

「00年代から10年代へ ゲームAIとプロシージャル手法の進化」

GDC2010 報告会



三宅 陽一郎

y.m.4160@gmail.com

twitter: miyayou

日本でもゲームAIを盛り上げて行こう！

(1) IGDA日本 ゲームAIメイリングリスト

ゲームAIの情報がたくさん！

参加されたい方は、三宅まで、

企業名と名前、登録メールアドレスを送ってください。

(2) IGDA日本 SIG-AI (ゲームAI専門部会)

上記のMLと同義です。

(3) ゲームAIコミュニティ in mixi

SIG-AI の mixi のコミュニティ・サイトです。

ML や SIG-AI に関係なく自由に参加してください。

「00年代から10年代へ ゲームAIとプロシージャル手法の進化」

GDC2010 報告会



三宅 陽一郎

y.m.4160@gmail.com

IGDA Blog: 「y_miyakeのゲームAI千夜一夜」 (IGDA日本)
<http://blogai.igda.jp/>

GDC 2010



会場



AWARD



講演風景



Expo

miyayou@GDC2010

3/9

3/10

3/11

3/12

3/13

Case Studies: AI in Recent Games	Suspending Disbelief: Bringing Your Characters to Life with Better AI	FINAL FANTASY XIII's Motion-Controlled Real-Time Automatic Sound Triggering System	Code and Complexity: Managing EVE's Expanding Universe	Where Did My Inventory Go? Refining Gameplay in Mass Effect 2
Behavior Trees: Three Ways of Cultivating Strong AI	Little Big AI: Rich Behavior on a Small Budget	The AI of BioShock 2: Methods for Innovation and Iteration	基調講演	Modeling Individual Personalities in The Sims 3
Why So Wary of AI Middleware?	Deciding on an AI Architecture: Which Tool for the Job?	Design in Detail: Changing the Time Between Shots for the Sniper Rifle from 0.5 to 0.7 Seconds for Halo 3	Animation Warping for Responsiveness in FIFA Soccer	Animation and Player Control in Uncharted: Drake's Fortune and Uncharted II: Among Thieves
Improving AI Decision Modeling Through Utility Theory	Architecture Mashups: Insights into Intertwined Architectures	Artificial Intelligence in Computer Games Roundtable	Procedural, There is Nothing Random About it	Designing Assassin's Creed 2
AI and Interactive Storytelling: How We Can Help Each Other	Experimental Game AI: Live Demos of Innovation	Dynamic Navmesh – AI in the Dynamic Environment of Splinter Cell: Conviction	Multiplayer Level Design in Red Faction Guerrilla	
AI developers Rant!	Answering the Designers' AI Wish List			

AI lecture
 AI Animation
 Procedural
 Game Design
 Code

G D C 資料

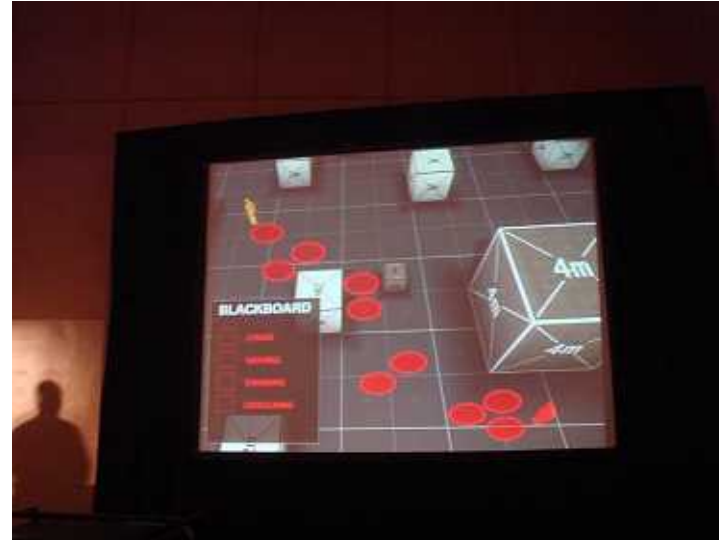
GDC 07,08,09,10, Austin GDC などの発表資料、
一部音声、映像は以下のサイトで公開されています。

<http://www.gdcvault.com/>

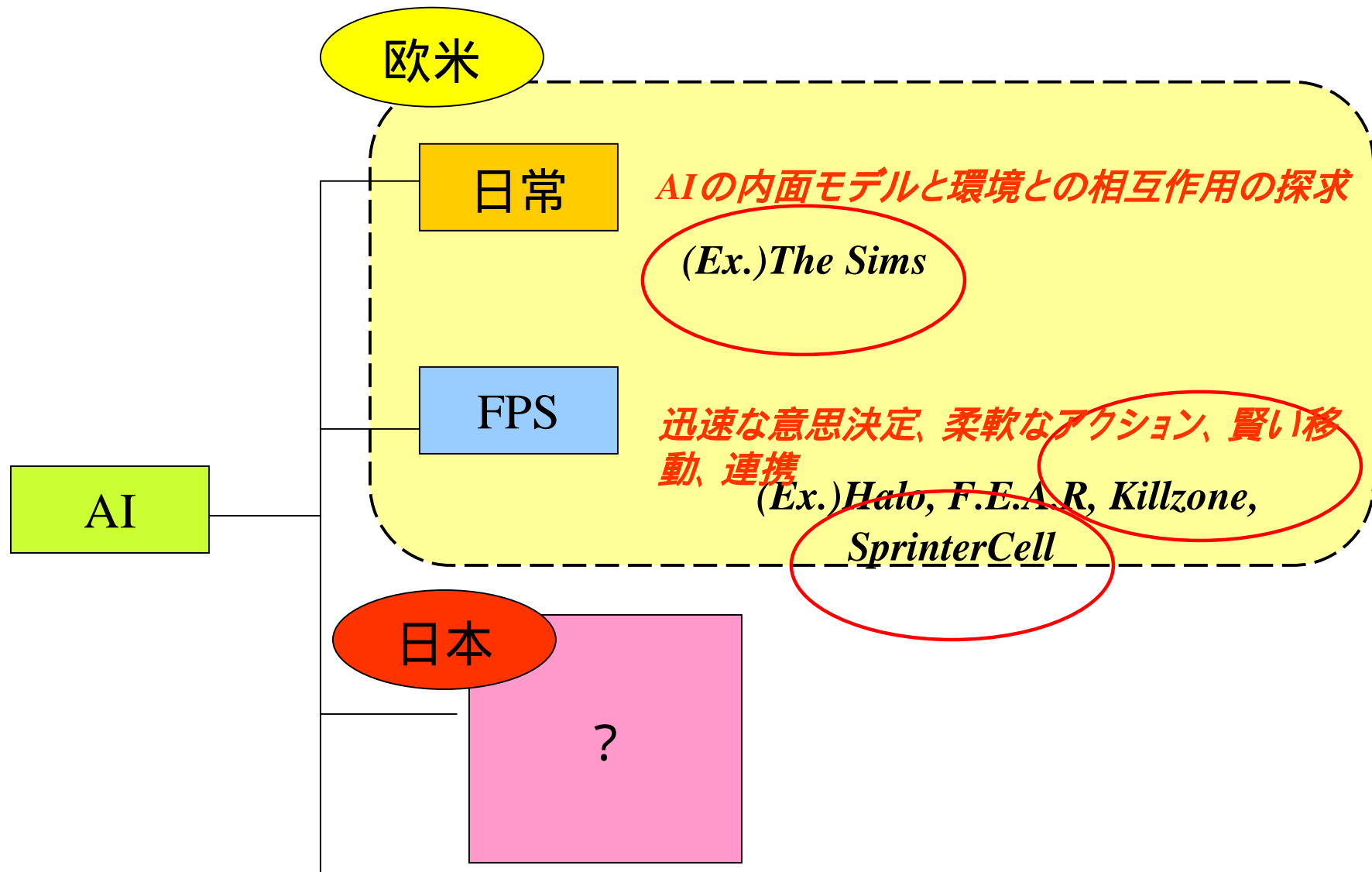
A.I. Summit 2010

<http://aigamedev.com/open/coverage/gdc10-slides-highlights/>

Photo: <http://www.flickr.com/photos/davemark/sets/72157623498177349/detail/>



欧米のゲームAIの系譜



講演コンテンツ

I. Killzone 2 のAI (15分)

II. The Sims 3 のAI(10分)

III. まとめ(5分)

IV. 参考情報(付録)

講演コンテンツ

I. Killzone 2 のAI (15分)

II. The Sims 3 のAI(10分)

III. まとめ(5分)

IV. 参考情報(付録)

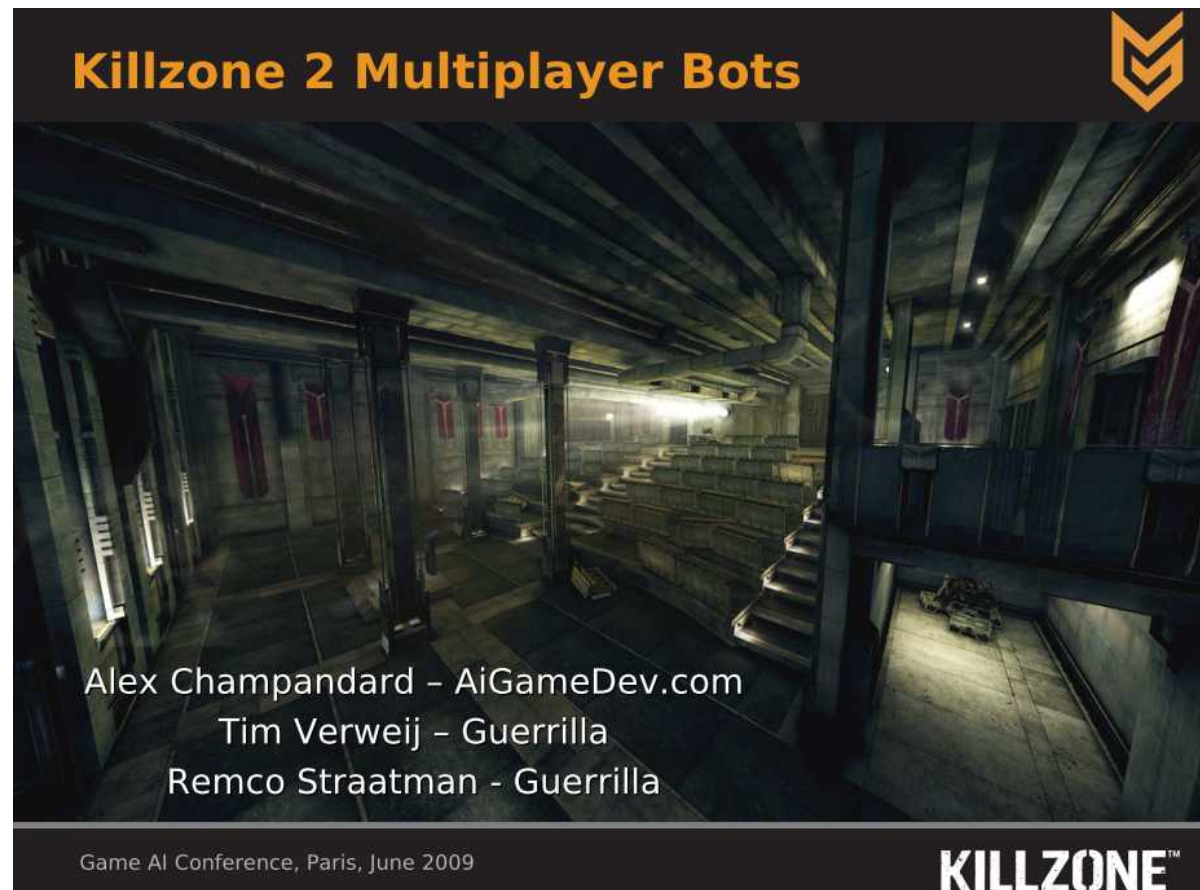
Killzone 2 の AI

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

(2) Killzone 2 のマップ自動解析



Killzone 2 Screen



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

Scope

Killzone 2 / PS3

- Max 32 players
- Team-based game modes
- Multiple game modes on one map
- Players unlock / mix “badge abilities”

- Offline (1 human player & bots)
- Online (human players & bots)



The image shows the front cover of the Killzone 2 PS3 game. It features a large, menacing helmet with glowing red eyes at the top. Below the helmet, several soldiers are silhouetted against a bright, hazy background. The title 'KILLZONE 2' is prominently displayed in orange and white. The cover also includes the PlayStation 3 logo on the left, an 18+ rating box, and the Sony logo at the bottom right.

Game AI Conference, Paris, June 2009

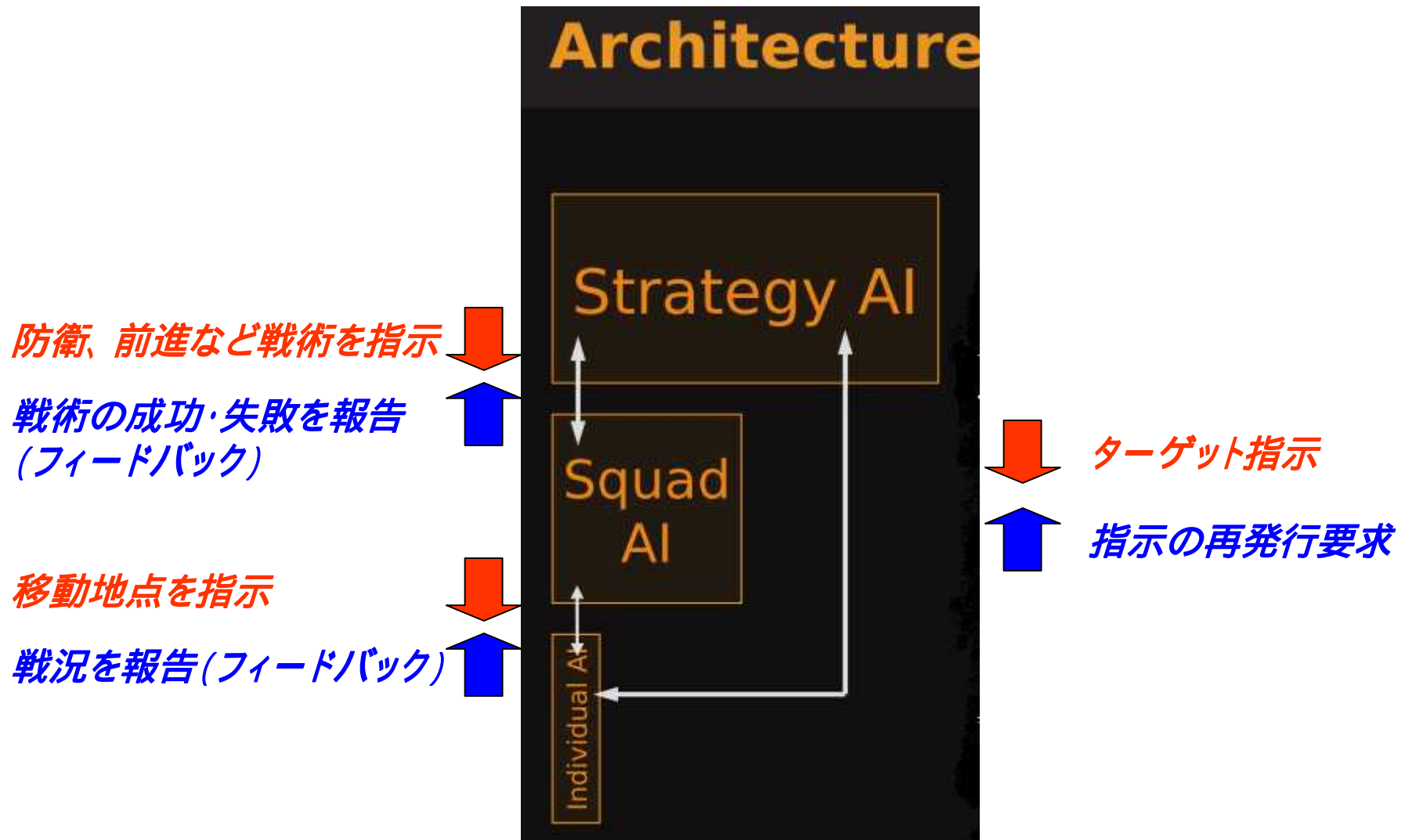
KILLZONE™

Killzone2 AI

集団のAIのコントロールの仕方を考える



Killzone2 AI

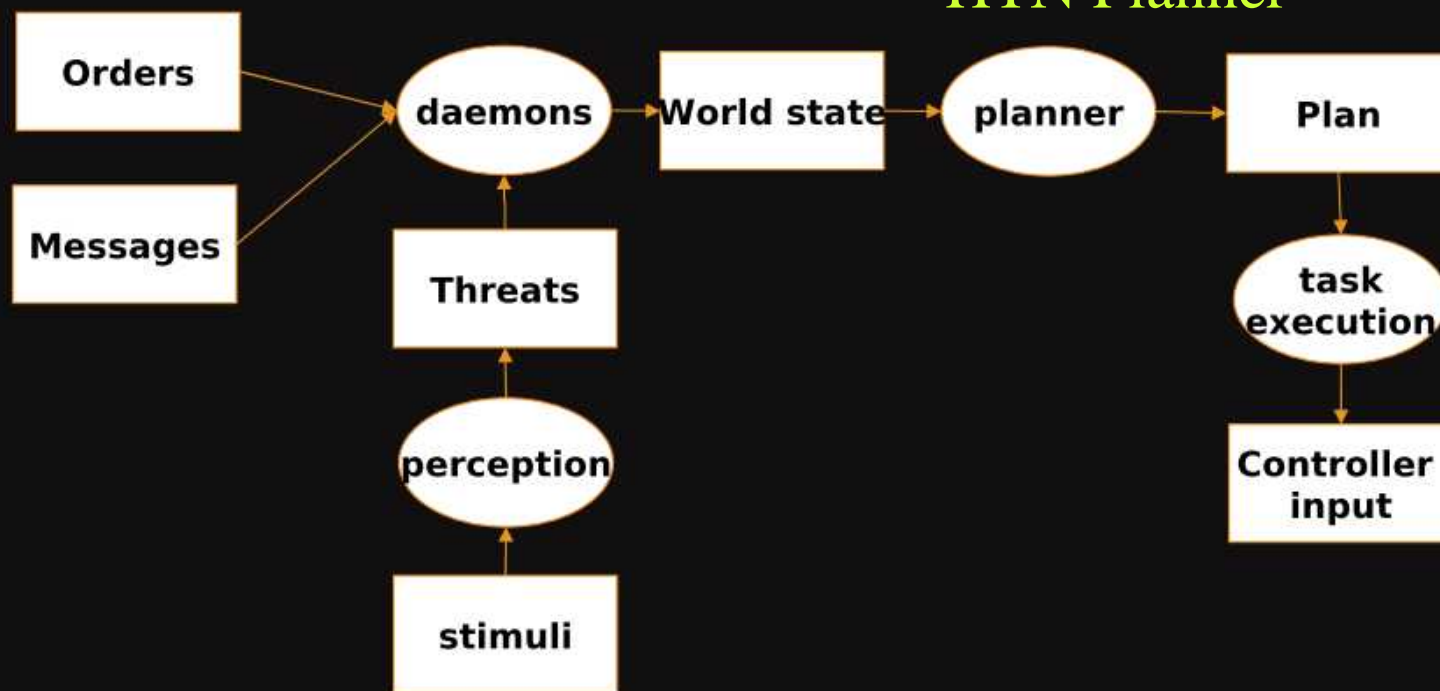


各AIのアーキテクチャ

Individual AI



HTN Planner



HTN (Hierarchical Task Network)

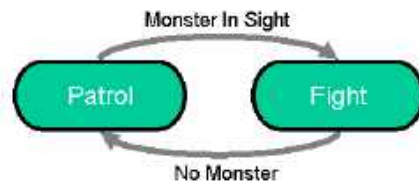
Individual AI : HTN Planner



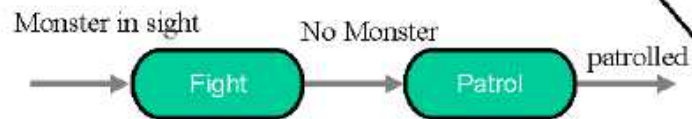
HTN Planning: Complexity and Expressivity.

K. Erol, J. Hendler and D. Nau.
In Proc. AAAI-94.

FSM:



A resulting plan:



Planning Operators

•Patrol

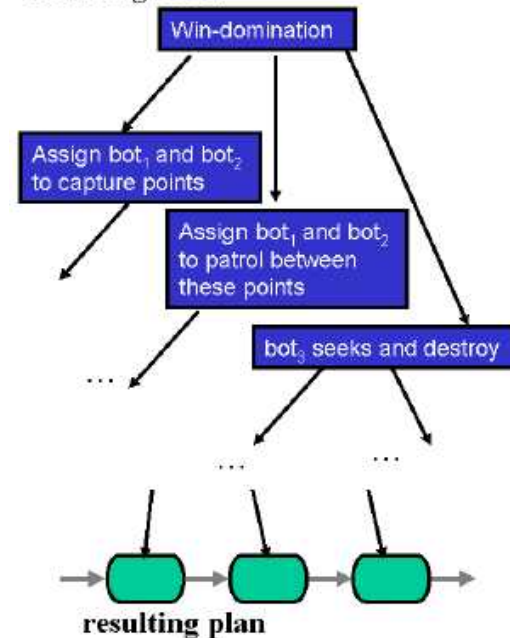
- Preconditions:
No Monster
- Effects:
patrolled

•Fight

- Preconditions:
Monster in sight
- Effects:
No Monster

Figure 1. Contrasting FSMs and GOAP

resulting HTN



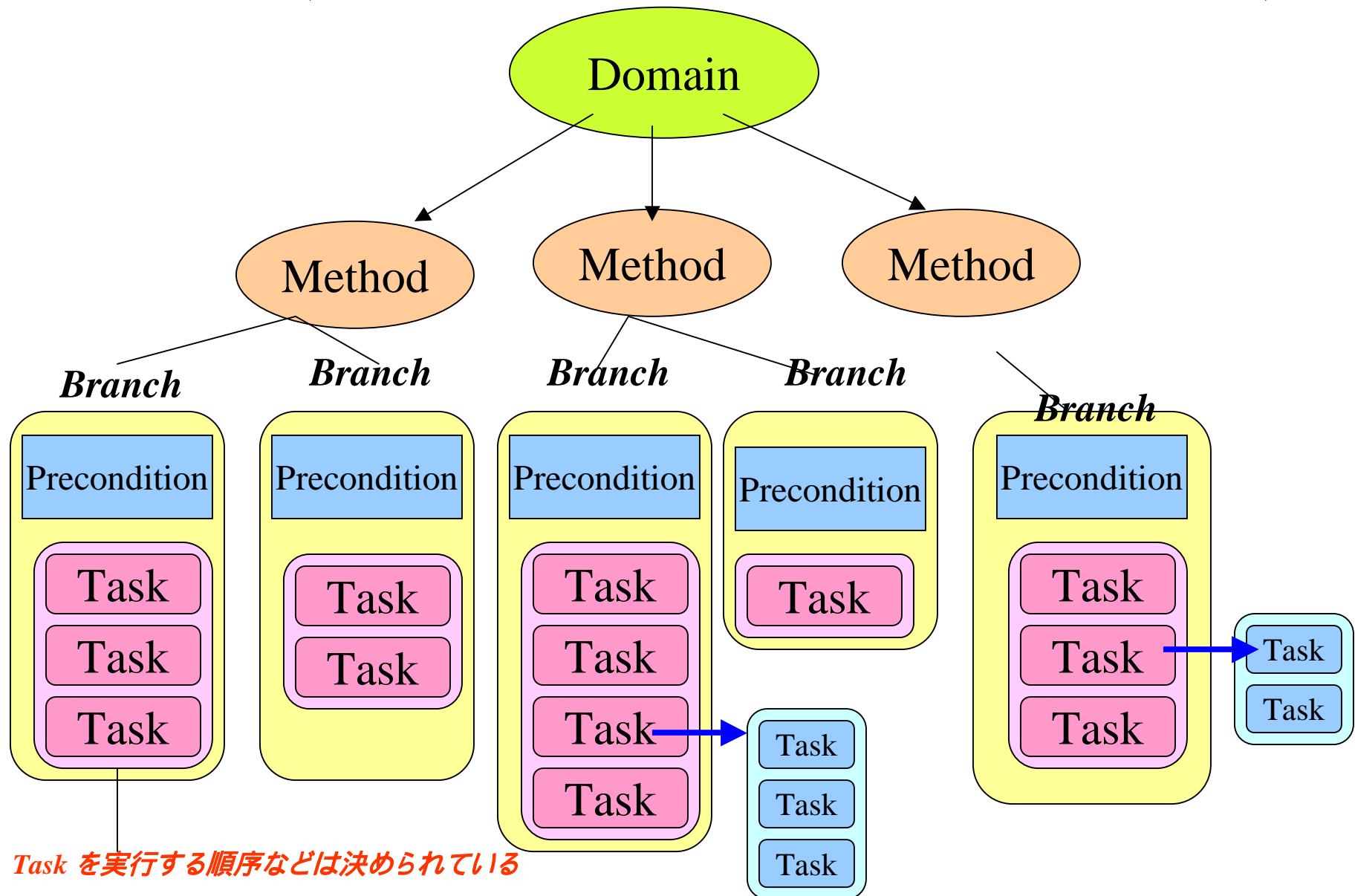
Planning Methods

•Control All Points

- Task:
win-domination
- Preconditions:
 - The team consists at least of 2 members
- Subtasks:
 - Capture all domination points
 - Assign 2 members to patrol between those points
 - Assign remaining team to search and destroy task

Figure 2. A Method and an HTN for UT bots

HTN (Hierarchical Task Network)



HTN (Hierarchical Task Network)

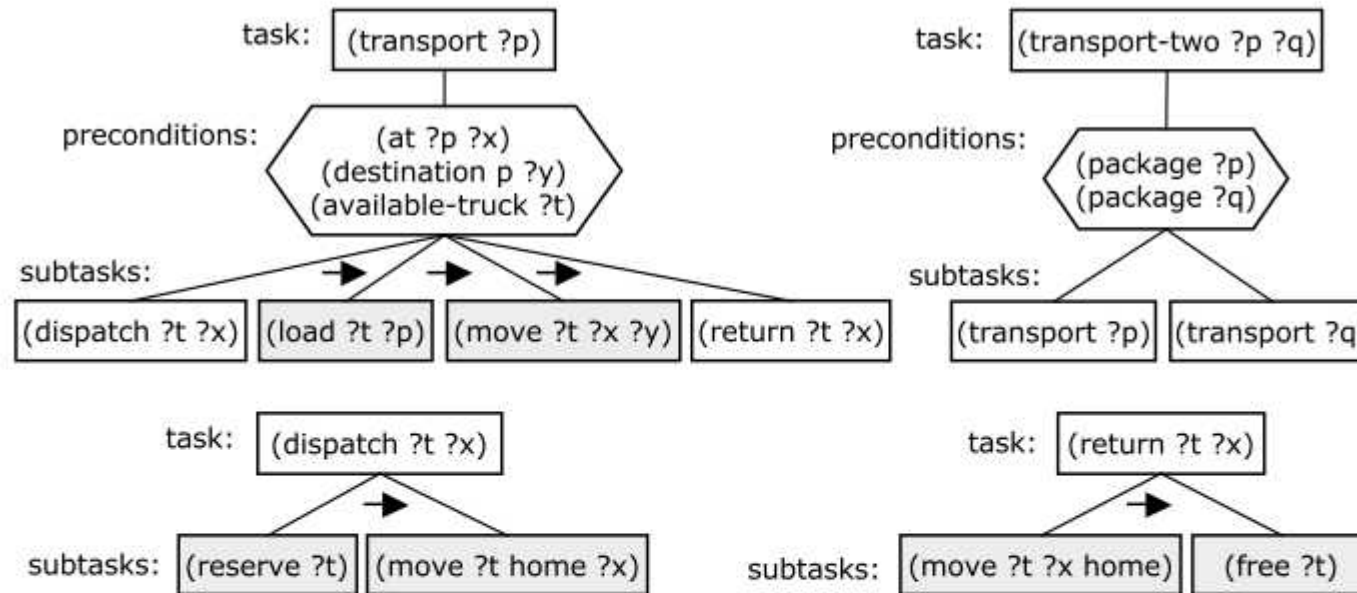


Figure 1: Methods for transporting a package ?p, transporting two packages ?p and ?q, dispatching a truck ?t, and returning the truck. Arrows are ordering constraints. The shaded subtasks are *primitive* tasks that are accomplished by the following planning operators: (load ?t ?p) loads ?p onto ?t; (move ?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.

HTN (Hierarchical Task Network)

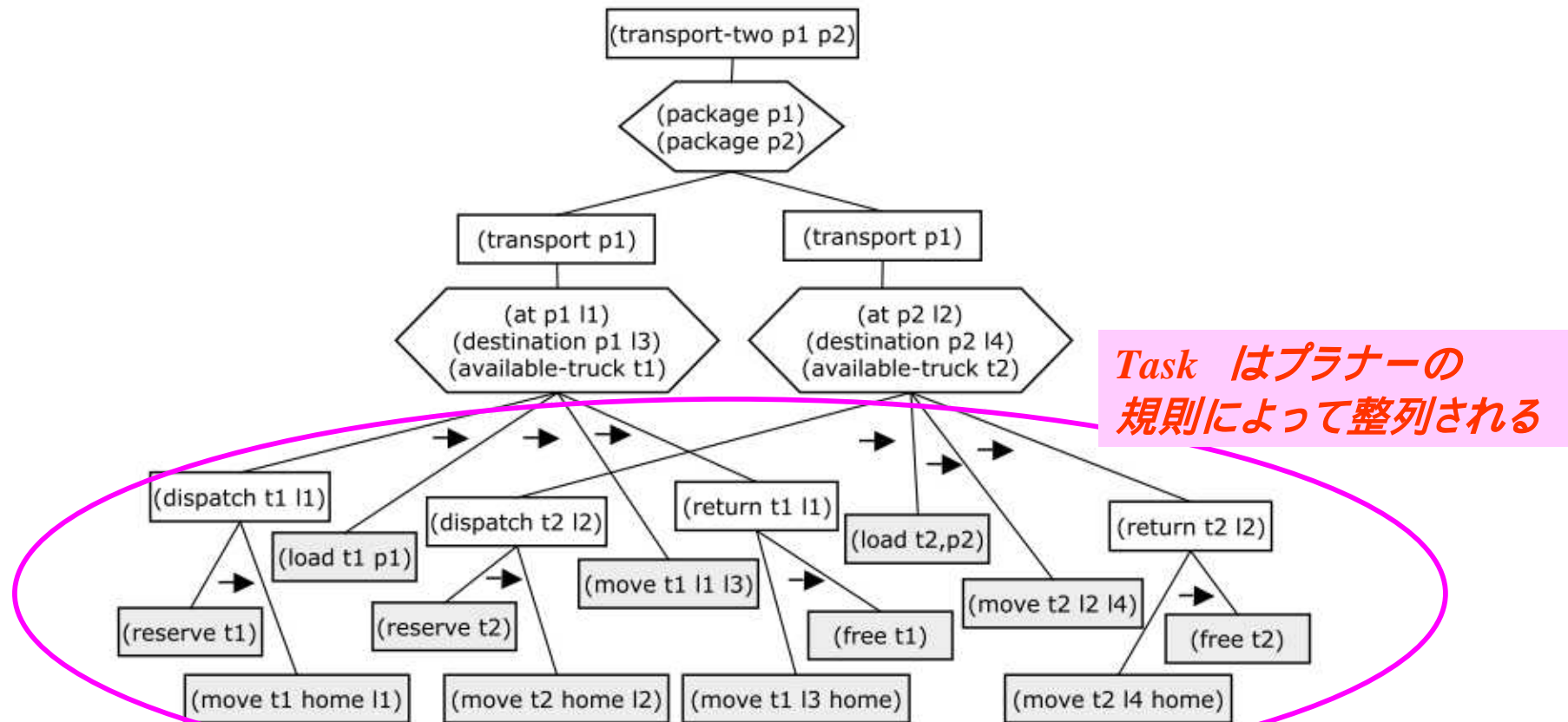


Figure 2: A plan for accomplishing (transport two p1 p2) from the following initial state:
{(package p1), (at p1 l1), (destination p1 l3), (available-truck t1), (at t1 home),
(package p2), (at p2 l2), (destination p2 l4), (available-truck t2), (at t2 home)}.

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

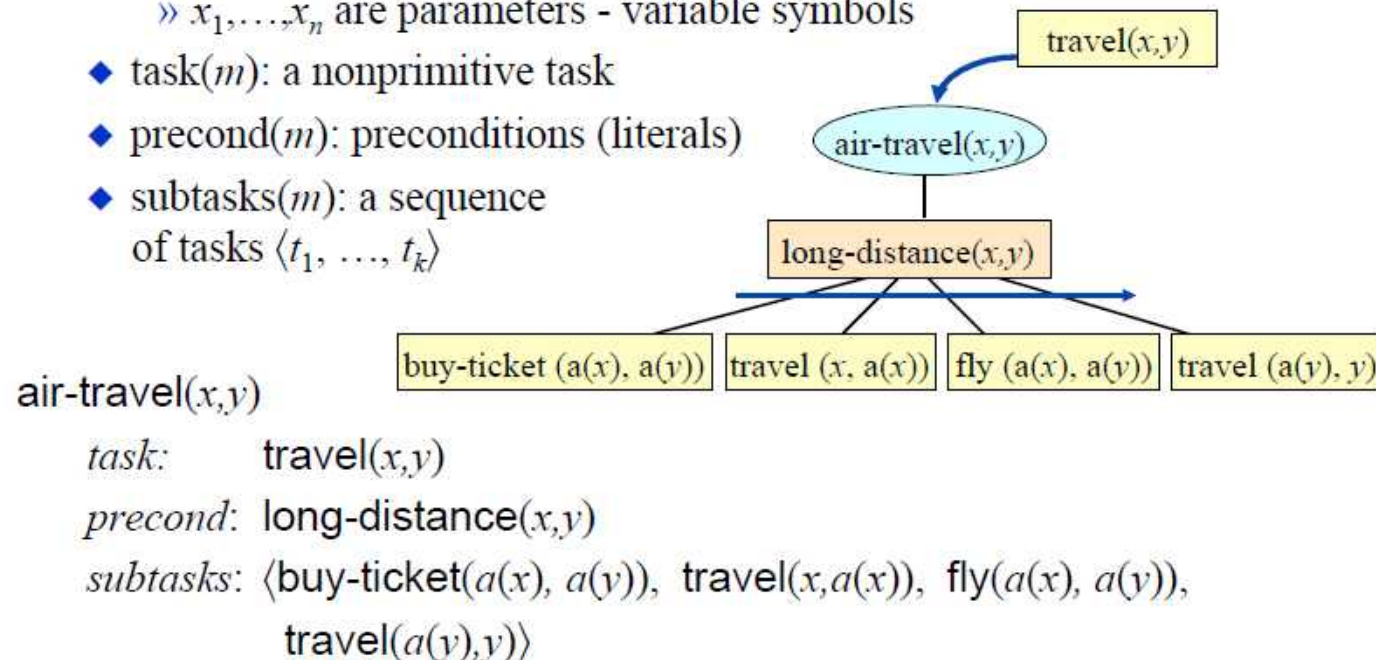
HTN (Hierarchical Task Network)

Methods

- Totally ordered method: a 4-tuple

$$m = (\text{name}(m), \text{task}(m), \text{precond}(m), \text{subtasks}(m))$$

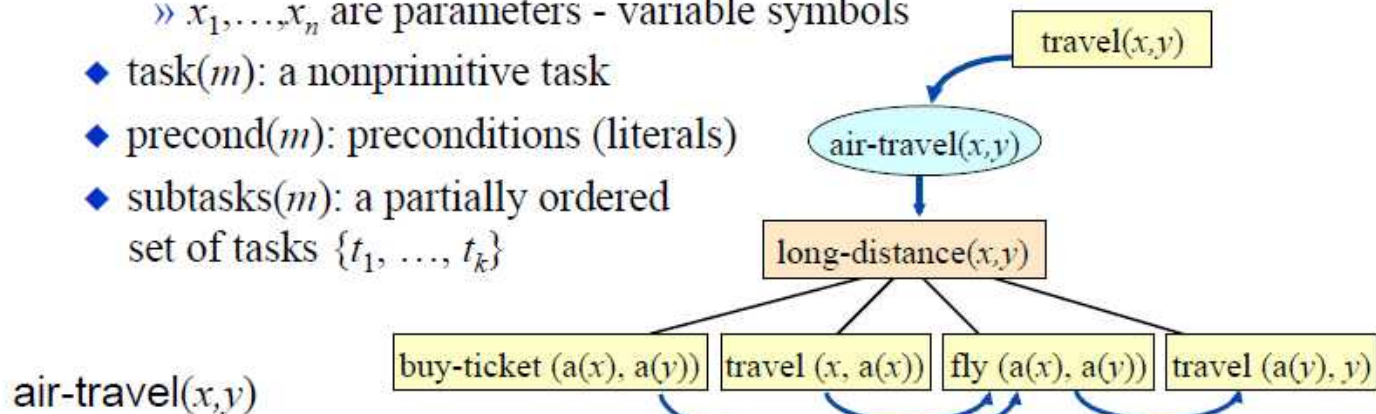
- ◆ $\text{name}(m)$: an expression of the form $n(x_1, \dots, x_n)$
 - » x_1, \dots, x_n are parameters - variable symbols
- ◆ $\text{task}(m)$: a nonprimitive task
- ◆ $\text{precond}(m)$: preconditions (literals)
- ◆ $\text{subtasks}(m)$: a sequence of tasks $\langle t_1, \dots, t_k \rangle$



HTN (Hierarchical Task Network)

Methods (Continued)

- Partially ordered method: a 4-tuple
 $m = (\text{name}(m), \text{task}(m), \text{precond}(m), \text{subtasks}(m))$
 - $\text{name}(m)$: an expression of the form $n(x_1, \dots, x_n)$
 $\gg x_1, \dots, x_n$ are parameters - variable symbols
 - $\text{task}(m)$: a nonprimitive task
 - $\text{precond}(m)$: preconditions (literals)
 - $\text{subtasks}(m)$: a partially ordered set of tasks $\{t_1, \dots, t_k\}$



$\text{air-travel}(x,y)$

task: $\text{travel}(x,y)$

precond: $\text{long-distance}(x,y)$

network: $u_1 = \text{buy-ticket}(a(x), a(y)), u_2 = \text{travel}(x, a(x)), u_3 = \text{fly}(a(x), a(y))$

$u_4 = \text{travel}(a(y), y), \{(u_1, u_3), (u_2, u_3), (u_3, u_4)\}$

**Task はプラナーの
規則によって整列される**

HTN (Hierarchical Task Network)

```
(: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 lt ?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 lt ?threat_distance @weapon_rocket_max_range) )
    ((attack_as_turret_using_weapon_pref ?inp_threat wp_rockets))
  )
)
```


HTN (Hierarchical Task Network)

```
(: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 lt ?threat_distance @weapon_bullet_max_range) )
    ( (attack_as_turret_using_weapon_pref ?inp_threat wp_bullets)) Task
  )
)
```

```
( 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 lt ?threat_distance @weapon_rocket_max_range) )
  ((attack_as_turret_using_weapon_pref ?inp_threat wp_rockets)) Task
)
```

```
)
```

HTN (Hierarchical Task Network)

各AIの思考

```
(: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 **) ) _____
      )
    )
  )
)
```

....



Individual AI : Application

```
+ branch_mp_behave      分岐(Branch)
+ (do_behave_on_foot_mp)
+ branch_medec_revive    分岐(Branch)
+ (do_medec_revive)
- branch_medec_revive_abort
- branch_medec_revive_continue
+ branch_medec_revive    分岐リスト
  (!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_to_attack 5416 crouching auto)
+ (wield_weapon_pref wp_online_mp_bot_revive_gun)
- branch_auto_and_have_active
- branch_auto_wp_pref
- branch_dont_switch_weapon
+ branch_switch_weapon    分岐リスト
  (#0 = wp_online_mp_bot_revive_gun)
  + (wield_weapon_pref_internal wp_online_mp_bot_revive_gun)
  (!use_item_on_entity [Soldier:TimmermanV] crouching)
  (!forget active_plan **)    TaskList
```



Individual AI : Application

HTN PLAN (non-interruptible) - [BOT] Tremethick

DECOMPOSITION

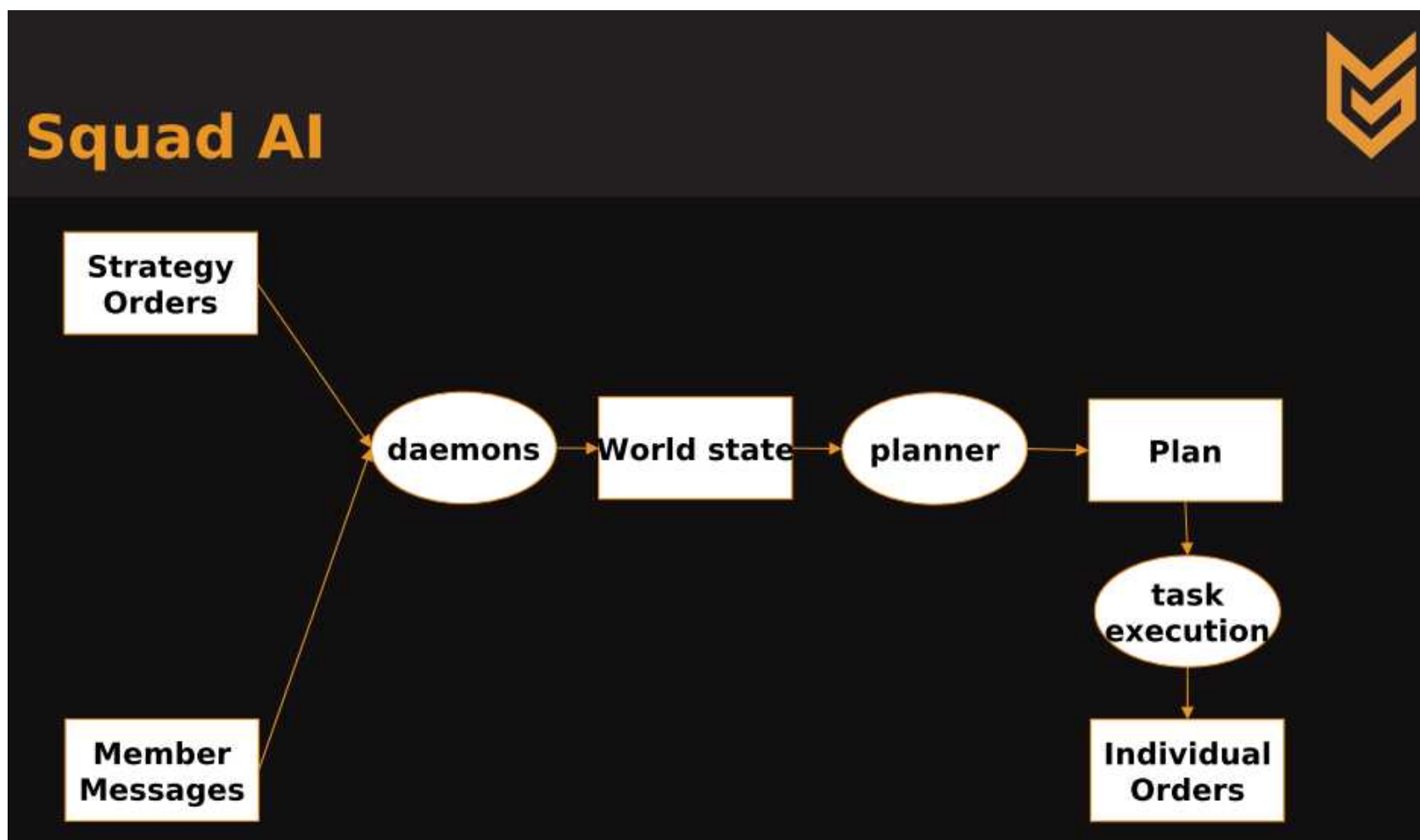
TASK LIST

```
(!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



Killzone2におけるHTN統計

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)

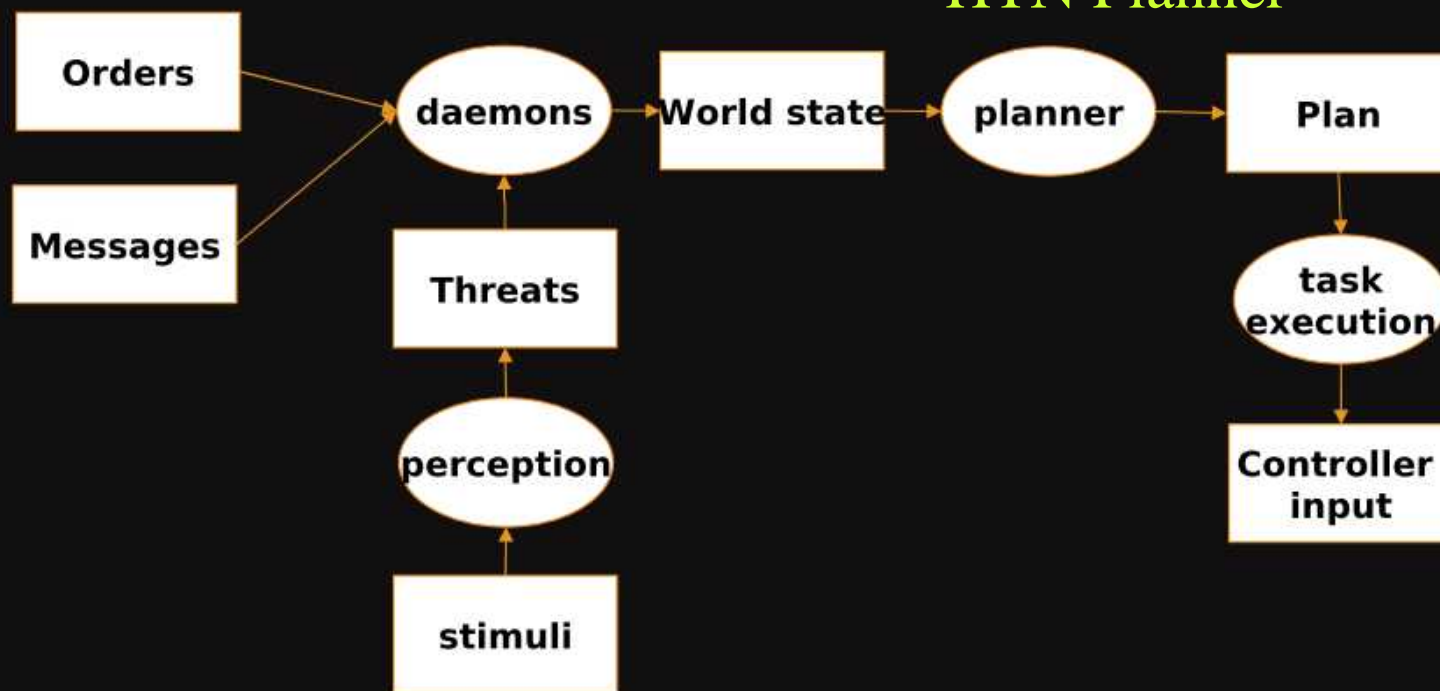
- Approx. 500 plans generated per second
- Approx. 8000 decompositions per second
- Avg. 15 decompositions per planning.
- Approx 24000 branch evaluations per second.

各AIのアーキテクチャ

Individual AI



HTN Planner



Squad AI



```
(: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 AI



```
(: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)
    )
  )
)
```

兵士へ命令

スカッドを目的に応じて動的に構成

Inspiration



Building a Better Battle: The Halo 3 AI 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



Killzone2

復習 : Halo3のチーム AI <解説>

GDC2008に見るAI、プロシージャル、製作パイプライン技術の発展

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

Halo 3 AI Objectives Systemイメージ



タスクが Squadを選ぶ

各タスクが自分で自分の
オンオフとプライオリティーを計算



トップ(最も高い)プライオリティーの
高いタスクを考慮する



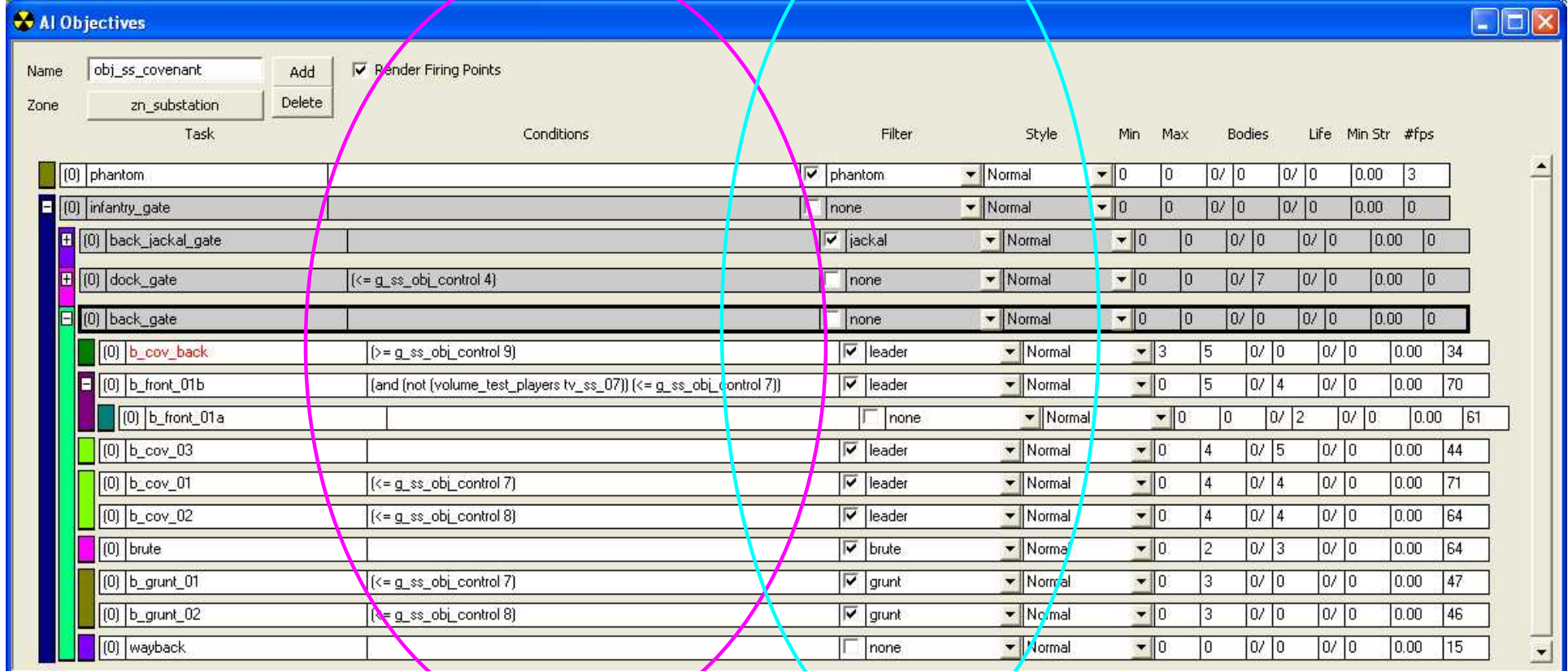
現在、タスクを割り当てられる
Squad をリストする



タスクの受け入れ条件に合う Squad
を割り当てて行く



Designer UI



Name	Zone	Task	Conditions	Filter	Style	Min	Max	Bodies	Life	Min Str	#fps
(0) phantom				<input checked="" type="checkbox"/> phantom	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	3
(0) infantry_gate				<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	0
(0) back_jackal_gate				<input checked="" type="checkbox"/> jackal	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	0
(0) dock_gate			(<= g_ss_obj_control 4)	<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 7	0/ 0	0.00	0
(0) back_gate				<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	0
(0) b_cov_back			(>= g_ss_obj_control 9)	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	3	5	0/ 0	0/ 0	0.00	34
(0) b_front_01b			(and (not (volume_test_players tv_ss_07)) (<= g_ss_obj_control 7))	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	5	0/ 4	0/ 0	0.00	70
(0) b_front_01a				<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 2	0/ 0	0.00	61
(0) b_cov_03				<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	4	0/ 5	0/ 0	0.00	44
(0) b_cov_01			(<= g_ss_obj_control 7)	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	4	0/ 4	0/ 0	0.00	71
(0) b_cov_02			(<= g_ss_obj_control 8)	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	4	0/ 4	0/ 0	0.00	64
(0) brute				<input checked="" type="checkbox"/> brute	Normal	0	2	0/ 3	0/ 0	0.00	64
(0) b_grunt_01			(<= g_ss_obj_control 7)	<input checked="" type="checkbox"/> grunt	Normal	0	3	0/ 0	0/ 0	0.00	47
(0) b_grunt_02			(<= g_ss_obj_control 8)	<input checked="" type="checkbox"/> grunt	Normal	0	3	0/ 0	0/ 0	0.00	46
(0) wayback				<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	15

Active or inactive

種族によるフィルター
(受け入れ条件)

復習 : Halo3のチーム AI <解説> 終了

GDC2008に見る AI、プロシージャル、製作パイプライン技術の発展

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

スカッドを目的に応じて動的に構成

Inspiration



Building a Better Battle: The Halo 3 AI 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



Killzone2

スカッドを目的に応じて動的に構成



スカッドを目的に応じて動的に構成

Search and Retrieve



対象が決まれば
対象からの距離など
からスカッドを形成。
或いは、既にある
スカッドに対象を
割り当てる。

最初から
決まっている

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

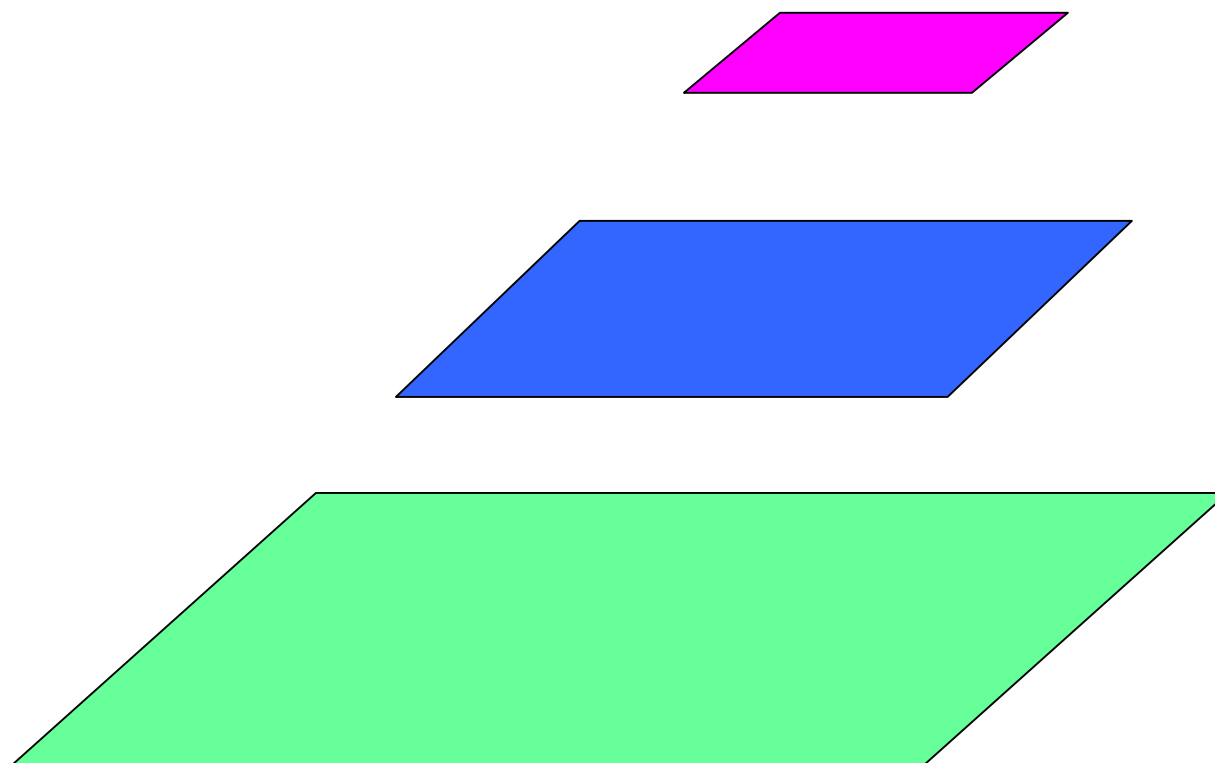
マップ

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。

戦術思考

戦略思考

ウェイポイント



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)

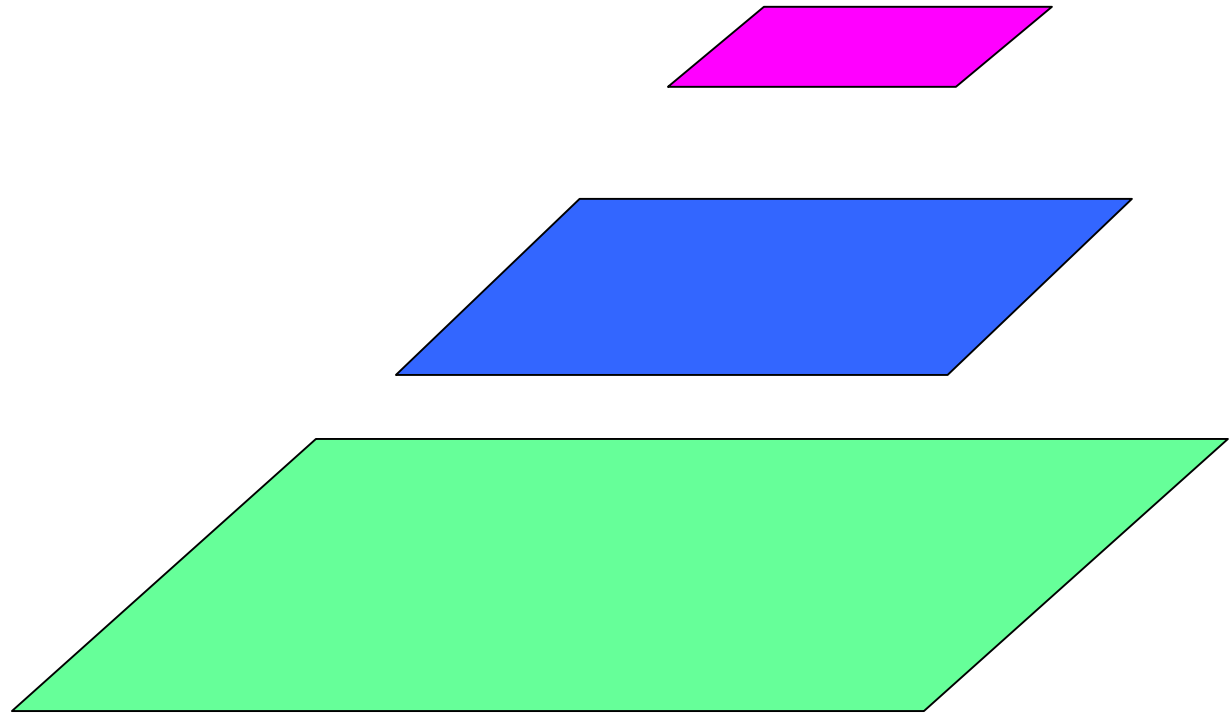
Killzoneにおけるマップ

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。

戦術思考

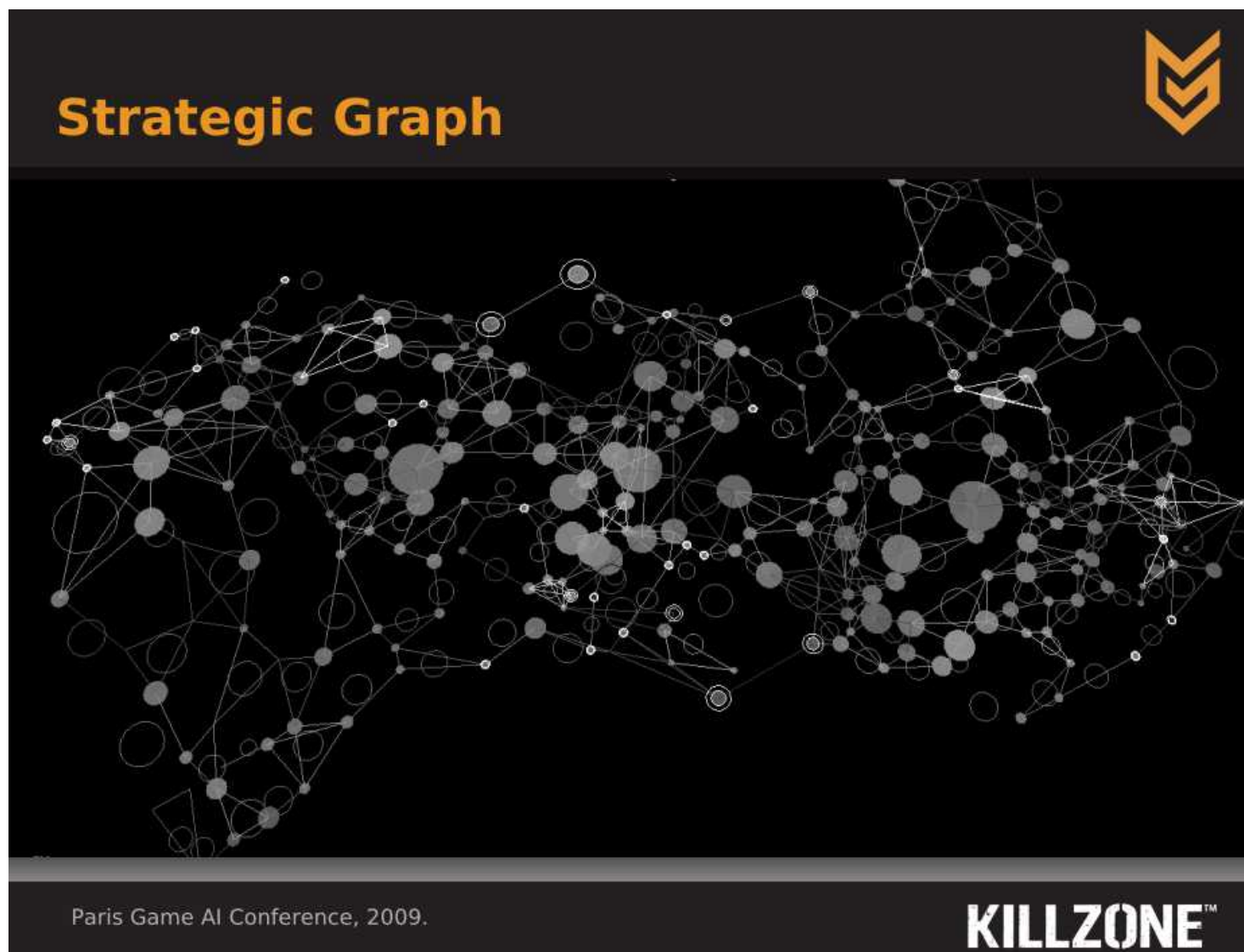
戦略思考

ウェイポイント

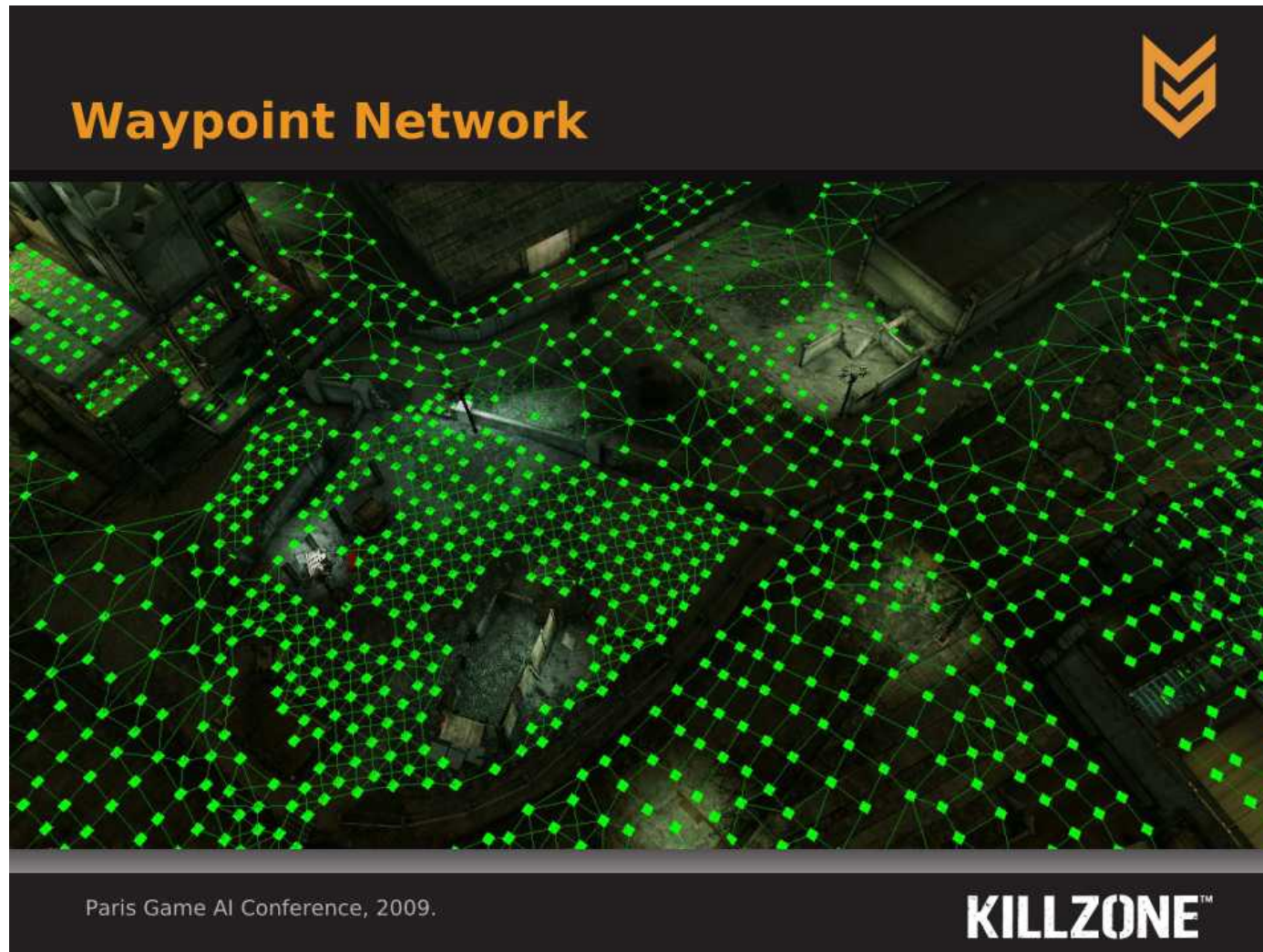


特に、マップに関しては「データ階層化」しておくこと(世界表現)

戦略グラフを作りたい



Killzone 2 のウェイポイント



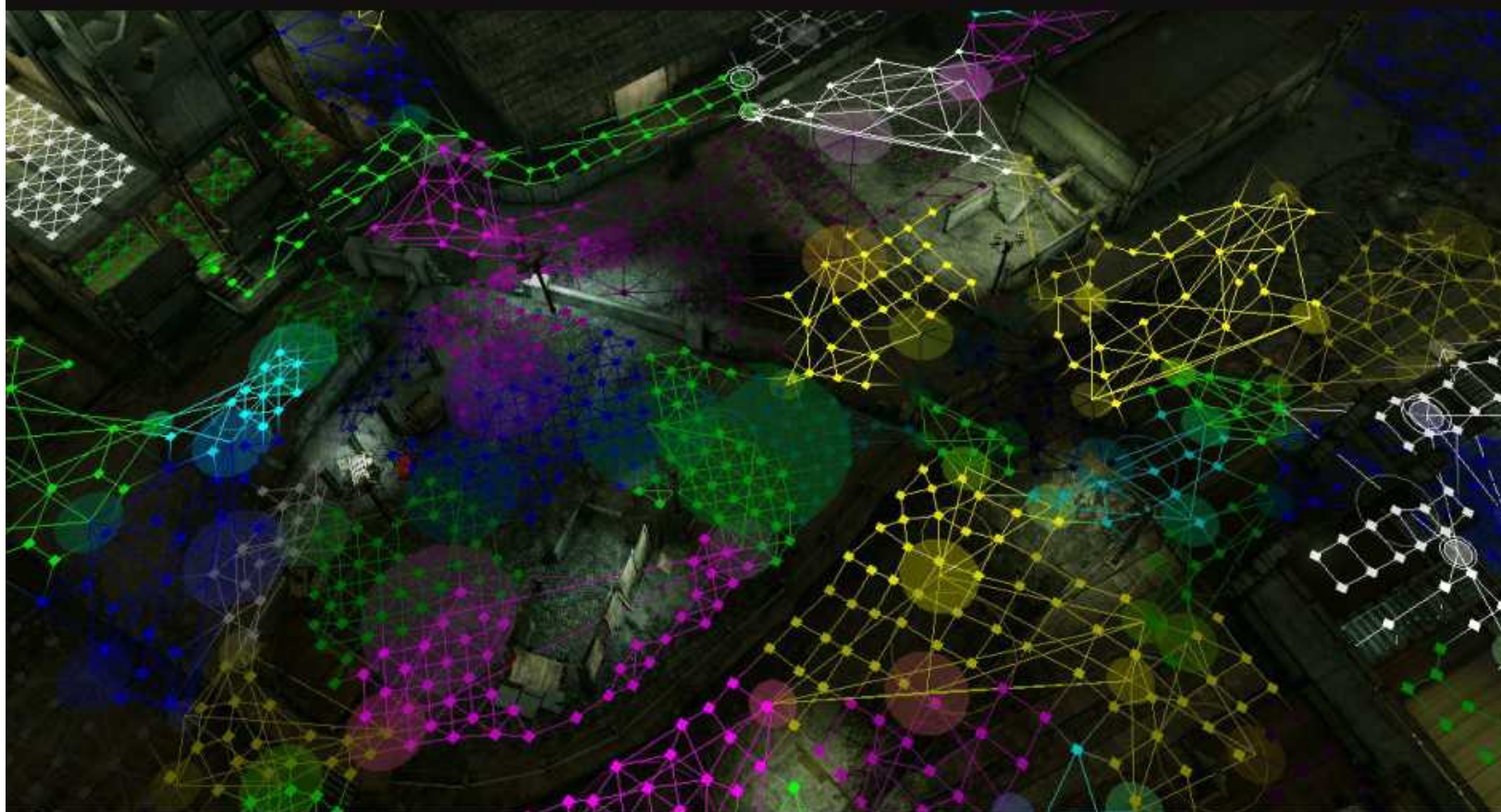
ウェイポイントをクラスター化

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 AI Conference, 2009.

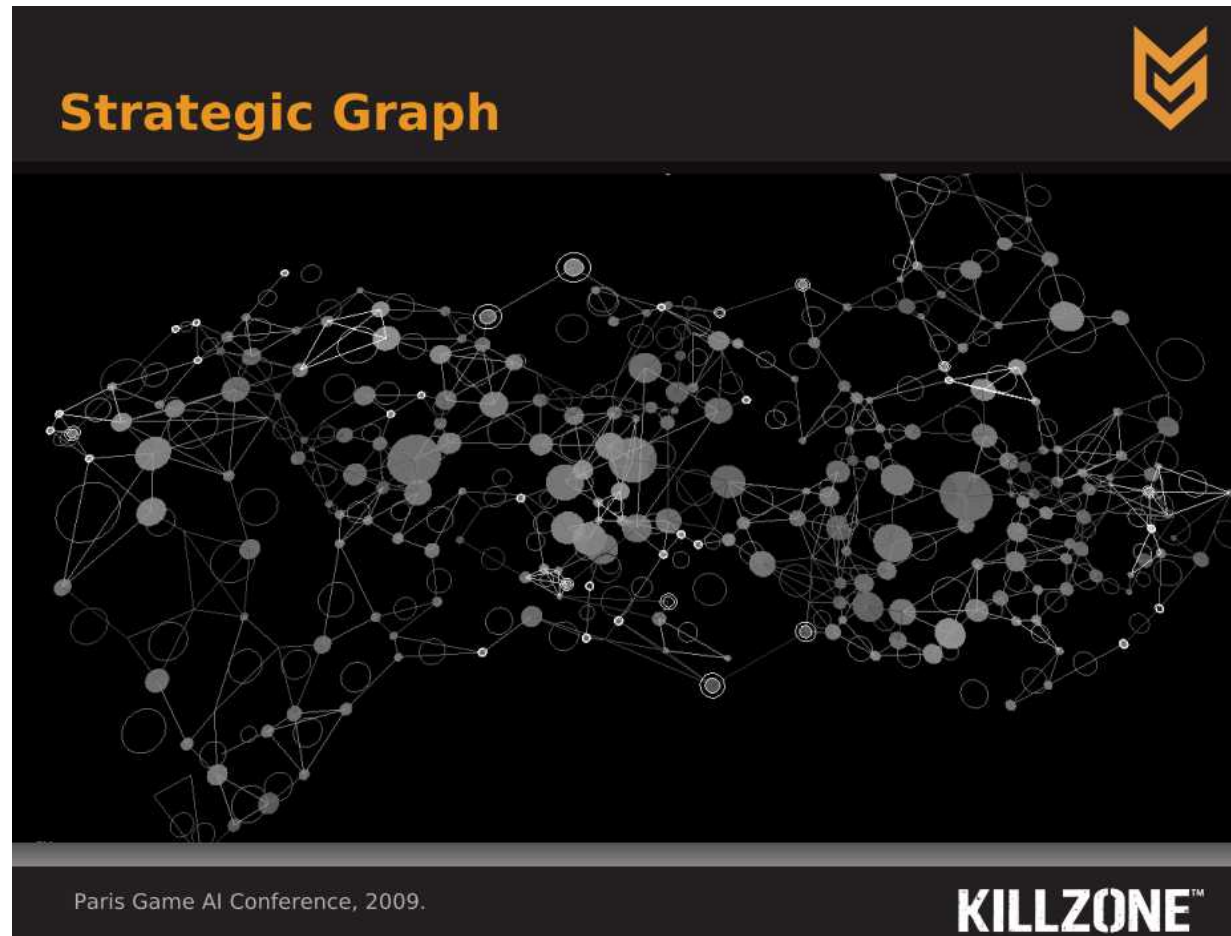
KILLZONE™

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



戦略グラフ



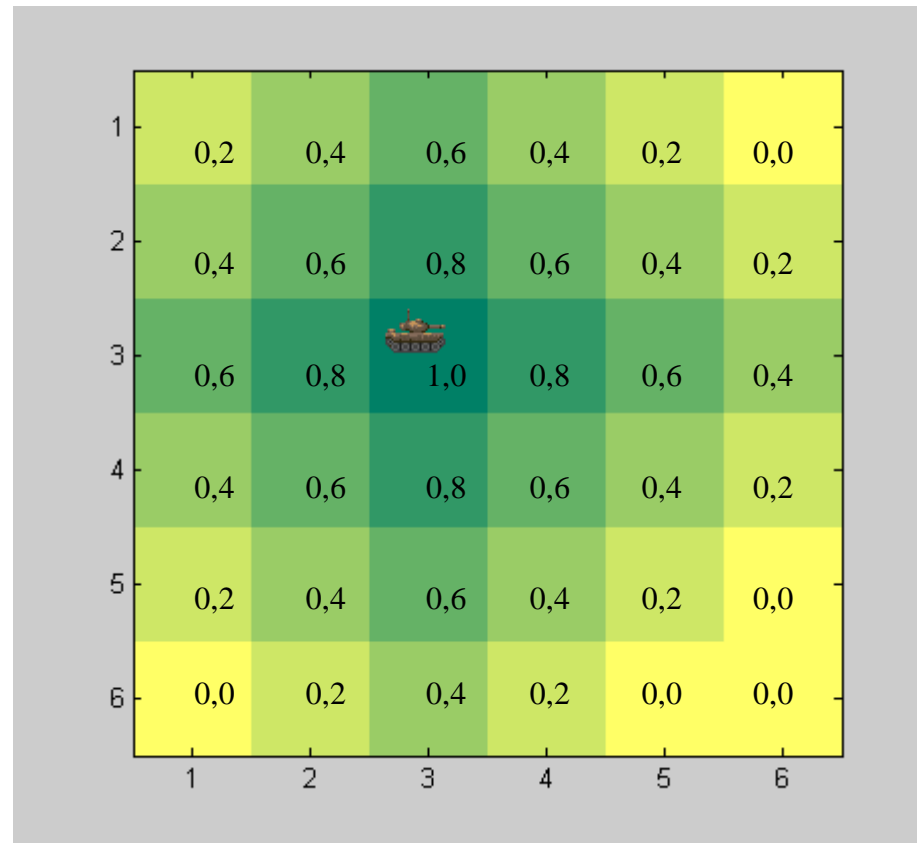
何に使うのか？ グローバルな戦況判断

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) 占有度

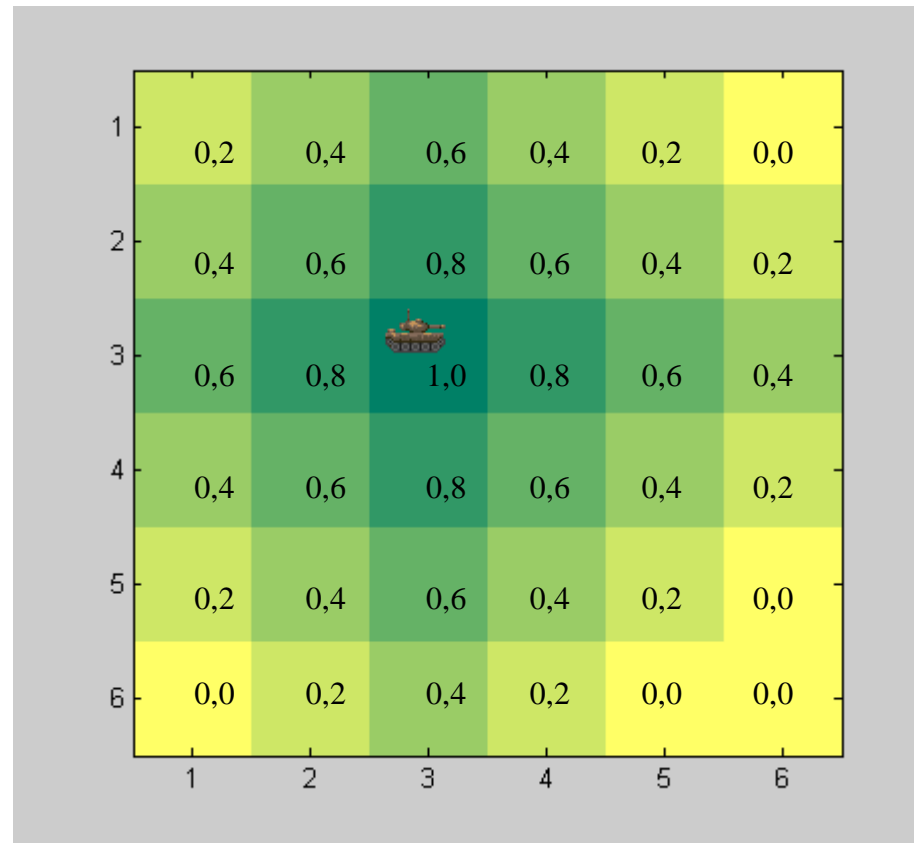


<http://www.fdaw.unimaas.nl/education/4.5GAI/slides/Influence%20Maps.ppt>

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

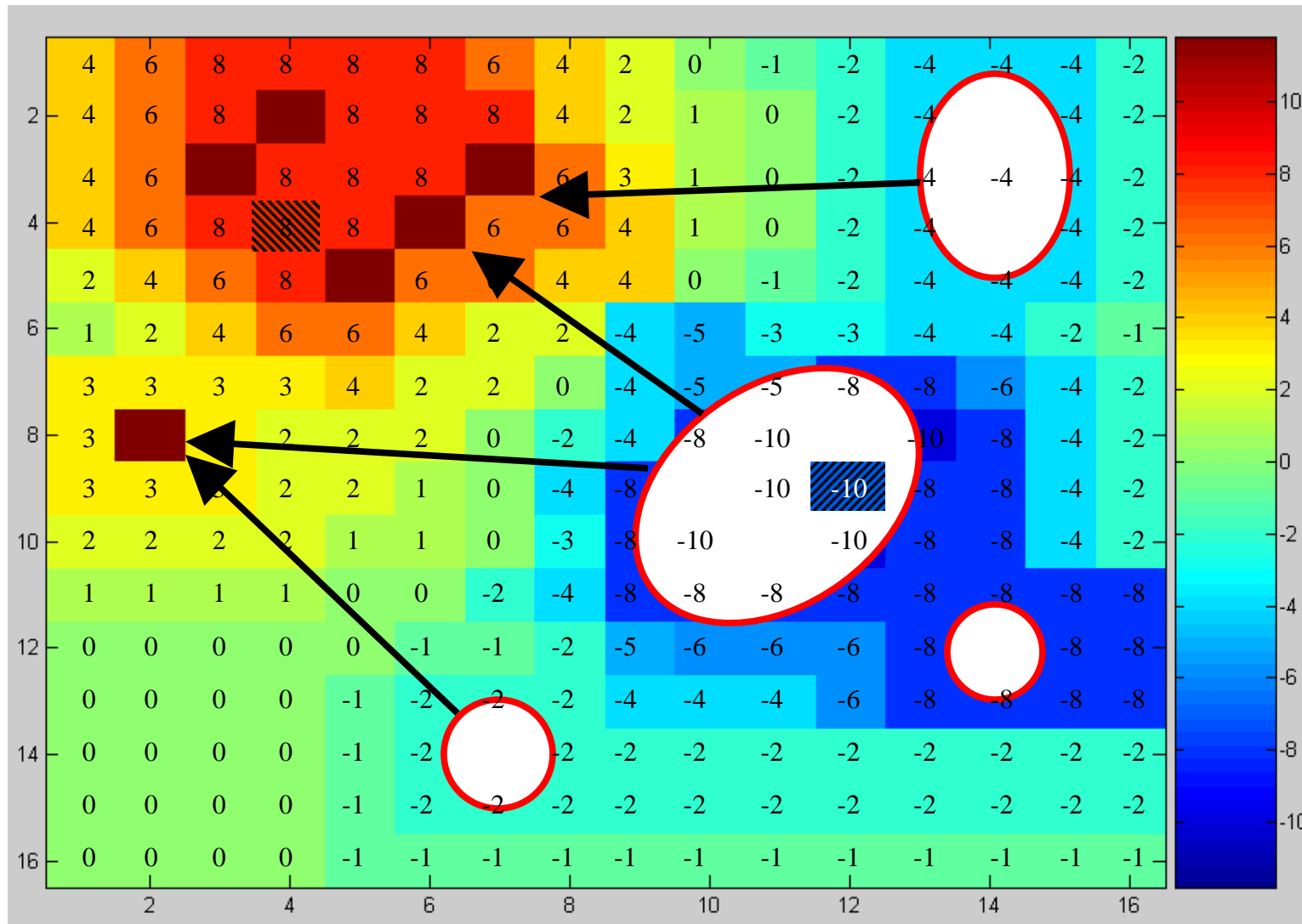
(例) 占有度
通過可能確率



<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



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

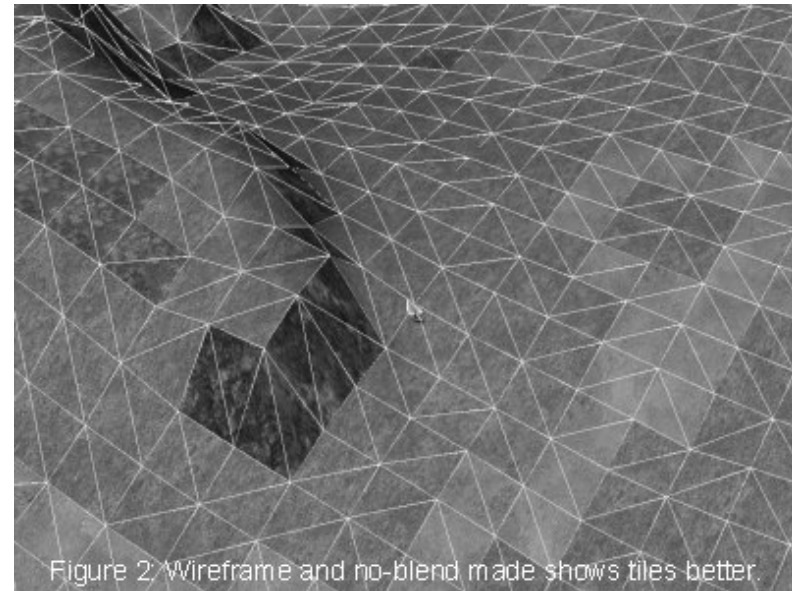


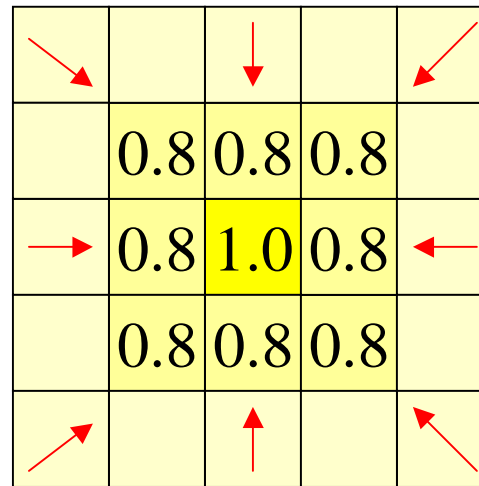
Figure 2: Wireframe and no-blend mode shows tiles better.

Age of Empire(AOE)における利用例

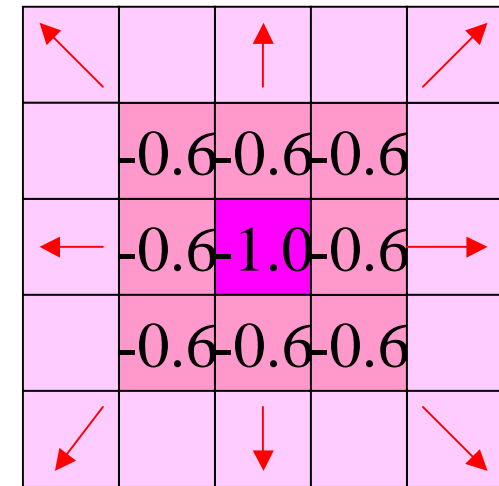
金鉱発掘小屋の最適位置自動検出



Figure 3: Influence map around gold mines.



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

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	←
	0.8	0.8	0.8	
↗		↑		↖

高い場所 = アトラクター
(吸引源)

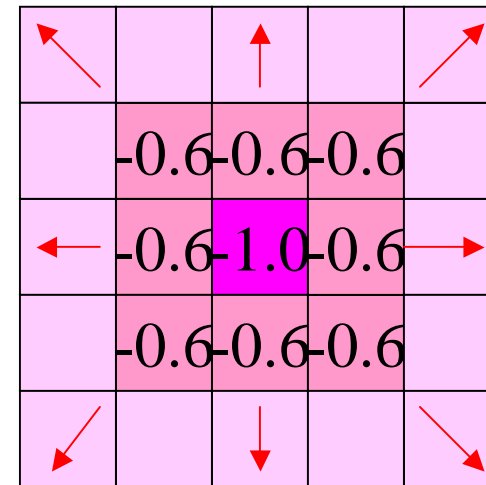
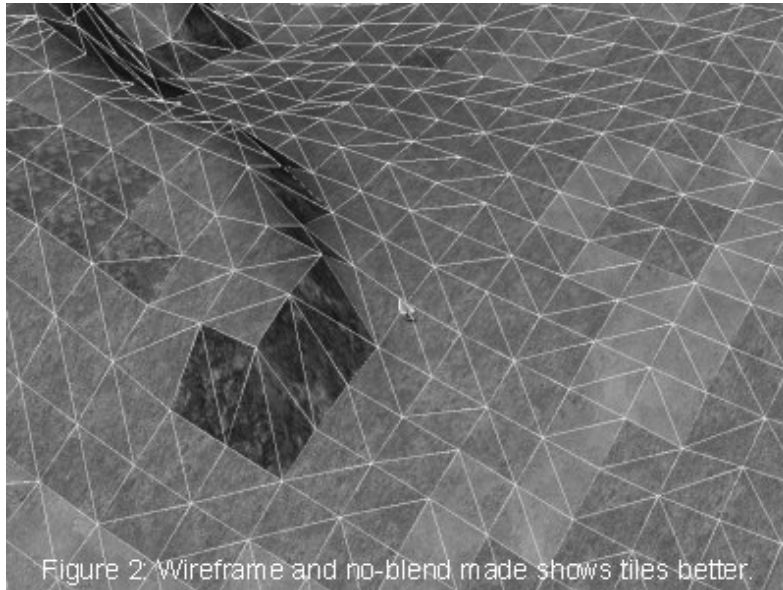
↖		↑		↗
	-0.6	-0.6	-0.6	
←	-0.6	-1.0	-0.6	→
	-0.6	-0.6	-0.6	
↙		↓		↘

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

Age of Empire(AOE)における利用例

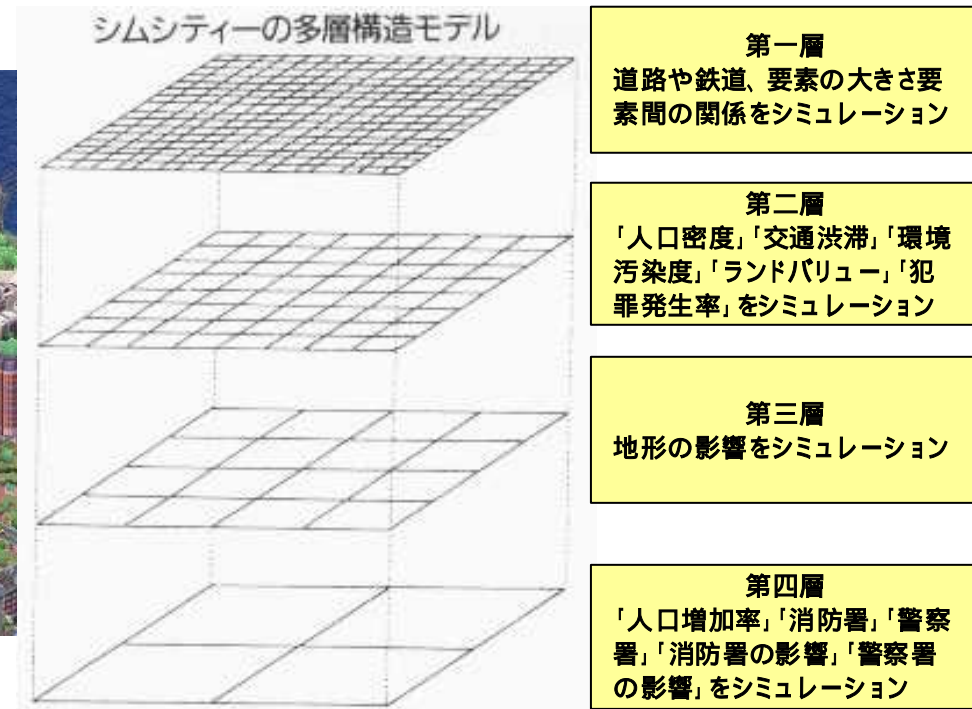
兵隊の配置の最適位置自動検出



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のない敵の基地からみづかりにくいパス」
を見つけることができる。

SimCity における影響マップの利用



$\text{Crime} = \text{Pop. Density}^2 - \text{Land Value} - \text{Police Effect}$

$\text{Land Value} = \text{Distance}[\text{Zonetype}] + \text{Terrain} + \text{Transport}$

“AI: A Desing Perspective” AIIDE 2005
<http://www.aiide.org/aiide2005/talks/index.html>
<http://thesims.ea.com/us/will/>

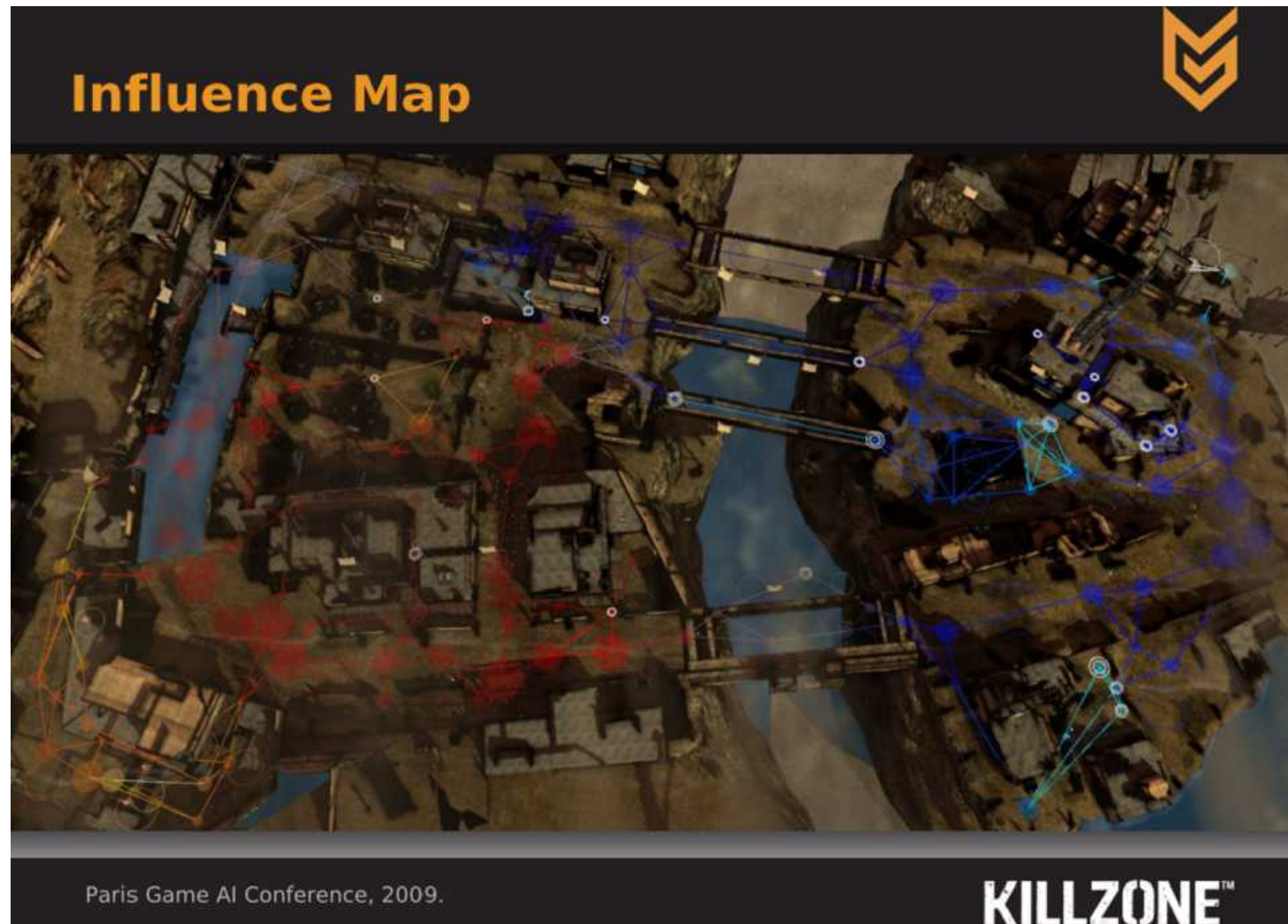
多摩 豊, 角川書店, 1990
「ウィル・ライトが明かすシムシティーのすべて」,

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



Killzone 2 における戦略的パス検索

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 AI Conference, 2009.

KILLZONE™

Killzone 2 における戦略的パス検索

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 AI Conference, 2009.

KILLZONE™

Killzone 2 における戦略的パス検索

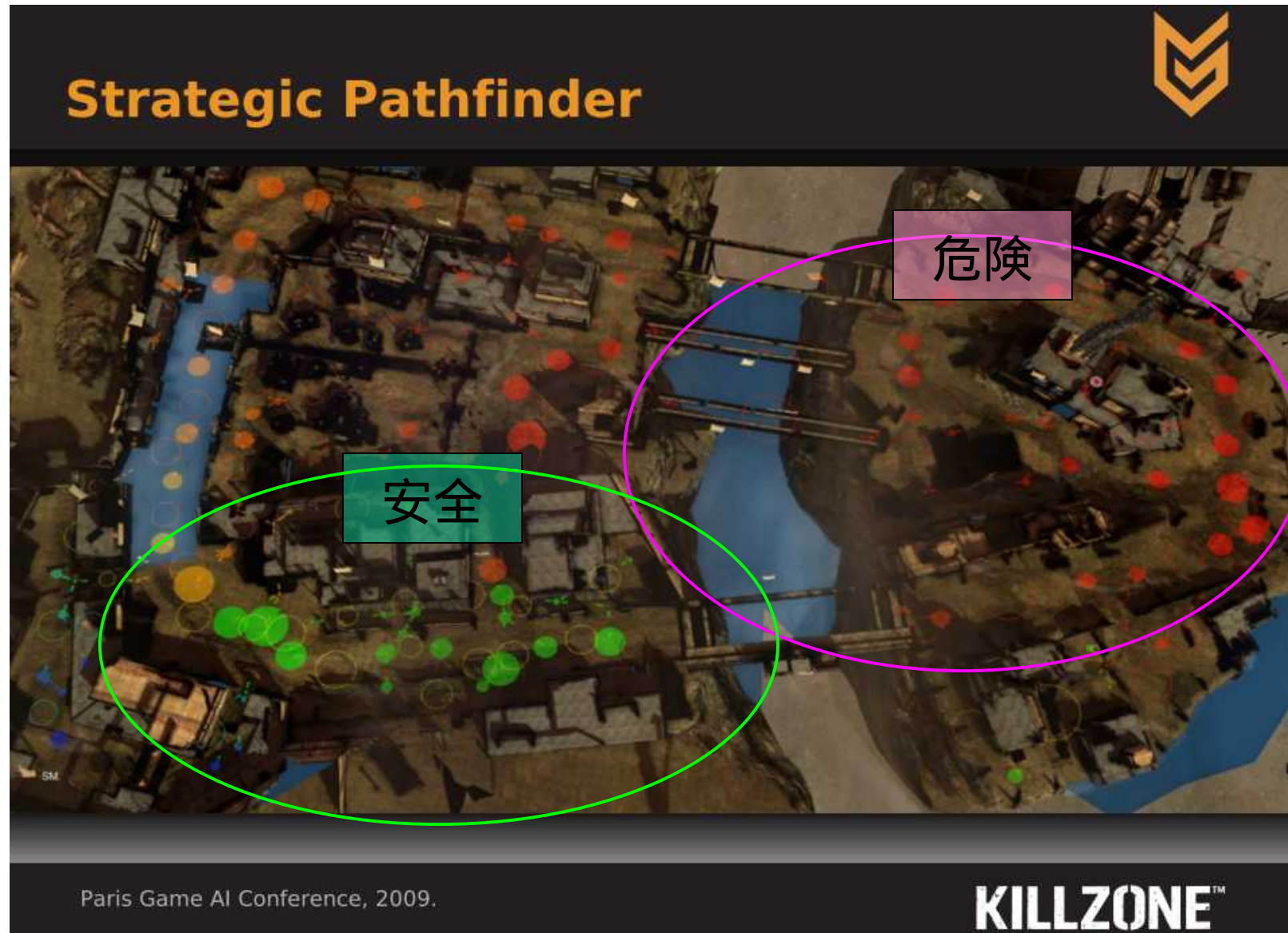
スカッド毎にコストと影響マップを使って戦略パスを見出す

Strategic Pathfinder



Killzone 2 における戦略的パス検索

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 における戦略的パス検索

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に階層型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/cmssc722/notes/chapter11.pdf>

講演コンテンツ

I. Killzone 2 のAI (15分)

II. The Sims 3 のAI(10分)

III. まとめ(5分)

IV. 参考情報(付録)

The Sims の AI

Based on: Richard Evans, “Modeling Individual Personalities in The Sims 3”,
http://cmpmedia.vo.llnwd.net/o1/vault/gdc10/slides/Evans_Richard_ModelingIndividualPersonalitiesInTheSims3.pdf

The Sims Screen



The Sims 3 の2大目標

- (1) 自動物語生成
- (2) Simたちをもっと個性的にする

The Sims 3 の2大目標

- (1) 自動物語生成
- (2) Simたちをもっと個性的にする

自動物語生成 ~ Sim たちの物語 ~

復習

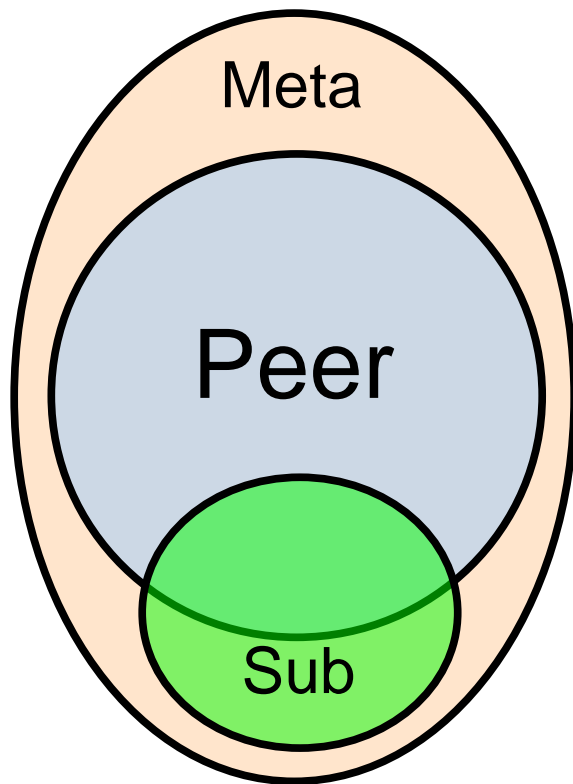
The Sims のAIの概要


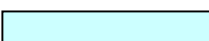

三宅陽一郎、「Spore におけるゲームAI技術とプロシージャル」

(DiGRA Japan 第14回 月例研究会)

<http://www.igda.jp/modules/mydownloads/visit.php?cid=2&lid=77>

The Sims シリーズのAIの作り方



Meta 
Peer 
Sub 

【原則】 周囲の対象に対する、あらゆる可能な行動から、Happiness 係数を最大化する行動を選択する。

Sims (not under direct player control) choose what to do by selecting, from all of the possible behaviors in all of the objects, the behavior that maximizes their current happiness.

人をダイナミクス(力学系、動的な数値の仕組み)として動かす。
世界を動かす PeerAI(=キャラクターAI) を構築。

オブジェクトに仕込むデータ構造

Data (Class, State)

**Graphics (sprites, z-
Animations (skeletal)**

Sound Effects

Code (Edit)

- Main (object thread)
- External 1
- External 2
- External 3

パラメーター

グラフィックス
アニメーション

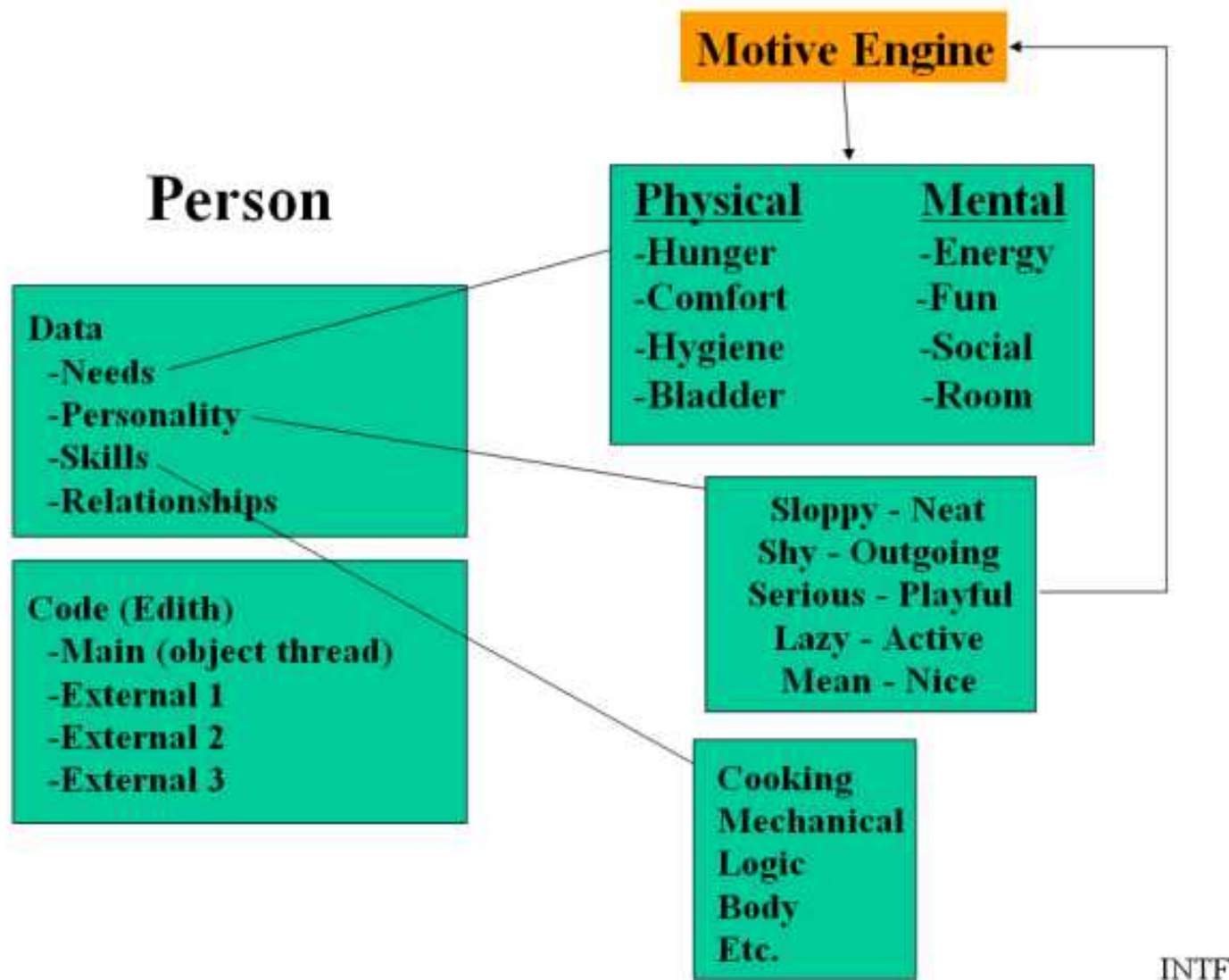
サウンド

メインスレッド

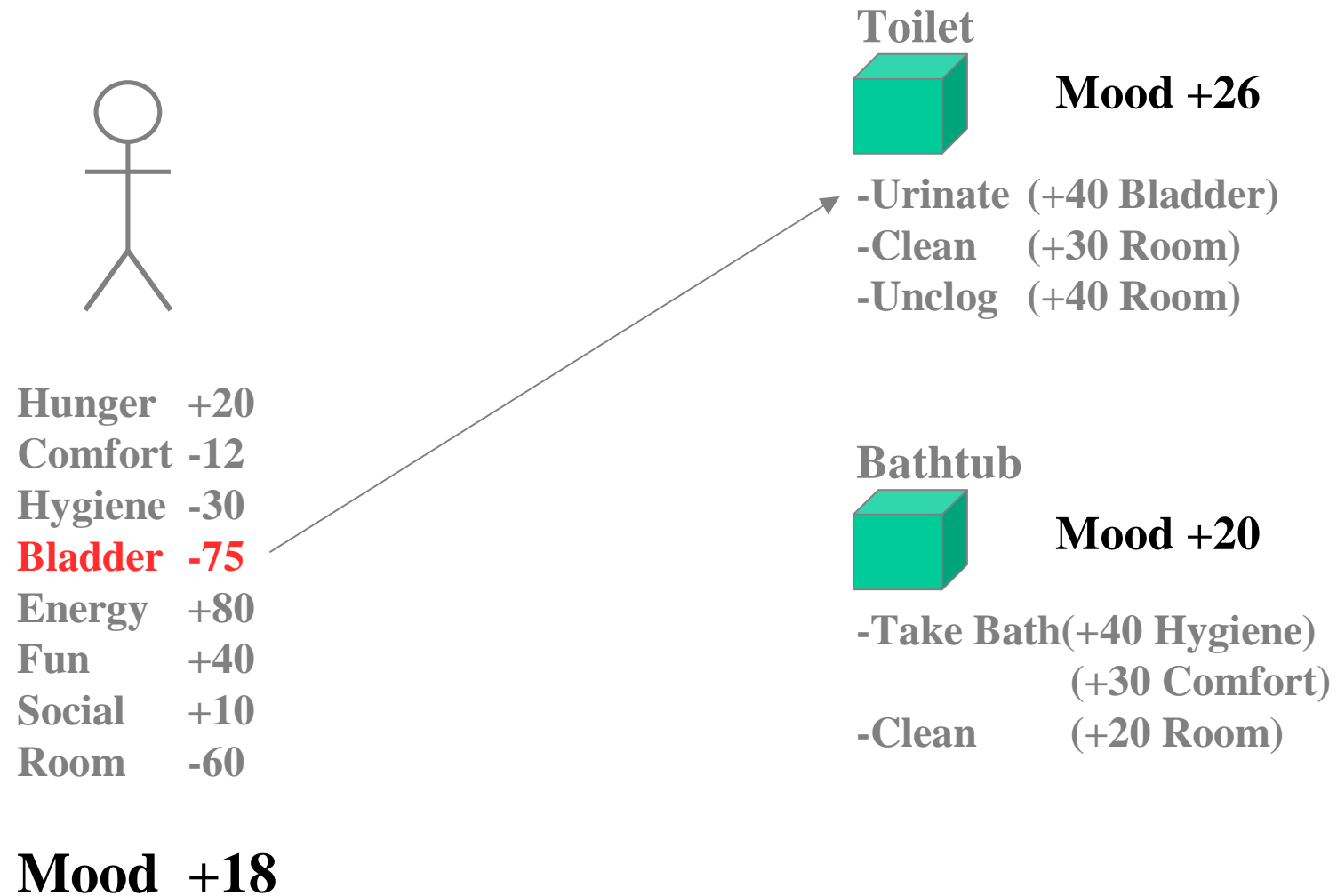
いろいろなインタラクションの仕方



N P C に仕込むデータ構造

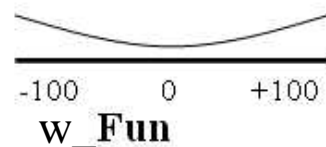
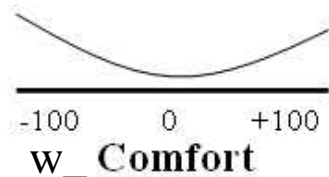
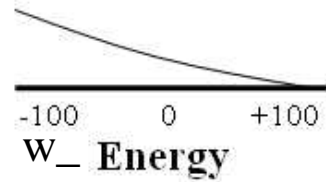
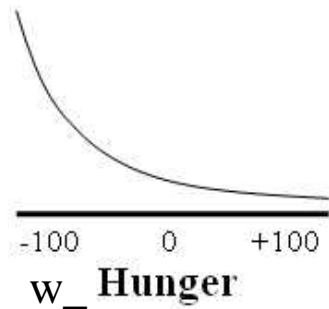


最適な行動を選択する

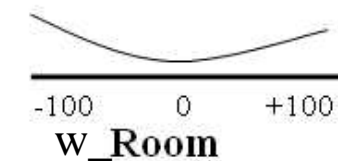
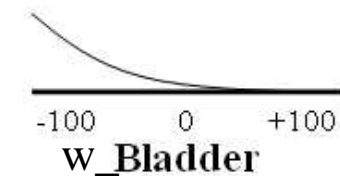
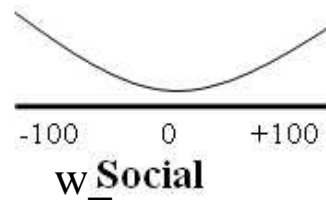
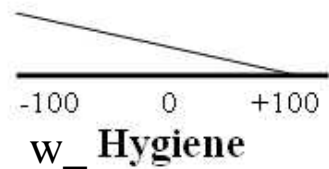


[原則] 周囲の対象に対する、あらゆる可能な行動から、Happiness（ここではMood）係数を最大化する行動を選択する。

Moodの計算のためのウェイト



= Mood (-100..+100)



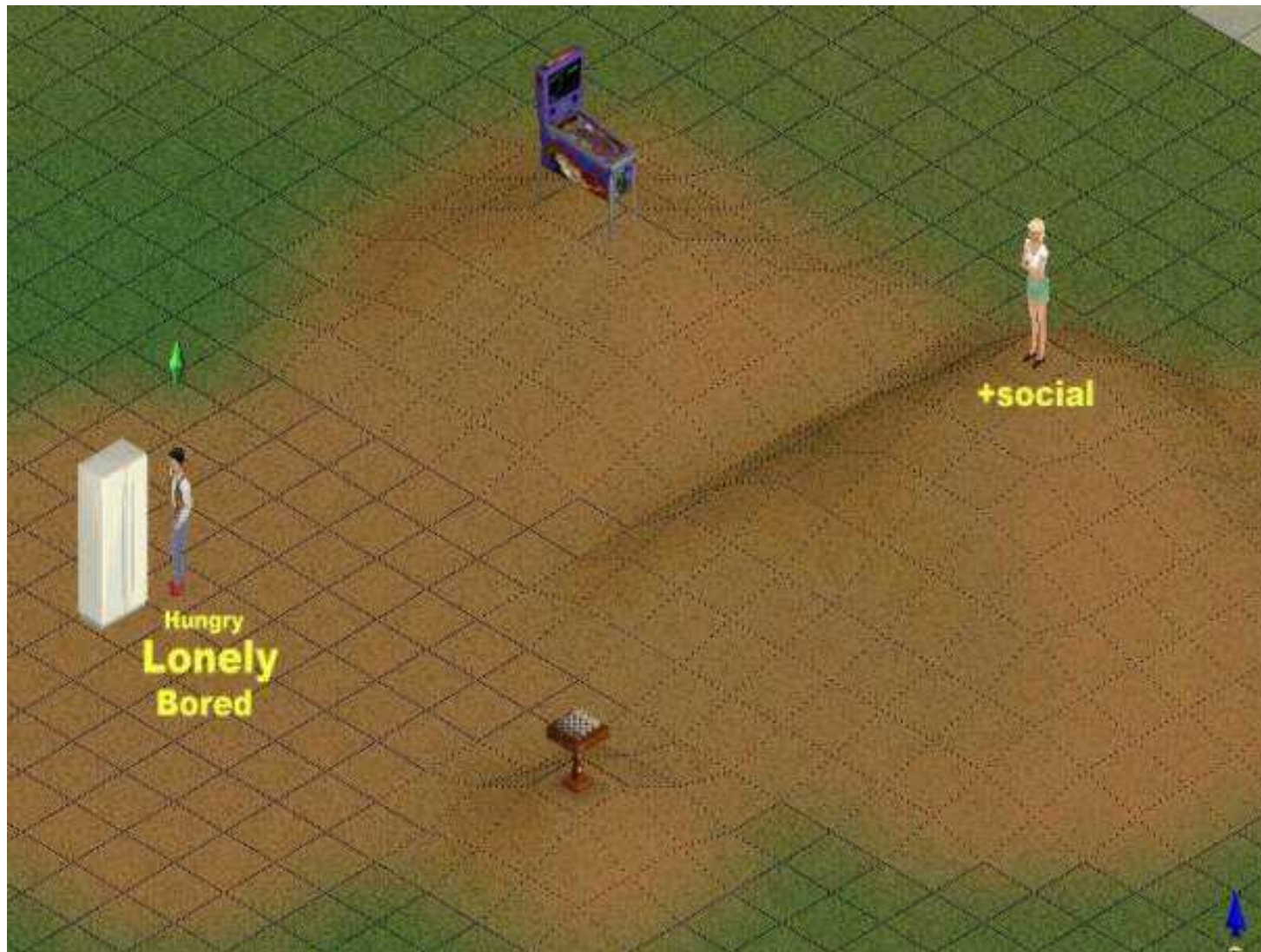
$$\text{Mood} = W_Hunger * \text{Hunger} + W_Energy * \text{Energy} + \dots$$

Mood を最大化



冷蔵庫が最も総合的にMoodを上昇させるから

Mood を最大化



冷蔵庫へ行きます。

Mood を最大化



お腹が膨れたので、ちょっと退屈だから、女の子と話します。

復習終わり

The Sims のAIの概要

三宅陽一郎、「Spore におけるゲームAI技術とプロシージャル」

(DiGRA Japan 第14回 月例研究会)

<http://www.igda.jp/modules/mydownloads/visit.php?cid=2&lid=77>

The Sims 3 の4つの改善点

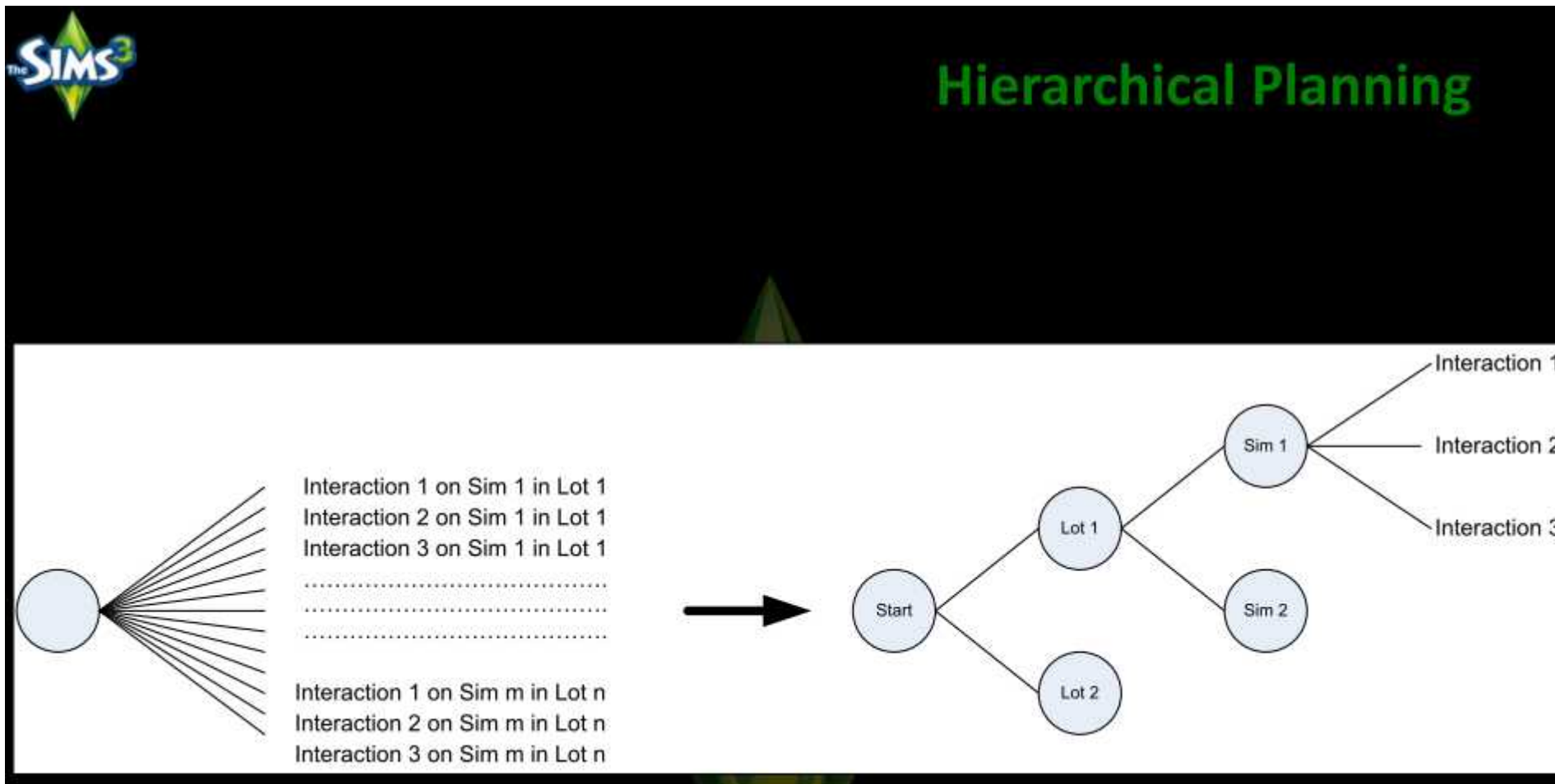
- (1) 階層型プランニング
- (2) オブジェクトとのインタラクション効率化
- (3) 自動欲求充足
- (4) ストーリー駆動制御

The Sims 3 の4つの改善点

- (1) 階層型プランニング
- (2) オブジェクトとのインタラクション効率化
- (3) 自動欲求充足
- (4) ストーリー駆動制御

各AIのアルゴリズム

階層型プランニング



問題点: プログラムの分岐が多すぎる

❖ Bad idea:

あらゆる相互作用を考慮

```
for each lot l
  for each agent x in l
    for each social interaction a on x
      consider performing a on x
```

❖ Better idea:

注目するエージェントの行動範囲だけを考慮

```
Choose which lot to go to: l
Then choose which agent to talk to in l : x
Then choose which social interaction to perform
```

❖ $O(L * M * N)$ vs $O(L + M + N)$

❖ L is the number of lots, M is the number of agents, and N is the number of interactions on each agent

❖ L = 90, M = 80, N = 300

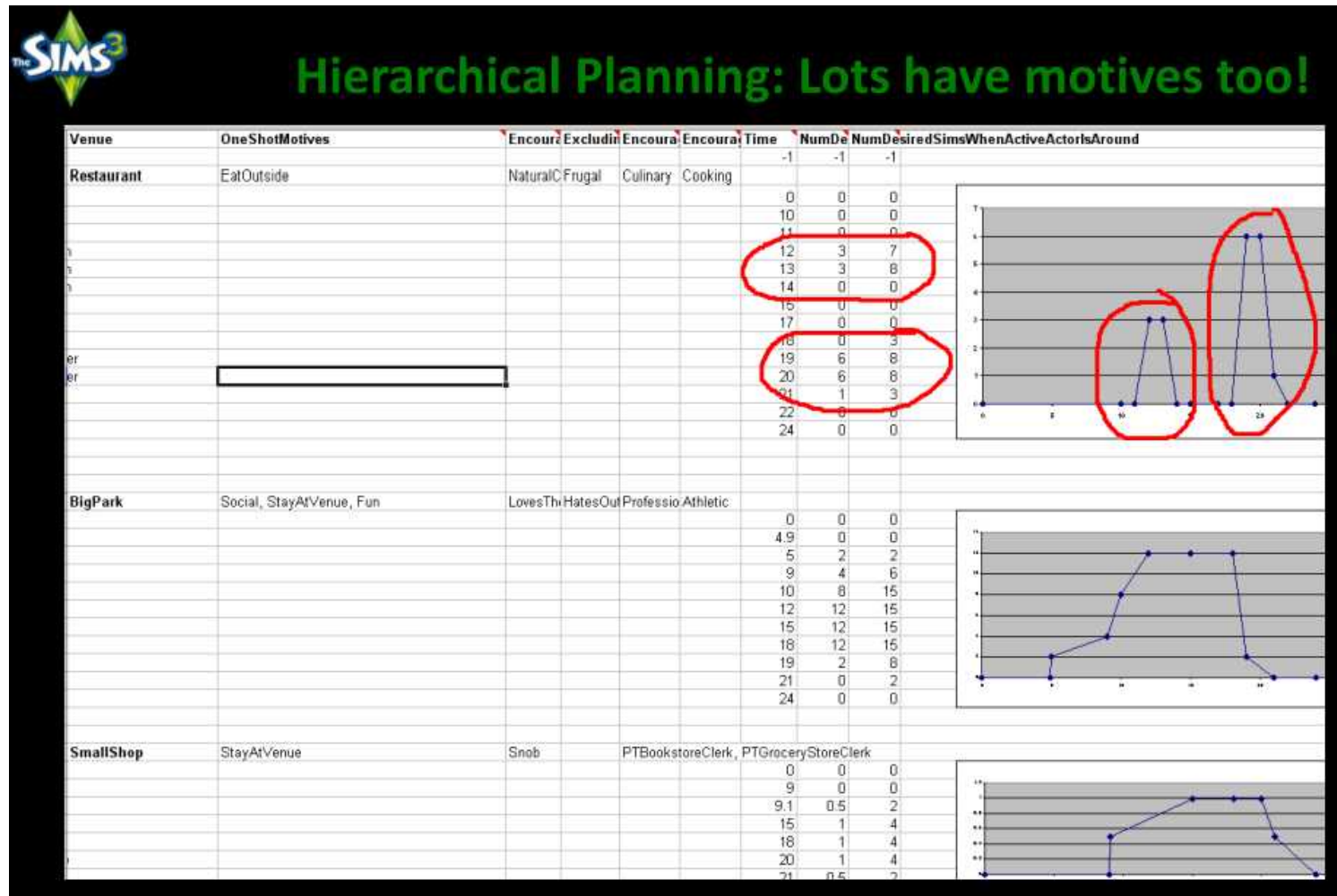


計算量の軽減

The Sims 3 の4つの改善点

- (1) 階層型プランニング
- (2) オブジェクトとのインタラクション効率化
- (3) 自動欲求充足
- (4) ストーリー駆動制御

問題点: 各 AI の感情パラメーター多すぎる



動機パラメーターの シミュレーションの効率化

❖ Sims 1 & 2:

あらゆる同期パラメーターを考慮

```
for each interaction a on each object x
    check if a is currently available on x
    if so, work out how much I want to do a
```


❖ This is very inefficient when most desires are satisfied most of the time.

❖ Suppose I have just eaten a large meal, and am completely full up. The Sim will still consider every possible food interaction, even though he has no need to eat!

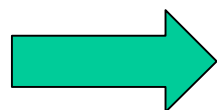
物と動機パラメーターのマッピング

❖ In Sims 3, we store a map from things we might want (“commodities”) to interactions which satisfy that commodity.

物と欲求の相互作用マップ

 **動機
パラメーター** **インタラク
ション** **Commodity-Interaction Maps**

Commodity	Interactions
Bladder	Use(ToiletStall) Use(ToiletStall) Use(ToiletStall) Use(ToiletStall)
Hunger	Have Refreshing Drink(BarModern) Have Refreshing Drink(BarModern) (FridgeDrawer) (FridgeDrawer)
Energy	Nap(ChairLivingDesigner) Nap(ChairLivingDesigner) Drink Delicious Half-Caf Chocolate Lite Frothiccino with Caramel Spr
Hygiene	Take Shower(ShowerLoft) Take Bath(BathtubModern) Take Delightful Bubble Bath(BathtubModern) Take Shower(Shower
Fun	Pump Iron(WorkoutBench) Dance(StereoExpensive) Turn On(StereoExpensive) Strength Training(StereoExpensive) Take
Dirtiness	Clean(C4) Clean(C6) Clean(ShowerLoft) Clean(BathtubModern) Clean(ToiletStall) Clean(ToiletStall) Take Out Trash(Trash
Social	Train (WorkoutBench) (WorkoutBench) Train (StereoExpensive) (StereoExpensive) Train Buster(TVWall) (TVWall) Train (
ComeAndSee	Check Out New Object(Pool)
DaredevilOnDare	Take Shower(ShowerLoft) Take Shower(ShowerLoft) Take Shower(ShowerLoft) Take Shower(ShowerLoft)
ExtinguishSelf	Put Out Self(ShowerLoft) Put Out Self(ShowerLoft) Put Out Self(ShowerLoft) Put Out Self(ShowerLoft) Gameplay/Abstract
SwimmingInPoolMotive	Gameplay/Abstracts/ScriptObject/GetInPool:InteractionName (Pool) Swim(Pool)
PrepareForParty	Clean(C4) Clean(C6) Clean(ShowerLoft) Turn On(StereoExpensive) Clean(BathtubModern) Clean(ToiletStall) Clean(Toilet
BeHostAtParty	Make Refreshing Drinks(BarModern) Make Refreshing Drinks(BarModern) (FridgeDrawer) Serve Delightful Hot Beverage
ChildEnjoyParty	Play Video Game(TVWall)
TeenEnjoyParty	Dance(StereoExpensive) Turn On(StereoExpensive)
AdultEnjoyParty	Dance(StereoExpensive) Turn On(StereoExpensive)
PrepareForFuneral	Clean(C4) Clean(C6) Clean(ToiletStall) Clean(ToiletStall) Clean(ToiletStall) Clean(ToiletStall) Clean(C457) Clean(C458)
BeGuestAtFuneral	Sit(ChairDiningModerate) Sit(ChairDiningModerate) Sit(ChairDiningModerate) Sit(ChairLivingDesigner) Sit(ChairLivingDesi
StayAtVenue	Sit(ChairDiningModerate) Sit(ChairDiningModerate) Sit(ChairDiningModerate) Sit(BathtubModern) Sit(ChairLivingDesigner)
BeInGym	Pump Iron(WorkoutBench) Gameplay/Abstracts/ScriptObject/GetInPool:InteractionName (Pool) Work Out(Treadmi
BeInArtGallery	View(UberBoxPedestal) View(SculptureVaseContemporary) View(SculptureVaseContemporary) View(SculpturePlantPhil
BeAtSwimmingPool	Gameplay/Abstracts/ScriptObject/GetInPool:InteractionName (Pool) Swim(Pool) Relax(ChairLoungeModern) Rela
BeSuspicious	Look In Window(WindowFullContemporary2x1) Look In Window(WindowFullContemporary2x1) Look In Window(WindowFu
BeMaid	Clean(C4) Clean(C6) Clean(ShowerLoft) Clean(BathtubModern) Clean(ToiletStall) Clean(ToiletStall) Take Out Trash(Trash
BeRepairman	Repair Shower(ShowerLoft) Repair(StereoExpensive) Repair(BathtubModern) Unclog(ToiletStall) Unclog(ToiletStall) Und
KeepSwimming	Swim(Pool)
RelieveNausea	Vomit(ToiletStall) Vomit(ToiletStall) Vomit(ToiletStall) Vomit(ToiletStall)

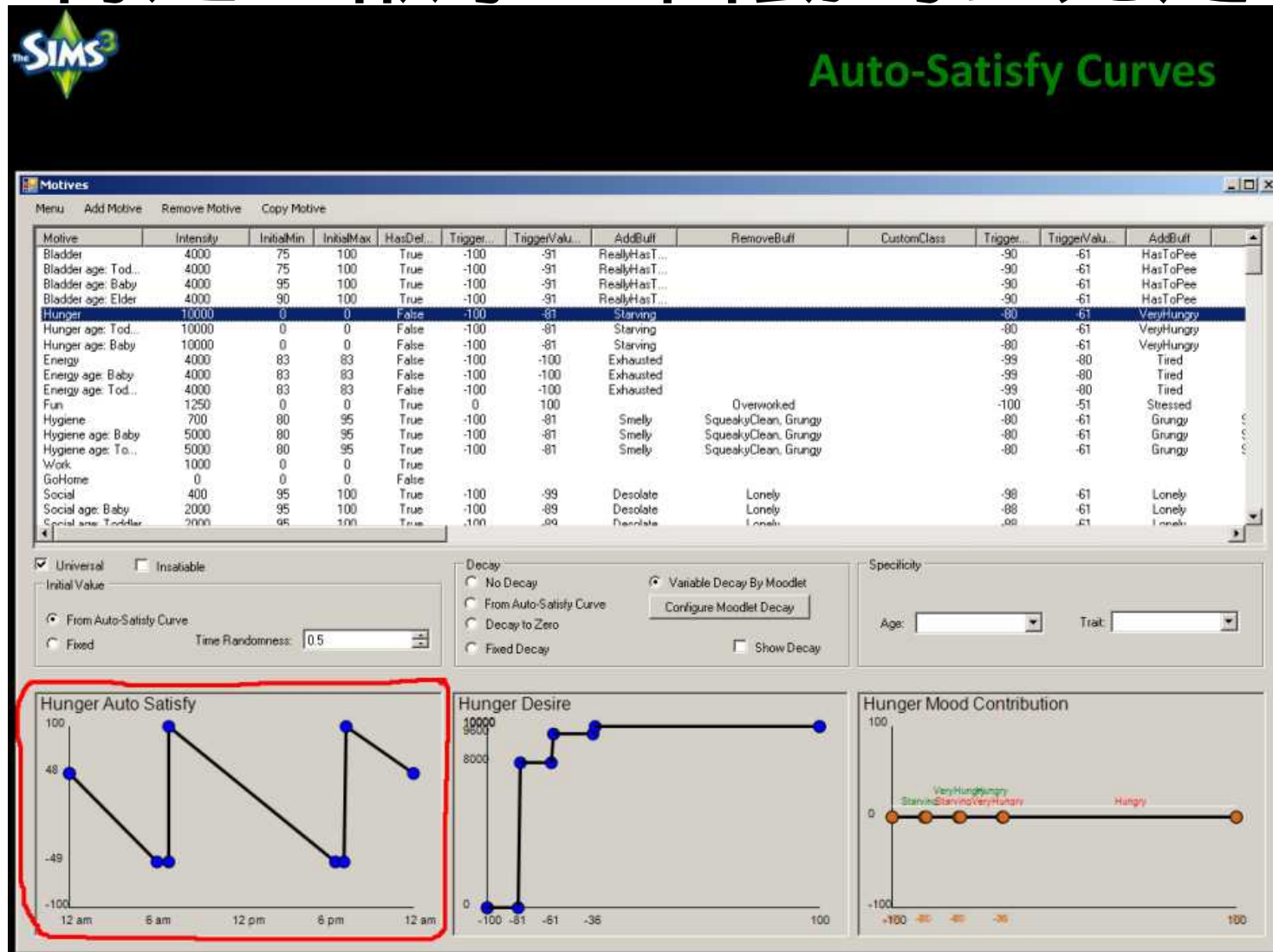


マップから満たしたい動機パラメーターに関連した
インタクションだけをピックアップできる

The Sims 3 の4つの改善点

- (1) 階層型プランニング
- (2) オブジェクトとのインタラクション効率化
- (3) 自動欲求充足
- (4) ストーリー駆動制御

特定の欲求は自動的に充足



特定の動機パラメーターからの影響を軽減

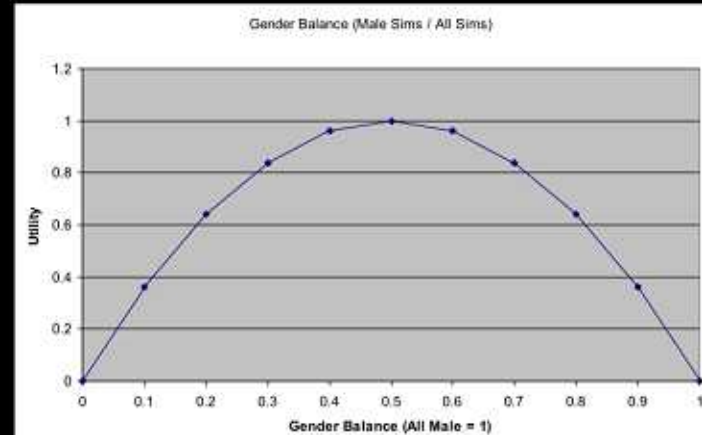
The Sims 3 の4つの改善点

- (1) 階層型プランニング
- (2) オブジェクトとのインタラクション効率化
- (3) 自動欲求充足
- (4) ストーリー駆動制御

メタAIが街全体をコントロールする

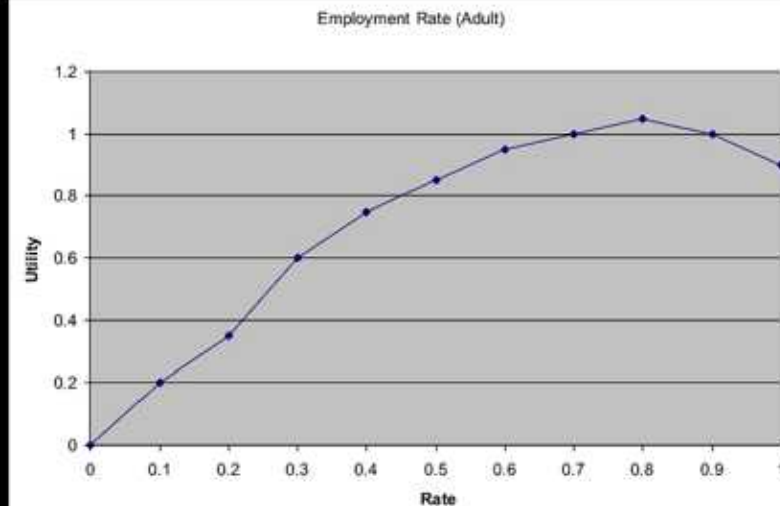
男女のバランスを調整

- ❖ Create Household
- ❖ Create and Move In
- ❖ Emigrate Household
- ❖ Have Baby
- ❖ Add Sim
- ❖ Kill Sim



雇用率を調整

- ❖ Get Job
- ❖ Quit Job
- ❖ Get Fired



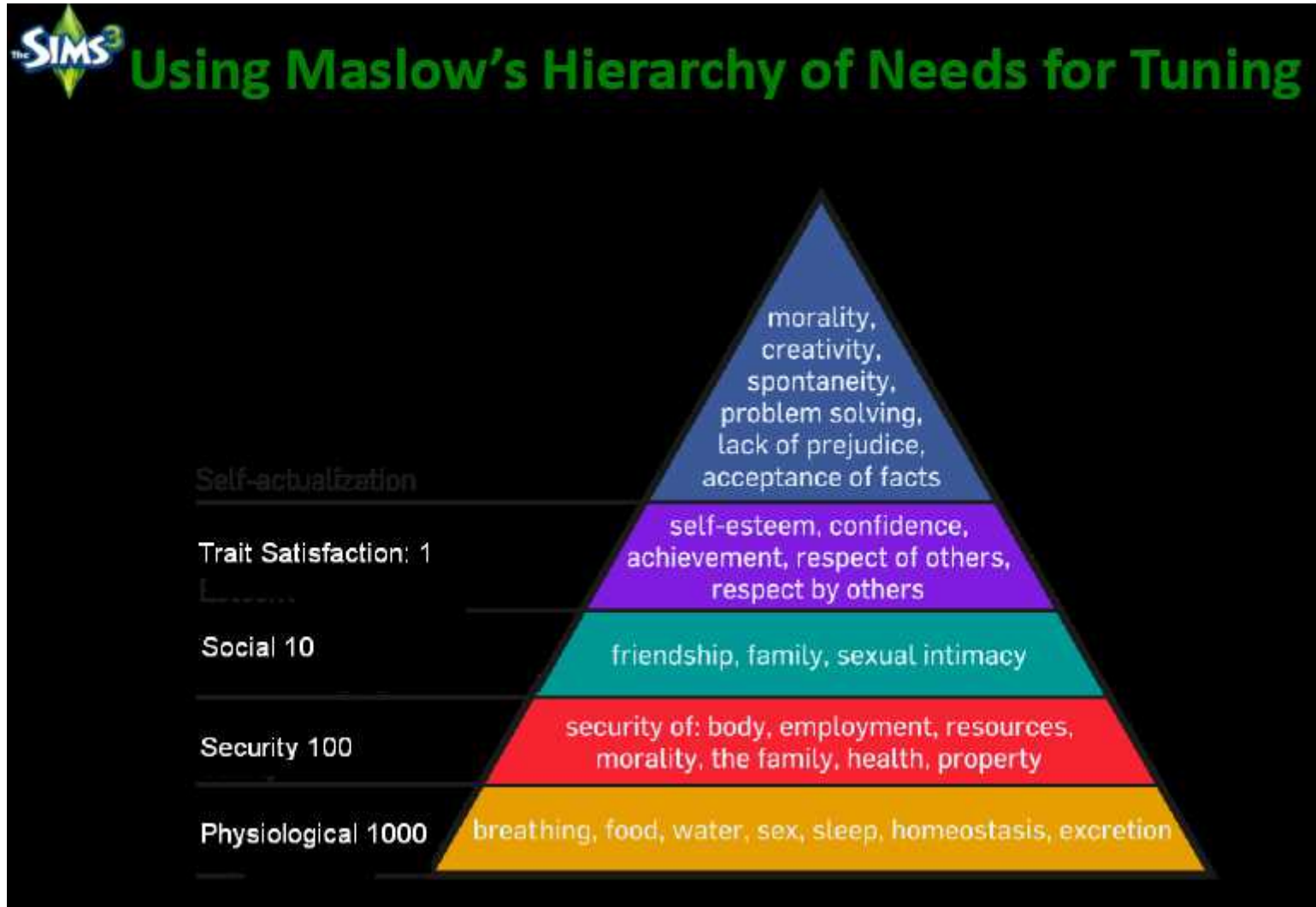
The Sims 3 の2大目標

(1) 自動物語生成

(2) Simたちをもっと個性的にする

Maslow の欲求階層

人間の持つ欲求は段階的に階層がある

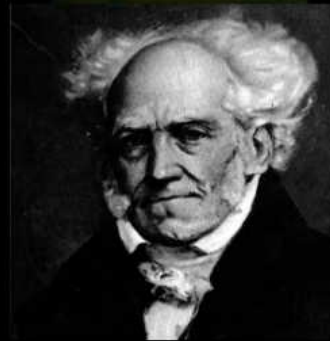


個性化の2つの方針

- (1) 内面の構造を多様にする
- (2) 人との(社会的)インタラクションを変化させる

人間の個性の表現は、**内面を深く描くこと**、そして、**状況的な行為によって**表現されるのだ(ショーペンハウエル)。

❖ “The revelation of the Idea of man is accomplished chiefly by two means: by accurate drawings of *significant characters*, and by the invention of *poignant situations in which they reveal themselves*”
(Schopenhauer, *The World as Will and Representation*, Book III)

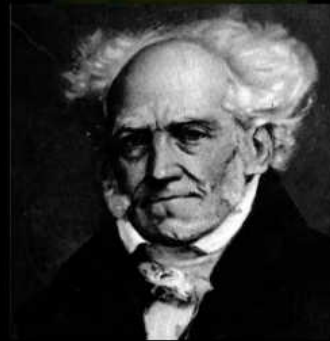


個性化の2つの方針

- (1) 内面の構造を多様にする
- (2) 人との(社会的)インタラクションを変化させる

人間の個性の表現は、**内面を深く描くこと**、そして、**状況的な行為によって**表現されるのだ(ショーペンハウエル)。

❖ “The revelation of the Idea of man is accomplished chiefly by two means: by accurate drawings of *significant characters*, and by the invention of *poignant situations in which they reveal themselves*” (Schopenhauer, *The World as Will and Representation*, Book III)



個性化の方法

- (1) 各Simは80ある特性のうち5つをピックアップする
- (2) 特性は、**各アクションの仕方**を変化させる
(例) 歩き方、喋り方、待ち方、見回し方など。
- (3) ゲームデザイナーがチューニングできるように、データドリブンの仕組みを作る。

- ❖ Producers added hundreds of social interactions
- ❖ Producers added thousands of production rules
- ❖ They were adding content in a safe environment: they couldn't crash the system or cause an infinite loop

問題点: 時間帯によっては適しない
(個性化のための) 動機パラメーターがある

- ❖ In Sims 1 & 2, every Sim had the same 8 motives
- ❖ In Sims 3, each Sim has a different set of motives, based on his traits
- ❖ But the set of motives doesn't just vary between individuals, it also varies within the *same individual* over time
- ❖ We add and remove motives through time, to model a Sim's understanding of social norms



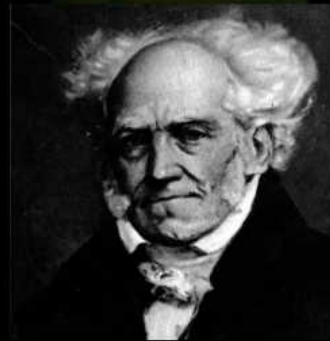
ある時間帯は特定の動機パラメーターを削除

個性化の2つの方針

- (1) 内面の構造を多様にする
- (2) 人との(社会的)インタラクションを変化させる

人間の個性の表現は、**内面を深く描くこと**、そして、**状況的な行為によって**表現されるのだ(ショーペンハウエル)。

❖ “The revelation of the Idea of man is accomplished chiefly by two means: by accurate drawings of *significant characters*, and by the invention of *poignant situations in which they reveal themselves*”
(Schopenhauer, *The World as Will and Representation*, Book III)



データドリブンなプロダクション・ルール



How Traits Affect Socializing

- ❖ Traits also affect how they **respond** to social interactions initiated by others
- ❖ How a Sim responds to a social depends on a series of production-rules:

プロダクションルール

```
TryingToBe.Funny -> Neutral  
TryingToBe.Funny && Repetition -> Boring  
TryingToBe.Funny && LTR < -20 -> Insulting  
TryingToBe.Funny && Target.GoodSenseOfHumor -> Funny
```

データドリブンなプロダクション・ルール

- ❖ Production-rules are ranked by specificity
- ❖ The most specific rule fires
- ❖ Often, the traits of the actor or the target determine the outcome
- ❖ When a rule fires, the other Sim learns the trait
- ❖ Thus, trait learning is contextual

プロダクションルール

```
TryingToBe.Funny -> Neutral  
TryingToBe.Funny && Repetition -> Boring  
TryingToBe.Funny && LTR < -20 -> Insulting  
TryingToBe.Funny && Target.GoodSenseOfHumor -> Funny
```

プロダクションルールは種類によってランク付けされていて、最もランクの高いルールが発火する。
ルールが発火すると他のSimは、その特性を理解する。

講演コンテンツ

I. Killzone 2 のAI (15分)

II. The Sims 3 のAI(10分)

III. まとめ(5分)

IV. 参考情報(付録)

まとめ

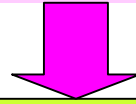
FPS(戦闘) 日常系のAIの比較

	FPS	日常系
内面	シンプル	複雑
思考	複雑	シンプル
スコープ時間	短期～長期	短期～長期
重要なもの	敵味方の生死	自分の幸福度
インタラクション	暴力、治癒	多様
学術との関係	アルゴリズム	哲学、認知科学、 心理学など

キャラクターAIの技術はこの両極にある

知能を構築するコツ：認識の階層化

知性の階層化はなぜ大切か？



人間(知性)は認識において、様々なスケールを持っている。

空間階層化

蟻の巣の中から日常、
日常から自然界、宇宙まで

時間階層化

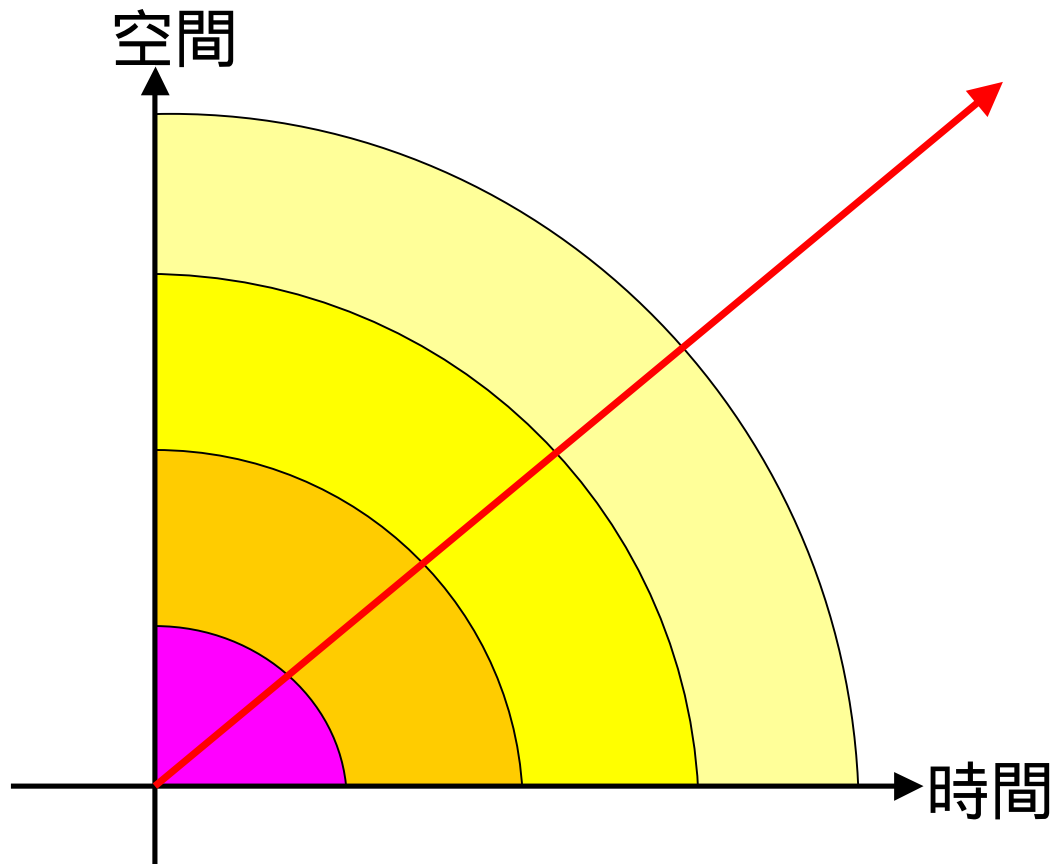
目の前の一瞬、明日、
来年、死後...

時空間認識のスケーリング

思考の柔軟さ = 思考の賢さ

= さまざまな時空間スケールにあった思考ができること

階層的にAIを構築せよ！



階層型AIの例

- Killzone 2 ... 空間、時間の思考の階層化
- The Sims 3 ... 行動思考の階層化
- ChromeHounds... ゴール階層化
- WCCF... AIシステム全体の階層化
- 他多数

[参考] DiGRA JAPAN 2009年5月の公開講座

「WCCF AIエンジニアリング: サッカーゲームAIの設計と実装」

<http://www.digrajapan.org/modules/mydownloads/images/study/20090529.pdf>

00年代から10年代へ

なんとか、キャラクターAI
のフレームが荒削りに完成

- エージェントアーキテクチャ
- パスプランニング
- パスデータ階層化
- 階層型思考
- アニメーションと意思決定
- プランニング

各分野を強化して統合する。
飛躍的なAIの向上

- エージェントアーキテクチャ
- パスプランニング
ノウハウの蓄積
- パスデータ階層化
データマイニング
- 階層型思考
- アニメーションと意思決定
プランニング

プランナーの探求

(人工知能で30年以上の研究の蓄積)

Individual AI : HTN Planner



HTN Planning: Complexity and Expressivity.
K. Erol, J. Hendler and D. Nau.
In Proc. AAAI-94.

コスト高

講演コンテンツ

I. Killzone 2 のAI (15分)

II. The Sims 3 のAI(10分)

III. まとめ(5分)

IV. 参考情報(付録)

日本でもゲームAIを盛り上げて行こう！

(1) IGDA日本 ゲームAIメイリングリスト

ゲームAIの情報がたくさん！

参加されたい方は、三宅まで、

企業名と名前、登録メールアドレスを送ってください。

(2) IGDA日本 SIG-AI (ゲームAI専門部会)

上記のMLと同義です。

(3) ゲームAIコミュニティ in mixi

SIG-AI の mixi のコミュニティ・サイトです。

ML や SIG-AI に関係なく自由に参加してください。

IGDA (本体) SIG-AI

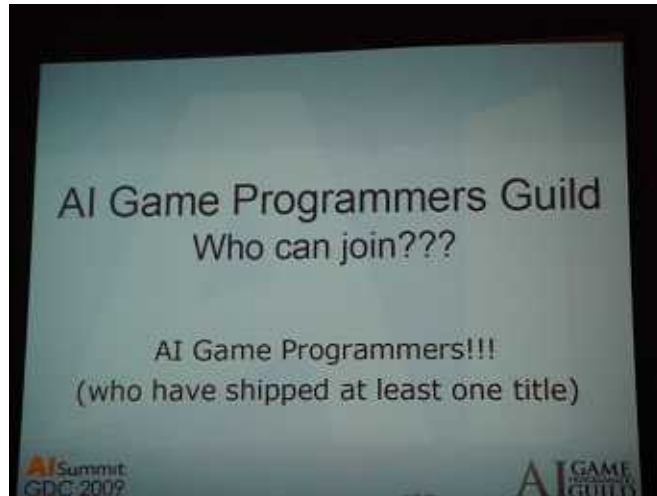
13年に渡るゲームAIのコミュニティ

- SIG-AI Meeting
- AI Progammmers Dinner (毎年、GDC最終日の夕方)
AI Round Table で申し込む

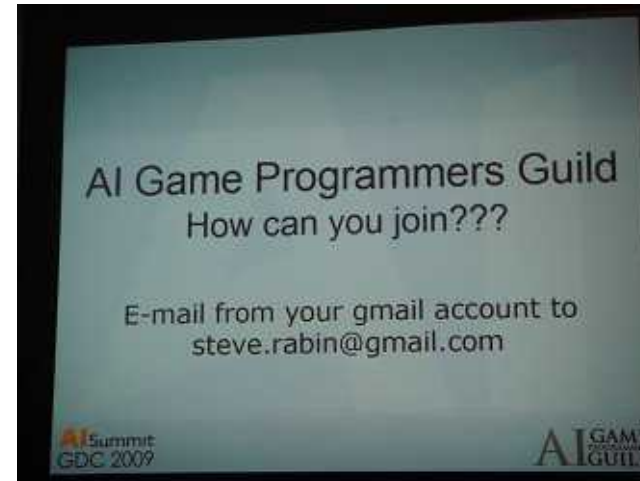


AI Game Programmers Guild

ゲームAIの世界を大いに盛り上げるための団体



少なくとも1タイトルリリース
したことがある。



レビンさんまでグーグルでメール
三宅で101番目のメンバー。



ご相談は三宅まで。

AIWisdom.com

AIWISDOM.COM

GAME AI ARTICLES & RESEARCH

[Home](#) [General Programming](#) [Artificial Intelligence](#) [Math](#) [Physics](#) [Graphics](#) [Networking](#) [Audio Programming](#)
[Audio/Visual Design](#) [Game Design](#) [Production](#) [Business of Games](#) [Game Studies](#) [Conferences](#) [Schools](#) [Contact](#)

Artificial Intelligence

- [State of the Industry](#)
- [Architecture](#)
- [State Machines](#)
- [Learning](#)
- [Scripting](#)
- [A* pathfinding](#)
- [Pathfinding / Movement](#)
- [Group Movement](#)
- [Group Cooperation](#)
- [Strategy / Tactical](#)
- [Animation Control](#)
- [Camera Control](#)
- [Randomness](#)
- [Player Prediction](#)
- [Fuzzy Logic](#)
- [Neural Nets](#)
- [Genetic Algorithms](#)
- [Natural Language](#)
- [Tips and Advice](#)
- [Tools and Libraries](#)
- [Genre: RTS / Strategy](#)
- [Genre: RPG / Adventure](#)
- [Genre: FPS / Action](#)
- [Genre: Racing](#)

338 Game AI Articles and Counting...

We help you find expert articles on commercial game AI development. Since many of these articles are published in books, this is the only site that helps you find them.



Thanks,
Steve Rabin
Principal Software Engineer, Nintendo of America Inc.
Instructor, DigiPen Institute of Technology and University of Washington Extension

NEWS

Join the AI Game Programmers Guild!

If you are a professional game AI developer with at least one published commercial title, then you can become a member of the AI Game Programmers Guild (it's free). The guild has over 80 members and is a great place to discuss game AI with the best in the business. We just organized the 2-day AI Summit at GDC 2008 and we're planning more events and activities. Just e-mail Steve Rabin with your credentials to join. Click on this ["Contact link"](#) to get the e-mail address.

NEWS

Call For Proposals: AI Game Programming Wisdom 5 (deadline May 17th, 2009)

Once again Cengage and series editor Steve Rabin are looking for game developers to share their wisdom in the next brand new volume of the groundbreaking *AI Game Programming Wisdom* series. Anything that an AI game

Featured Book



40% off discount

Recommendations

"Latest from a must have series"
[Game Programming Gems 7](#)

"Cutting-edge graphics techniques"
[GPU Gems 3](#)

"Newest AI techniques from commercial games"
[AI Game Programming Wisdom 4](#)

<http://www.aiwisdom.com/>

参考情報

AI Summitレポート (GameWatch)

AIのサミットは初の開催。活発な知識共有が行なわれる

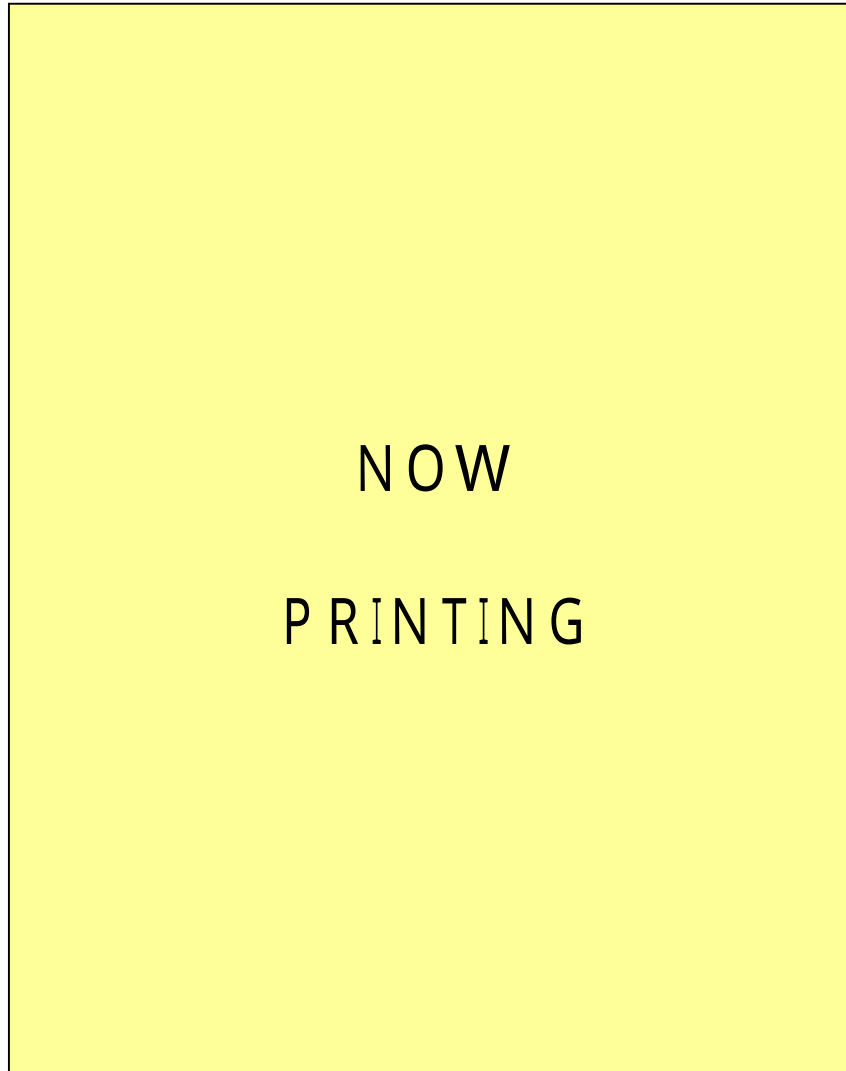
http://game.watch.impress.co.jp/docs/news/20090325_79918.html

「ゲームAI」とは何か？

AIプログラマーのギルドがセミナーを開催 (4gamers)

<http://www.4gamer.net/games/027/G002744/20090324048/>

書籍紹介「デジタルゲームの教科書」



2010年4月発売

(出版)
ソフトバンク・クリエイティブ

AI/Procedural/BoardGame

$60/30/30 = 120$

デジタルコンテンツ制作の 先端技術応用に関する調査研究報告書

2007年度 (300ページ)

http://www.dcaj.org/report/2007/data/dc08_07.pdf

2008年度 (400ページ)

http://www.dcaj.org/report/2008/data/dc_08_03.pdf

2009年度 (300ページ)

(ほぼ完成。近日アップデート)

「ゲーム開発技術ロードマップ」(2008～2009年の報告書に掲載)

全技術分野のエキスパートの原稿

過去30年分の歴史的経緯(～15ページ程度)

年表

これからの展望

ゲーム開発技術ロードマップ

方針： ゲーム開発技術の歴史を編纂する

これまで殆ど編纂されることがなかった

ゲーム開発技術の歴史を編纂し、

現在までの日本のゲーム開発技術の系譜を明らかにし、

これからの展望へ繋げて行く

期間： 2008年4月～2010年3月

実施方法：

各分野のエキスパートに歴史的見地から執筆依頼

インタビュー

目標： **ゲーム産業の技術をゲーム産業自身が明らかにする**

技術戦略の足場を固める。

ゲーム産業の技術の歴史を明らかにする。

ゲーム産業の技術者の技術的位置と立場を明らかにする。

ゲーム産業の新人にこれまでの歴史を解説する。

複数の視点から歴史を検証する

執筆者の皆さん(21分野21人)

ゲームデザイン 井上明人(国際大学GLOCOM研究員)

3D CG製作 川島 基展(東京工科大学 片柳研究所クリエイティブ・ラボ)

サウンド製作 細江 慎治(株式会社スーパースイープ)

アニメーション製作 金久保 哲也(株式会社バンダイナムコゲームス)

プログラミングAI 三宅 陽一郎(株式会社フロム・ソフトウェア)

プログラミング グラフィックス描画 宮澤 篤 大久保 明(株式会社バンダイナムコゲームス)

プログラミング 物理・衝突判定 長谷川 晶一(電気通信大学)

タスクシステム技術 田村 祐樹 (株式会社ネバーランドカンパニー) 大野 功二(オープランニング)
黒須一雄(株式会社モバイル&ゲームスタジオ)

プログラミング スクリプト 小久保 啓三(専門学校HAL東京)

ネットワーク通信 佐藤カフジ(フリーライター)

開発方法論 長久 勝 (ハイパーコンテンツ(株)/早稲田大学メディアネットワークセンター)

2D グラフィックス 近藤敏信氏(有限会社スタジオ)

3D グラフィックス シェーダー 今給黎隆 (株式会社バンダイナムコゲームス)

ゲーム物理シミュレーション 今給黎隆 (株式会社バンダイナムコゲームス)

ミドルウェア 佐藤カフジ (フリーライター)

シナリオ すずきこういち (シナリオライター)

ユーザーインターフェイス(ハードウェア) 大神佳人氏(株式会社HORI)

ユーザーインターフェイス(ソフトウェア) サイトウアキヒロ氏(立命館大学)

開発工程管理 田村 祐樹 (株式会社ネバーランドカンパニー)

ローカライズ 長谷川亮一 (セガ)

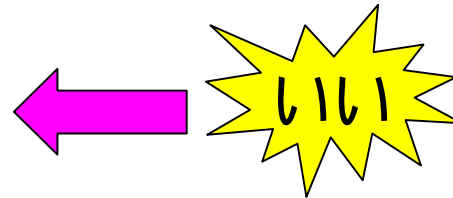
アセンブラ 山口 誠 (株式会社グッド・フィール)

AIに対するセンスを磨こう！

Twitter で Bot と話す

- お薦めボット

_Boogiepop



コードギアスのbotたち(Nunnally_bot など)

映画紹介

「イヴの時間」

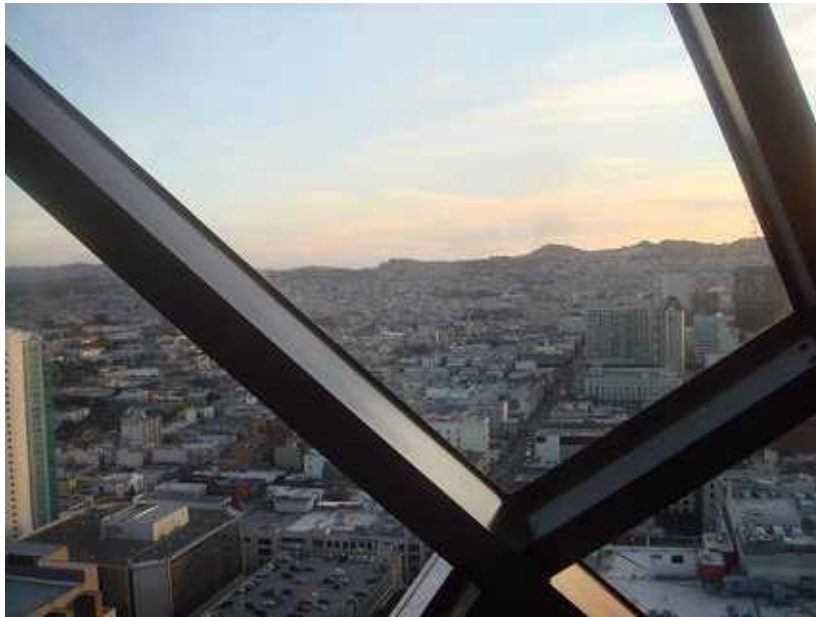
スタジオ六花

アンドロイドが社会で
一般的になった近未来の話

*高度な頭脳を持ったアンドロイドは
労働以外の時間に何を思うだろうか？*

<http://www.studio-rikka.com/eve/>

Twitter: timeofeve



ご清聴ありがとうございました。



これ以外に、意見や質問があれば、メールかアンケートへ
y.m.4160@gmail.com

Blog 「y_miyakeのゲームAI千夜一夜」
<http://blogai.igda.jp/>