芸術科学会講演

「ゲーム産業と学術研究における ゲームAI、プロシージャル技術の動向」

三宅 陽一郎

y.m.4160@gmail.com

http://www.facebook.com/youichiro.miyake

Twitter: @miyayou

2012.12.18 品川インターシティ

感謝と自己紹介

Thanks to all attendees and special thanks to 宮田先生。

- 1975年生まれ
- 自己紹介

2004-2011 AI Programmer (FROM SOFTWARE) 2011-Present Lead AI Researcher (SQUARE ENIX)

2007-Present 国際ゲーム開発者協会 日本支部 SIG-AI チェア(IGDA JAPAN SIG-AI)

2008-Present 日本デジタルゲーム学会(DiGRA JAPAN)研究委員

2011-Present CEDEC (日本ゲームカンファレンス)委員

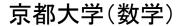
• 所属学会

人工知能学会、AAAI, IEEE CIS, ACM, 日本デジタルゲーム学会(DiGRA JAPAN)

情報処理学会 EC研究会 委員→アドバイザー(何もしなかった)
ACM マルティメディア国際学会 委員(何もしなかった)
情報処理学会 AIコンテスト SamurAI Coding 委員 (これから頑張ります)
IEEE WCCI 2014 (Computational Intelligence 国際会議) 委員 (これから頑張ります)
経済産業省 DCEXPO 委員(ちょっと頑張った)

学歴?



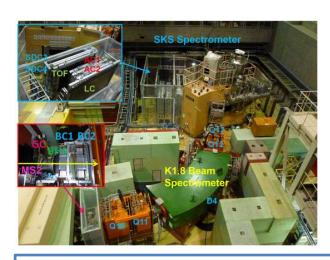




大阪大学(原子核実験物理)



東京大学 (エネルギー工学/人工知能)



高エネルギー加速器研究所(半年ぐらい。修士論文)

http://www.facebook.com/youichiro.miyake

配布資料

箱根ゲームプログラミングワークショップ・プロシーディング

「次世代デジタルゲームにおける人工知能の研究課題について」

http://www.ipsj.or.jp/sig/gi/gpw/2012/schedule.html

はじめに: デジタルゲームAIってなんですか?

デジタルゲームAIってなんですか?

- ボードゲームだけでなく(あまり扱わない)アクションゲームのAIを主に扱う。
- 商業的なエンターテインメントとしてのAI。
- 勝ち負けと言えば、うまく負けるためにいる。
- ・ お客さん(=ユーザー)を楽しませる。
- とはいいつつ、基礎はきちんと作らなければ ならない。

Demo



Halo AI Retrospective: 8 Years of Work on 30 Seconds of Fun

Author: Damian Isla (AI Engineering Lead)

http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx

今日のコンテンツ

第一章 デジタルゲームAIの歴史

第二章 デジタルゲームAIの具体

第三章 デジタルゲームAIの学術の台頭

第四章 産業と学術例

第五章 これからのために

第一章 デジタルゲームAIの歴史

カンファレンス

主催コミュニティ

GDC AI Summit (Game Developer's Conference)

Al Game Programmers Guild

http://www.gdconf.com/

http://www.gameai.com

Game Al Conference

Al Game Dev.COM

http://gameaiconf.com/

http://aigamedev.com/

AAAI

AIIDE
(Al and Interactive
Digital Entertainment)

a Entertainment /

http://www.aiide.org

IEEE CIG
(IEEE Computational
Intelligence and Games)

http://www.ieee-cig.org/

IEEE CIS
(IEEE Computational
Intelligence Society)

http://www.ieee-cis.org/

GDC Al Summit (2009~) (Game Developer's Conference)





- 2009 年より開催
- GDC 世界最大のゲームAIカンファレンス (2万人)
- 5日の最初の2日間にAIチュートリアル= AI Summit
- AI ゲームプログラマーズギルドが主催
- 2日間に渡って産学の講演者が各トピックを議論
- これに出ると前の年のゲームAIの傾向が分かる。
- 資料はすべて GDC Vault か AlGameDev.Com で公開

http://www.gdcvault.com/

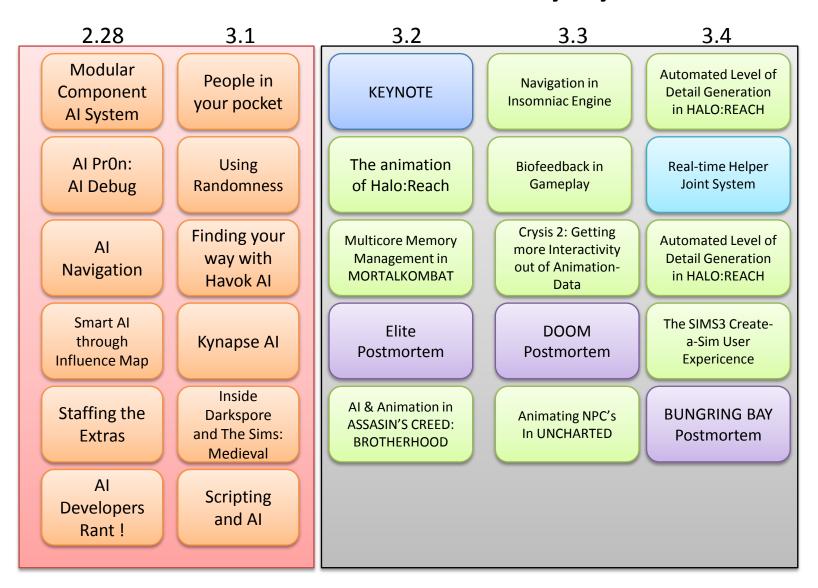
サンフランシスコはゲーム会社が 多く集まる場所

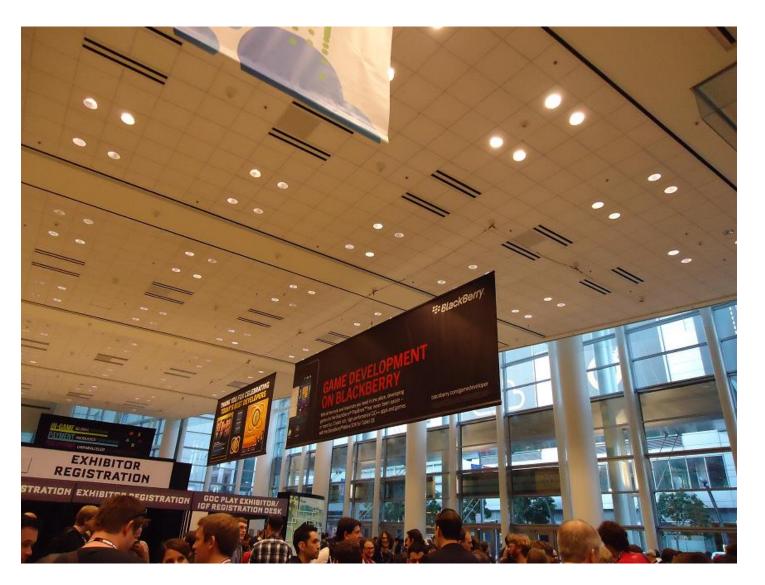


Zynga, Unity, LucasArts, Bandai Namco Games, Ubisoft, SEGA, Epic Games, EA, ...

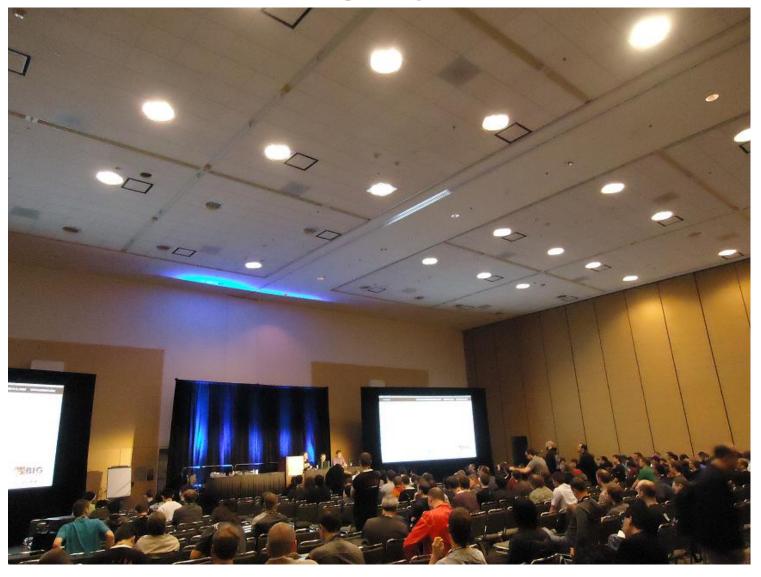
- シリコンバレーがある(サンノゼ)。 -IT系企業も多い。
- 名門大学が多い。
 - Stanford Universty
 - カリフォルニア大学バークレー校
 - 南カリフォルニア大学

GDC2011 @miyayou



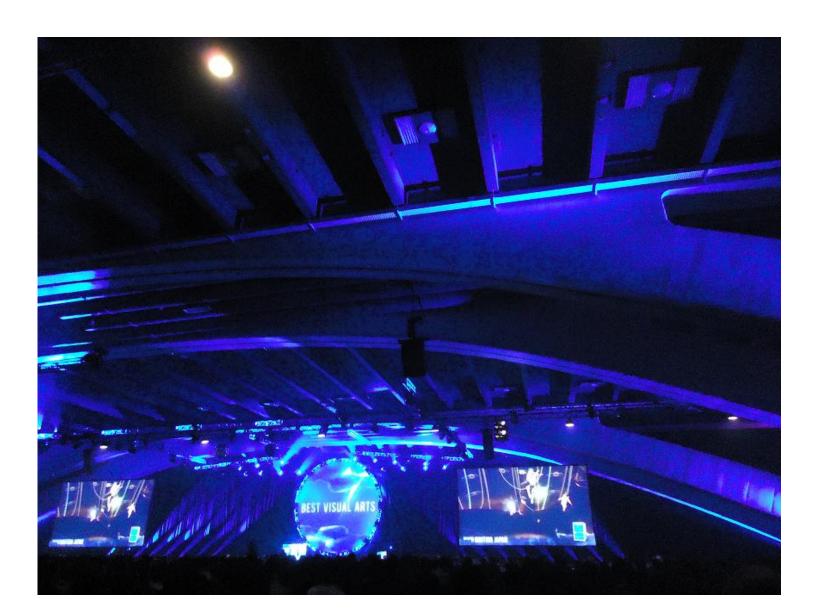


世界最大のゲームカンファレンス



2万人の来場者(エキスポ=展示ブース来場者を含む)





Artificial Intelligence in Computer Games

Speaker: Neil Kirby (Member of Technical Staff, Bell Laboratories),

Steve Rabin (Senior Software Engineer, Nintendo of America)

(AI ラウンドテーブル 全3日)





1日目 トピックごとの議論 (定員オーバーで欠席)

2日目 ①FPS ② Sports & Strategy (出席)

3日目 ビギナー向け Quick Q&A (出席)

全音声データ&写真

http://www.intrinsicalgorithm.com/GDC







2nd day



Photos from Andrew's site

3rd day

2nd day

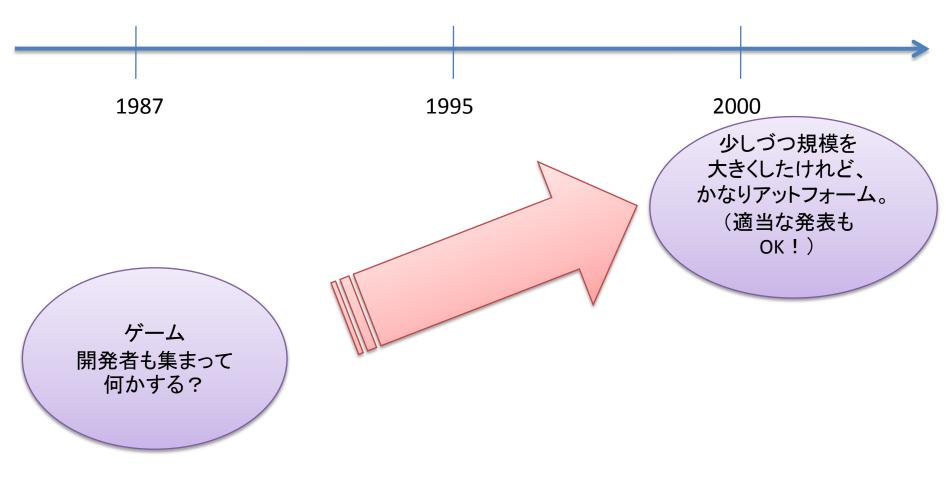
Al Game Programmers Guild (2008~)





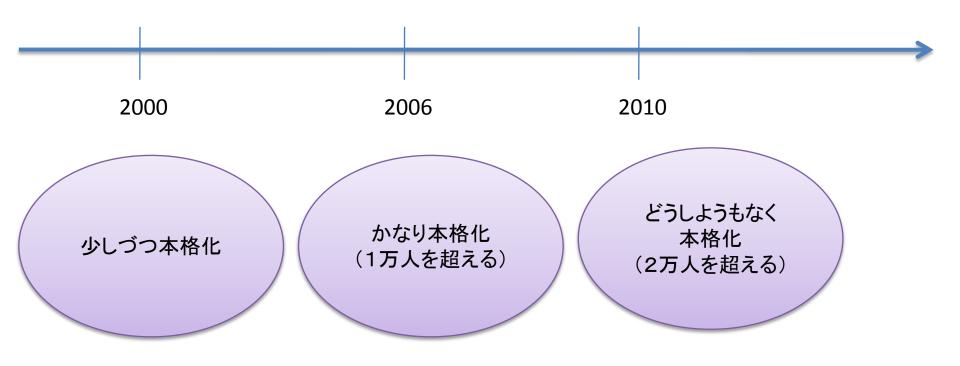
- ゲームAI業界の中心人物が集まるギルド。研究者も多数在籍
- 母体となった IGDA AI-SIG は弱体化(いまいちアクティブに活動できなかった)。
- 主催 Steve Rabin (AI Game Programming Wisdom)
- 中心はメイリングリスト(英語)/情報交換
- 毎日5~6通は必ず届く。
- 各種イベント開催(Al Summit)の準備MLを兼ねる
- 入会資格は一つのタイトルでAIを担当(実はこの縛りはないので申込むとOK)
- 入っておくとゲームAIの動きが見えてとっても便利(発言もしよう)
- 産業界でのコネクション、力を持つ野心的なギルドでもある。

GDCの歴史(なんとなく)



クリス・クロフォードの自宅で20人ぐらい。

GDCの歴史(なんとなく)



UBMという Gamasutra (世界で一番有名なゲームサイト)を持つ ゲーム関連のイベント・キャリア企業が主催

http://www.4gamer.net/games/149/G014956/20120306019/

GDCの歴史(なんとなく)

2000 2006 2010

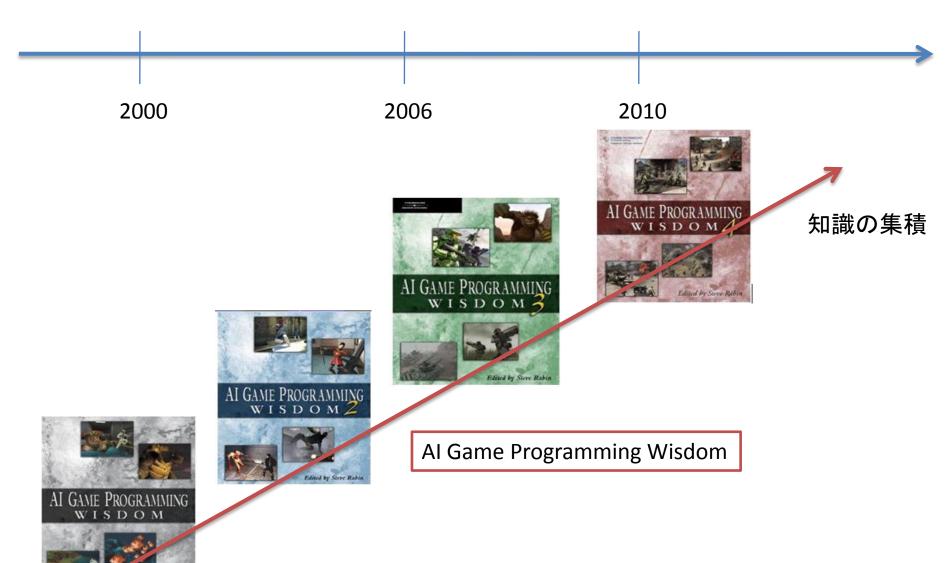
競って発表する

いろいろな 企業がAIに力を入れ始める (米が中心)

発表を通して、 ゲームAIの知識が 蓄積される。 (年に2~3個の良い発表) ラウンドテーブル、 AI Programmers Dinner、 など、なんとなくコミュニティが 形成される。

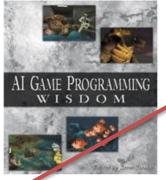


Game AI 知識の集積



Game AI 知識の集積





Al Game Programming Wisdom

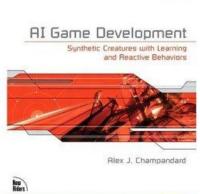
Al Game Dev.COM



- ゲームAIの実例紹介・技術紹介
- 開発インタビュー
- 論文紹介
- カンファレンス資料 (GDC AI Tutorial, Paris Game AI Conference) が掲載
- -非常に重要な情報源
- -登録が必要(無料)
- -有料会員記事と無料会員記事がある。

-Alex Champandard が主催 - (研究者からゲーム産業へ。 産業と学術を繋ぐ人物)





NR.

Game Al Conference



- ゲームAI業界の産業カンファレンス
- パリ・ウィーンなど欧州で開催。
- 主催は、AlGameDev.Com
- 資料は AlGameDev.Com で公開
- 学生も多い。やはり欧州などが中心
- GDC と並んで、AI Programmers Guild も深く関わっているが、学術との交流も志向。

デジタルゲームAIの歴史

2000 2006 2010



知識が集積する

競って発表する

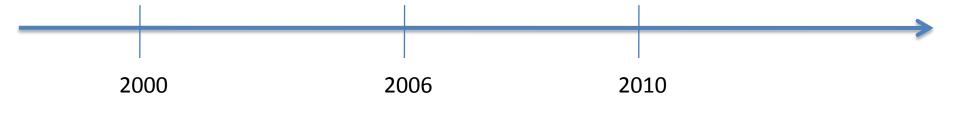


いろいろな 企業がAIに力を入れ始める (米が中心)

発表を通して、 ゲームAIの知識が 蓄積される。 (年に2~3個の良い発表) ラウンドテーブル、 Al Programmers Dinner, など、なんとなくコミュニティが 形成される。



Game AI コミュニティの歴史



Al Game Programmers Guild の 発足(もっと産業で影響力を)

(IGDAは公正な機関)

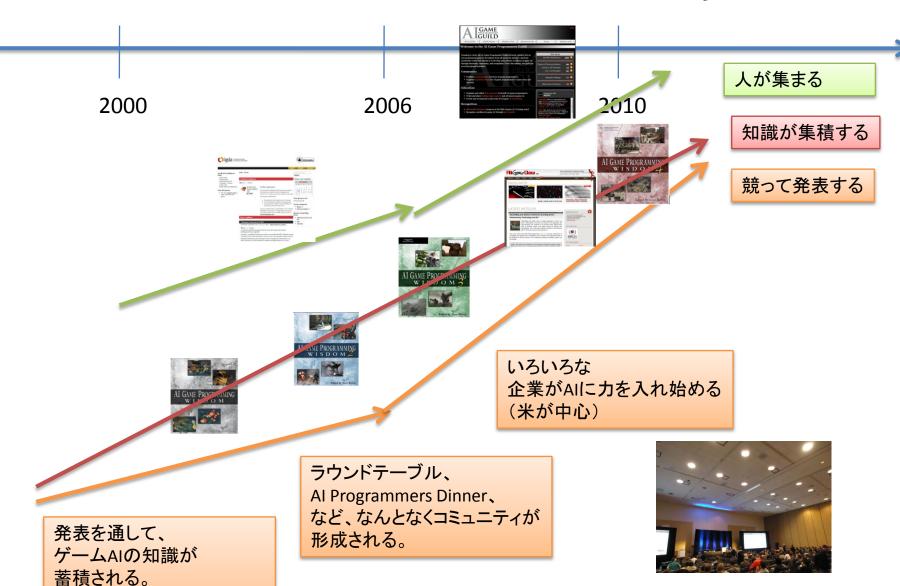


この分野をきちんと 組織化しよう。 (IGDA AI SIG ゲームAI標準委員会) -産業、ミドルウェア、学術の コミュニティ



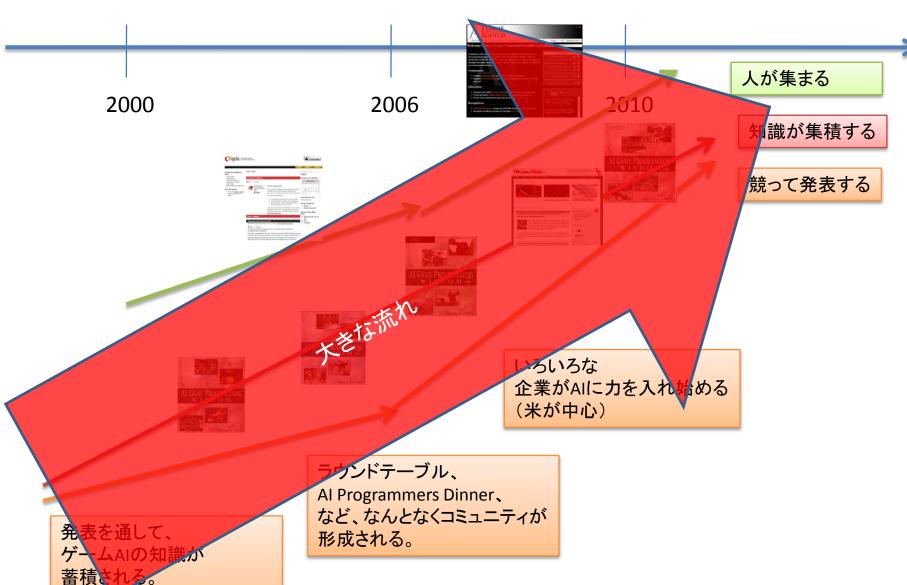
http://www.igda.org/artificial-intelligence

デジタルゲームAIの歴史



(年に2~3個の良い発表)

デジタルゲームAIの歴史



(年に2~3個の良い発表)

GDCのゲームAI全体の傾向

2011年: ゲームAIの大型から小型化 & 大型AI技術の固定化

有名AI開発者の独立(Halo3, The Sims 3, Killzone 2...)Darkspore, The Sims: Medieval, StarCraft 2, Havok AI, Kynapse, Insomiac PathEnine

2010年: 大型ゲームAIの完成 & キャラクター制御の高度化

Uncharted 2, Sprinter Cell:Conviction, Killzone2, The Sims 3, Bioshock 2, FIFA http://igda.sakura.ne.jp/sblo_files/ai-igdajp/GDC2010/YMiyake_GDC_Report_2010_4_3.pdf

2009年: キャラクターAI(アニメーション&パスファインディング) & メタAI

Morpheme 2.0, Warhammer Online(Kynapse), Halo Wars, Left 4 Dead

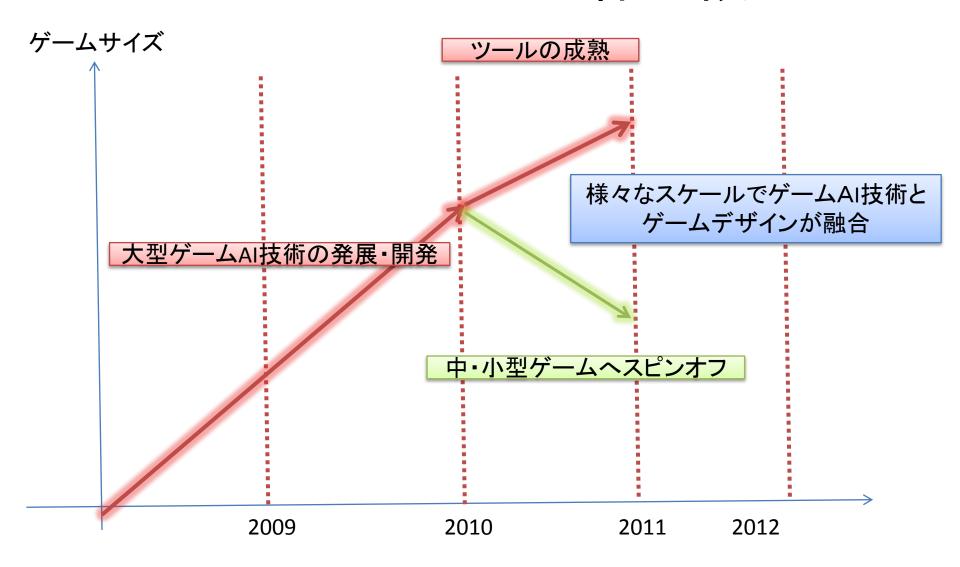
http://www.digrajapan.org/modules/mydownloads/images/study/20090411.pdf

2008年: 大型ゲームAI& プロシージャル

Spore, Halo3, Assassin's Creed...

http://igda.sakura.ne.jp/sblo_files/ai-igdajp/AI/IDGA_GDC08_Miyake_public.pdf

GDCのゲームAI全体の傾向



デジタルゲームAIの歴史

2000 2006

CONTROL OF THE PROPERTY OF THE

分散期

さまざまな スケールの ゲームへの <u>ダイバージェ</u>ンス

The second secon

発展期

ゲームへ どんどん組み 込もう。事例の 蓄積。 大規模

拡大路線 の完成期

大型有名タイト ルで意識的に 活用。

> いろいろな 企業がAIIこ力を入れ始める (米が中心)

2010

黎明期

とりあえず どんな知識を 使ってもより 高いAIを 目指そう。

> 毎個でである。 (年に2~3個の良い発表)

リンドテーブル、

AI Programmers Dinner、など、なんとなくコミュニティが形成される。

では、それぞれの時期の代表的な仕事を「エージェント・アーキテクチャ」を基軸に見てみましょう。

第二章 デジタルゲームAIの具体例

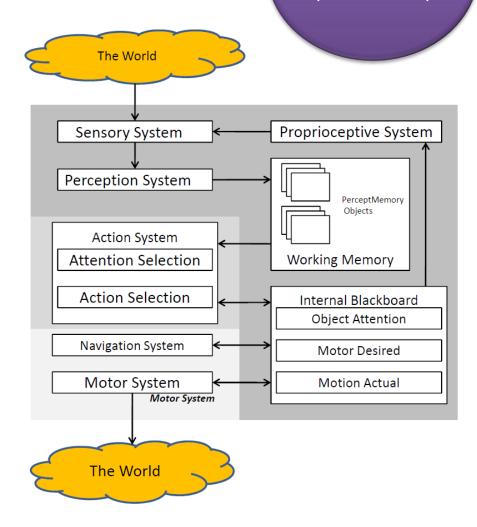
C4 Architecture

黎明期 (GDC2001)





MIT Media Lab.
Synthetic Characters Group
Researching Virtual Pet in Digital World.



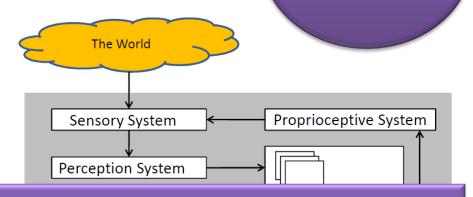
D. Isla, R. Burke, M. Downie, B. Blumberg (2001).,

"A Layered Brain Architecture for Synthetic Creatures", http://characters.media.mit.edu/Papers/ijcai01.pdf

C4 Architecture

黎明期 (GDC2001)



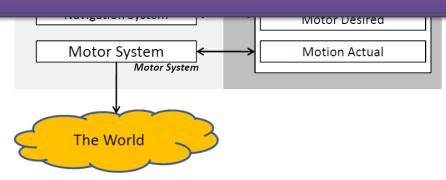


世界と知性を明確に区別しよう。 センサーとエフェクター(身体)をまじめの構築しよう。 記憶のメカニズムを導入しよう。 作り変えやすいように、モジュールの組み合わせで知性を作ろう。

MIT Media Lab.

Synthetic Characters Group

Researching Virtual Pet in Digital World.



D. Isla, R. Burke, M. Downie, B. Blumberg (2001).,

"A Layered Brain Architecture for Synthetic Creatures", http://characters.media.mit.edu/Papers/ijcai01.pdf

Halo Agent Architecture

黎明期 (GDC2002)



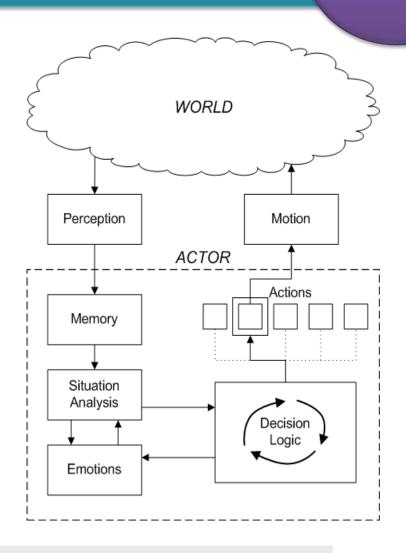
Genre: SciFi-FPS

Developer: BUNGIE Studio

Publisher : Microsoft

Hardware: Xbox, Windows, Mac

Year: 2002

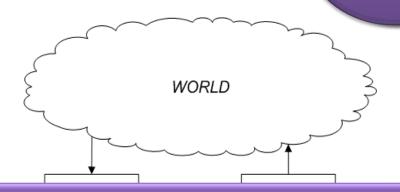


Jaime Griesemer(GDC 2002), The Illusion of Intelligence: The Integration of AI and Level Design in Halo http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx

Halo Agent Architecture

黎明期 (GDC2002)





商業ゲームのキャラクターAIでも、きちんとエージェントアーキテクチャで作ろう。

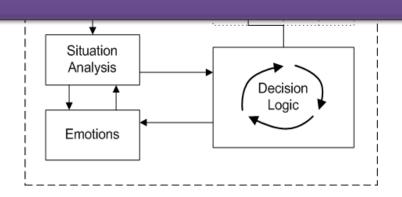
♦ Genre: SciFi-FPS

Developer: BUNGIE Studio

Publisher : Microsoft

♦ Hardware: Xbox, Windows, Mac

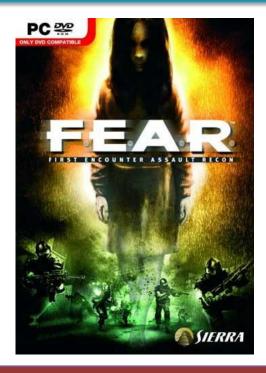
◆ Year: 2002



Jaime Griesemer(GDC 2002), The Illusion of Intelligence: The Integration of AI and Level Design in Halo http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx

F.E.A.R Agent Architecture

発展期 (GDC2004)



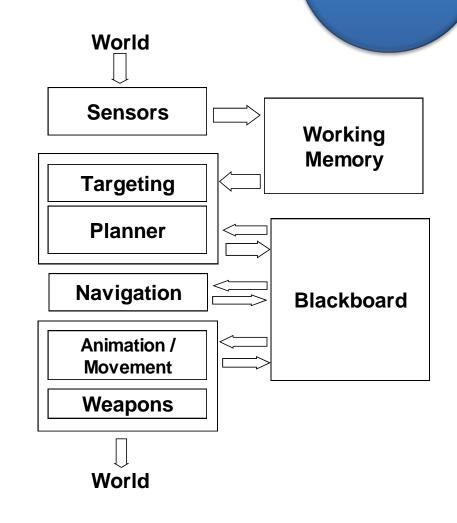
Genre: Horror FPS

Developer: Monolith Production

Publisher : SIERRA

Hardware: Windows

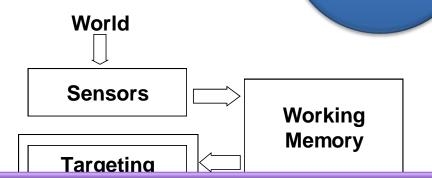
♦ Year: 2004



F.E.A.R Agent Architecture

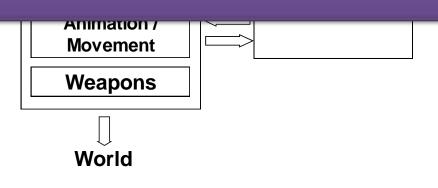
発展期 (GDC2004)





C4アーキテクチャの設計に則り作ろう。 意志決定にプランニングを導入しよう。 ワーキングメモリをまじめに作ろう。

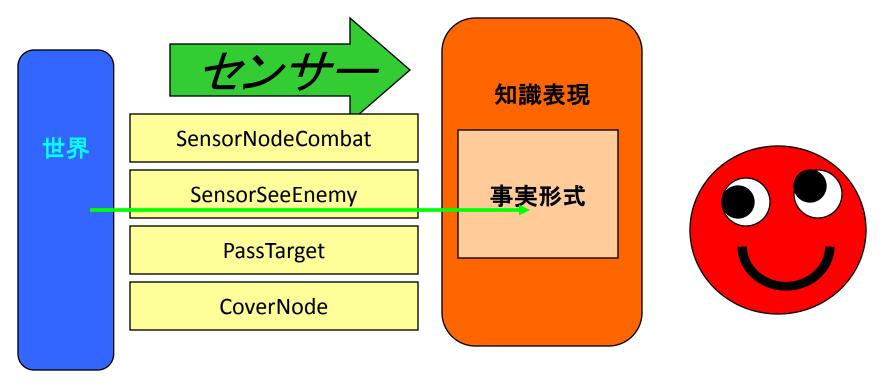
- Genre: Horror FPS
- Developer: Monolith Production
- Publisher : SIERRA
- Hardware: Windows
- ♦ Year: 2004



Agent Architecture Considerations for Real-Time Planning in Games (AIIDE 2005) http://web.media.mit.edu/~jorkin/AIIDE05 Orkin Planning.ppt

F.E.A.R のCOMの感覚(センサー)

センサー = 五感からの情報、及び、五感から得られるはずの情報を模擬する機能



レイキャスト(視線チェック)、パス検索など重たい処理からなる関数

SensorNodeCombat 隠れる、或いは、隠れながら攻撃できる場所を探す。

SensorSeeEnemy 敵が見えるかチェック

PassTarget 戦術ポイントまでのパスを見つけ、かつそのパスが敵から安全であることをチェックする。

CoverNode 隠れることができるノード

統一事実記述形式

キャラクター

オブジェクト

任務

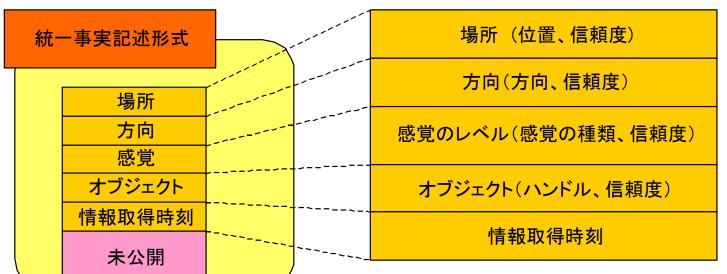
事件

パス

欲求

ノード

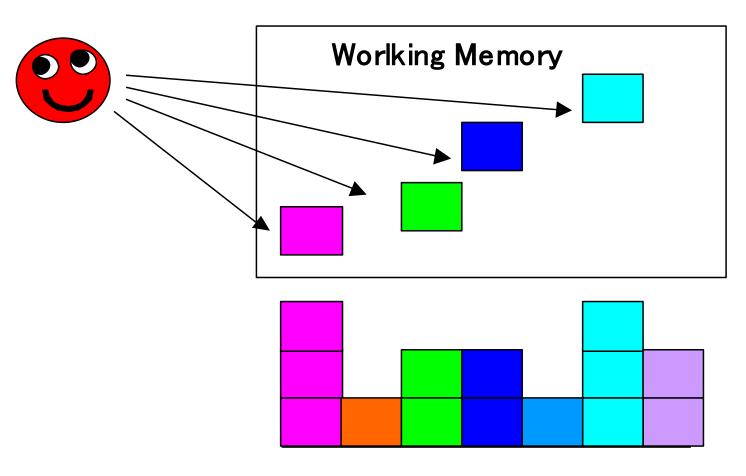
全て以下の形式(フォーマット)で記述する。



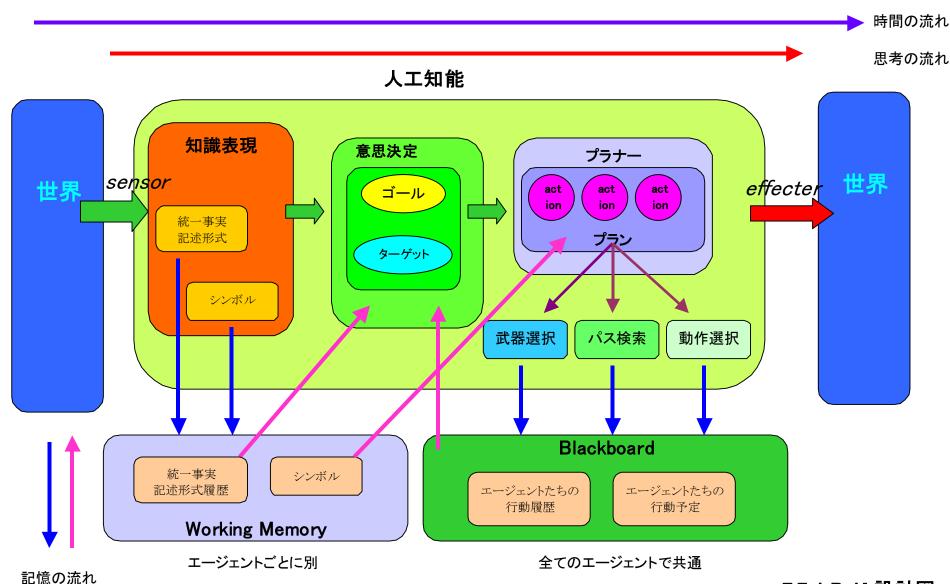
全部で本当は16個の属性がある

```
Attribute<Type>
{
    Type Value
    float fConfidence
}
```

自分の記憶領域に認識した事実を蓄積する

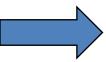


F.E.A.R AI 全体設計図



プランニングのための知識

エージェントの認識する世界をもっとシンプルに表現したい



20個のシンボルで世界を集約して表現する

シンボル

kSymbol_AtNode どのノードにいるか

kSymbol_TargetIs AimingAtMe どのノードにいるか

kSymbol_ WeaponLoaded 装填されているか kSymbol_ WeaponArmed 武装しているか

kSymbol_AtNodeType どんなタイプのノードにいるか

kSymbol_ RidingVehicle 乗り物に乗っているか kSymbol_Target IsSuppressed 威嚇されているか

> kSymbol_ UsingObject オブジェクトを 使っているか?

kSymbol_ TargetIsDead 死んでいるか

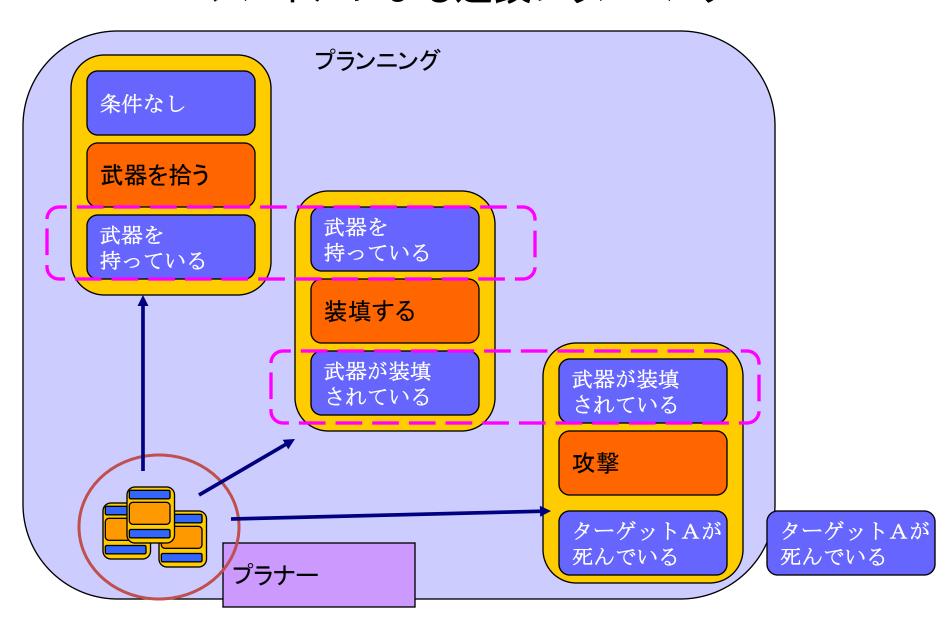
各エージェントについて(Agent-centric)

kTargetIsDead = ture この兵士Aは死んだ

シンボル cの兵士Bは自分を狙っている



F.E.A.R.のプランニング② シンボルによる連鎖プランニング



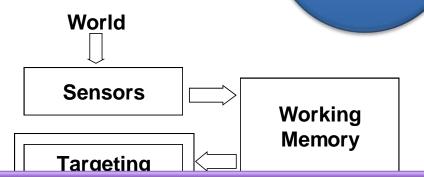
プランニング



F.E.A.R Agent Architecture

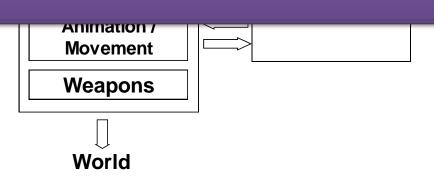
発展期





C4アーキテクチャの設計に則り作ろう。 意志決定にプランニングを導入しよう。 ワーキングメモリをまじめに作ろう。

- Genre: Horror FPS
- Developer: Monolith Production
- Publisher : SIERRA
- Hardware: Windows
- ◆ Year: 2004



Agent Architecture Considerations for Real-Time Planning in Games (AIIDE 2005) http://web.media.mit.edu/~jorkin/AIIDE05 Orkin Planning.ppt

Killzone 2 Architecture

大規模 拡大路線 の完成期



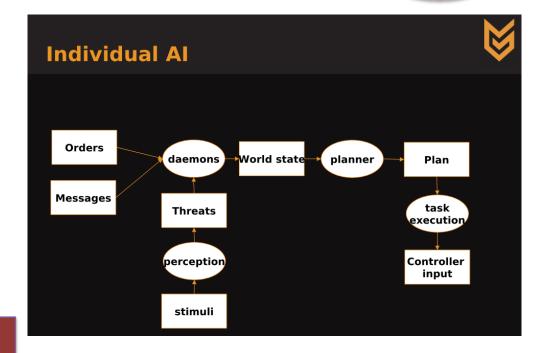
♦ Genre: FPS

Developer: Guerrilla Games

Publisher : SCE

Hardware: PlayStation 3

♦ Year: 2009



Based on: Alex Champandard, Tim Verweij, Remco Straatman, "Killzone 2 Multiplayer Bots", http://files.aigamedev.com/coverage/GAIC09 Killzone2Bots StraatmanChampandard.pdf

単純なタスクベースのシステムは機能するし、使われることも多い。しかし、 近年の複雑なゲームのAIではよりマルチな時間・空間スケールに対応する必要があり、 階層型タスクネットワーク(HTN, Hierarchical Task Network)が使用される。

Killzone 2 のAl

Based on: Alex Champandard, Tim Verweij, Remco Straatman, "Killzone 2 Multiplayer Bots", http://files.aigamedev.com/coverage/GAIC09 Killzone2Bots StraatmanChampandard.pdf

Killzone 2 AI (マルチプレイヤーモード)

(1) Killzone 2 のAI思考

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

(2) Killzone 2 のマップ自動解析



Killzone 2 Screen



On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

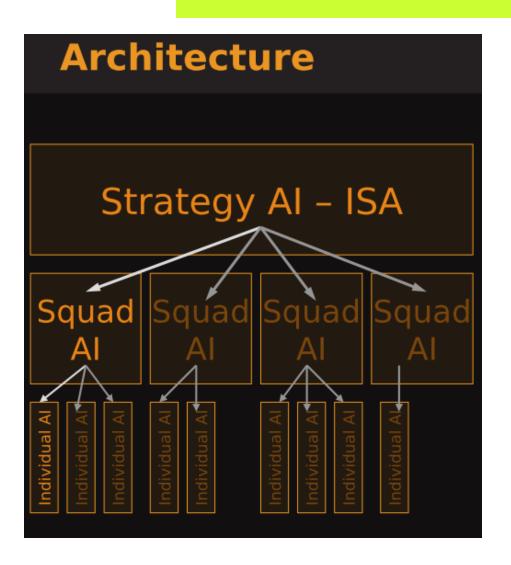
Killzone 2 AI (マルチプレイヤーモード)

- (1) Killzone 2 のAI思考
- (2) Killzone 2 のマップ自動解析



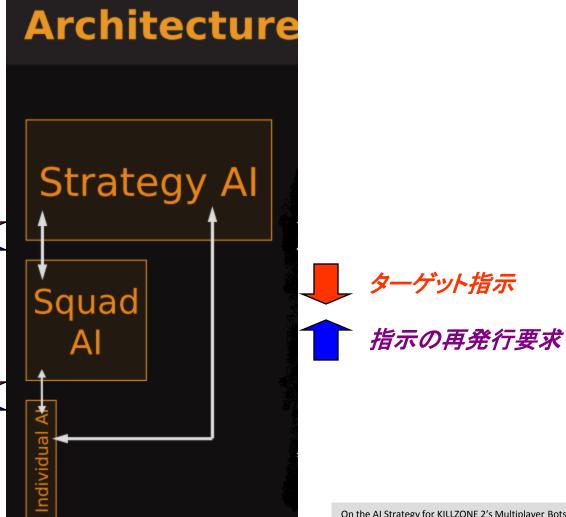
Killzone2 Al

集団のAIのコントロールの仕方を考える



On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

Killzone2 Al



防衛、前進など戦術を指示

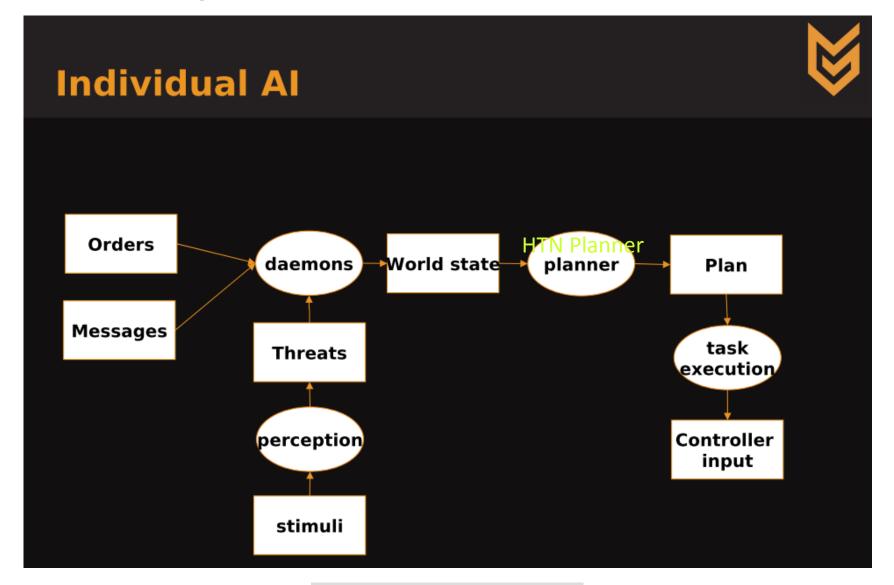
戦術の成功・失敗を報告 (フィードバック)

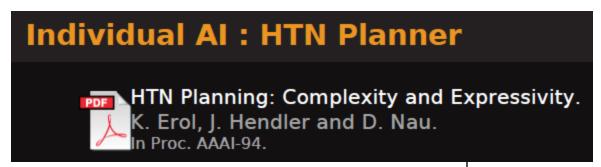
移動地点を指示

戦況を報告(フィードバック)

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

各AIのアーキテクチャ





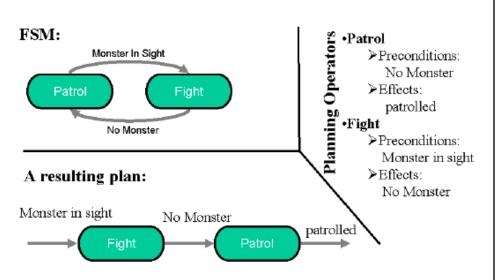


Figure 1. Contrasting FSMs and GOAP

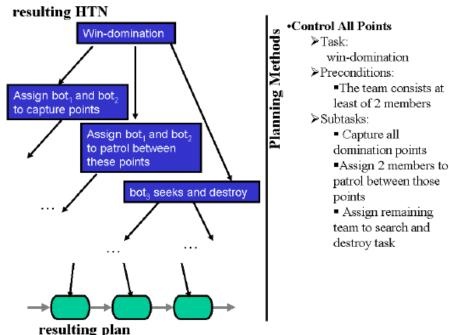
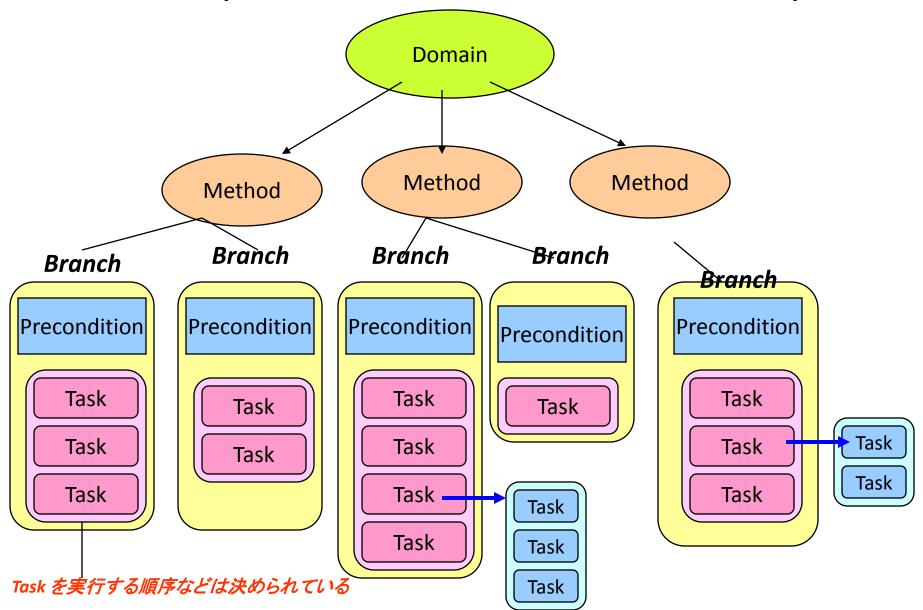


Figure 2. A Method and an HTN for UT bots



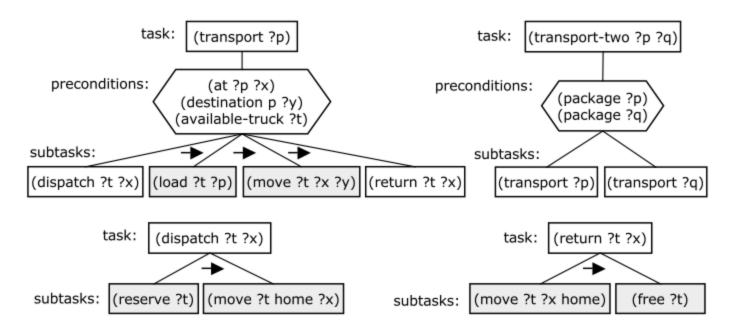


Figure 1: Methods for transporting a package ?p, transporting two packages ?p and ?q, dispatching a truck ?t, and returning the truck. Arrows are ordering constraints. The shaded subtasks are primitive tasks that are accomplished by the following planning operators: (load ?t ?p) loads ?p onto ?t; (move ?t ?x ?y) moves ?t from ?x to ?y; (reserve ?t) deletes (available-truck ?t) to signal that the truck is in use; (free ?t) adds (available-truck ?t) to signal that the truck is no longer in use.

Dana Nau et al., "SHOP2: An HTN Planning System", Journal of Artificial Intelligence Research 20 (2003) 379-404

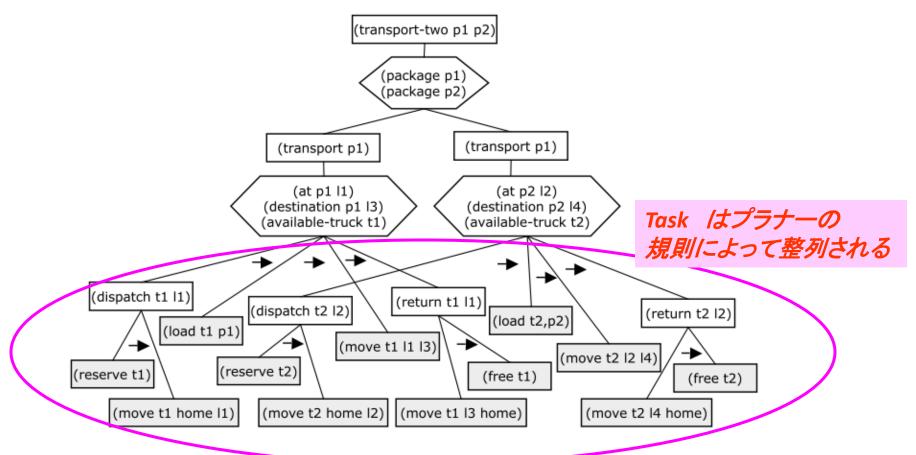


Figure 2: A plan for accomplishing (transport two p1 p2) from the following initial state: {(package p1), (at p1 l1), (destination p1 l3), (available-truck t1), (at t1 home), (package p2), (at p2 l2), (destination p2 l4), (available-truck t2), (at t2 home)}.

Dana Nau et al., "SHOP2: An HTN Planning System", Journal of Artificial Intelligence Research 20 (2003) 379-404

Methods

```
Totally ordered method: a 4-tuple
                 m = (\text{name}(m), \text{task}(m), \text{precond}(m), \text{subtasks}(m))
     • name(m): an expression of the form n(x_1,...,x_n)
         x_1, \dots, x_n are parameters - variable symbols
                                                                        travel(x, y)
     ◆ task(m): a nonprimitive task

    precond(m): preconditions (literals)

                                                         air-travel(x,y)
     subtasks(m): a sequence
        of tasks \langle t_1, ..., t_k \rangle
                                                     long-distance(x, y)
                           buy-ticket (a(x), a(y)) travel (x, a(x))
                                                                fly (a(x), a(y))
                                                                                travel (a(v), v)
air-travel(x,y)
                 travel(x, y)
     task:
    precond: long-distance(x,y)
    subtasks: \langle buy-ticket(a(x), a(y)), travel(x, a(x)), fly(a(x), a(y)), \rangle
                  travel(a(v),v)
```

Dana Nau: Lecture slides for Automated Planning
Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike License: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/

Dana S. Nau, "Hierarchical Task Network Planning", Lecture slides for Automated Planning:

Theory and Practice http://www.cs.umd.edu/~nau/cmsc722/notes/chapter11.pdf

Methods (Continued)

```
    Partially ordered method: a 4-tuple

               m = (\text{name}(m), \text{task}(m), \text{precond}(m), \text{subtasks}(m))
    • name(m): an expression of the form n(x_1,...,x_n)
         x_1, \dots, x_n are parameters - variable symbols
                                                                   travel(x, v)
    ◆ task(m): a nonprimitive task

    precond(m): preconditions (literals)

                                                     air-travel(x, y)

    subtasks(m): a partially ordered

       set of tasks \{t_1, \ldots, t_k\}
                                                  long-distance(x,y)
                         buy-ticket (a(x), a(y)) travel (x, a(x)) fly (a(x), a(y)) travel (a(y), y)
air-travel(x,y)
    task:
               travel(x,v)
                                                                    Task はプラナーの
                                                                    規則によって整列される
    precond: long-distance(x,y)
    network: u_1=buy-ticket(a(x), a(y)), u_2= travel(x, a(x)), u_3= fly(a(x), a(y))
                u_4= travel(a(y),y), {(u_1,u_3), (u_2,u_3), (u_3,u_4)}
```

8

Dana Nau: Lecture slides for Automated Planning
Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike License: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/

Dana S. Nau, "Hierarchical Task Network Planning", Lecture slides for Automated Planning:

Theory and Practice http://www.cs.umd.edu/~nau/cmsc722/notes/chapter11.pdf

```
(:method (select weapon and attack as turret ?inp threat)
   ( branch use bullets // Only use bullets against humanoids and turrets.
       (and (or (threat ?inp_threat humanoid) (threat ?inp_threat turret) )
           (distance to threat ?inp threat ?threat distance)
           (call It ?threat distance @weapon bullet max range) )
       ((attack as turret using weapon pref?inp threat wp bullets))
   (branch use rockets // Don't use rockets against humanoids and turrets.
       (and (not (threat ?inp threat humanoid)) (not (threat ?inp threat turret))
           (distance_to_threat ?inp_threat ?threat_distance)
           (call It ?threat distance @weapon rocket max range) )
       ((attack_as_turret_using_weapon_pref ?inp_threat wp_rockets))
```

```
(:method (select weapon and attack as turret ?inp threat)
   branch use bullets // Only use bullets against humanoids and turrets.
       (and (or (threat ?inp_threat humanoid) (threat ?inp_threat turret) )
           (distance to threat ?inp threat ?threat distance)
                                                                  Precondition
           (call It ?threat distance @weapon bullet max range) )
       ( (attack as turret using weapon pref?inp threat wp bullets))
   (branch use rockets // Don't use rockets against humanoids and turrets.
       (and (not (threat ?inp threat humanoid)) (not (threat ?inp threat turret))
           (distance_to_threat ?inp_threat ?threat_distance)
                                                                     Precondition
           (call It ?threat distance @weapon rocket max range))
       ((attack as turret using weapon pref?inp threat wp rockets))
                                                                      Task
```

各AIの思考

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

```
(:domain attack_portable_turret
     (:method (attack_as_turret) // Turret keeps attacking same target as
long as possible.
          ( continue attack as turret // Continue branch
            (active plan attack as turret)
            (!continue)
            branch attack as turret // Attack an enemy if possible
              (!forget active_plan **)
              (!remember - active_plan attack_as_turret)
              (select_threat_and_attack_as_turret 0)
              (!forget active plan **))
```

Ø

Individual AI: Application

```
分岐(Branch)
+ branch mp behave
 + (do behave on foot mp)
                                          分岐(Branch)
  + branch medic revive
   + (do_medic_revive)
    - branch medic revive abort
                                       分岐リスト
    - branch medic revive continue
    + branch medic revive
     (!forget active plan **)
     (!remember - active_plan medic_revive [Soldier:TimmermanV])
                                                                         TaskList
     (!log_color magenta "Medic reviving nearby entity.")
     (!broadcast friendlies 30.0 10.0 medic reviving [Soldier:TimmermanV]
     (!select target [Soldier:TimmermanV])
     + (walk to attack 5416 crouching auto)
     + (wield weapon pref wp online mp bot revive gun)
      - branch auto and have active
                                                  分岐リスト
      - branch auto wp pref
      - branch dont switch weapon
      + branch switch weapon
        (#0 = wp online mp bot revive gun)
        + (wield_weapon_pref_internal wp_online_mp_bot_revive_gun)
     (!use item on entity [Soldier:TimmermanV] crouching)
                                                                     TaskList
     (!forget active plan **)
```

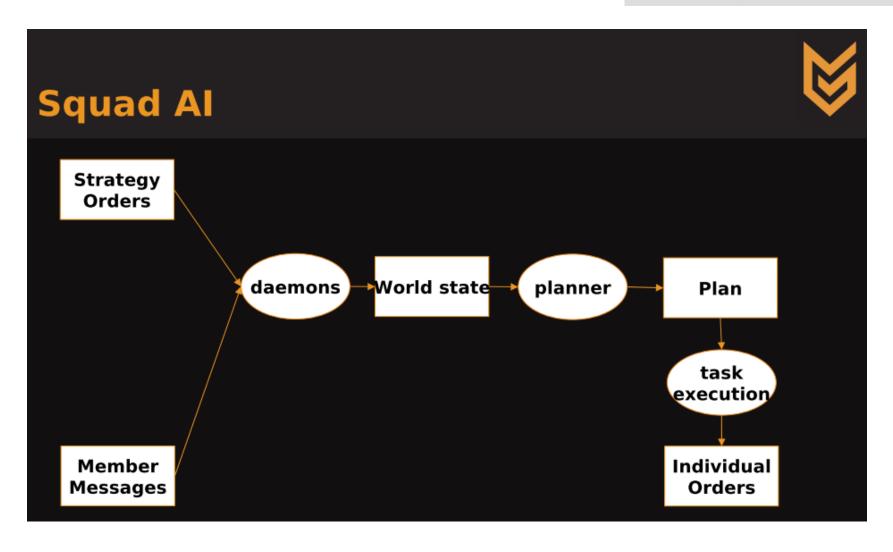
Individual AI: Application



```
HTN PLAN (non-interruptible) - [BOT] Tremethick
DECOMPOSITION
TASK LIST
 (!forget active plan **)
 (!remember - active_plan medic_revive [Soldier:TimmermanV])
 (!log color magenta "Medic reviving nearby entity.")
 (!broadcast friendlies 30.0 10.0 medic_reviving [Soldier:TimmermanV])
 (!select_target [Soldier:TimmermanV])
 (!walk segment (2370 2369 2368 2367 2366 2365 ... 5416) standing auto () () ()
A (!select weapon wp online mp bot revive gun)
 (!use item on entity [Soldier:TimmermanV] crouching)
 (!forget active plan **)
ACTIVE TASK INFO
 AIHTNPrimitiveTaskSelectWeapon -
```

Squad AI アーキテクチャ

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/



Killzone2におけるHTN統計

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

Individual AI: Random Numbers



Individual bot domain

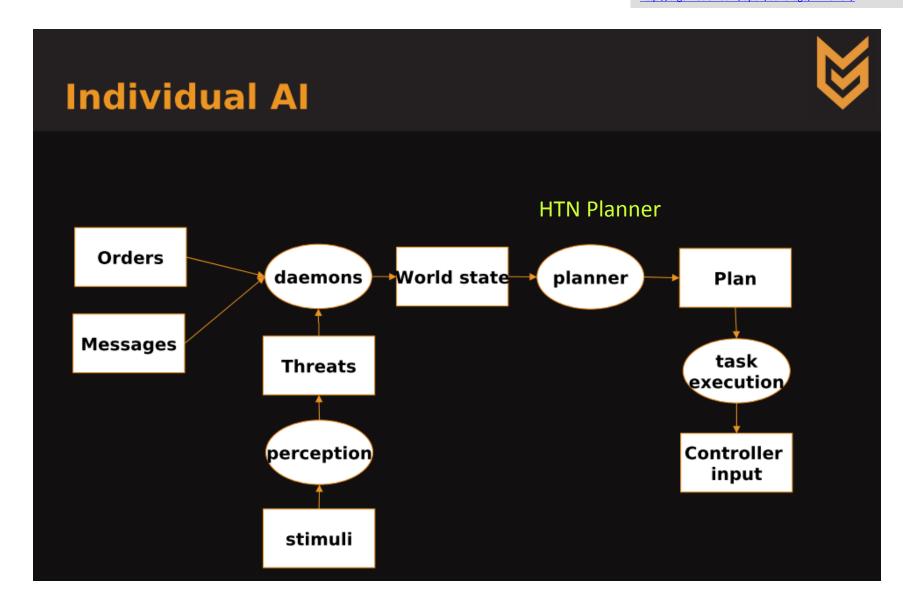
- 360 methods
- 1048 branches
- 138 behaviors
- 147 continue branches

During multiplayer game (14 bots / max. 10 turrets / max. 6 drones / squads)

- Approx. 500 plans generated per second
- Approx. 8000 decompositions per second
- Avg. 15 decompositions per planning.
- Approx 24000 branch evaluations per second.

各AIのアーキテクチャ

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/





Squad Al

```
(:method (order member defend ?inp member ?inp id ?inp level ?inp marker ?inp context hint)
  (branch advance
         (!forget member status ?inp member **)
         (!remember - member status ?inp member ordered to defend ?inp id)
         (!start_command_sequence ?inp_member ?inp_level 1)
          (do_announce_destination_waypoint_to_member ?inp_member)
          (!order ?inp_member clear_area_filter)
          (!order ?inp member
             set area restrictions (call find areas to wp?inp member (call get entity wp?
inp marker)))
          (!order_custom ?inp member move to defend ?inp marker ?inp context hint)
          (!order custom ?inp member send member message custom completed defend ?
inp_id)
          (order_set_defend_area_restriction ?inp_member (call get_entity_area ?inp_marker))
          (!order_custom ?inp member defend marker ?inp marker ?inp context hint)
         (!end command sequence ?inp member)
```

Squad Al



```
(:method (order member defend ?inp member ?inp id ?inp level ?inp marker ?inp context hint)
  (branch advance
         (!forget member status ?inp member **)
         (!remember - member_status ?inp_member ordered_to_defend ?inp_id)
         (!start command sequence ?inp member ?inp level 1)
          (do announce destination waypoint to member?inp member)
          (!order ?inp_member clear_area_filter)
                                                        兵士へ命令
          (!order ?inp member
             set_area_restrictions (call find_areas_to_wp ?inp_member (call get_entity_wp ?
inp marker)))
          (!order_custom ?inp_member move to defend ?inp_marker ?inp_context hint)
          (!order_custom ?inp_member send_member_message_custom completed_defend ?
inp_id)
          (order_set_defend_area_restriction ?inp_member (call get_entity_area ?inp_marker))
          (!order_custom ?inp_member defend_marker ?inp_marker ?inp_context_hint)
         (!end command sequence ?inp member)
```

Inspiration



Building a Better Battle: The Halo 3 Al Objectives System Damian Isla

Game Developers Conference, 2008.



disposable enemies	persistent bots
level specific use	applied generally
for designers	for programmers
mostly declarative	mostly procedural
story-driven	strategic



Inspiration



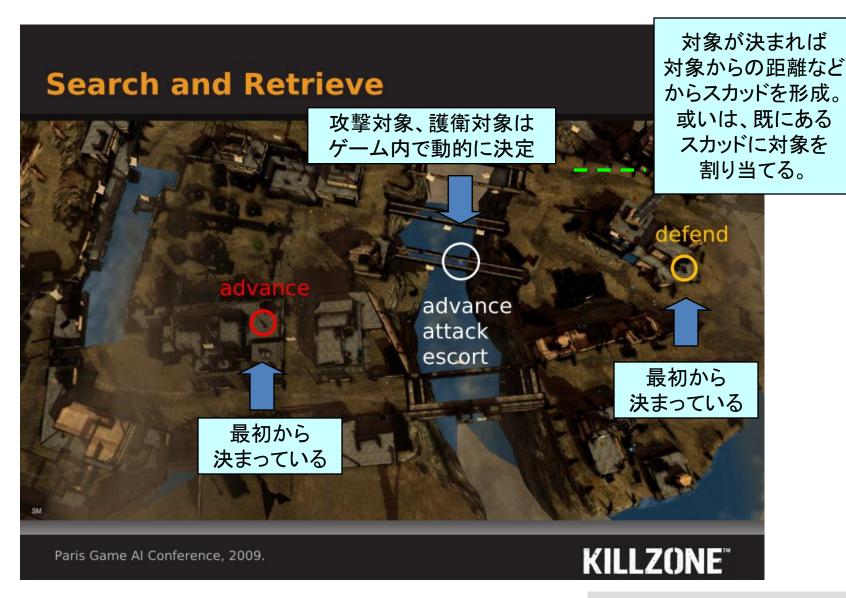
Building a Better Battle: The Halo 3 Al Objectives System Damian Isla http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx
Game Developers Conference, 2008.



disposable enemies	persistent bots
level specific use	applied generally
for designers	for programmers
mostly declarative	mostly procedural
story-driven	strategic





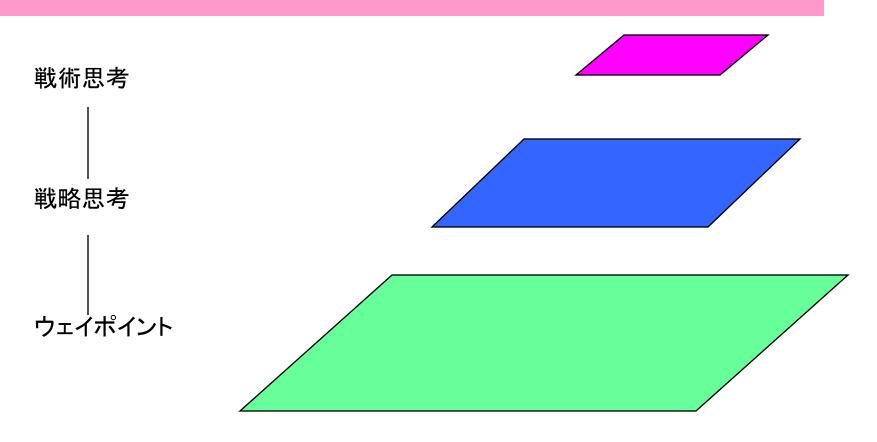


Killzone 2 AI (マルチプレイヤーモード)

- (1) Killzone 2 の AI思考
- (2) Killzone 2 のマップ自動解析

マップ

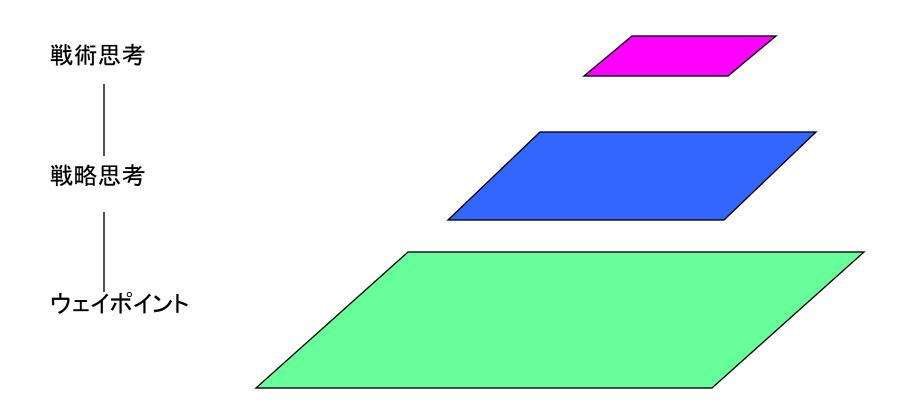
AIの基本原則:異なる目的に、異なるデータ表現を作成する たとえ、同じ対象物であっても、AIの行動用途に応じてデータ表現を作れ。



特に、マップに関してはを「データ階層化」しておくこと(世界表現)

Killzoneにおけるマップ

AIの基本原則:異なる目的に、異なるデータ表現を作成する たとえ、同じ対象物であっても、AIの行動用途に応じてデータ表現を作れ。



特に、マップに関してはを「データ階層化」しておくこと(世界表現)

戦略グラフを作りたい

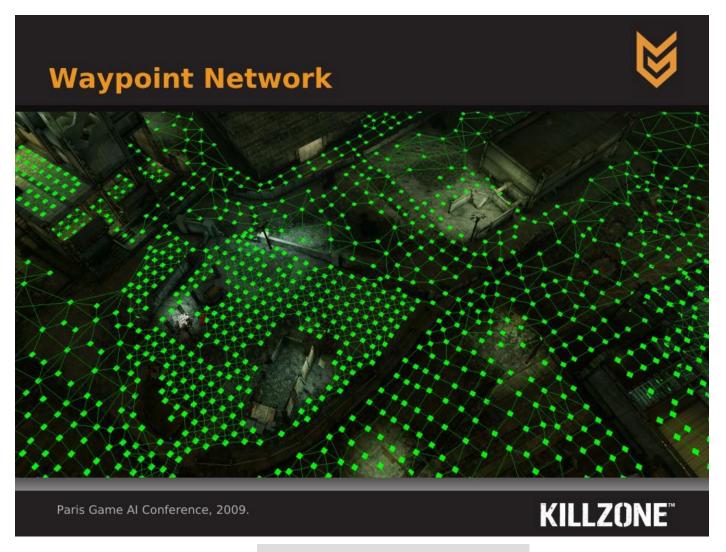
On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

Strategic Graph

Paris Game Al Conference, 2009.

KILLZONE

Killzone 2 のウェイポイント



ウェイポイントをクラスター化

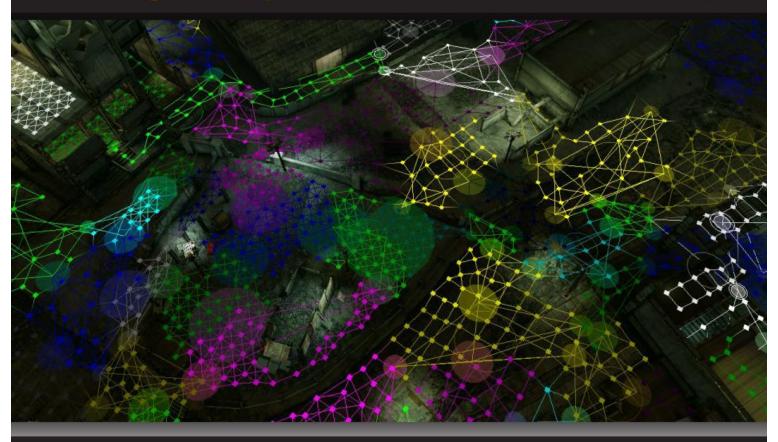
サイズと含むウェイポイント数を決めて なるべく正方形になるように形成



戦略グラフ

Strategic Graph



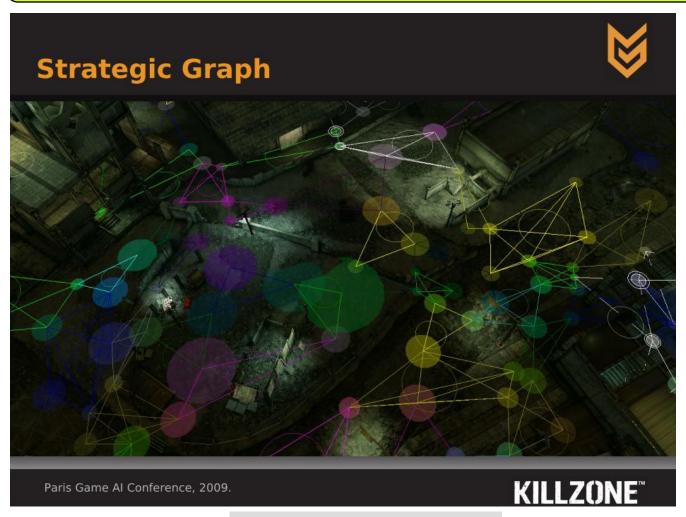


Paris Game Al Conference, 2009.

KILLZONE"

戦略グラフ

各エリア間で接するポイントをピックアップして結ぶ



On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/

戦略グラフ

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/



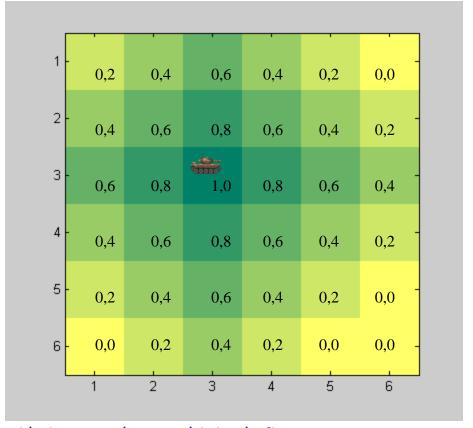
何に使うのか? グローバルな戦況判断

影響マップの方法 <解説>

Influence Map(影響マップ)

セル分割されたマップに、問題とする性質の評価値を 記録して行く方法

(例)①占有度



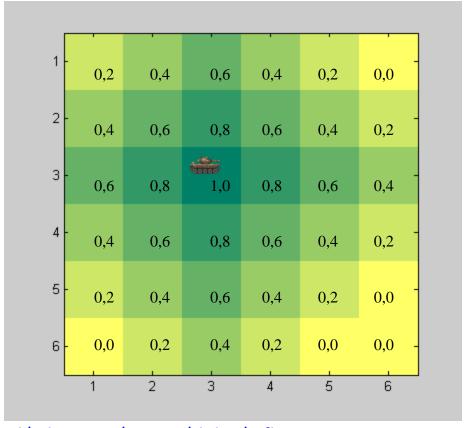
http://www.fdaw.unimaas.nl/education/4.5GAI/slides/Influence%20Maps.ppt

Influence Map(影響マップ)

セル分割されたマップに、問題とする性質の評価値を 記録して行く方法

(例)①占有度

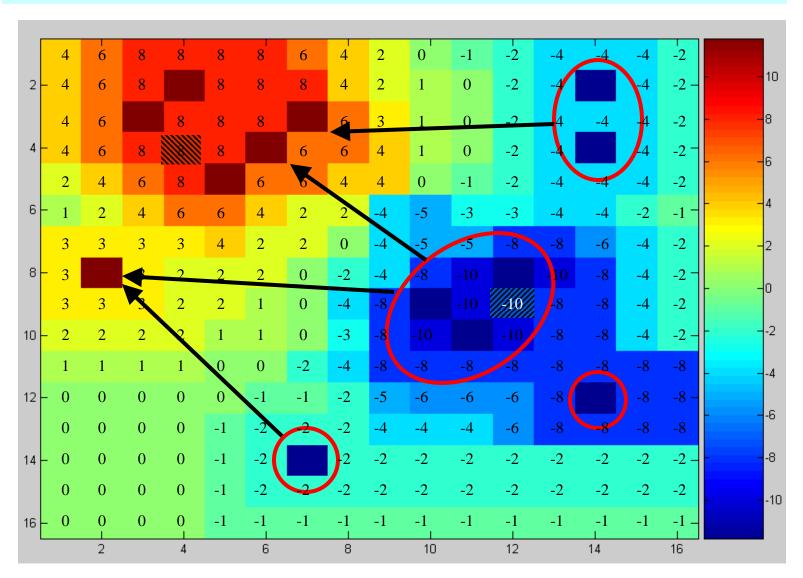
② 通過可能確率



http://www.fdaw.unimaas.nl/education/4.5GAI/slides/Influence%20Maps.ppt

Influence Map(影響マップ)

(例)様々なIMから計算して戦略的な位置取りを計算する



http://www.fdaw.unimaas.nl/education/4.5GAI/slides/Influence%20Maps.ppt

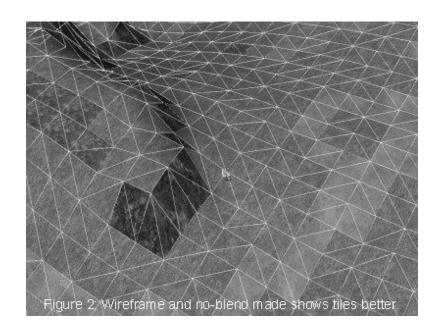
Age of Empire(AOE)における利用例



AOEはタイルベースの RTS(リアルタイムストラテジー)

マップは毎回、自動生成





Dave C. Pottinger, "Terrain Analysis in Realtime Strategy Games", http://zeniroy.springnote.com/pages/481669/attachments/212469

"Terrain Analysis in Realtime Strategy Games(PPT)", http://vr.kaist.ac.kr/courses/cs682/data/ssw.ppt

Age of Empire(AOE)における利用例①

金鉱発掘小屋の最適位置自動検出

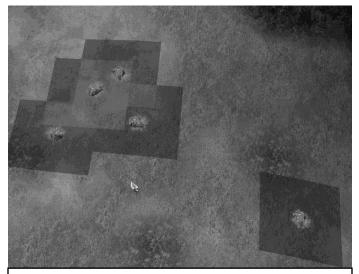
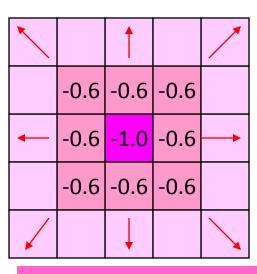


Figure 3: Influence map around gold mines.

		+		
	0.8	0.8	0.8	
	0.8	1.0	0.8	J
	0.8	0.8	0.8	
		1		

金鉱=アトラクター (吸引源)



防壁=デトラクター (排斥源)

AIに金鉱の発掘小屋を適切な位置に置かせるには?

= 金鉱に近いが、近すぎてはいけないところに置く

金鉱の回りのタイル(仮想的)防壁を置いて、 近すぎも遠すぎもしない点に最高点のタイルが来るようにする

= 自動位置検出

Age of Empire(AOE)における利用例②

兵隊の配置の最適位置自動検出



		+		
	0.8	0.8	0.8	
-	0.8	1.0	0.8	1
	0.8	0.8	0.8	
/		1		

		1		1
	-0.6	-0.6	-0.6	
←	-0.6	-1.0	-0.6	—
	-0.6	-0.6	-0.6	
		↓		

高い場所=アトラクター (吸引源) 家がある場所=デトラクター (排斥源)

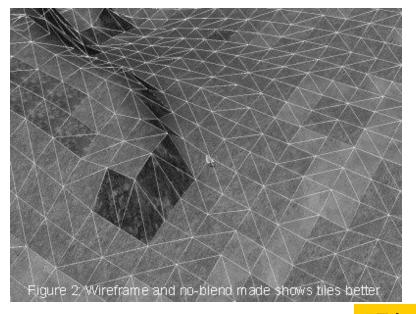
兵士を街からなるべく遠く、高台の場所に置かせたい = 高い場所(アトラクター)、家がある(デトラクター)とする

Dave C. Pottinger, "Terrain Analysis in Realtime Strategy Games", http://zeniroy.springnote.com/pages/481669/attachments/212469

"Terrain Analysis in Realtime Strategy Games(PPT)", http://vr.kaist.ac.kr/courses/cs682/data/ssw.ppt

Age of Empire(AOE)における利用例③

兵隊の配置の最適位置自動検出



		†		/
	-0.6	-0.6	-0.6	
↓	-0.6	-1.0	-0.6	-
	-0.6	-0.6	-0.6	
		↓		

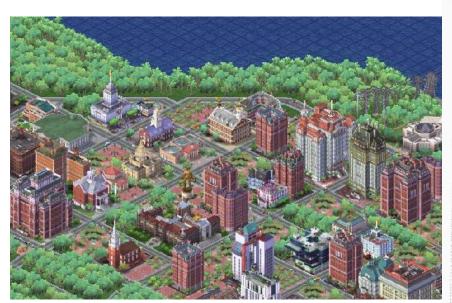
既知の敵のビル、以前通ったルート = デトラクタ (排斥源)

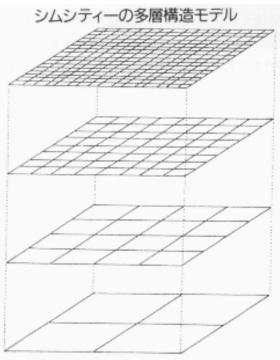
この排斥源が与えるコストをパス検索のコストとすると、 「なるべく遠ったことにない敵の基地からみつかりにくいパス」 を見つけることが出来る。

Dave C. Pottinger, "Terrain Analysis in Realtime Strategy Games", http://zeniroy.springnote.com/pages/481669/attachments/212469

"Terrain Analysis in Realtime Strategy Games(PPT)", http://vr.kaist.ac.kr/courses/cs682/data/ssw.ppt

SimCity における影響マップの利用





第一層

道路や鉄道、要素の大きさ要素間の関係をシミュレーション

第二層

「人口密度」「交通渋滞」「環境 汚染度」「ランドバリュー」「犯 罪発生率」をシミュレーション

第三層

地形の影響をシミュレーション

第四層

「人口増加率」「消防署」「警察署」「消防署の影響」「警察署の影響」をシミュレーション

Crime = Pop. Density^2 - Land Value - Police Effect

Land Value = Distance[Zonetype] + Terrain + Transport

"AI: A Desing Perspective" AIIDE 2005 http://www.aiide.org/aiide2005/talks/index.html

http://thesims.ea.com/us/will/

多摩 豊,角川書店, 1990 「ウィル・ライトが明かすシムシティーのすべて」,

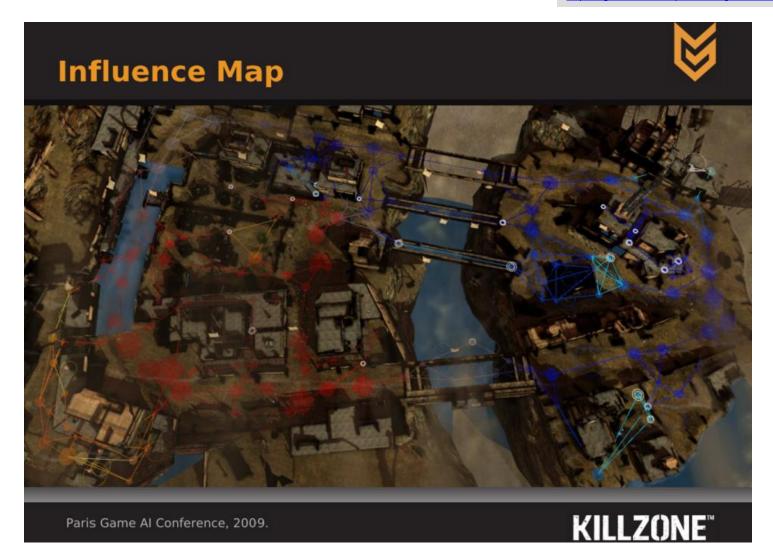
影響マップの方法 <解説>終わり

Killzone 2 における影響マップ

ボット、砲塔、死亡ポイントの情報を反映させる

さまざまな意思決定に用いる

On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/



スカッド毎にコストと影響マップを使って戦略パスを見出す

Strategic Pathfinding Costs





Paris Game Al Conference, 2009.

KILLZONE

スカッド毎にコストと影響マップを使って戦略パスを見出す

Strategic Pathfinder





Paris Game Al Conference, 2009.

KILLZONE

スカッド毎にコストと影響マップを使って戦略パスを見出す

Strategic Pathfinder





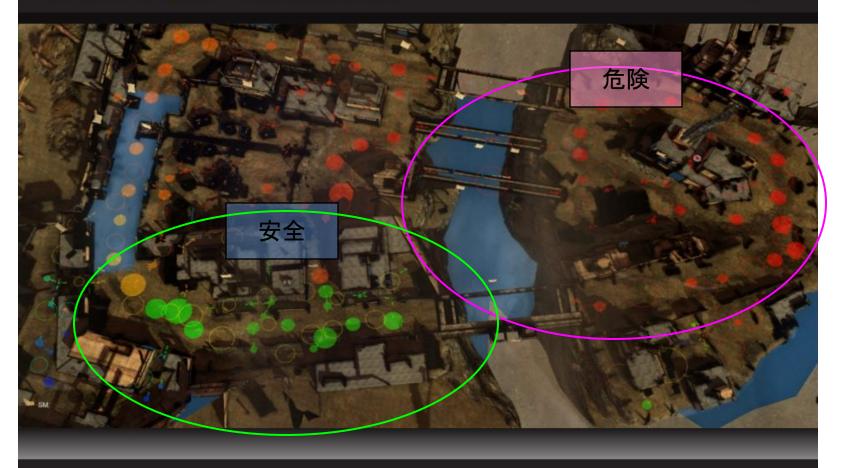
Paris Game Al Conference, 2009.

KILLZONE"

スカッド毎にコストと影響マップを使って戦略パスを見出す

Strategic Pathfinder





Paris Game Al Conference, 2009.

KILLZONE

スカッド毎にコストと影響マップを使って戦略パスを見出す



Killzone 2 AIのまとめ

- (1) 各AI、スカッドAIに<mark>階層型</mark>タスクネットワークプラナー(HTN Planner)を導入した。
- (2) 戦略マップを自動生成した(マップを階層化した)。
- (3) 戦略マップ上に影響マップの方法を導入して、スカッドの戦略思考、戦略的パス検索を導入した。

References

- (1) AI Summit '10: Slides, Notes, Highlights and Photos http://aigamedev.com/open/coverage/gdc10-slides-highlights/#session1
- (2) On the AI Strategy for KILLZONE 2's Multiplayer Bots http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/
- (3) Killzone 2 Multiplayer Bots http://files.aigamedev.com/coverage/GAIC09 Killzone2Bots StraatmanChampandard.pdf
- (4)
 Maria Cutumisu, Duane Szafron, "An Architecture for Game Behavior AI: Behavior Multi-Queues", http://webdocs.cs.ualberta.ca/~duane/publications/pdf/2009aiideMC.pdf
- (5)
 Kutluhan Erol. James Hendler. Dana S. Nau., "HTN Planning: Complexity and Expressivity.", http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.57.6003&rep=rep1&type=ps
- (6)
 Dana S. Nau,"Hierarchical Task Network Planning", Lecture slides for Automated Planning:
 Theory and Practice
 http://www.cs.umd.edu/~nau/cmsc722/notes/chapter11.pdf



Mike "Sorian" Robbins Gameplay Engineer



twitter.com/merobbins

Off the Beaten Path: Non-Traditional Uses of Al Ben Sunshine-Hill (Havok), Michael Robbins (Gas Powered Games)

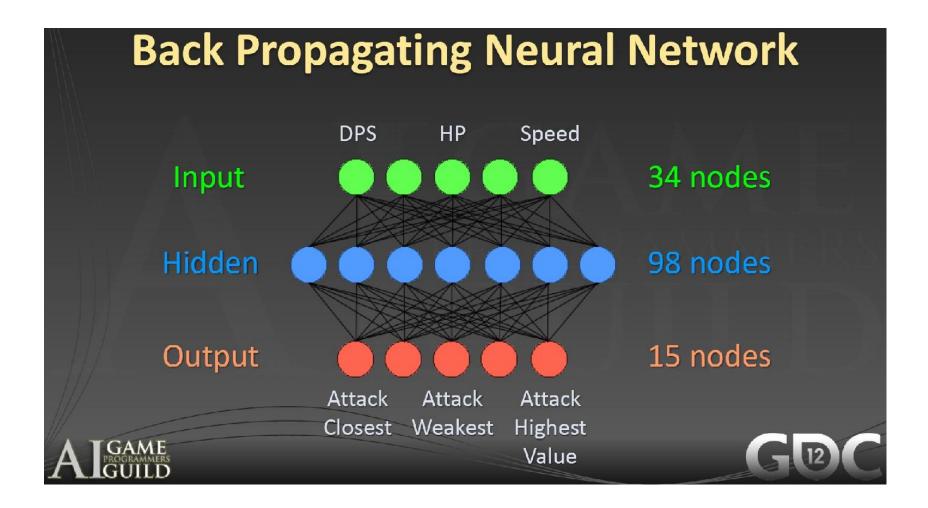


Off the Beaten Path: Non-Traditional Uses of Al Ben Sunshine-Hill (Havok), Michael Robbins (Gas Powered Games)

Fight or Flight

- Platoon encounters enemies.
 - Platoon decides to engage.
- Platoon encounters point defenses.
 - Losses start adding up.
 - Platoon decides to back off.
 - Continues engaging enemy units.
- Enemy reinforcements arrive.
 - Time to cut losses and run.





Off the Beaten Path: Non-Traditional Uses of Al Ben Sunshine-Hill (Havok), Michael Robbins (Gas Powered Games)

Evaluate Platoon and Enemies

Evaluate 17 data points for each

入力

of Units HP Overall DPS Speed Mass Value Shields # of ACUs Repair Rate

Short Range Static DPS
Mid Range Static DPS
Long Range Static DPS

Short Range Mobile DPS Mid Range Mobile DPS Long Range Mobile DPS

Alternate DPS

Two Different Threat Values Based on Platoon Type

(DPS=Damage per second)

React Based on Output

出力

Attack Weakest
Attack Closest
Attack Highest Value
Attack Highest Range
Attack Mobile
Attack Engineer

Attack Resource Attack Shield Attack Defense

Attack the above from Range

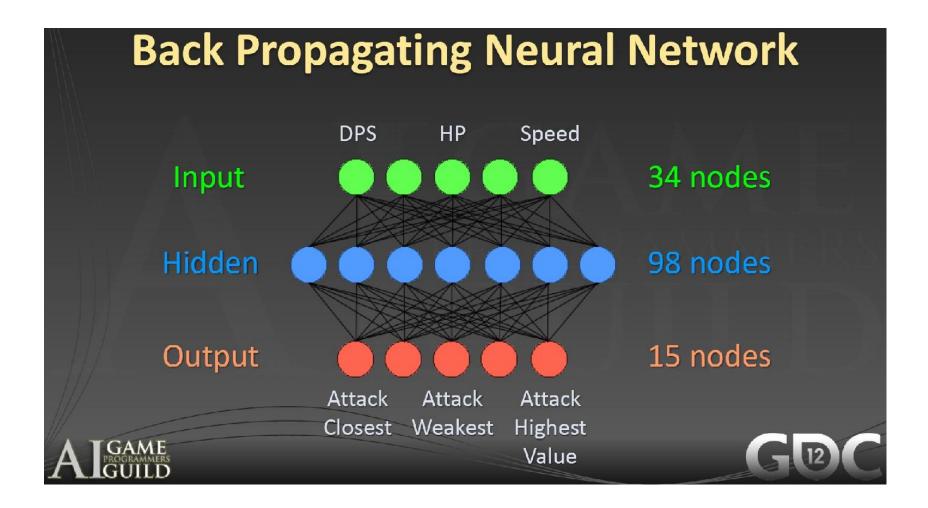
Attack ACU



Feed Input Into the Neural Network



- Data points are turned into two sets of deltas.
 - Platoon vs Enemies.
 - Enemies vs Platoon.
- Neural network is fed forward.
 - Pushes input through hidden layer and out to output layer.
- Output corresponds to platoon actions.

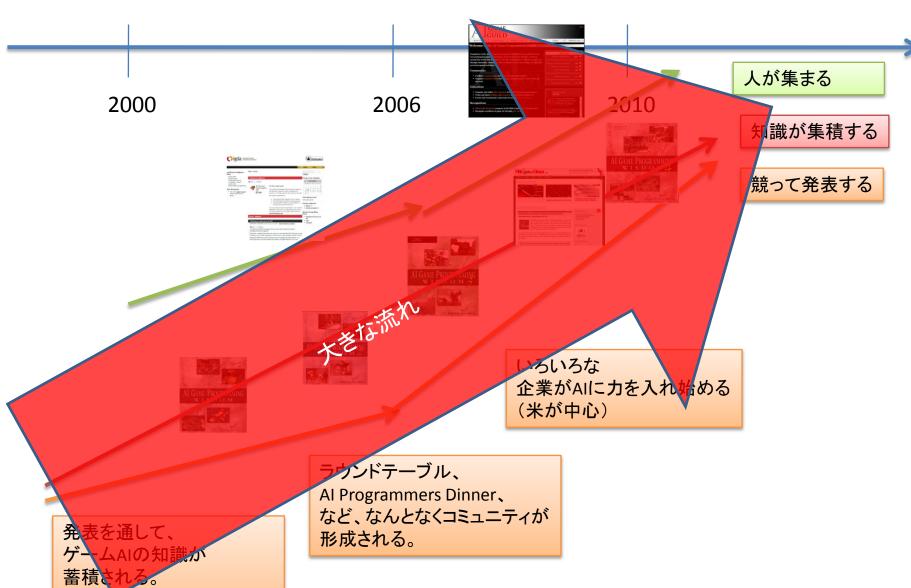


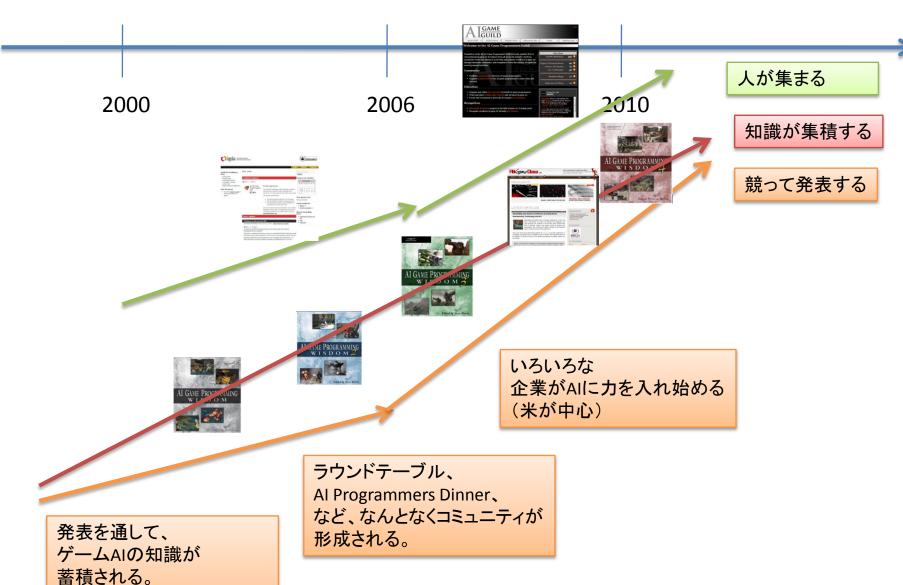
Off the Beaten Path: Non-Traditional Uses of Al Ben Sunshine-Hill (Havok), Michael Robbins (Gas Powered Games)

Training Time

- 1 hour per network + test time.
- Completely hands off training.
- Any behavior/neural network changes starts training over!
- Neural networks handle balance changes well.

第三章 デジタルゲームAIの学術の台頭





2000 2006



2010

人が集まる

知識が集積する

競って発表する

数多くの事例の集積

知識の積み上げ ゲームAIを主幹技術とするエンジニアの増大 博士・修士でAIを修めた学生の流入

2000年から始まるゲーム産業とアカデミクスを入れ始める との結び付きの運動(米が中心) (情報技術分野の惹きつけ役として)

ラウンドテーブル、

Al Programmers Dinner、など、なんとなくコミュニティが形成される。

発表を通して、 ゲームAIの知識が 蓄積される。

2000 2006



2010

人が集まる

知識が集積する

競って発表する

数多くの事例の集積

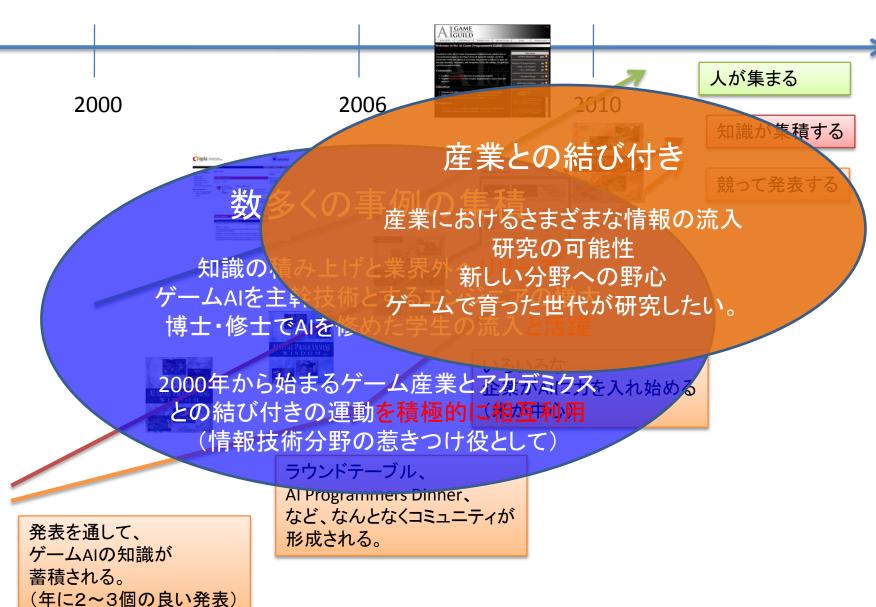
知識の積み上げと業界外へリリース ゲームAIを主幹技術とするエンジニアの増大 博士・修士でAIを修めた学生の流入と活躍

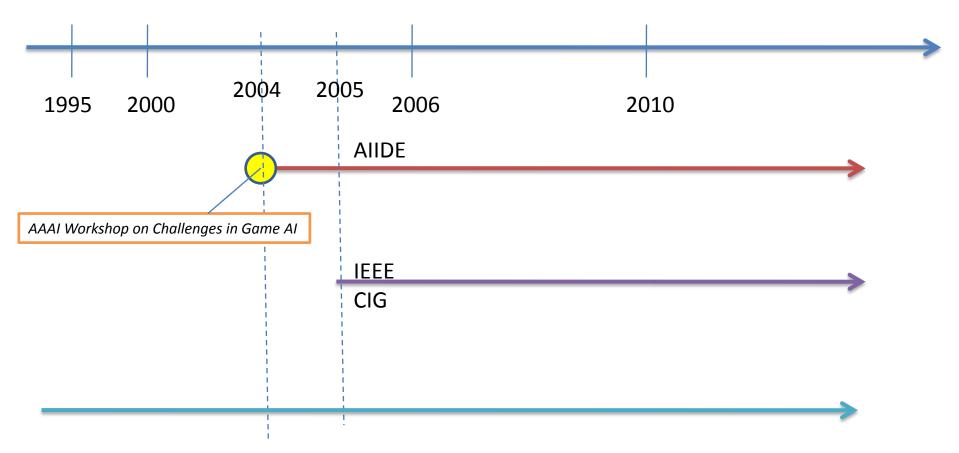
2000年から始まるゲーム産業と正次デミクスを入れ始める との結び付きの運動を積極的に相互利用 (情報技術分野の惹きつけ役として)

ラウンドテーブル、

Al Programmers Dinner、など、なんとなくコミュニティが形成される。

発表を通して、 ゲームAIの知識が 蓄積される。





AAAI Workshop on Challenges in Game AI

CHALLENGES IN GAME ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Papers from the 2004 AAAI Workshop

Dan Fu, Stottler Henke, and Jeff Orkin, Program Cochairs

Technical Report WS-04-04 published by The AAAI Press, Menlo Park, California

This technical report is also available in book and CD format.

Please Note: Abstracts are linked to individual titles, and will appear in a separate browser window. Full-text versions of the papers are linked to the abstract text. Access to full text may be restricted to AAAI members. PDF file sizes may be large!

Contents

Organizing Committee / iii

Dan Fu, Stottler Henke, and Jeff Orkin

Game Commentary

MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research / 1

Robin Hunicke, Marc LeBlanc, and Robert Zubek

Intelligent Interfaces for Digital Games / 6

Daniel Livingstone and Darryl Charles

Step One: Document the Problem / 11

Baylor Wetzel

Strategy and Planning

Game Over: You Have Been Beaten by a GRUE / 16

Elizabeth Gordon and Brian Logan

Strategic Planning for Unreal Tournament Bots / 22

Héctor Muñoz-Avila and Todd Fisher

Symbolic Representation of Game World State: Toward Real-Time Planning in Games / 26

Jeff Orkin

A Tactical and Strategic AI Interface for Real-Time Strategy Games / 31

Michael van Lent, Paul Carpenter, Ryan McAlinden, and Poev Guan Tan

Path Planning and Tactics

State Estimation for Game AI Using Particle Filters / 36

Curt Bererton

Dynamic Path Planning and Terrain Analysis for Games / 41

Paul Brobst, Ramesh Saran, and Michael van Lent

Efficient and Dynamic Response to Fire / 44

Christian J. Darken, David J. Morgan, and Gregory Paull

Learning

Integrating Learning in Interactive Gaming Simulators / 49

David W. Aha and Matthew Molineaux

Integrated Machine Learning for Behavior Modeling in Video Games / 54

Ren Geisler

Knowledge-Gathering Agents in Adventure Games / 63

Brian Hlubocky and Eyal Amir

Hierarchical Judgement Composition: Revisiting the Structural Credit Assignment Problem / 67

Joshua Jones and Ashok Goel

Bootstrapping the Learning Process for the Semi-automated Design of a Challenging Game AI / 72

Charles Madeira, Vincent Corruble, Geber Ramalho, and Bohdana Ratitch

Utilizing Case-Based Reasoning and Automatic Case Elicitation to Develop a Self-Taught Knowledgeable Agent / 77

Jay H. Powell, Brandon M. Hauff, and John D. Hastings

Augmenting Wargame AI with Data Mining Technology / 82

John Rushing, John Tiller, Steve Tanner, and Drew McDowell

Reflection in Action: Model-Based Self-Adaptation in Game Playing Agents / 86

Patrick Ulam, Ashok Goel, and Joshua Jones

Challenge Adjustment and Adaptation

AI for Dynamic Difficulty Adjustment in Games / 91

Robin Hunicke and Vernell Chapman

Semi-Automated Gameplay Analysis / 97

Finnegan Southey and Robert C. Holte

Narrative

Search-Based Drama Management / 103

Ari Lamstein and Michael Mateas

Mediating the Tension between Plot and Interaction / 108

Brian Magerko and John E. Laird

Light AI / 113

Magy Seif El-Nasr

Character Participation in Social Interaction / 118

Robert Zubek

AI Tools for Scripting and Control

Rules versus Scripts in Games Artificial Intelligence / 123

Nathan Combs and Jean-Louis Ardoint

Code Generation for AI Scripting in Computer Role-Playing Games / 129

Matthew McNaughton, Jonathan Schaeffer, Duane Szafron, Dominique Parker, and James Redford

Case Studies

The Suffering: A Game AI Case Study / 134

Grea Alt

Call for AI Research in RTS Games / 139

Michael Buro

http://www.aaai.org/Library/Workshops/ws04-04.php

PROCEEDINGS OF THE FIRST ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INTERACTIVE DIGITAL ENTERTAINMENT CONFERENCE

Sponsored by the Association for the Advancement of Artificial Intelligence

Edited by R. Michael Young and John Laird

June 1–3, 2005, Marina del Rey, California. Published by The AAAI Press, Menlo Park, California. This proceedings is available in book and CD format.

Please Note: Abstracts are linked to individual titles, and will appear in a separate browser window. Full-text versions of the papers are linked to the abstract text. Access to full text may be restricted to AAAI members. PDF file sizes may be large!

Contents

Sponsors

Organizing Committee

Preface / ix

R. Michael Young and John Laird

Organizing Committee / x

R. Michael Young and John Laird

Program Committee / xi

R. Michael Young and John Laird

Sponsors / xiii

R. Michael Young and John Laird

Full Papers

Applying Constraint Weighting to Autonomous Camera Control / 3

Owen Bourne and Abdul Sattar

Quagents: A Game Platform for Intelligent Agents / 9

Christopher Brown, George Ferguson, Peter Barnum, Bo Hu, and Dave Costello

Natural Noun Phrase Variation for Interactive Characters / 15

Donna K. Byron, Aakash Dalwani, Ryan Gerritsen, Mark Keck, Thomas Mampilly, Vinay Sharma, Laura Stoia, Timothy Weale, and Tianfang Xu

Dialogue Generation in Character-based Interactive Storytelling / 21

Marc Cavazza and Fred Charles

Towards Learned Anticipation in Complex Stochastic Environments / 27

Christian J. Darken

A Goal-Based Architecture for Opposing Player AI / 3

Kevin Dill and Denis Papp

Retaining Learned Behavior During Real-Time Neuroevolution / 39

Thomas D'Silva, Roy Janik, Michael Chrien, Kenneth O. Stanley, and Risto Miikkulainen

nuWar: A Prototype Sketch-based Strategy Game / 45

Greg Dunham, Ken Forbus, and Jeffrey Usher

Sequence Learning by Backward Chaining in Synthetic Characters / 51

Peter Gorniak and Bruce Blumberg

Speaking with Your Sidekick: Understanding Situated Speech in Computer Role Playing Games / 57

Peter Gorniak and Deb Roy

Hierarchical Plan Representations for Encoding Strategic Game AI / 63

Hai Hoang, Stephen Lee-Urban, and Héctor Muñoz-Avila

Scalable Solutions for Interactive Virtual Humans that Can Manipulate Objects / 69

Marcelo Kallmann

Particle-Based Communication Among Game Agents / 75

Mike Klaas, Tristram Southey, and Warren Cheung

Unscripted Narratives for Affectively Driven Characters / 81

Sandy Louchart, Ruth Aylett, Joao Dias, and Ana Paiva

Story Representation and Interactive Drama / 87

Brian Magerko

Structuring Content Within the Façade Interactive Drama Architecture / 93

Michael Mateas and Andrew Stern

Search-Based Drama Management in the Interactive Fiction Anchorhead / 99

Mark J. Nelson and Michael Mateas

Agent Architecture Considerations for Real-Time Planning in Games / 105

Jeff Orkin

From Linear Story Generation to Branching Story Graphs / 111

Mark O. Riedl and R. Michael Young

Cooperative Pathfinding / 117

David Silver

Semi-Automated Gameplay Analysis by Machine Learning / 123

Finnegan Southey, Gang Xiao, Robert C. Holte, Mark Trommelen, and John Buchanan

Negative Behavior Space in the Design of Interactive Agents / 129

Bill Tomlinson

Increasing Replayability with Deliberative and Reactive Planning / 135

Michael van Lent, Mark O. Riedl, Paul Carpenter, Ryan McAlinden, and Paul Brobst

Hierarchical Parallel Markov Models of Interaction / 141

Robert Zubek and Ian D. Horswill

Demo Papers

Real-time Simulation of Herds Moving Over Terrain / 149

Joel Gompert

Controlling Unreal Tournament 2004 Bots with the Logic-based Action Language GOLOG / 151

Stefan Jacobs, Alexander Ferrein, and Gerhard Lakemeyer

The Interactive Drama Façade / 153

Michael Mateas and Andrew Stern

Adding Smart Opponents to a First-Person Shooter Video Game through Evolutionary Design / 155

C. Adam Overholtzer and Simon D. Levy



Invited Talks

Interactive Story Writing Using ScriptEase / 163

Jonathan Schaeffer, Mike Carbonarro, Maria Cutumisu, Matthew McNaughton, Curtis Onuczko, Thomas Roy, and Duane Szafron

The Turing Test for Game AI (PowerPoint Slides)

Bing Gordon

AI Challenges in Entertainment and Player Expression (PowerPoint Slides)

Doug Church

Dude: Where's My Warthog? From Pathfinding to General Spatial Competence (PowerPoint Slides)

Damian Isla

AI: A Design Perspective (PowerPoint Slides)

Will Wright

Index / 165





(Al and Interactive Digital Entertainment)



AIIDE 2011

Home

Call For Papers (html)
Call For Papers (pdf)

Paper submission

Submisison instructions

Accepted Papers
Workshops
AIIDE Registration
AIIDE Hotels
Invited Speakers
Preliminary Schedule

Starcraft Competition Web Page

Program Committee

Important Dates:

May 17, 2011:

Conf. Submission deadline

June 27, 2011:

Paper Acceptance Notification

July 18, 2011:

Workshop Submission deadline

August 18, 2011:

Workshop Paper Notification

October 10-11, 2011:

AIIDE Workshops

October 12-14, 2011:

AIIDE Technical Program

AIIDE 2011: AI AND INTERACTIVE DIGITAL ENTERTAINMENT CONFERENCE October 12-14, 2011, Stanford, Palo Alto, California

AlIDE 2011 is the Seventh Annual International AlIDE Conference and the Eleventh Al and Interactive Entertainment event sponsored by AAAI!

AIIDE is the definitive point of interaction between entertainment software developers interested in AI and academic and industrial AI researchers. Sponsored by the Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), the conference is targeted at both the research and commercial communities, promoting AI research and practice in the context of interactive digital entertainment systems with an emphasis on commercial computer and video games.

Overview of AIIDE 2011

AIDE 2011 will include invited speaker sessions, paper presentation sessions, a poster session, and a demonstration session. We invite researchers and developers to share insights and cutting-edge results from a wide range of Alrelated problems and encourage the presentation of a) results from core AI research areas applicable to interactive digital entertainment and b) AI approaches developed and fielded in commercial systems.

AIDE 2011 is held in cooperation with AAAI, a nonprofit scientific society devoted to advancing the scientific understanding of the mechanisms underlying thought and intelligent behavior and their embodiment in machines.

Conference registration now open!

Conference Chair:

Vadim Bulitko, University of Alberta

Program Chair:

Mark Riedl, Georgia Tech

Workshop Chair:

Arnav Jhala, UC Santa Cruz

Publicity Chair:

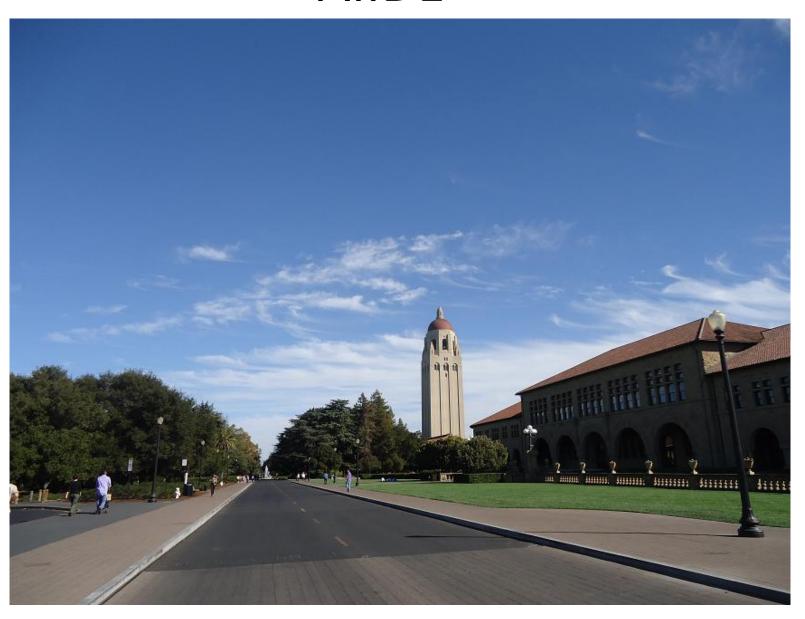
Nathan Sturtevant, University of Denver

Starcraft Competition Char:

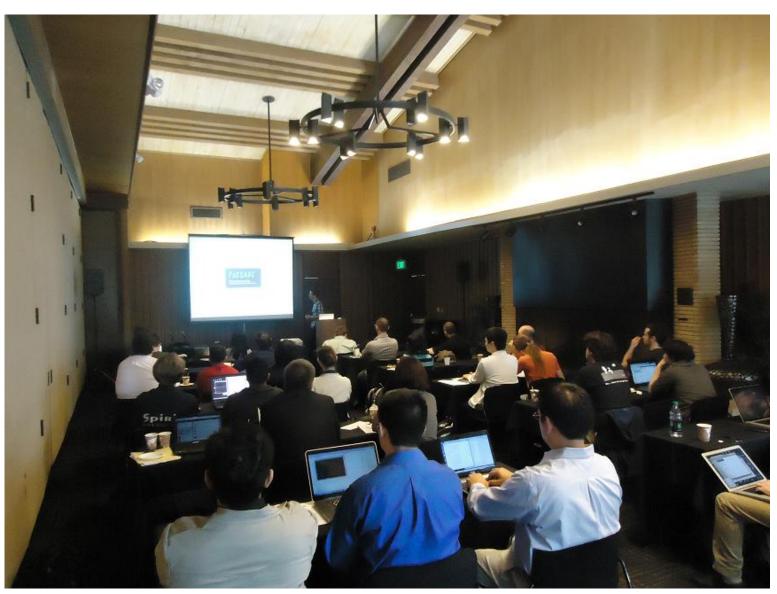
Michael Buro, University of Alberta

- -学会(AAAI = Association for advancement of Artificial Intelligence の分科会)
- -毎年スタンフォード大学で開催。
- -開催地を活かして、ゲーム開発者の招待講演。 また参加。
- 大学の研究者が主導。
- 産業からシーズ、ニーズを得て研究しようとする姿勢。
- -現在ではややアカデミック。
- 発表時間が長く、レギュラーセッションは倍率が高い。
- 2000年代の中頃から、序々に ゲーム業界主催のセッションを拡大。
- 基調講演にその年のゲーム業界で 人工知能で大きな仕事をした人を呼ぶ。 (例) ウィル・ライト、クリス・ヘッカー





AIIDE Narrative Technology WORKSHOP







Rich Hilleman, VP and Chief Creative Director at Electronic Arts の招待講演



EA SPORTS のAI開発者たちによるパネルディスカッション





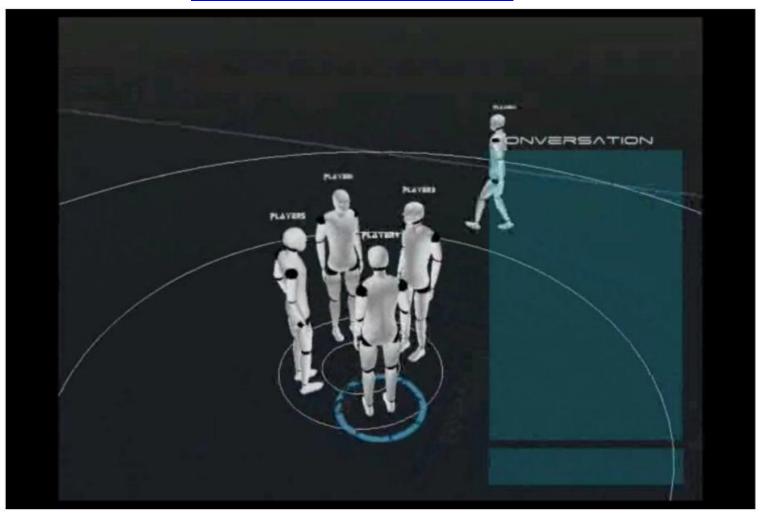
EA SPORTS のAI開発者たちによるパネルディスカッション



Dr. Marek Michalowski, co-founder of BeatBots, LLC. の招待講演

CADIA Populs

http://populus.cs.ru.is/node/116



Humanoid Agent in Social Game Environment (HASGE)

in Social Game Environments (HASGE).

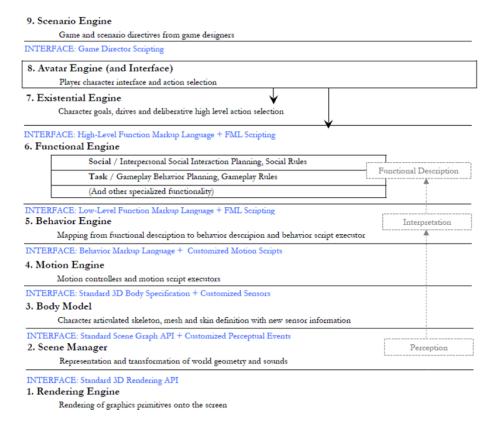


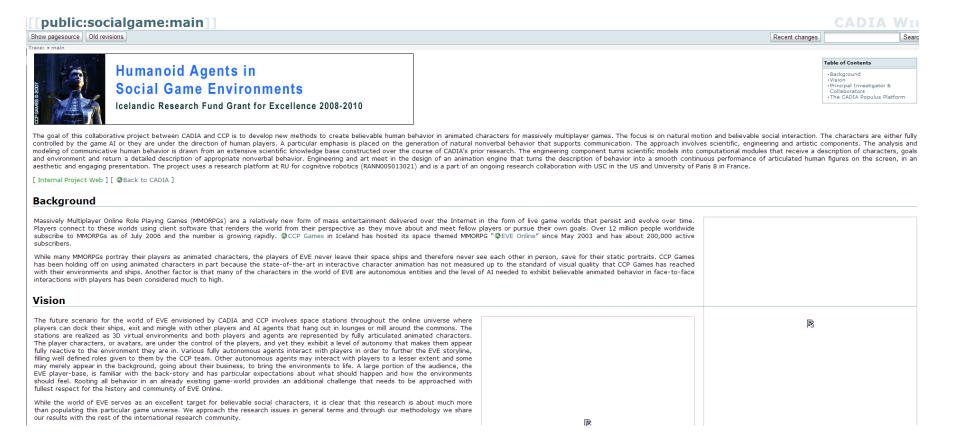
Figure 1.1: The layered architecture for intelligent animated characters as proposed in the

Palli Thrainsson M.Sc. Thesis in Computer Science from Reykjavik University (2011) "DYNAMIC PLANNING FOR AGENTS IN GAMES USING SOCIAL NORMS AND EMOTIONS" http://www.ru.is/faculty/hannes/students/MSThesisPalliThrainsson.pdf

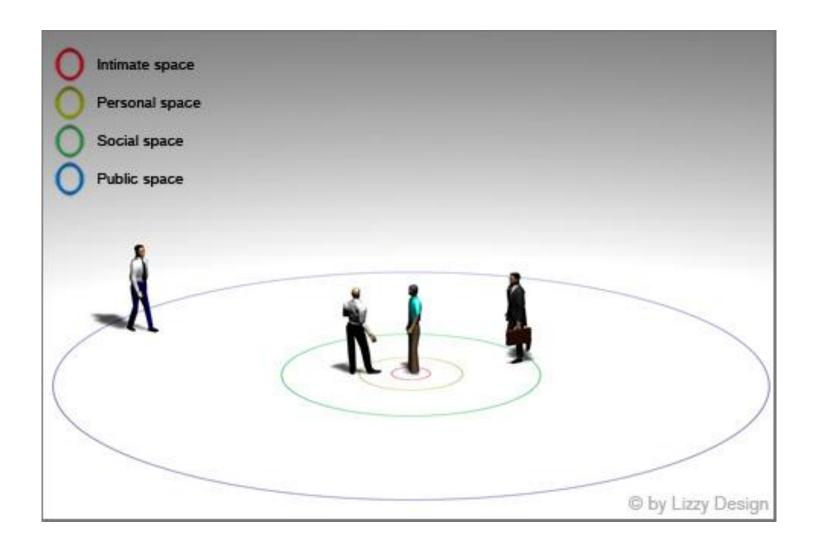
HASGE Project

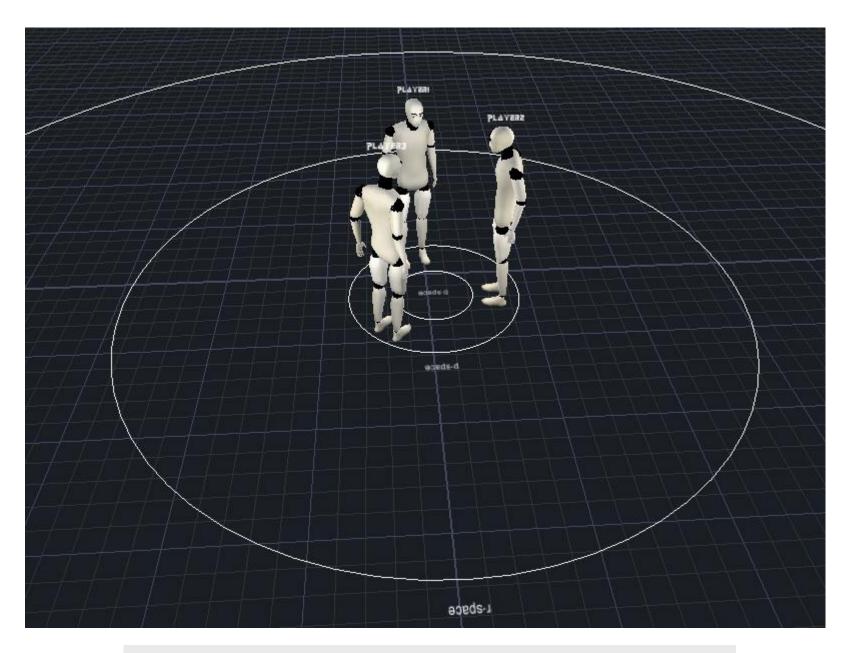
(Reykjavik Univ, CCP)

http://cadia.ru.is/wiki/public:socialgame:main



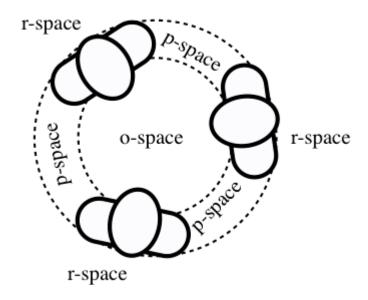
Personal Distance





Palli Thrainsson M.Sc. Thesis in Computer Science from Reykjavik University (2011) "DYNAMIC PLANNING FOR AGENTS IN GAMES USING SOCIAL NORMS AND EMOTIONS" http://www.ru.is/faculty/hannes/students/MSThesisPalliThrainsson.pdf

F-formation (Kendon, 1984)



人と人が向い合うときに、形成する立ち位置。

いろいろな F-formation パターン

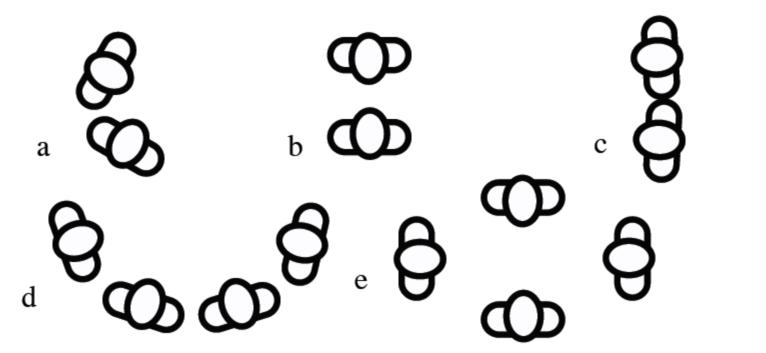


Figure 2: some different F-formation configurations.

a. L-arrangement; b. face-to-face; c. side-by-side; d. semi-circular; e. rectangular

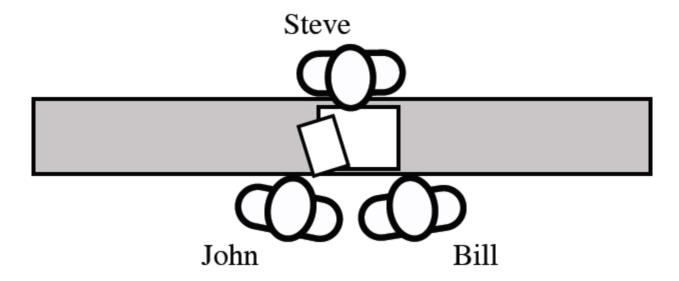


Figure 4: two people form an F-formation with the counter assistant

Paul Marshall1, Yvonne Rogers and Nadia Pantidi Paul Marshall
"Using F-formations to Analyse Spatial Patterns of Interaction in Physical Environments" (2011)
http://mcs.open.ac.uk/pervasive/pdfs/MarshallCSCW2011.pdf

EVE ONLINE



Figure 1.3: Two pictures show the level of details of the environments in "Walking-in-Stations". A first demonstration was performed by CCP in November of 2008 and show-cased an incredible level of visual realism. The challenge then becomes to make the characters behave correctly.

Claudio Pedica, "Spontaneous Avatar Behavior for Social Territoriality" M.Sc. Thesis in Computer Science from Reykjavik University (2009) http://www.ru.is/faculty/hannes/students/MSThesisClaudioPedica.pdf

Intelligent Narrative Technologies

Colocated with 8th AAAI Conference on Artificial Intelligence in Interactive Digital Entertainment October 8th and 9th at Stanford University in Palo Alto, California

AIIDE 2012 WORKSHOP

Schedule

Click on an item in the schedule to see its abstract.

Monday	, October 8	Rth. 2012

Monday, October 8th,	, 2012
9:00 AM_9:15 AM	Opening Remarks Stephen G. Ware and Jichen Zhu, Organizers
9:15 AM_10:30 AM	Keynote Talk - Constructive Interference: Techniques for Blending Traditional Narrative Structures with Character Simulation Emily Short
10:30 AM-10:45 AM	Break
	Paper Session: Individual Player Adaptation
10:45 AM-11:15 AM	Procedural Game Adaptation: Framing Experience Management as Changing an MDP David Thue and Vadim Bulitko
11:15 AM-11:45 AM	Toward Narrative Schema-Based Goal Recognition Models for Interactive Narrative Environments Alok Baikadi, Jonathan Rowe, Bradford Mott, and James Lester
11:45 AM-1:15 PM	Lunch Break
	Paper Session: Interactive Narrative in Specific Genres
1:15 PM_1:45 PM	Punch and Judy AI Playset: A Generative Farce Manifesto Or: The Tragical Comedy or Comical Tragedy of Predicate Calculus Ian Horswill
1:45 PM-2:15 PM	Towards Adaptive Quest Narrative in Shared, Persistent Virtual Worlds Emmett Tomai
2:15 PM-2:30 PM	Break
2:30 PM_2:45 PM	Proposal and Discussion: Interactive Plot Competition Stephen G. Ware
	Demonstration and Poster Session
2:45 PM_3:00 PM	Demonstration: An Experimental Testbed for Narrative in Shared, Persistent Worlds Rosendo Salazar and Tomai Emmett
3:00 PM_3:10 PM	5 Minute Poster Teasers
	Towards an Empathizing and Adaptive Storyteller System Byung-Chull Bae, Alberto Brunete, Usman Ali Malik, Evanthia Dimara, Jermsak Jermsurawong, and Nikolaos Mavridis
	Towards Interest And Engagement, A Framework For Adaptive Storytelling Michael Garber-Barron and Mei Si
3:10 PM_3:30 PM	Demonstration and Poster Discussion
3:30 PM_6:00 PM	Interactive Narrative Game and Activity Session
	Fiasco Stephen G. Ware + up to 4 other players
	Aye, Dark Overlord! David L. Roberts as Overlord + up to 6 players
	An Adventure in White Wolf's World of Darkness Alok Baikadi as Game Master + 4 players
	Fabula Brent Harrison as Storyteller + up to 5 players
	San Talapian Studies

Created by Emily Short, organized by Stephen G. Ware, for

Tuesday, October 9th, 2012

	Paper Session: Narrative Crowd-Sourcing
9:00 AM_9:30 AM	A Formal Game for Eliciting Story Structure from Authors David Roberts and Andrew Hansen
9:30 AM_10:00 AM	Toward Autonomous Crowd-Powered Creation of Interactive Narratives Boyang Li, Stephen Lee-Urban, and Mark Riedl
10:00 AM-10:30 AM	Character Networks for Narrative Generation Graham Sack
10:30 AM-10:45 AM	Break
	Paper Session: Narrative Planning
10:45 AM-11:15 AM	The Intentional Fast-Forward Narrative Planner Stephen G. Ware
11:15 AM-11:45 AM	Telling Interactive Player-specific Stories and Planning for it: ASD + Passage = Past Alejandro Ramirez and Vadim Bulitko
11:45 AM-12:15 PM	Generating Narrative Action Schemas for Suspense Spyridon Giannatos, Yun-Gyung Cheong, Mark J. Nelson, and Georgios N. Yannakakis
12:15 PM-1:45 PM	Lunch Break
1:45 PM_3:00 PM	Panel: The Near Future of Intelligent Narrative Technologies Moderator: Stephen G. Ware Panelists: Ian Horswill, Mark O. Riedl, and David L. Roberts
3:00 PM_3:15 PM	Break
	Paper Session: Non-Verbal Narrative
3:15 PM_3:45 PM	Enhancing the Believability of Character Behaviors Using Non- Verbal Cues Neesha Desai and Duane Szafron
3:45 AM_4:15 PM	Gestural Interactions for Narrative Co-creation Brian Magerko, Andreya Piplica, and Chris Deleon
4:15 PM_4:45 PM	Community Meeting

AIIDE 2012 レギュラーセッション(3日分)

Full paper presentations

Planning and Search

TRANSIT Routing on Video Game Maps Leonid Antsfeld, Daniel Harabor, Philip Kilby, Toby Walsh

RRT-based game level analysis, visualization, and visual refinement Aaron Bauer, Zoran Popovic

POMCoP: Belief Space Planning for Sidekicks in Cooperative Games Owen Macindoe, Leslie Kaelbling, Tomas Lozano-Perez

Narrative and NPC Creation 1

Understanding Speech in Interactive Narratives with Crowdsourced Data

Jeff Orkin, Deb Roy

Sports Commentary Recommendation System (SCoReS): Machine Learning for Automated Narrative Greg Lee, Vadim Bulitko, Elliot Ludvig

Evolutionary Computing

Evolving Personalized Content for Super Mario Bros Using Grammatical Evolution

Noor Shaker, Julian Togelius, Miguel Nicolau, Michael O'Neill

Evolutionary Learning of Goal Priorities in a Real-Time Strategy Game Jay Young, Nick Hawes

Combining Search-based Procedural Content Generation and Social Gaming in the Petalz Video Game

Sebastian Risi, Joel Lehman, David D'Ambrosio, Ryan Hall, Kenneth Stanley

Authoring and Game Production

Evaluating Competitive Game Balance with Restricted Play Alexander Jaffe, Alex Miller, Erik Andersen, Yun-En Liu, Anna Karlin, Zoran Popovic

Fast Procedural Level Population with Playability Constraints Ian Horswill, Leif Foged

Narrative and NPC Creation 2

Representing Morals in Terms of Emotion Margaret Sarlej, Malcolm Ryan

Reaching Cognitive Consensus with Improvisational Agents Rania Hodhod, Brian Magerko

Player Modeling

Game-based Data Capture for Player Metrics
Aline Normoyle, John Drake, Maxim Likhachev, Alla Safonova

Adapting AI Behaviors To Players in Driver San Francisco: Hintedexecution Behavior Trees

Sergio Ocio

If Not Now, Where? Time and Space Equivalency in Strategy Games Baylor Wetzel, Kyle Anderson, Maria Gini, Wilma Koutstaal

A Temporal Data-Driven Player Model for Dynamic Difficulty Adjustment

Alexander Zook, Mark Riedl

IEEE CIG

(IEEE Computational Intelligence and Games)

IEEE Conference on Computational Intelligence and Games

A series of international meetings focused on the applications of computational intelligence to games.



CIG Conferences

CIG-2011

CIG-2010 [Proceedings]

CIG-2009 [Proceedings]

CIG-2008 [Proceedings]

CIG-2007 [Proceedings]

CIO-2007 [1 100ee

CIG-2006

CIG-2005 [Proceedings]

Computational Intelligence and Games

The Computational Intelligence and Games (CIG) conference series brings together leading researchers and practitioners from academia and industry to discuss recent advances and explore future directions in this field. Topics of interest are include, but are not limited to:

- · Learning in games
- · Coevolution in games
- · Neural-based approaches for games
- · Fuzzy-based approaches for games
- · Console and video games
- · Character Development and Narrative
- Player/Opponent modeling in games
- · CI/Al-based game design
- · Multi-agent and multi-strategy learning

- · Comparative studies
- · Applications of game theory
- · Board and card games
- · Economic or mathematical games
- · Imperfect information games
- · Non-deterministic games
- · Evasion (predator/prey) games
- · Realistic games for simulation or training
- Player satisfaction in games

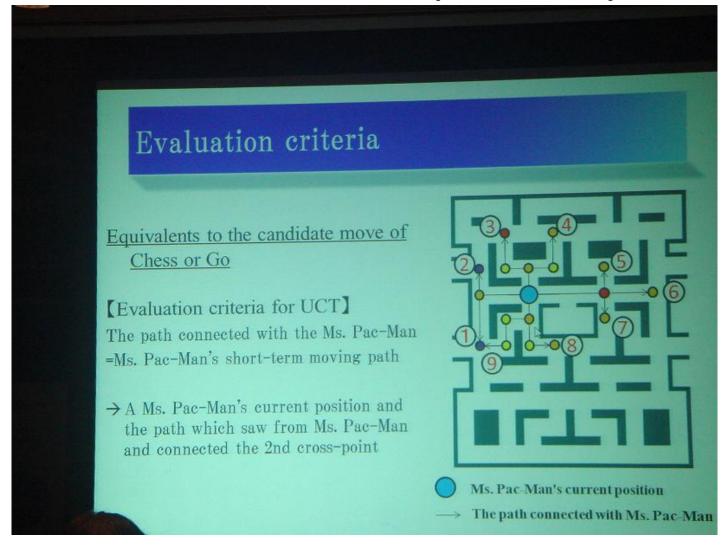
- ゲームAIの学会
- -世界10ヵ各国から研究者が集まる (60人ぐらい)
- 毎年、米、韓国、北米など運営メンバーの世界各地で開催。
- 産業との結び付きは模索中。AIIDE ほどうまく行っていない。
- -各種ゲームのコンテストを行う
 - Mario Al コンテスト
 - Bot Prize コンテスト
 - レーシングゲームAIコンテスト
 - スタークラフトAIコンテスト
- 論文はWebで全公開

IEEE CIG 2011 (ソウル)



電気通信大学の伊藤毅志先生のパックマンのAIへの モンテカルロ木探索の応用(この年のパックマンAIコンテスト優勝)

IEEE CIG 2011 (ソウル)



Nozomu Ikehata and Takeshi Ito,"Monte-Carlo Tree Search in Ms. Pac-Man",IEEE CIG 2011, Seoul http://cilab.sejong.ac.kr/cig2011/proceedings/CIG2011/papers/paper7.pdf

Dragon Age のパス検索

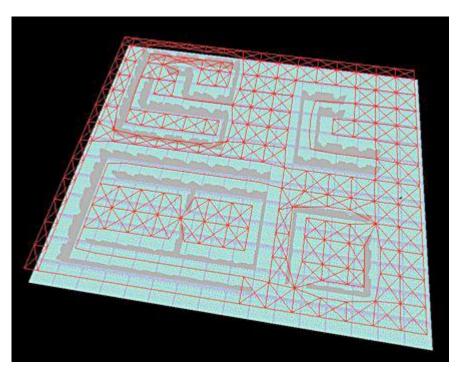
特徴:

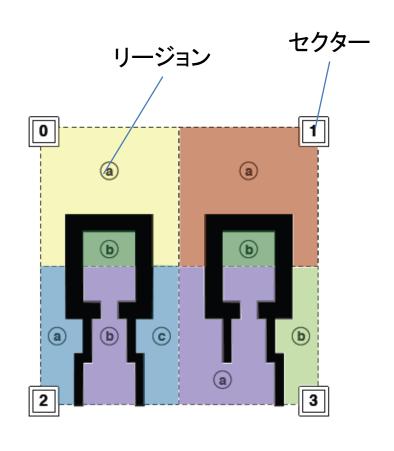
- 要素:グリッド+アブストラクト・グラフ(2階層)

- 生成:グリッド

- 省メモリ、高速

- グリッド < リージョン < セクター (階層型パス検索システム)



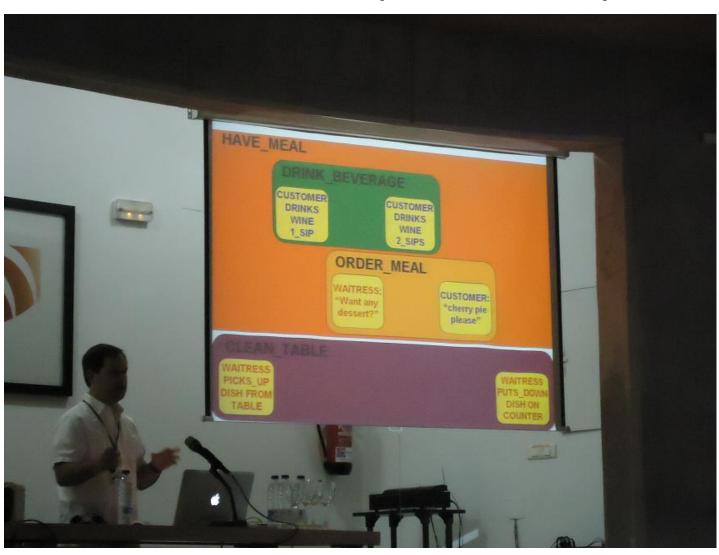


「Dragon Age」(Bioware)におけるパス検索システム(E3)(y_miyake のゲームAI千夜一夜) http://blogai.igda.jp/article/29628420.html

IEEE CIG 2012 (グラナダ)

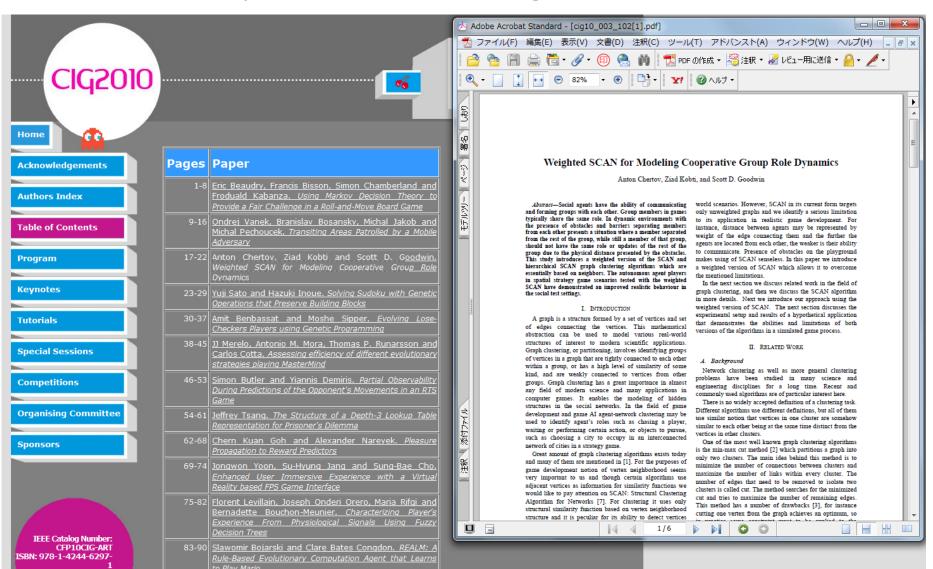


IEEE CIG 2012 (グラナダ)



IEEE CIG 論文はWebで全公開

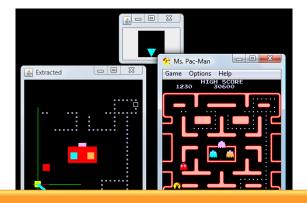
(IEEE Computational Intelligence and Games)



IEEE CIGゲームAIコンテスト

VIDEO



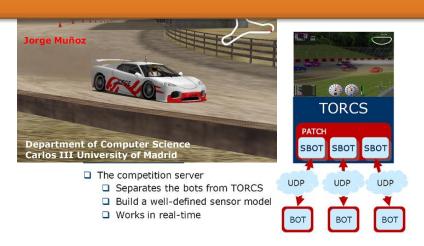


学術的知識が実際のデジタルゲームへ応用できることを表現。 (参加者はほとんど研究者) 技術のショーケース。

問題が技術を牽引するような方向づけ(オリエンテーリング)。



スタークラフトAIコンテスト



カーシミュレーションAIコンテスト

http://cilab.sejong.ac.kr/cig2011/?page id=100

IEEE CIGゲームAIコンテスト

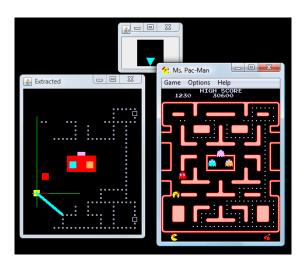
VIDEO



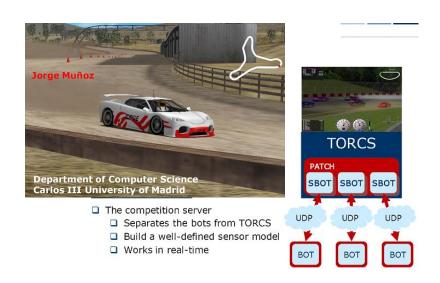
マリオAIコンテスト =ステージ自動生成+自動クリアAI



スタークラフトAIコンテスト



ミズパックマン AI コンテスト



カーシミュレーションAIコンテスト

http://cilab.sejong.ac.kr/cig2011/?page id=100

AIコンテスト

(1) 国際学会併設のAIコンテスト

※最近、海外ではデジタルゲームにおける人工知能技術の研究が盛んになっており、大きな大会では、論文発表と並行してコンテストが行われる場合が多い。ほとんどは、大学の研究 室やゲーム企業などからエントリーされる。

(2) 毎年、恒例化

http://www.marioai.org/

- (3) 目的: デジタルゲームの題材を提供する
 - =研究を実際のゲームに結びつける
 - =デモンストレーション、産業へアピール

競技設定

- (1)ステージは自動生成
- (2) AIは決められた周囲の環境の情報を取って来ることができる。

優勝作品: Robin Baumgarten (2K Games)

IDEA

- Analyse Mario's physics engine to obtain movement equations for all objects
- Create our own physics engine that can predict next world state
- Plug engine into an A* algorithm to evaluate fitness of each node
- •Heuristic: How long before Mario reaches goal?
- Penalty for falling into gaps or being hurt
- •Ignore coins, enemies, power-ups (for now!)

優勝作品: Robin Baumgarten (2K Games) アイデア

- •スーパーマリオの全ての敵の挙動を解析して数式に落しておく。
- ・数式に基づいて、常に次の環境(世界)の状態を予測する。
- •各ノードの適合値を予測に基づいて計算する。
- •A*のヒューリスティック関数:目的の場所までにかかる時間
- ・穴に落ちたり、ダメージを食らったりするケースはペナルティを加える。
- ・コイン、敵撃墜、パワーアップはとりあえず今のところ無視。

A* ALGORITHM

- Best-first graph search algorithm
- Need heuristic that estimates remaining distance
- Keep set of "open" nodes (initially: start node)
- •While open set not empty:
 - Pick node in open set with lowest estimated total distance from start to goal
 - If node == goal: finish. Create path by backtracking through ancestors.
 - Generate child nodes, put them into open list (only if better than existing nodes for that location)
- olf heuristic admissible (always underestimating), we then have the shortest path to goal.

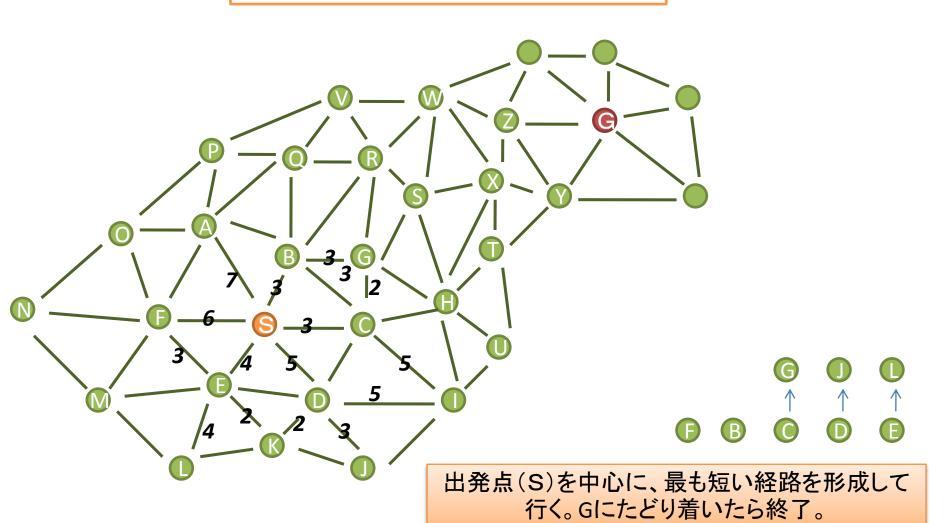


A* アルゴリズム

- Best-First Search アルゴリズム
- ゴールまでの残りコストを推定するヒューリスティック関数
- ・ オープンノード群を保持する(最初はスタートノードだけ)
- オープンセットが空でない間
 - オープンセットの中でトータル推定コストが最も低いノードをピックアップ する
 - ノード=ゴールになれば、その経路が求めるべき経路。
 - 子ノードをオープンセットに追加(もし既存のノードでも、経路推定がより よければ、入れ替える)
- ヒューリスティック関数が適切ならば、正解を求めることができる。(ヒューリスティック関数は実際より下に見積もるものを取ることが大切)

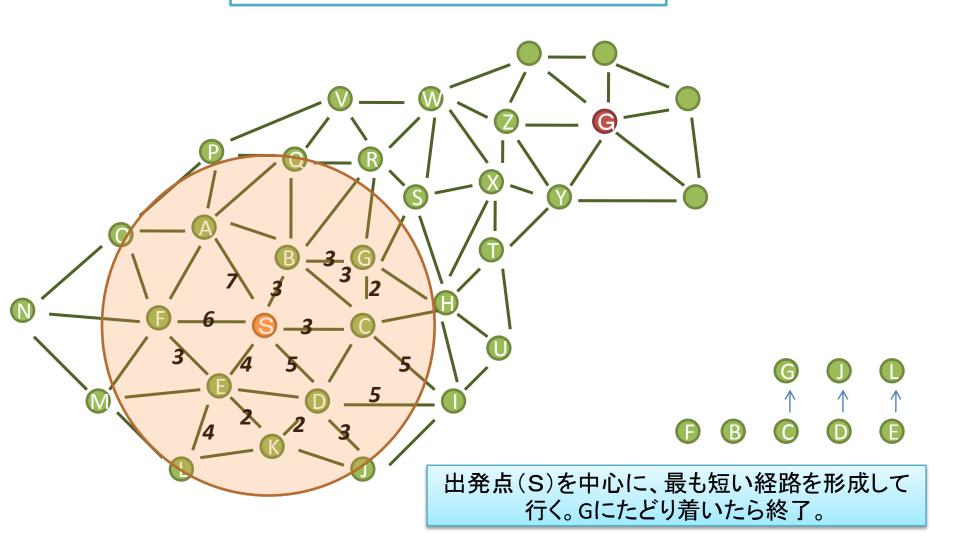
ダイクストラ法

各ノードの評価距離=出発点からの経路



ダイクストラ法

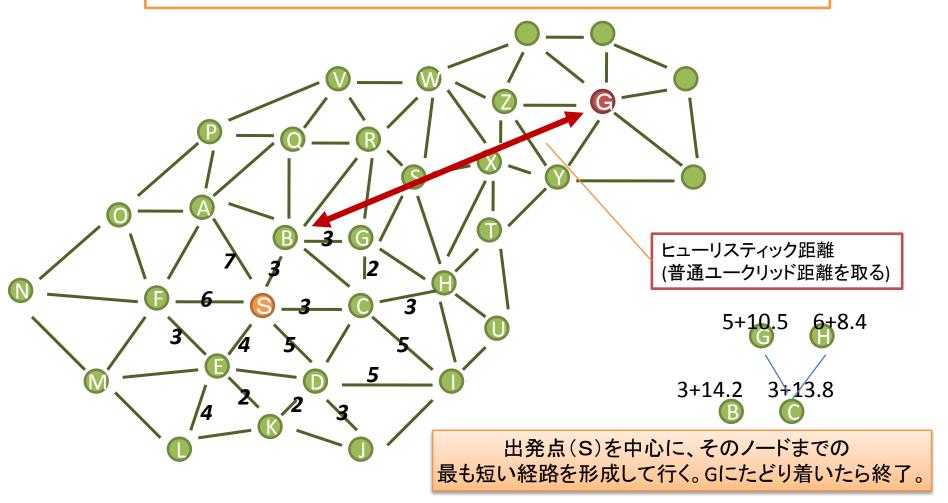
各ノードの評価距離=出発点からの経路



A*法

ゴール地点がわかっている場合、現在のノードとゴールとの推定距離(ヒューリスティック距離) を想定して、トータル距離を取り、それが最少のノードを探索して行く。

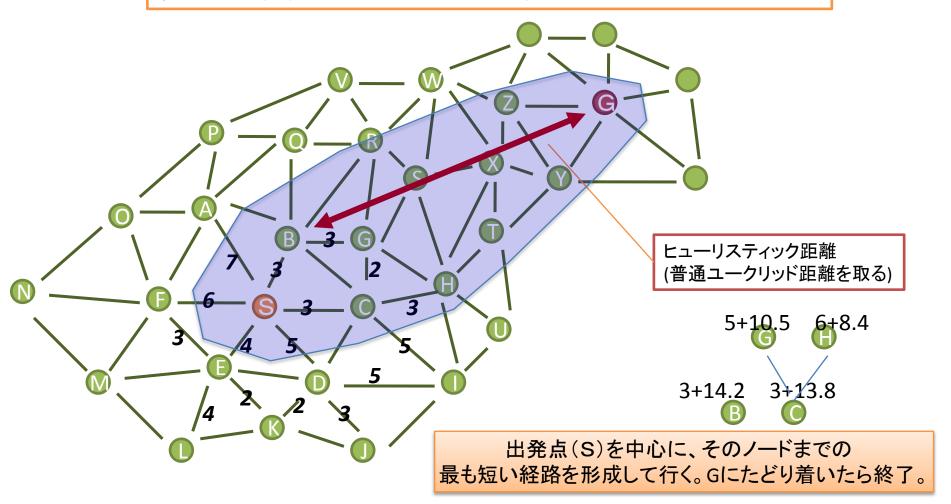
各ノードの評価距離=出発点からの経路+ヒューリスティック距離



A*法

ゴール地点がわかっている場合、現在のノードとゴールとの推定距離(ヒューリスティック距離) を想定して、トータル距離を取り、それが最少のノードを探索して行く。

各ノードの評価距離=出発点からの経路+ヒューリスティック距離



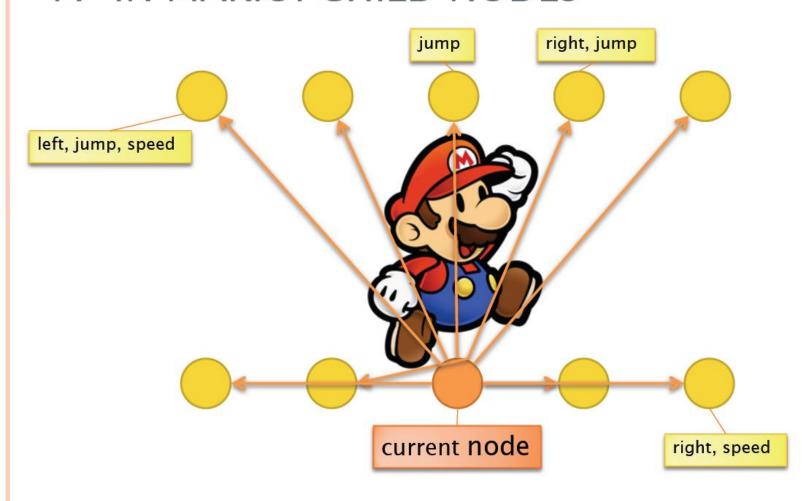
A* IN MARIO: CURRENT POSITION



Goal: right border of screen

ゴールは常に画面右端。

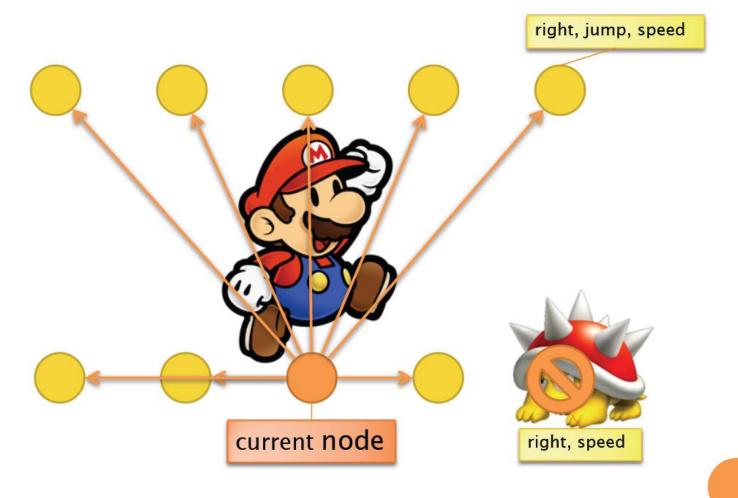
A* IN MARIO: CHILD NODES



Mario Al Competition@ ICE-GIC 2009 Sergey Karakovskiy and Julian Togelius

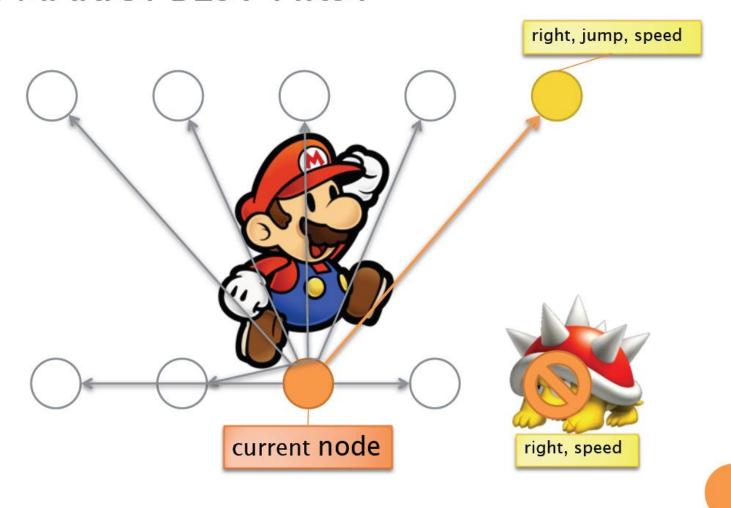
http://julian.togelius.com/mariocompetition2009/GIC2009Competition.pdf

A* IN MARIO: BACKTRACK



Mario Al Competition@ ICE-GIC 2009
Sergey Karakovskiy and Julian Togelius
http://julian.togelius.com/mariocompetition2009/GIC2009Competition.pdf

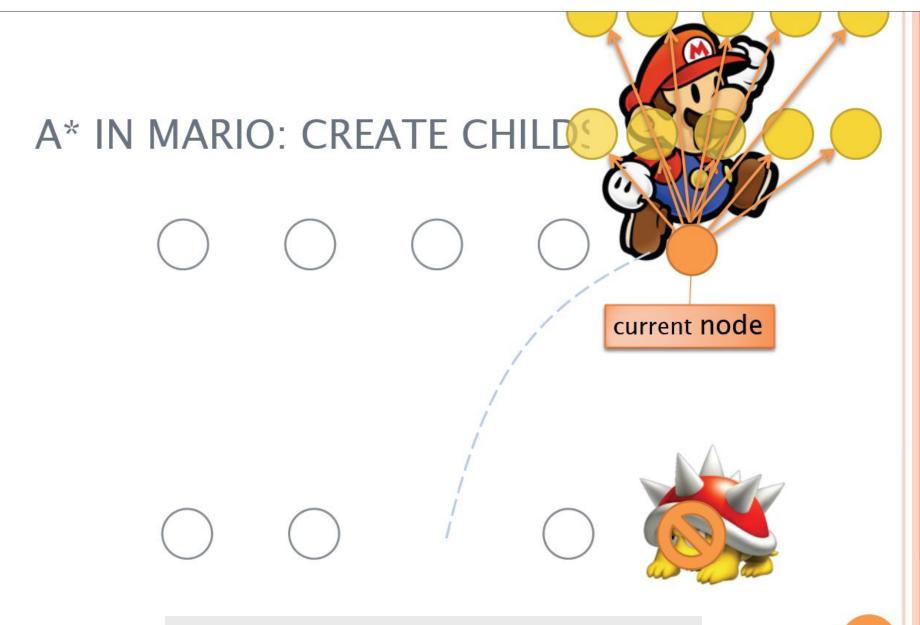
A* IN MARIO: BEST FIRST



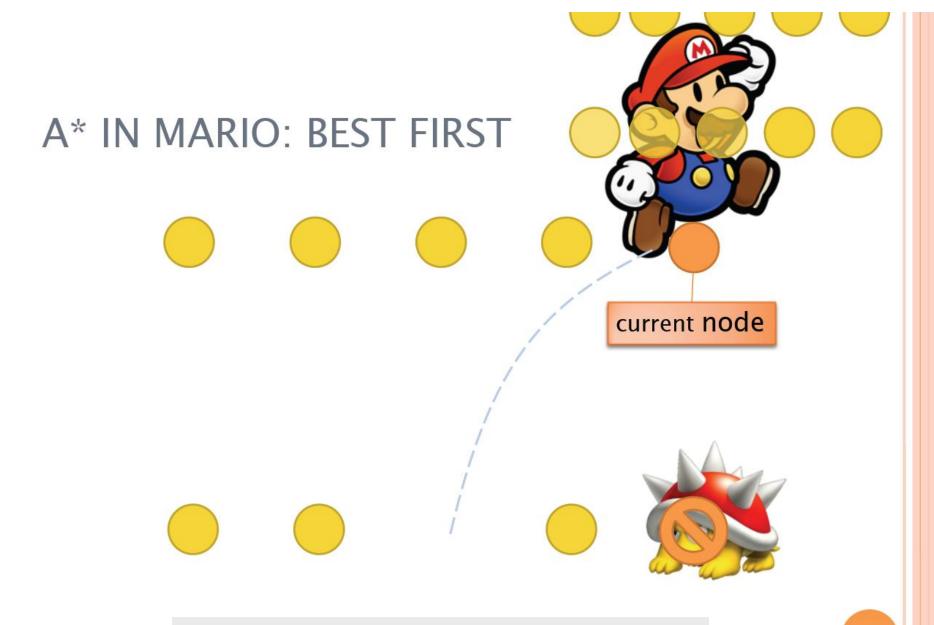
モーションプランニング

A* IN MARIO: EVALUATE current node

Mario Al Competition@ ICE-GIC 2009
Sergey Karakovskiy and Julian Togelius
http://julian.togelius.com/mariocompetition2009/GIC2009Competition.pdf



Mario AI Competition@ ICE-GIC 2009
Sergey Karakovskiy and Julian Togelius
http://julian.togelius.com/mariocompetition2009/GIC2009Competition.pdf



Mario Al Competition@ ICE-GIC 2009
Sergey Karakovskiy and Julian Togelius
http://julian.togelius.com/mariocompetition2009/GIC2009Competition.pdf

ステージで起こるイベントとの同期

- 2フレームごとに更新
- オブジェクトと敵の位置をノードに反映

まとめ

- (1)ステージの変化を予測する。
- (2) マリオ自身の動きをシミュレートできる。
- (3) A*検索を使う。(目標は右端)
- (4) 経路だけでなくマリオの動きと共にアクションプランを作る(モーションプランニング)
- (5) 敵の重みをA*検索のノードに加える。
- (6) 2フレームごとにパス検索をリプラニングする。

VIDEO



http://www.youtube.com/watch?v=DlkMs4ZHHr8

IEEE CIG 2012

Data Mining

(*) The session will start at 10:20 and finish at 12:45. The papers in this session will be presented in 20 minutes (including questions), since in the last 45 minutes there will be a round table with an expert person of the industry.

Session chairs: Anders Drachen, Christian Bauckhage and Christian Thurau.

- How Players Lose Interest in Playing a Game: An Empirical Study Based on Distributions of Total Playing Times - Christian Bauckhage, Kristian Kersting, Rafet Sifa, Christian Thurau, Anders Drachen and Alessandro Canossa
- In-Game Action List Segmentation and Labeling in Real-Time Strategy Games - Wei Gong, Ee-Peng Lim, Palakorn Achananuparp, Feida Zhu, David Lo and Freddy Chong Tat Chua
- A Binary Classification Approach for Automatic Preference Modeling of Virtual Agents in Civilization IV - Marlos C. Machado, Gisele L. Pappa and Luiz Chaimowicz
- Guns, Swords and Data: Classification of Player Behavior in Computer Games in the Wild - Anders Drachen, Rafet Sifa, Christian Bauckhage and Christian Thurau
- Resource Systems in Games: An Analytical Approach Tróndur Justinussen, Peter Hald Rasmussen, Alessandro Canossa and Julian Togelius

Abstract Games

Session chair: Philip Hingston.

- Automatic Design of Deterministic Sequences of Decisions for a Repeated Imitation Game with Action-State Dependency - Pablo Villacorta, Luis Quesada and David Pelta
- Update Rules, Reciprocity and Weak Selection in Evolutionary Spatial Games - Garry Greenwood and Phillipa Avery
- Deck-Based Prisoner's Dilemma Daniel Ashlock and Elizabeth Knowles
- Noise Tolerance for Real-time Evolutionary Learning of Cooperative Predator-Prey Strategies - Mark Wittkamp, Luigi Barone, Philip Hingston and Lyndon While
- From Competition to Cooperation: Co-evolution In A Rewards Continuum -Daniel Ashlock, Wendy Ashlock, Spyridon Samothrakis, Simon Lucas and Colin Lee

Board Games I

Session chair: Peter Cowling.

- Win/Loss States: An efficient model of success rates for simulation-based functions - Jacques Basaldúa and J. Marcos Moreno-Vega
- Evolving Both Search and Strategy for Reversi Players using Genetic Programming - Amit Benbassat and Sipper Moshe
- Dynamic Difficulty for Checkers and Chinese Chess Laurentiu Ilici, Jiaojian Wang, Olana Missura and Thomas Gärtner
- Exploring Optimization Strategies in Board Game Abalone for Alpha-Beta Search - Athanasios Papadopoulos, Konstantinos Toumpas, Anthony Chrysopoulos and Pericles A. Mitkas

RTS I

Session chair: Daniel Ashlock.

- Potential-Field Based navigation in StarCraft Johan Hagelbäck
- Simulation-based Optimization of StarCraft Tactical AI through Evolutionary Computation - Nasri Othman, James Decraene, Wentong Cai, Nan Hu, Malcolm Yoke Hean Low and Alexandre Gouaillard
- Applying Reinforcement Learning to Small Scale Combat in the Real-Time Strategy Game StarCraft:Broodwar - Stefan Wender and Ian Watson
- Special Tactics: a Bayesian Approach to Tactical Decision-making Gabriel Synnaeve and Pierre Bessière

Board Games II

Session chair: Thomas Philip Runarsson.

- Playing PuyoPuyo: Two Search Algorithms for Constructing Chain and Tactical Heuristics - Kokolo Ikeda, Daisuke Tomizawa, Simon Viennot and Yuu Tanaka
- Imitating Play from Game Trajectories: Temporal Difference Learning versus Preference Learning - Thomas Philip Runarsson and Simon Lucas
- TD(Lambda) and Q-Learning Based Ludo Players Majed Alhajry, Faisal Alvi and Moataz Ahmed
- Comparison of Bayesian Move Prediction Systems for Computer Go Martin Wistuba, Lars Schaefers and Marco Platzner

PCG I

Session chair: Cameron Brown.

- Generating Interesting Monopoly Boards from Open Data Marie Gustafsson Friberger and Julian Togelius
- Computational Creativity in a Closed Game System Cameron Browne and Simon Colton
- Evolving Levels for Super Mario Bros Using Grammatical Evolution Noor Shaker, Miguel Nicolau, Georgios N. Yannakakis, Julian Togelius and Michael O'neill
- Statistical Analyses of Representation Choice in Level Generation -Cameron McGuinness

Learning and Planning

Session chair: Simon Lucas.

- Self-Adaptive Games for Rehabilitation at Home Michele Pirovano, Renato Mainetti, Gabriel Baud-Bovy, Pier Luca Lanzi and Nunzio Alberto Borghese
- Controlling Cooperative and Conflicting Continuous Actions with a Gene Regulatory Network - Sylvain Cussat-Blanc, Stephane Sanchez and Yves Duthen
- Learning and evolving combat game controllers Luis Peña, Jose-Maria Peña, Simon Lucas and Sascha Ossowski
- The Huddle: Combining AI Techniques to Coordinate a Player's Game Characters - Timothy Davison and Jörg Denzinger
- A Monte-Carlo Path Planner for Dynamic and Partially Observable Environments - Munit Naveed, Diane Kitchin, Andrew Crampton, Lukas Chrpa and Peter Gregory

IEEE CIG 2012

Preference Modelling and Emotion

Session chair: Antonio Mora García.

- Aesthetic Terrain Programs Database for Creativity Assessment Miguel Frade, Francisco Fernandez De Vega and Carlos Cotta
- Emotional Behavior Trees Anja Johansson and Pierangelo Dell'Acqua
- Learning Visual Composition Preferences from an Annotated Corpus Generated through Gameplay - Reid Swanson, Dustin Escoffery and Arnav Jhala
- The Perfect Looting System: looking for a Phoenix? Dario Maggiorini, Antonio Nigro. Laura Anna Ripamonti and Marco Trubian
- Evaluating the Enjoyability of the Ghosts in Ms Pac-Man Wichit Sombat, Philipp Rohlfshagen and Simon Lucas

Monte Carlo Tree Search

Session chairs: Philipp Rohlfshagen, Edward Powley and Cameron Brown.

- Monte Carlo Tree Search: Long-term versus Short-term Planning Diego Perez, Philipp Rohlfshagen and Simon Lucas
- Beam Monte-Carlo Tree Search Hendrik Baier and Mark H. M. Winands
- Monte Carlo Tree Search with macro-actions and heuristic route planning for the Physical Travelling Salesman Problem - Edward J. Powley, Daniel Whitehouse and Peter I. Cowling
- Comparison of Different Selection Strategies in Monte-Carlo Tree Search for the Game of Tron - Pierre Perick, David L. St-Pierre, Francis Maes and Damien Ernst

RTS II

Session chair: Clare Bates Congdon.

- Adaptive bots for real-time strategy games via map characterization -Antonio J. Fernández-Ares, Pablo García-Sánchez, Antonio Mora and J.J. Merelo
- Imitative Learning for Real-Time Strategy Games Quentin Gemine, Firas Safadi, Raphaël Fonteneau and Damien Ernst
- . Towards Adaptive Online RTS AI with NEAT Jason Traish and James Tulip
- SCAIL: An integrated Starcraft AI System Jay Young, Fran Smith, Christopher Atkinson, Ken Poyner and Tom Chothia

PCG II

Session chair: Mike Preuss.

- BeatTheBeat Music-Based Procedural Content Generation In a Mobile Game

 Annika Jordan, Dimitri Scheftelowitsch, Jan Lahni, Jannic Hartwecker, Matthias Kuchem, Mirko Walter-Huber, Nils Vortmeier, Tim Delbruegger, Uemit Gueler, Igor Vatolkin and Mike Preuss
- Smart Terrain Causality Chains for Adventure-Game Puzzle Generation -Isaac Dart and Mark J. Nelson
- A procedural procedural level generator generator Manuel Kerssemakers, Jeppe Tuxen, Julian Togelius and Georgios N. Yannakakis
- Evolving Spaceship Designs for Optimal Control and the Emergence of Interesting Behaviour - Samuel Roberts and Simon Lucas

PCG II

Session chair: Mike Preuss.

- BeatTheBeat Music-Based Procedural Content Generation In a Mobile Game

 Annika Jordan, Dimitri Scheftelowitsch, Jan Lahni, Jannic Hartwecker, Matthias Kuchem, Mirko Walter-Huber, Nils Vortmeier, Tim Delbruegger, Uemit Gueler, Igor Vatolkin and Mike Preuss
- Smart Terrain Causality Chains for Adventure-Game Puzzle Generation -Isaac Dart and Mark J. Nelson
- A procedural procedural level generator generator Manuel Kerssemakers, Jeppe Tuxen, Julian Togelius and Georgios N. Yannakakis
- Evolving Spaceship Designs for Optimal Control and the Emergence of Interesting Behaviour - Samuel Roberts and Simon Lucas

Bot AI + Car Racing

Session chair: Pier Luca Lanzi.

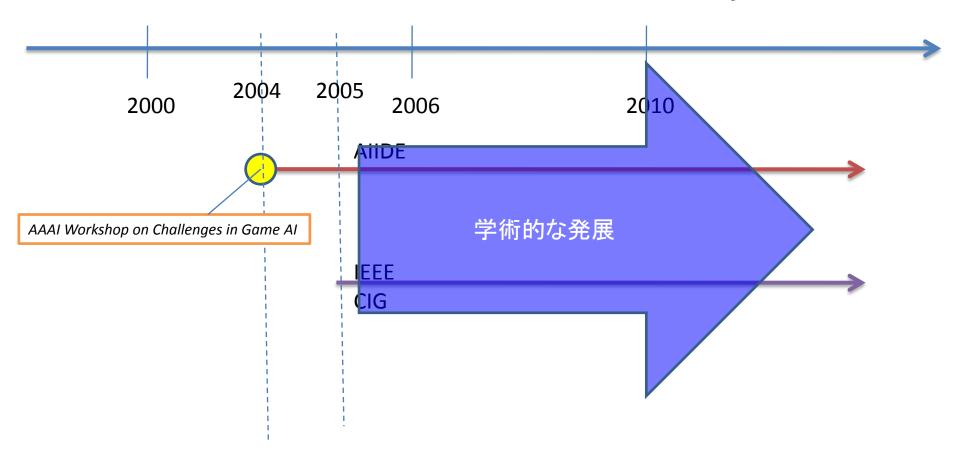
- Personality Profiles for Generating Believable Bot Behaviors Casey Rosenthal and Clare Bates Congdon
- Learning to Intercept Opponents in First Person Shooter Games Bulent Tastan, David Chang and Gita Sukthankar
- Interactively training first person shooter bots Michelle McPartland and Marcus Gallagher
- Evolving the Optimal Racing Line in a High-End Racing Game Matteo Botta,
 Vincenzo Gautieri, Daniele Loiacono and Pier Luca Lanzi
- Progressive Neural Network Training For The Open Racing Car Simulator -Christos Athanasiadis, Damianos Galanopoulos and Anastasios Tefas

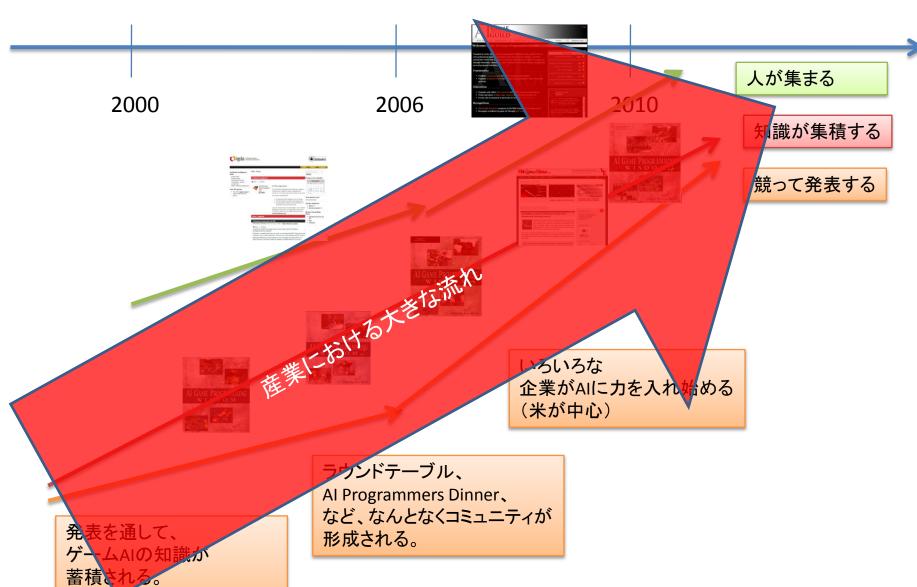
Pac-Man

Session chair: Julian Togelius.

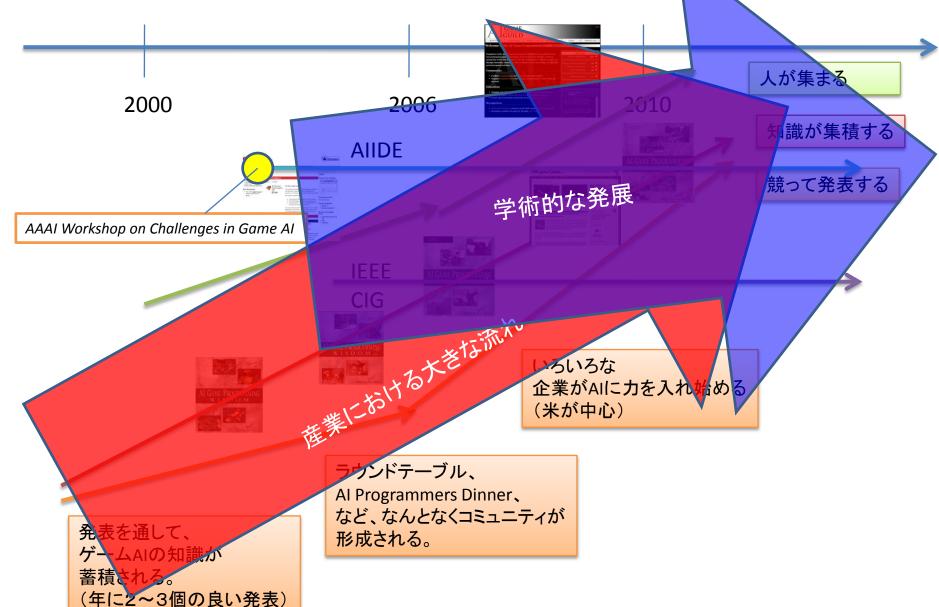
- Reactive Control of Ms. Pac Man using Information Retrieval based on Genetic Programming - Matthias Brandstetter and Samad Ahmadi
- Influence Field-based Controllers for Ms PacMan and the Ghosts Johan Svensson and Stefan J. Johansson
- Enhancements for Monte-Carlo Tree Search in Ms Pac-Man Tom Pepels and Mark H.M. Winands
- A Model-based Cell Decomposition Approach to Online Pursuit-Evasion Path Planning and the Video Game Ms. Pac-Man - Greg Foderaro, Ashleigh Swingler and Silvia Ferrari
- FRIGHT: A Flexible Rule-Based Intelligent Ghost Team for Ms. Pac-Man -David J. Gagne and Clare Bates Congdon

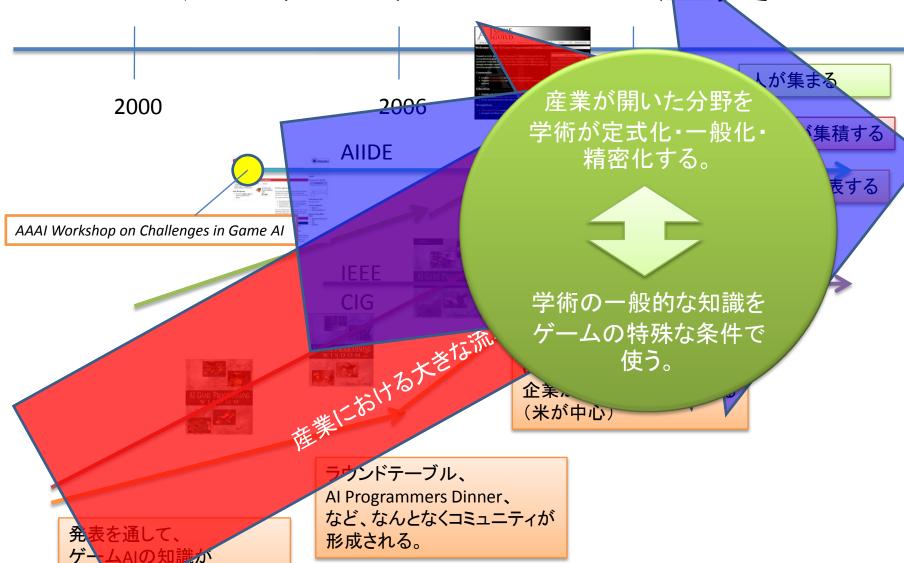
第四章 産業と学術





(年に2~3個の良い発表)





蓄積される。

(年に2~3個の良い発表)

デジタルゲームの研究と製品

学術

- 一番重要なのは「手法」
 - 一般解を求める。

製品

一番重要なのは <u>「ユーザー</u>体験」

ゲーム内部で特殊な条件 で成立すればいい。 (特殊な条件における 問題)

デジタルゲームの研究と製品

学術

- 一番重要なのは「手法」
 - 一般解を求める。

製品

一番重要なのは 「ユーザー体験」

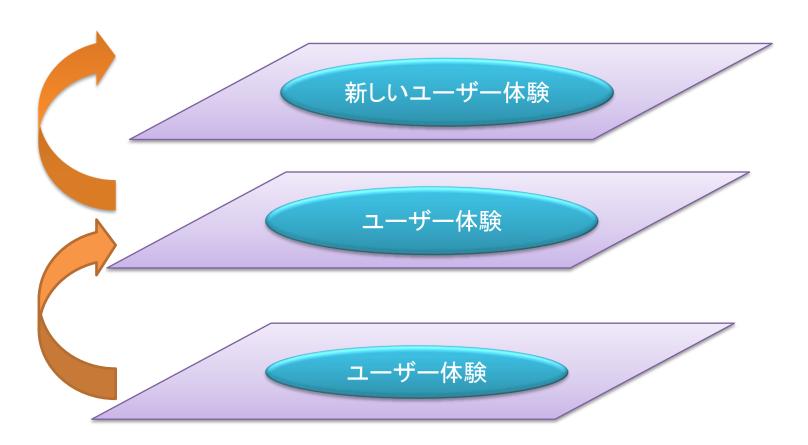
ゲーム内部で特殊な条件 で成立すればいい。 (特殊な条件における 問題)

ゲームの中のAI技術(手法)を磨く。

AIによってユーザーエクスペリエンスを作る(AI-UX)。

「技術ステージ」

ステージ=技術の集合体によって規定されるAI空間



技術(学術的技術)によって到達した空間の中で、新しいユーザーの体験を形作って行く。

「技術ステージ」

ステージ=技術の集合体によって規定されるAI空間

アーキテクチャ、パス検索、プランニング(2000-2012)

センサー、ステートマシン、データドリブン(1995-2005)

アセンブラによるプログラム、Cとスクリプト(1980-2000)

クロスオーバー

学術的知識はそのままだが、

ゲームAIとしての学問ができ始めると、 産業も学問の境界が逆に合間になって行く。

デジタルゲームの研究と製品

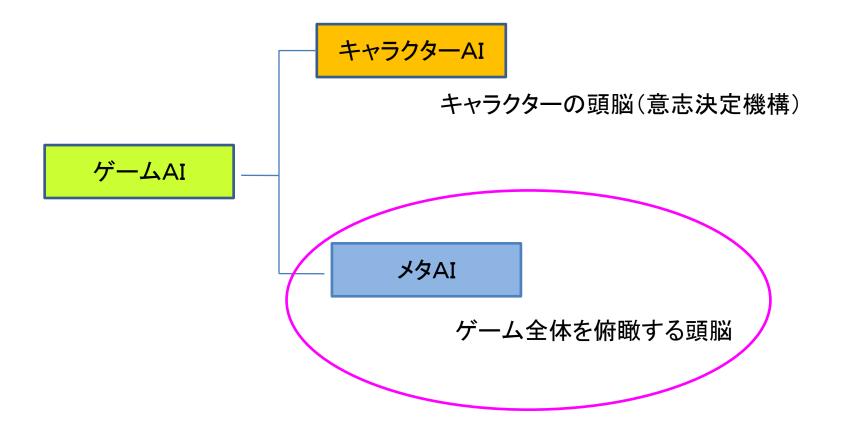
ゲームの中のAI技術(手法)を磨く。

あるゲームが含む一般的な問題を 解く。 かなり一般的なワールドを作るようになったので、 普遍的な問題としてAIの問題を解く。

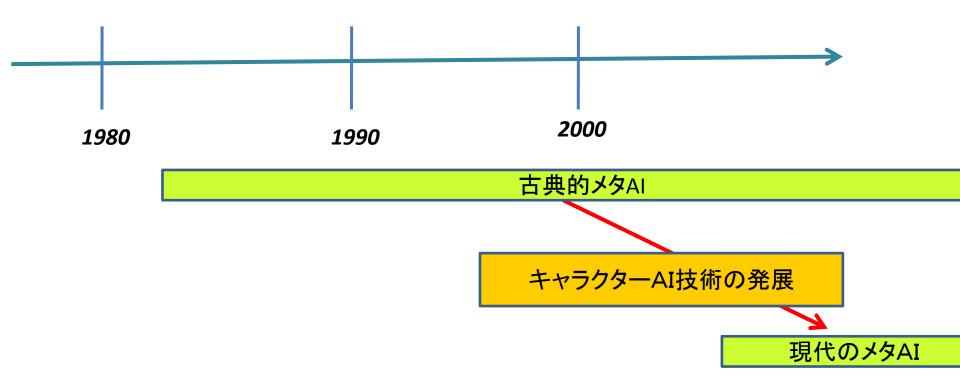
AIによってユーザーエクスペリエンスを 作る(AI-UX)。

メトリクス(指標)を導入して、 ユーザー分析を行う。 ユーザーに向かってAIを使って体験を作って行く 科学的手法。

メタAI



メタAIの歴史



(例)「ゼビウス」 敵出現テーブル巻き戻し



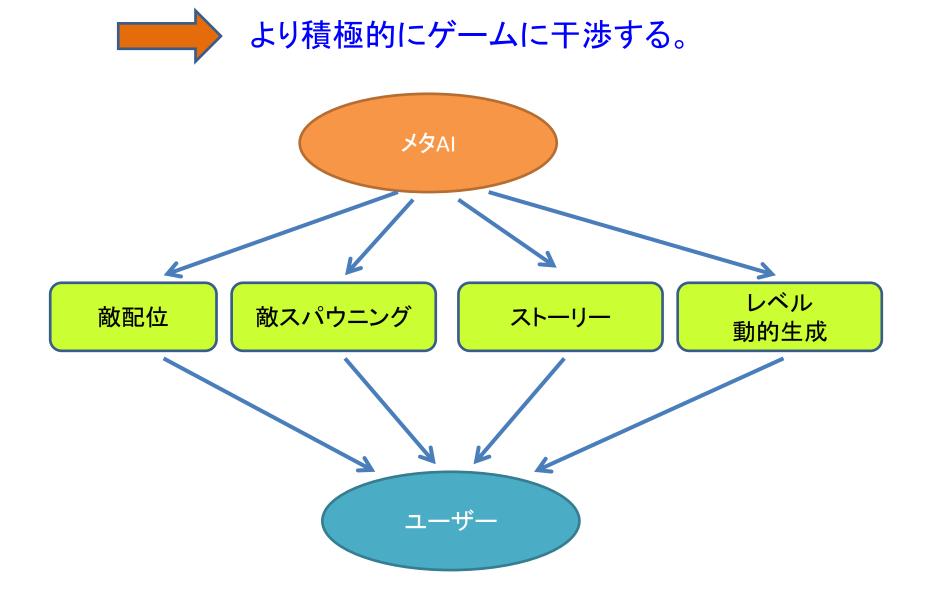


遠藤雅伸氏 あと面白い機能なんですけれど、ゼビウスには非常に簡単なAIが組み込まれています。「プレイヤーがどれくらいの腕か」というのを判断して、出てくる敵が強くなるんです。

強いと思った相手には強い敵が出てきて、弱いと思った相手には弱い敵が出てきます。そういったプログラムが組み込まれています。ゲームの難易度というのは「初心者には難しくて、上級者には簡単だ」ということが、ひとつの難易度で(調整を)やっていくと起きてしまうので、その辺を何とか改善したいな、ということでそういったことを始めてみたのですけれど、お陰で割合にあまり上手くない人でも比較的長くプレイできる、うまい人でも最後のほうに行くまで結構ドラマチックに楽しめる、そういった感じになっています。 – ゼビウスセミナー –

http://spitfire.client.jp/shooting/xevious2.html

現代のメタAI



適応型動的ペーシング

[基本的発想]

- (1) ユーザーがリラックスいている時に、ユーザーの 緊張度が一定の敷居を超えるまで敵をぶつけ 続ける。
- (2) ユーザーの緊張度が一定の緊張度を超えると 敵を引き上げる。
- (3) リラックスすると敵を出現し始める((1)へ)。

メタAI(=AI Director)によるユーザーのリラックス度に応じた敵出現度

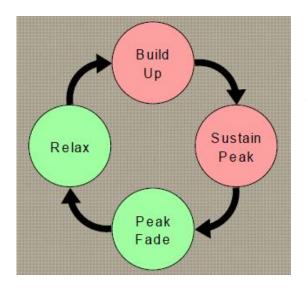
計算によって 求められた 理想的な敵出現数

ユーザーの緊張度

実際の敵出現数



(1) リラックスを破るように敵を出現させる。



Build Up ...プレイヤーの緊張度が目標値を超えるまで 敵を出現させ続ける。

Sustain Peak ... 緊張度のピークを3-5秒維持するために、 敵の数を維持する。

Peak Fade ... 敵の数を最小限へ減少して行く。

Relax ... プレイヤーたちが安全な領域へ行くまで、30-45秒間、 敵の出現を最小限に維持する。

メタAIがゲームを認識する方法

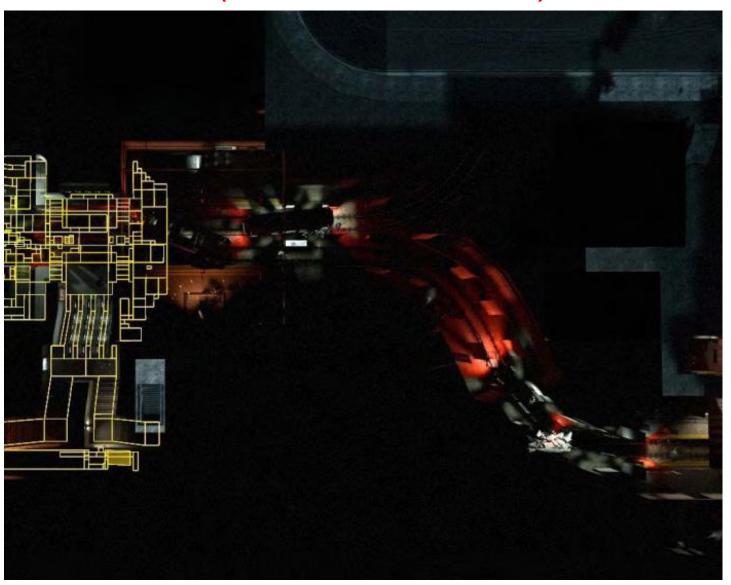
= キャラクターAIが環境を認識する方法

キャラクター用に作成された ナビゲーションメッシュを メタAIがゲームの進行を認識する ために使用する。



メタAIが作用を行う領域

(AAS=Active Area Set)



メタAIが作用を行う領域 (AAS=Active Area Set)



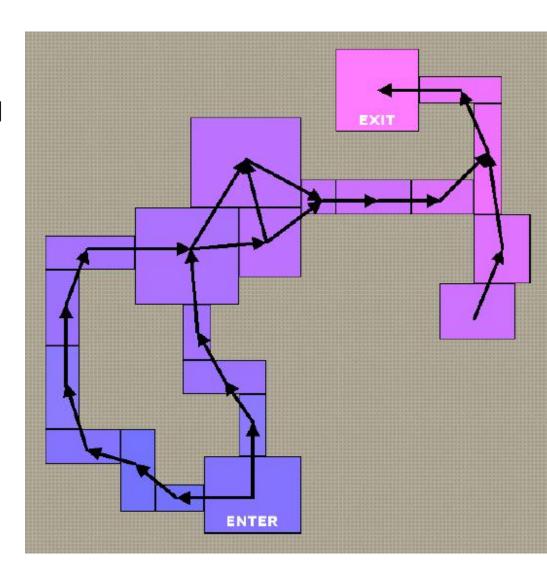
メタAIが作用を行う領域 (AAS=Active Area Set)



安全な領域までの道のり(Flow Distance)

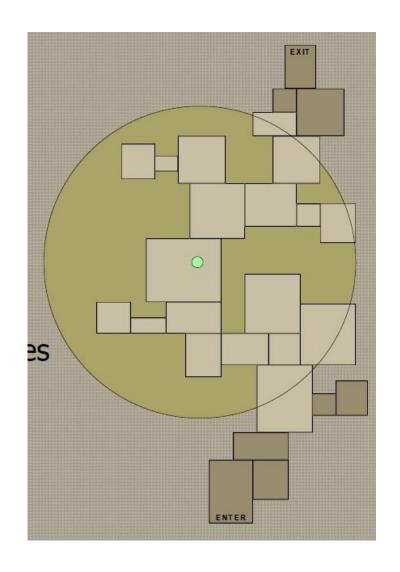
プレイヤー群の経路をトレース・予測

- どこへ来るか
- どこが背面になるか



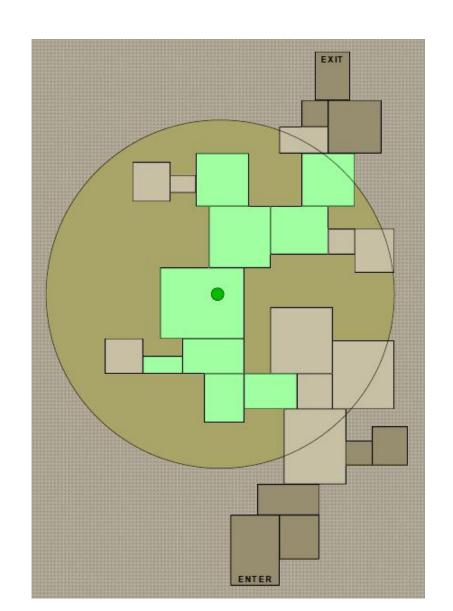
AAS に対して行うこと。

メタAIは AAS に移動に伴い、 敵の群れを生成・消滅させたりする。

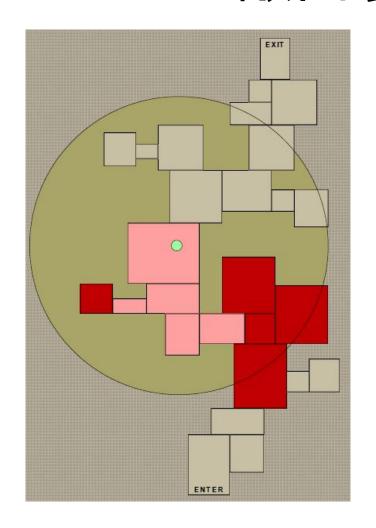


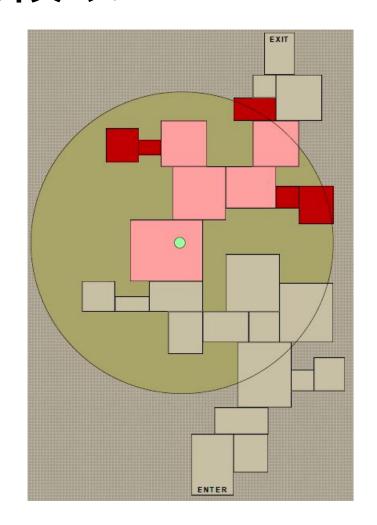
プレイヤーからの可視領域

可視領域では、例えば、敵のスパウニング(発生)などはできない。



敵出現領域

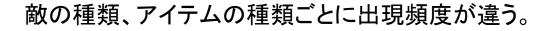




背後前方

Goal: Promote Replayability Procedurally Populated Environments

- Structured Unpredictability in Left 4 Dead
 - Wanderers (high frequency)
 - Common Infected that wander around in a daze until alerted by a Survivor
 - Mobs (medium frequency)
 - A large group (20-30) of enraged Common Infected that periodically rush the Survivors
 - Special Infected (medium frequency)
 - Individual Infected with special abilities that harass the Survivor team
 - Bosses (low frequency)
 - Powerful Infected that force the Survivors to change their strategy
 - Weapon Caches (low frequency)
 - Collections of more powerful weapons
 - Scavenge Items (medium frequency)
 - Pipe bombs, Molotovs, Pain Pills, Extra Pistols



ボス出現アルゴリズム

- (1) N体を予想される逃走経路上に配置
- (2) 3つのイベントパターン (何もいない、を含む)(例) Tank, Witch, 何もいない
- (3) 同じパターンのくり返しは禁止 (例) Witch, 何もいない、Witch はOK。 Witch, Witch はだめ。

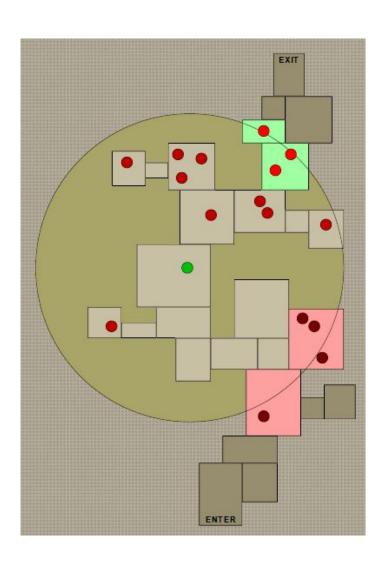


何もいない

Tank Witch Witch Tank Witch Tank

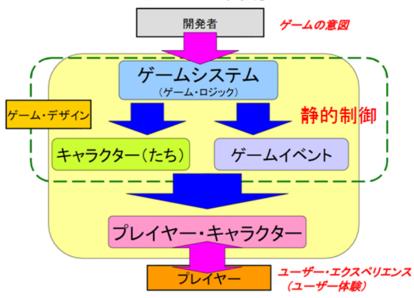
具体的なアルゴリズム

- (1) 各エリアに、出現数 N を決定する
- (2) 出現数Nは予想される逃走経路の長さと 要求される密度によって計算される.
- (3) あるエリアがAAS の中に入るとクリー チャーが 体生成される
- (4) そのエリアがAAS の外に出ると生成が中 止され、クリーチャーは消滅される。
- (5) Nはそのエリアがプレイヤーから見えている場合、或いは、プレイヤーがリラックス モードの場合には、強制的にOになる。



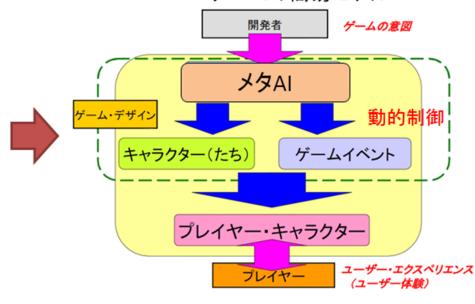
まとめ

デジタルゲームの簡易モデル



ゲームシステム(ゲーム・ロジック)を決めるとコンテンツが 固定化される。ゲーム・ロジックを増やす=コンテンツが増える。

メタAIを含んだ ゲームの簡易モデル



メタAIがゲームとプレイヤーの状況、性質を認識しながら、動的にゲームを変化させる。

理想的にはプロシージャルに無限のコンテンツが生成される。

参考文献

- (1) Michael Booth, "Replayable Cooperative Game Design: Left 4 Dead," Game Developer's Conference, March 2009.
- (2) Michael Booth, "The Al Systems of Left 4 Dead," Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference at Stanford.

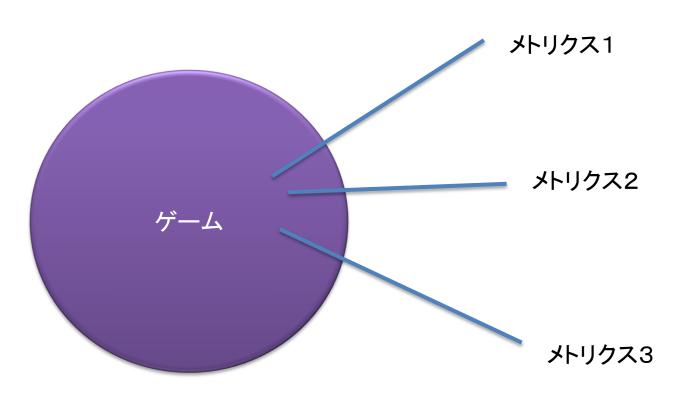
http://www.valvesoftware.com/publications.html

(3) 三宅 陽一郎, "メタAI", 「デジタルゲームの技術」 P.186-190, ソフトバンク クリエイティブ

•

プレイヤー・メトリクス

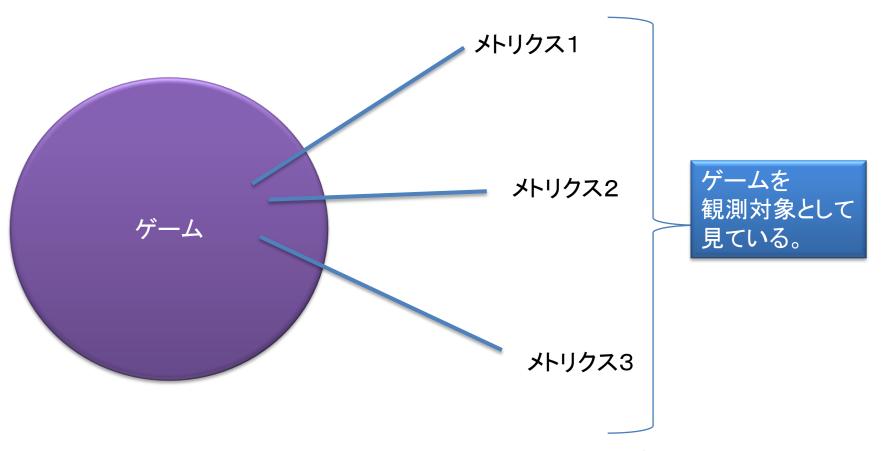
ゲームにさまざまな計量を入れることで科学にする。





プレイヤー・メトリクス

ゲームにさまざまな計量を入れることで科学にする。



この視点はなかなか開発にはない。開発者は自分のゲームをこねわます粘土のようなイメージ。ここまで客観的になれない。

第五章 まとめ

世界で一番、ゲームAIで産学が 結びつくことができる都市は?

- 東京
- 距離が近い。
- 言葉が同じ。
- 同じゲームで育った土壌がある。
- 大手ゲーム会社が密集している。
- ゲームの種類が多様。

•

そのためには何をすればいいか?

- 一つ一つの問題を丁寧に共有して、お互いが 貢献できるポイントを探そう。
- 産学連携が先にあるのではなくて、まずは技術的テーマを共有しよう。
- そういった成果を発表できる場を作ろう。

三宅陽一郎 講演資料・論文集

2006-2012年3月までの講演・論文資料を全公開 2006-2010 ゲームAI連続セミナー全7回の講演資料を含む

y_miyake のゲームAI千夜一夜

「三宅陽一郎 講演資料・論文集」

http://blogai.igda.jp/article/46500782.html

http://blogai.igda.jp/article/57135465.html

Making your dreaming Al! ご静聴ありがとうございました!

