan yang terbaik dan tidak berlaku sebarang ralat.

HASIL KAJIAN

Bahagian ini membincang hasil daripada proses pembangunan permainan serius untuk simulasi pengurusan penyelamatan dalam mengatasi kebakaran hutan. Penerangan yang mendalam tentang skrip-skrip dan reka bentuk diperihai. Dalam projek ini, perisian Unity 3D diguna untuk membangunkan permainan ini dan Autodesk 3ds Max diguna untuk mereka bentuk model sistem.

Kebanyakan objek dalam permainan ini dihasilkan dalam Autodesk 3ds Max seperti peta heksagon, ahli bomba, kereta bomba, jentolak, pokok dan objek-objek lain. Setelah menghasilkan objek, objek tersebut digunakan dalam Unity untuk membina antara muka

permainan dengan mereka peta heksagon, pokok-pokok dan objek-objek lain supaya antara muka menjadi kelihatan hutan. Selepas menghasilkan antara muka permainan, skrip ramalan cuaca rawak, skrip kemerebakan api mengikuti cuaca dan arah angin secara rawak, skrip mengira pusingan permainan dan masa, skrip mengira peratusan hutan dibakar dan skrip kebakaran bermula secara rawak ditulis dengan MonoDevelop dalam bahasa pemrograman C#. Selepas itu, masukan skrip ke dalam objek permainan Unity supaya skrip-skrip tersebut berfungsi.

Bagi mensimulasi peta hutan, peta heksagon juga perlu disediakan untuk menghasilkan peta. Dalam skrip, heksagon telah disusun supaya peta yang hasil menjadi peta yang berbentuk segi empat yang dipenuhi oleh heksagon. Berikut merupakan skrip, antara muka Unity, dan objek heksagon.

```

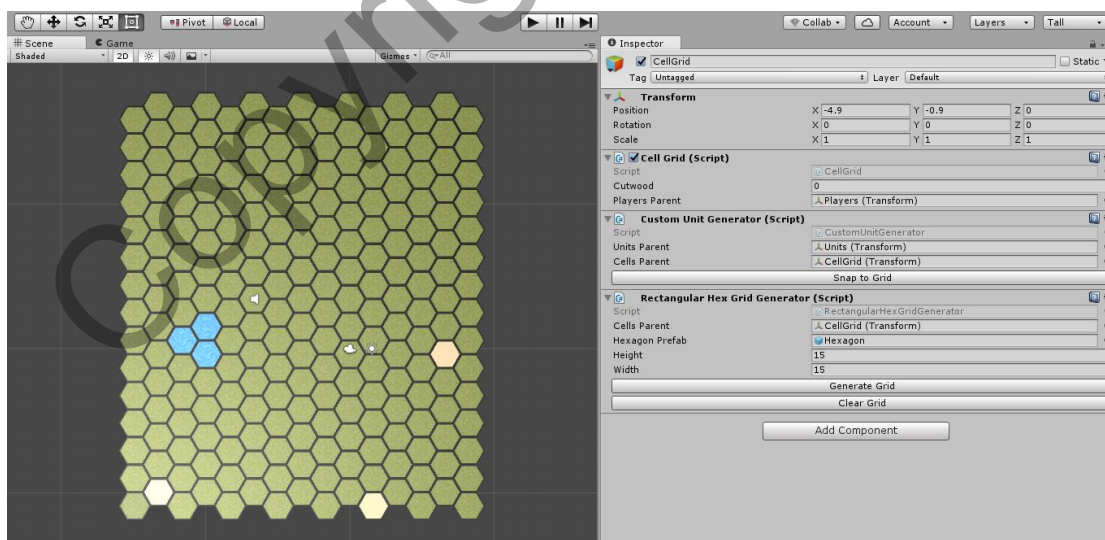
for (int i = 0; i < Height; i++)
{
    for (int j = 0; j < Width; j++)
    {
        GameObject hexagon = Instantiate(HexagonPrefab);
        var hexSize = hexagon.GetComponent<Cell>().GetCellDimensions();

        hexagon.transform.position = new Vector3((j * hexSize.x * 0.75f), (i * hexSize.y) + (j%2 == 0 ? 0 : hexSize.y * 0.5f));
        hexagon.GetComponent<Hexagon>().OffsetCoord = new Vector2(Width - j - 1, Height - i - 1);
        hexagon.GetComponent<Hexagon>().HexGridType = hexGridType;
        hexagon.GetComponent<Hexagon>().MovementCost = 1;
        hexagons.Add(hexagon.GetComponent<Cell>());

        hexagon.transform.parent = CellsParent;
    }
}

```

Rajah 2 : Skrip Peta



Rajah 3 : Antara Muka Objek dengan Skrip Peta dan Peta hutan

Selepas membina peta hutan, unit penyelamatan seperti ahli penyelamatan, kereta bomba direka dalam 3ds Max dan diberi skrip unit penyelamatan supaya mempunyai ciri-ciri tersendiri seperti daya tahan dan jarak bergerak. Dalam skrip unit menggunakan konsep *inheritance* supaya unit-unit dapat mempunyai ciri-ciri yang sama dari *base class* seperti jarak memotong pokok, jarak memancut air, jarak bergerak dalam satu giliran dan ciri-ciri lain. Dengan ini, entiti-entiti lain dapat ditambah seperti paras air bagi kereta bomba. Dalam skrip unit juga mempunyai fungsi untuk unit bergerak atas peta hutan, fungsi unit membina *fireline* dengan memotong pokok atau memancut air.

```

public int TotalHitPoints { get; private set; }
protected int TotalMovementPoints;
protected int TotalActionPoints;

/// <summary>
/// Cell that the unit is currently occupying.
/// </summary>
public Cell Cell { get; set; }

public int HitPoints;
public int AttackRange;
public int AttackFactor;
public int DefenceFactor;
public int MovementPoints; // Determines how far on the grid the unit can move.
public float MovementSpeed; // Determines speed of movement animation.
public int ActionPoints; // Determines how many attacks unit can perform in one turn.
public int PlayerNumber; // Indicates the player that the unit belongs to. Should correspond with PlayerNumber variable on Player script.

```

Rajah 4 Skrip Entiti-entiti Unit

```

/// Method deals damage to unit given as parameter.
/// </summary>
public virtual void DealDamage(Unit other)
{
    if (isMoving)
        return;
    if (ActionPoints == 0)
        return;
    if (!IsUnitAttackable(other, Cell))
        return;

    MarkAsAttacking(other);
    ActionPoints--;
    other.Defend(this, AttackFactor);

    if (ActionPoints == 0)
    {
        SetState(new UnitStateMarkedAsFinished(this));
        MovementPoints = 0;
    }
}

```

Rajah 5 : Skrip Unit membina *fireline*

```

public virtual void Move(Cell destinationCell, List<Cell> path)
{
    if (isMoving)
        return;

    var totalMovementCost = path.Sum(h => h.MovementCost);
    if (MovementPoints < totalMovementCost)
        return;

    MovementPoints -= totalMovementCost;

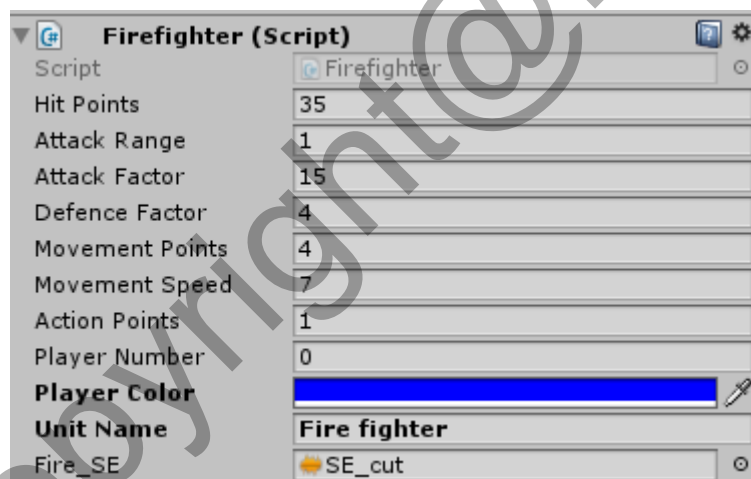
    Cell.IsTaken = false;
    Cell = destinationCell;
    destinationCell.IsTaken = true;

    if (MovementSpeed > 0)
        StartCoroutine(MovementAnimation(path));
    else
        transform.position = Cell.transform.position;

    if (UnitMoved != null)
        UnitMoved.Invoke(this, new MovementEventArgs(Cell, destinationCell, path));
}

```

Rajah 6: Skrip Unit bergerak

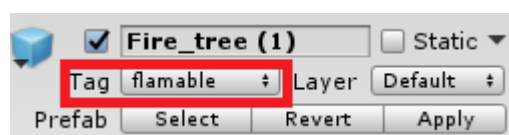


Rajah 7: Objek ahli bomba dengan Skrip Unit



Rajah 8 : Antara muka Objek ahli bomba dengan Skrip Unit

Dalam kebakaran hutan, api bermula dan kemerebakan api hanya akan berlaku pada bahan api seperti pokok atau rumput. Dalam pembangunan, pokok-pokok dan bahan-bahan api seperti rumput akan ditanda sebagai bahan api dengan menggunakan fungsi *Tag* dalam Unity. Dengan ini, skrip akan mencari bahan-bahan yang telah ditanda sebagai bahan api. Api akan merebak jika jarak bahan api berdekat dengan kebakaran hutan dengan mengikut arah angin tiupan. Dalam permainan, kebakaran hutan akan berlaku secara rawak dan akan merebak dalam giliran kemerebakan api.



Rajah 9: Fungsi Tag dalam Unity dan pokok ditanda sebagai bahan api


```

void Start () {
    sound = GetComponent();
    trees = GameObject.FindObjectsOfType<Tree> (); //Find all tree object
    if (firestart == false) {
        int randomtree = Random.Range (0, trees.Length); // Random select one tree on map
        Fire (trees [randomtree]);
        firestart = true;
        trees [randomtree] = null;
        //Destroy(trees [randomtree]);
    }
}
void Fire(Tree tree )
{
    sound.PlayOneShot(Fire_SE, 0.7F);
    tree.transform.tag = ("Fire");
    GameObject Symbolfiretree = tree.transform.GetChild (2).gameObject;
    Symbolfiretree.SetActive (true);
    _onfireTree.Add (tree);
    //tree.Cantmove ();
}
}

```

Rajah 10 Skrip Api bermula Secara Rawak

```

if (tree.transform.tag == "Fire") {
    int spread = 0;
    fire_pos = tree.transform.position;
    if (spread <= 5) {
        foreach (Tree treess in trees) {
            if (tree != null) {
                {
                    nearestTree_pos = treess.transform.position;
                    distance = Vector3.Distance (fire_pos, nearestTree_pos);
                    bool checkdirection=checkFireSpreadDirection (fire_pos, nearestTree_pos, WindDirection);

                    if (distance > 0 && distance < 2 && checkdirection == true) {
                        Fire (treess);
                        spread++;
                    }

                    else if (distance > 2 && distance < 3.5 && checkdirection == true) {
                        int changes1 = Random.Range(1,10);
                        if (changes1 < 4) {
                            Fire (treess);
                            spread++;
                        }
                    }

                    else if (distance > 3.5 && distance < 5.5 && checkdirection == true)
                    {
                        int chances2 = Random.Range(1,10);
                        if (chances2 < 2) {
                            Fire (treess);
                            spread++;
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}
}

```

Rajah 11 Skrip Kemerebakan Api

Cuaca dan arah tiupan angin merupakan faktor utama yang mempengaruhi kemerebakan api semasa kebakaran hutan. Oleh itu, skrip simulasi ramalan cuaca ini juga

penting dalam permainan serius ini. Dalam skrip, kebarangkalian untuk cuaca dan arah tiupan angin telah ditentukan supaya permainan ini lebih benar dalam simulasi keadaan kebakaran hutan.

```
void Start () {
    weather = Random.Range(0, 10); // 0-5 Sunny 6-8 cloudy 9-10 rain
    wind = Random.Range(0, 4); // 0 = no wind 1 left 2 up 3 right 4 down
    CheckForecast (weather,wind);
}
```

Rajah 12 Skrip Ramalan Cuaca



Rajah 13 Antara Muka Ramalan cuaca

KESIMPULAN

Perisian Permainan Serius untuk Simulasi Pengurusan Penyelamatan dalam Mengatasi Kebakaran Hutan dijangka dapat membantu ahli penyelamatan dalam latihan mengatasi kebakaran hutan dengan cara-cara yang betul dalam keadaan yang berbeza dan menjejaki peningkatan kemahiran pengurusan ahli penyelamatan dalam permainan strategi bergiliran ini dengan menggunakan gamifikasi untuk menentukan tahap kemahiran pengurusan ahli penyelamatan.

RUJUKAN

- Abt, C. C. (1970). *Serious Games*. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2009.8>
- Alvarez, J., & Michaud, L. (2008). *Serious Games : Advergaming, edugaming, training and more*. *Idate*. <https://doi.org/10.1145/1361083.1361093>
- Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2006). *Systems Engineering and Analysis*. Prentice Hall.
- Chandler, C.C. 1963. *A Study of Mass Fires and Conflagrations*. research note 22. California: USdA Forest Service.
- Djaouti, D., Alvarez, J., & Jessel, J.-P. (2011). Classifying serious games: The G/P/S model. *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*, (2005), 118–136. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.ch006>
- Finney, M.A. 1998. *FARSITE: Fire Area Simulator - Model Development and Evaluation*. Washington: USdA Forest Service.
- Google Play Store :*Fire Fighter Rescue Helicopter*, Digital Toys Studio.
- Hinrichs, T. R., & Forbus, K. D. (2007). Analogical learning in a turn-based strategy game. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 853–858.
- Lynn Peppas. 2004. *WILDFIRE ALERT!*, Crabtree Publishing Company. 23-29.
- Mateas, M. (2014). *Beyond Fun: Serious games and Media. Procedural Literacy: Educating the New Media Practitioner*. In Davidson, D. (Eds), USA, ETC Press. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Michael, D. (2006). *Course Technology PTR Serious Games Games That Educate Train and Inform Sep 2005 eBook-DDU.pdf*. Thomson Course Technology. <https://doi.org/978-1-59200-622-9>
- Mohd dini Hairi Suliman & Mastura Mahmud. 2013. Analisis Potensi Kebakaran Hutan Menggunakan Teknik Georuang dan Permodelan AHP di Selangor, Malaysia. *Sains Malaysiana* 42(5)(2013): 579–586
- Mor, Y., Winters, N., Cerulli, M., & Bjork, S. (2006). Learning patterns for the design and deployment of mathematical games. *Knowledge Creation Diffusion Utilization*.
- Wolf, M. J. P., & Perron, B. (2003). *The Video game theory reader*, (1968), 343. Retrieved from http://catalog.uab.cat/record=b1584657~S1*cat