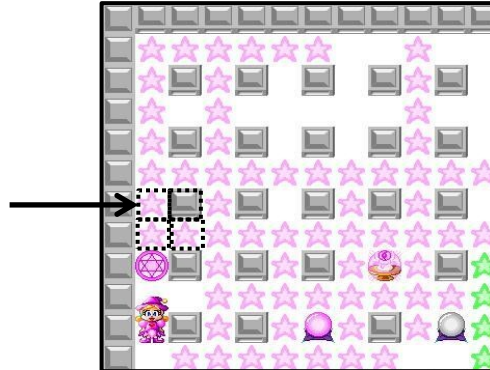


ゲーム AI プログラミングコンテストパターンランゲージ

P1. 離散的な盤面

離散的なマス
から構成される



Context

広く参加者を募るコンテスト用のゲームを開発する．また，コンテストは教育目的を踏まえたゲームを題材とする．

Problem

複雑すぎるゲームを題材とすると，教育題材としての価値が低減する．

Forces

- 教育題材としてゲームを開発したい．
- ゲームの面白みを維持しながら複雑さを調整することは困難である．

Solution

離散的な盤面を用いたゲームを考案する．

Consequences

AI が取り扱う情報が単純になり，AI プログラム開発の敷居が下がる．また，平易な経路探索アルゴリズムの実装を誘導するなど，参加者のプログラミング能力向上に寄与する．

Our Uses

我々が運営したコンテストで題材としたゲームは，全て離散的な盤面を採用している．

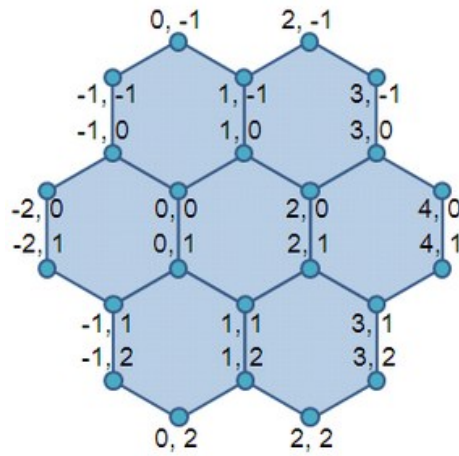
Known Uses

既存の多くの AI コンテストでは「P1. 離散的な盤面」が採用されている．特に，「P16. 3 プレイヤー以上」のゲームを考案する際，ゲームの複雑さを調整するために「P1. 離散的な盤面」が採用されやすい．

Related Patterns

- 「P2. グラフマップ」：Context を共有する具体的なパターン．
- 「P3. 格子マップ」：Context を共有する具体的なパターン．
- 「P4. 離散的な時間」：ゲームの面白みを維持しながら複雑さを調整する目的が共通．

P2. グラフマップ



Context

「P1. 離散的な盤面」と同様のコンテキストを有する.

Problem

複雑すぎるゲームを題材とすると, 教育題材としての価値が低減するが, ゲームの面白みを維持した「P1. 離散的な盤面」を考案するのにコストがかかる.

Forces

- 教育題材としてゲームを開発したい.
- ゲームの面白みを維持しながら複雑さを調整することは困難である.
- 有利数空間を題材とする.

Solution

ノードとエッジの集合からなる数学的グラフの盤面を用いて「P1. 離散的な盤面」を実装する.

Consequences

AI が取り扱う情報を, ノードとエッジに落とし込むことで, AI プログラム開発の敷居が下がる.

Our Uses

ASTEROBOTS (JavaChallenge 2012) では, 「P3. 格子マップ」の思想を取り入れ, 六角形を敷き詰めた盤面を実装し, その辺と頂点を用いる「P2. グラフマップ」を構成し, AI プログラム開発の敷居を下げている.

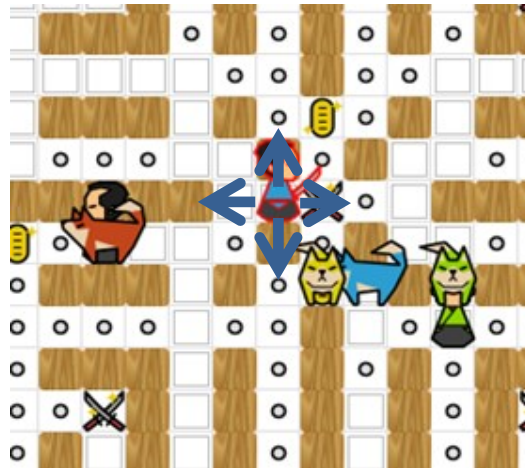
Known Uses

PlanetWars (Google AI Challenge Fall 2010) では, 「P2. グラフマップ」を「P18. 対称なマップ」として実装し, AI プログラム開発の敷居を下げている.

Related Patterns

- 「P1. 離散的な盤面」: Context を共有する抽象的なパターン.

P3. 格子マップ



Context

「P1. 離散的な盤面」と同様のコンテキストを有する.

Problem

複雑すぎるゲームを題材とすると, 教育題材としての価値が低減するが, ゲームの面白みを維持した「P1. 離散的な盤面」を考案するのが困難.

Forces

- 教育題材としてゲームを開発したい.
- ゲームの面白みを維持しながら複雑さを調整することは困難である.
- 単純な整数空間を題材とする.

Solution

格子状の盤面を用いて「P1. 離散的な盤面」を実現する.

Consequences

AI が扱う情報を, 単純な n 次元座標に落とし込むことで, AI プログラム開発の敷居が下がる.

Our Uses

Samurai coding 2011 では, 「P3. 格子マップ」を採用したことで, 上下左右への移動という 4 種類の命令のみで成り立つ非常に素朴な命令体系をとり, AI プログラム開発の敷居を下げることに成功した.

Known Uses

Ants (Google AI Challenge Fall 2011) では, 「P3. 格子マップ」を採用することで, 上下左右への移動という 4 種類の命令のみで成り立つ非常に素朴な命令体系により, AI プログラムを作成することができる.

Related Patterns

- 「P1. 離散的な盤面」: Context を共有する抽象的なパターン.

P4. 離散的な時間



Context

題材となるゲームの開発期間に制約がある。また，AI コンテストの参加者は学生から社会人まで幅広い層をターゲットとする。

Problem

リアルタイムなゲームでは，プレイヤーが任意のタイミングで選択した手の結果を反映するため，ゲームと AI プログラムの両方が複雑になりやすい。そのため，ゲームの開発コストが増大し品質低下に繋がる上，AI プログラムの開発コストが大きくなり，参加者の敷居が上がる。

Forces

- 低コストで高品質なゲームを開発したい。
- 参加者が AI プログラムの開発に割り当てられるコストは不明。

Solution

ターン制を採用してプレイヤーが選択した手の結果を反映させるタイミングに制約を加える。また，ターンという単位時間のもとに「P5. 擬似リアルタイム」を実現する。

Consequences

ターン制を採用することで，題材ゲーム自体と AI プログラム双方の複雑さが低減される。

Our Uses

我々が運営したコンテストで題材としたゲームは全て，「P4. 離散的な時間」を採用して題材ゲームと AI プログラムの複雑さを低減した。

Known Uses

既存のほとんどの AI コンテストにおいて，「P4. 離散的な時間」を採用したゲームが題材とされている。

Related Patterns

- 「P1. 離散的な盤面」：ゲームの面白みを維持しながら複雑さを調整する目的が共通。
- 「P5. 擬似リアルタイム」：Context を共有した具体的なパターン。
- 「P8. 動き続ける」：ターン制を前提としている点で関連がある。
- 「P20. 計算リソースの制限」：ターンが計算時間制限の基準になる。

P5. 擬似リアルタイム

Context

「P4. 離散的な時間」と同様のコンテキストを有する．さらに，観客はゲームのルールを熟知しているとは限らない．

Problem

「P4. 離散的な時間」を用いれば，題材ゲームと AI プログラム双方の複雑さを低減する．一方で，カードゲームや一般的なボードゲームのようなターン制のゲームでは，ルールが分からないと観客が楽しめない場合が多い．

Forces

- 低コストで高品質なゲームを開発したい．
- 参加者が AI プログラムの開発に割り当てられるコストは不明．
- ゲームのルールを熟知していない観客が存在しうる．

Solution

「P4. 離散的な時間」を適用し，さらに，ターンという単位時間のもとに擬似的にリアルタイムな描写を実現する．

Consequences

擬似的にリアルタイムな描写を実現することで，観客が楽しみやすいグラフィカルなゲームとなる．なお，1 ターンの単位時間を長くし過ぎると観客からリアルタイムに見えなくなるため，1 ターンの単位時間を短くするための工夫が必要である．

Our Uses

我々が運営したコンテストで題材としたゲームは全て，ターン制による「P5. 擬似リアルタイム」を採用して，ゲームと AI プログラムの複雑さを低減しつつ，試合の様子をグラフィカルに表現して，観客を楽しめることに成功した．

Known Uses

既存のほとんどの AI コンテストにおいて，「P5. 擬似リアルタイム」を採用したゲームが題材とされている．

Related Patterns

- 「P4. 離散的な時間」: Context を共有した抽象的なパターン．
- 「P6. 順番に動作」: Context を共有した具体的なパターン．
- 「P7. 同時に動作」: Context を共有した具体的なパターン．

P6. 順番に動作

Context

「P5. 擬似リアルタイム」と同様のコンテキストを有する.

Problem

「P5. 擬似リアルタイム」を用いれば，題材ゲームと AI プログラム双方の複雑を低減しながら，視覚的な楽しみを損なわない．一方で，複数の AI プログラムが参加するゲームの場合，AI プログラムがゲームに干渉するタイミングの策定が困難である．

Forces

- 低コストで高品質なゲームを開発したい．
- 参加者が AI プログラムの開発に割り当てられるコストは不明．
- AI プログラムの開発コストを低減したい．

Solution

「P5. 擬似リアルタイム」を適用し，さらに，各 AI プログラムがターンという単位時間のもとに，「P6. 順番に動作」するようなゲームを設計する．

Consequences

ゲーム開発コストの低減，品質向上が見込まれる．また，題材ゲーム上で AI 同士の競合が発生しづらくなる．一方で，行動順という制約が加わり，ゲームの公平性が低減する可能性がある．

Our Uses

我々が運営したコンテストで題材としたゲームは全て，「P6. 順番に動作」するターン制により，「P5. 擬似リアルタイム」を実現している．

Known Uses

囲碁や将棋などの一般的なボードゲームは，各プレイヤーが「P6. 順番に動作」することでゲームを進行する．

Related Patterns

- 「P5. 擬似リアルタイム」: Context を共有した抽象的なパターン．

P7. 同時に動作

Context

「P5. 擬似リアルタイム」と同様のコンテキストを有する.

Problem

「P5. 擬似リアルタイム」を用いれば，題材ゲームと AI プログラム双方の複雑を低減しながら，視覚的な楽しみを損なわない．一方で，複数の AI プログラムが参加するゲームの場合，AI プログラムがゲームに干渉するタイミングの策定が困難である．

Forces

- 低コストで高品質なゲームを開発したい．
- 参加者が AI プログラムの開発に割り当てられるコストは不明．
- 参加者の公平性を追求したい．

Solution

「P5. 擬似リアルタイム」を適用し，さらに，各 AI プログラムの命令をターンという単位時間のもとに集約し，同時に反映させるようなゲームを設計する．

Consequences

ゲーム開発コストの低減，品質向上が見込まれる．AI プログラム同士の公平性が担保される．ただし，AI プログラム同士の競合が発生しやすくなるため，競合を緩和するシステムを考慮すべきである．

Our Uses

なし．(AI プログラムの行動順に基づく公平性への葛藤は，開発チーム内で共有されていた.)

Known Uses

ItoGrandPrix (JavaChallenge (アジア地区予選) 2011) は，6 プレイヤーに対する命令群を集約し，同時に反映させる仕様である．また，プレイヤー間で挙動が競合した場合，「P13. ランダムな要素」でこれを解消している．

Related Patterns

- 「P5. 擬似リアルタイム」: Context を共有した抽象的なパターン．

P8. 動き続ける

Context

ターン制を採用しており，各プレイヤーが交互に手を決める．また，複数のプレイヤーが同じ盤面を共有しており，盤面が同じ状態を繰り返す可能性がある．

Problem

各プレイヤーが同じような手を繰り返すことで，ゲームの盤面が同じ状態を繰り返して試合の進行が止まり（ライブロック），参加者や観客を退屈させる．

Forces

- 「P4. 離散的な時間」を採用したい．
- 「P1. 離散的な盤面」を採用したい．
- 「P4. 離散的な時間」，「P1. 離散的な盤面」を採用すると，ライブロックが生じうる．

Solution

盤面が同じ状態を繰り返した際に，強制的に盤面の状態を変化させたり，プレイヤーの行動範囲を制限したり，「P13. ランダムな要素」による外力を与えて，盤面が同じ状態を繰り返すことを防ぐ．

Consequences

盤面が同じ状態になるのを防ぎ，参加者や観客が退屈しない試合にする．

Our Uses

なし．我々が開催した AI コンテストの内，3つのケースで実際に仕切り直しが必要な試合が実現しているため，本パターンの適用が有効であると考えられる．

Known Uses

Ants（Google AI Challenge Fall 2011）においては，盤面にランダムにアイテムを配置する機能や，勝敗が確定した時点でゲームを切り上げる機能が盛り込まれている．また，Coercion（2011 ICPC Challenge）では物理シミュレーションの要素を取り入れており，重力加速度という外力要素が存在する．

Related Patterns

- 「P4. 離散的な時間」：前提としているターン制について関連がある．
- 「P9. 仕切り直し」：Context を共有する具体的なパターン．
- 「P10. 盤面縮退」：Context を共有する具体的なパターン．
- 「P11. 流れを変える」：観戦の楽しみを維持する目的が共通．

P9. 仕切り直し

Context

「P8. 動き続ける」と同様の Context を持つ。

Problem

「P8. 動き続ける」と同様の Problem を抱える。

Forces

- 「P4. 離散的な時間」を採用したい。
- 「P1. 離散的な盤面」を採用したい。
- 「P4. 離散的な時間」，「P1. 離散的な盤面」を採用すると，ライブロックが生じうる。
- ライブロック回避の優先度が高い。

Solution

盤面が同じ状態を繰り返した際に，強制的に盤面の状態を変化させたり，同じ手を打てなくさせたりして，試合を「P9. 仕切り直し」する。

Consequences

試合を「P9. 仕切り直し」することで，盤面が同じ状態になるのを防ぎ，観客が退屈しない試合にする。

Our Uses

なし。我々が開催した 3 つの AI コンテストでは何度か仕切り直しが必要な試合があったため，本パターンの適用が有効である。

Known Uses

将棋における千日手や，チェスにおけるスリーフォールド・レピティション。

Related Patterns

- 「P8. 動き続ける」：Context を共有する抽象的なパターン。
- 「P12. 希少な条件」：観戦の楽しみへの貢献を具体的に実現するパターン。
- 「P13. ランダムな要素」：観戦の楽しみへの貢献を具体的に実現するパターン。
- 「P14. クライマックス」：観戦の楽しみへの貢献を具体的に実現するパターン。

P10. 盤面縮退

Context

「P14. クライマックス」と「P8. 動き続ける」の両方の Context を持つ.

Problem

「P14. クライマックス」と「P8. 動き続ける」の両方の Problem を抱えるが，別々にパターンを適用すると手間がかかる.

Forces

- 「P14. クライマックス」と同じ問題を抱える.
- 「P8. 動き続ける」と同じ問題を抱える.
- パターンを適用する手間を減らしたい.

Solution

盤面を徐々に縮退させ，プレイヤーの行動範囲を制限する.

Consequences

盤面が徐々に縮退することで，同じ盤面の状況が繰り返されなくなる. また，プレイヤーの行動範囲を制限することで，試合に緊迫感を与えて，参加者や観客を退屈させない.

Our Uses

なし.

Known Uses

Jtron (JavaChallenge (アジア地区予選) 2010) では，「P3. 格子マップ」上を動き回るプレイヤーが通過した軌跡を通行不可とすることで，ゲームの進行に伴い徐々にプレイヤーの行動範囲を制限するルールがある.

Related Patterns

- 「P8. 動き続ける」: Context を共有する抽象的なパターン.
- 「P14. クライマックス」: Context を共有する抽象的なパターン.

P11. 流れを変える

Context

参加者や観客が試合を観戦する際，同じゲームを題材とした試合を何度も実行，観戦することになる．

Problem

特に会場放映する場合などは，観戦のペースがイベント進行に依存するため，試合の流れが単調であると，参加者や観客がゲームに退屈しやすい．

Forces

- 参加者や観客が試合の観戦に退屈しうる．
- 単調なゲームは参加者や観客を退屈させやすい．

Solution

試合の途中でルールを変化させたり，試合の進行に従い演出を変化させたりする．

Consequences

試合の途中でルールや演出を変化させることで，劇的な試合を演出し，参加者や観客が各試合を退屈せずに楽しみやすくなる．また，参加者に複雑な「P15. 戦略と戦術」を練る余地を与える．一方，過度なルール変更は，それまでの試合の過程をないがしろにして，参加者，観客共に不快感を与えるため，適度な変更に限ることが望ましい．

Our Uses

Castle Attack（早稲田楽天プログラミングコンテスト）では，プレイヤー同士で得点を奪い合うゼロサムゲームで，試合終了間際に奪える得点の量が倍増する仕組みを導入して，会場を盛り上げることに成功した．

Known Uses

派生ゲーム，関連作品が過去多数製品化されているテトリスは，その多くで，ゲームのタイムアップが近づくにつれゲームの難易度が徐々に上昇するルールを盛り込んでいる．

Related Patterns

- 「P8. 動き続ける」：観戦の楽しみを維持する目的が共通．
- 「P12. 希少な条件」：Contextを共有する具体的なパターン．
- 「P13. ランダムな要素」：Contextを共有する具体的なパターン．
- 「P14. クライマックス」：Contextを共有する具体的なパターン．
- 「P15. 戦略と戦術」：Solutionが戦略の構築に影響する．

P12. 希少な条件

Context

【試合の流れを変える】と同様の Context を持つ．

Problem

【試合の流れを変える】と同様の Problem を持つが，具体的な実現方法が不明．

Forces

- 参加者や観客が試合の観戦に退屈しうる．
- 単調なゲームは参加者や観客を退屈させやすい．
- 試合の観戦にプライオリティを置く．

Solution

「P12. 希少な条件」で動作する特別なルールや演出を取り入れ，イレギュラーな試合展開を演出する．

Consequences

参加者，観客に予測の付かないより劇的な試合を演出しやすくなり，観客に各試合を退屈せずに楽しませることができる．また，参加者に複雑な「P15. 戦略と戦術」を練る余地を与える．一方，適用の効果は参加者の「P15. 戦略と戦術」や，確率的な要素に左右されるため，ルール次第では確実な効果は見込めない．また，「P13. ランダムな要素」と同様，確率的な要素は参加者の公平性を損ないうるため，ゲームのルールとして過度なメリット・デメリットを盛り込むのは避けるべきである．

Our Uses

なし．

Known Uses

特になし．

Related Patterns

- 「P11. 流れを変える」：Context を共有する抽象的なパターン．
- 「P9. 仕切り直し」：観戦の楽しみへの貢献を抽象的に示唆するパターン．

P13. ランダムな要素

Context

【試合の流れを変える】と同様の Context を持つ．

Problem

【試合の流れを変える】と同様の Problem を持つが，具体的な実現方法が不明．

Forces

- 参加者や観客が試合の観戦に退屈しうる．
- 単調なゲームは参加者や観客を退屈させやすい．
- 試合の観戦にプライオリティを置く．
- ゲームの複雑さの調整にコストをかけられる．

Solution

ゲームに，AI プログラムや盤面に影響を与える「P13. ランダムな要素」を導入し，予測困難な試合展開を演出する．

Consequences

ランダムな要素を導入することで，試合の展開が単調になりづらくなり，参加者や観客に各試合を退屈せずに楽しませることができる．また，自ずと「P8. 動き続ける」ゲームを実装できる．一方，「P12. 希少な条件」と同様，確率的な要素は参加者の公平性を損ないうるため，ゲームのルールとして過度なメリット・デメリットを盛り込むのは避けるべきである．

Our Uses

なし．参加者の公平性と，ルール調整のコストを加味して，検討段階で排除したケースがある．

Known Uses

Ants（Google AI Challenge Fall 2011）では，盤面上のランダムな位置に発生するアイテムを介してゲームが進行し，予測困難な試合展開を観客に提供する一方，大局としてはプレイヤーの有利不利が把握しやすく，非常にバランスの良い「P13. ランダムな要素」を盛り込んでいる．

Related Patterns

- 「P11. 流れを変える」：Context を共有する抽象的なパターン．
- 「P9. 仕切り直し」：観戦の楽しみへの貢献を抽象的に示唆するパターン．

P14. クライマックス

Context

【試合の流れを変える】と同様の Context を持つ．

Problem

【試合の流れを変える】と同様の Problem を持つが，具体的な実現方法が不明．

Forces

- 参加者や観客が試合の観戦に退屈しうる．
- 単調なゲームは参加者や観客を退屈させやすい．
- 試合の観戦にプライオリティを置く．
- ゲームの複雑さの調整にコストをかけられない．

Solution

試合の終盤にルールを変化させたり，徐々に難易度を上げたりすることで，クライマックスを演出する．または，外観や音楽を変化させる．

Consequences

試合が劇的な内容になり，参加者や観客に各試合を退屈せずに楽しませることができる．また，ルールの変更を伴う場合，参加者に「P15. 戦略と戦術」を練る余地を与える．一方，過度なルール変更は，それまでの試合の過程をないがしろにして，参加者，観客共に不快感を与えるため，適度な変更に限めることが望ましい．

Our Uses

Samurai coding 2011 では，試合の終了時間が近づくと，各プレイヤーのスコアを非表示にしたり，ラウンドの進行に伴い派手な BGM を使用したりすることで，ゲームのルールには介在せずに，観戦の面白さを向上させ，イベントとしての盛り上がりを見せた．

Known Uses

特になし．

Related Patterns

- 「P11. 流れを変える」: Context を共有する抽象的なパターン．
- 「P9. 仕切り直し」: 観戦の楽しみへの貢献を抽象的に示唆するパターン．
- 「P10. 盤面縮退」: Context を共有する具体的なパターン．
- 「P15. 戦略と戦術」: Solution が戦略の構築に影響する．

P15. 戦略と戦術

Context

参加者は AI プログラムを作成する際に様々な戦略を立て、観客も観戦する際にその戦略を理解して試合を楽しむ。また、同じ戦略を取るプレイヤー同士で戦う場合も、戦術による強弱が存在する。なお、戦略とは大局的な方針、戦術とは戦略の一部を実装する局所的な方針を示す。

Problem

プレイヤーが選択した戦略の差異が視覚的に分らないと、参加者や観客が試合を楽しみづらい。また、同じ戦略を取るプレイヤー同士でも戦術の強弱がゲームに反映されなければ、コンテストの意義が揺らぐ。

Forces

- 観戦の際にプレイヤーが取る戦略の差異を理解できるべき。
- 同じ戦略を取るプレイヤー同士でも戦術による強弱が顕在化すべき。

Solution

幅広い戦略と戦術を受け入れる懐の深いゲームを製作する。また、同じ戦略でも戦術による強弱が試合結果に反映されるようにする。

Consequences

戦略と戦術に幅を持たせることで、AI プログラムを実装する参加者のみならず、観客も試合を楽しみやすくなる。一方で、過度に戦略と戦術の幅を持たせ過ぎると、ゲームの複雑性が増し、AI プログラムの開発コストが増大して、参加の敷居が高くなる。

Our Uses

Castle Attack（早稲田楽天プログラミングコンテスト）では、プレイヤーの戦略として大きく守りと攻めの 2 種類の戦略が存在する。また、攻め方、守り方にも複数の方法があり、戦術の違いによる強弱が確認できた。

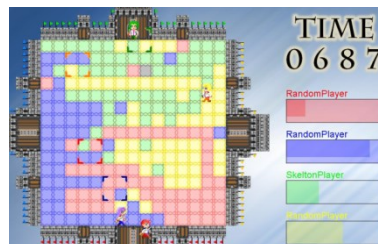
Known Uses

Coercion（2011 ICPC Challenge）は、物理シミュレーションを取り入れた陣取りゲームで、陣地を拡大する、敵陣を縮小させる、自陣を保守する、という戦略が明確に理解できるルールとなっている。また、各戦略について、対戦相手の干渉を考慮した実現方法は多岐に渡り、その結果が勝敗に反映している。

Related Patterns

- 「P11. 流れを変える」: Solution が戦略の構築に影響している。
- 「P14. クライマックス」: Solution が戦略の構築に影響している。
- 「P16. 3 プレイヤー以上」: Context を共有する。
- 「P17. すくみを作る」: Context を共有する。

P16. 3 プレイヤー以上



Context

「P15. 戦略と戦術」に広がりはないが、シンプルな 2 プレイヤー対戦型のゲームアイデアが既に用意できている。

Problem

幅広い「P15. 戦略と戦術」を受け入れつつ、複雑過ぎないゲームの考案は困難。

Forces

- 参加者は「P15. 戦略と戦術」に幅のある AI プログラムを作成すべき。
- ゲーム開発のコストを削減したい。

Solution

「P16. 3 プレイヤー以上」が対戦するゲームに拡張する。あるいは、単純にゲームに参加するプレイヤーを増やせないか検討する。

Consequences

「P16. 3 プレイヤー以上」が対戦するゲームは、複数の不確定な要素が干渉し合うことが想定され、大局を見据えた「P15. 戦略と戦術」が自然に生まれる複雑性を取り入れたゲームになる。一方で、取りうる手と局面が複雑になるため、AI プログラムの開発コストは増大する。

Our Uses

Castle Attack（早稲田楽天プログラミングコンテスト）は、4 人対戦のゼロサムゲームである。ある時点で 1 位のプレイヤーは、他の 3 プレイヤーから同時に狙われる可能性が高まり、敢えて 1 位にならずに終盤での逆転を狙う戦略や、他のプレイヤーに狙われているプレイヤーに畳みかける、といった戦略が自然と生まれた。

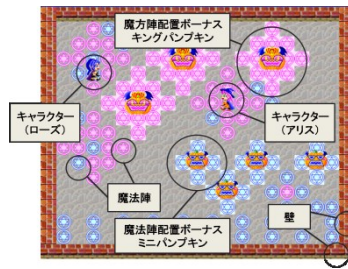
Known Uses

多くのトランプゲームは、2 名以上のプレイヤーを許容し、ゲームに奥深さを与えている。

Related Patterns

- 「P15. 戦略と戦術」: Context を共有する。
- 「P17. すくみを作る」: Context を共有する。
- 「P19. トーラスマップ」: 当パターンの適用が効果に影響する。

P17. すくみを作る



Context

参加者と観客が楽しめるような「P15. 戦略と戦術」に幅のあるゲームを開発する。

Problem

幅広い「P15. 戦略と戦術」を受け入れつつ，複雑過ぎないゲームの考案は困難。

Forces

- 参加者は「P15. 戦略と戦術」に幅のある AI プログラムを作成すべき。

Solution

3 すくみのように，有利不利の関係が明確な戦略が取れるゲームを考案する。
なお，すくみの数はいくつでも良い。

Consequences

相手の戦略を予想して自分の戦略を立てることが容易に可能になり，参加者に戦略を練ることを暗示でき，ゲームに深みが増す。一方で，例えば明らかに強い戦略が存在するなど，すくみのバランスが破綻すれば，かえって戦略の幅が狭まるため，すくみを構成する各要素のバランス調整に慎重になるべきである。

Our Uses

JavaChallenge (国内予選) 2010 では，高コスト高リターンの得点を狙う，低コスト低リターンの得点を狙う，相手を妨害する，という 3 つの戦略で 3 すくみを構成して，ゲームの品質向上に努めた。しかし，ゲームのバランス調整が詰め切れず，低コストの得点を稼ぐ戦略が他の戦略よりも抜きん出て強く，戦略の選択や観戦の楽しみが些か損なわれる結果となった。

Known Uses

非常に素朴な例として，じゃんけんが挙げられる。それぞれ，勝ち，負け，引き分け，の決まった 3 つの手のみで勝敗を決する。

Related Patterns

- 「P15. 戦略と戦術」: Context を共有する。
- 「P16. 3 プレイヤー以上」: Context を共有する。

P18. 対称なマップ

Context

複数の参加者のプレイヤー（AI プログラム）が同一盤面上で対戦するゲームを開発する。

Problem

ゲーム盤面の初期状態にむらがあると，AI プログラムの開発にコストがかかる．また，プレイヤー間の公平性を保証できない．

Forces

- 題材ゲームの複雑さを抑えたい．
- 参加者の公平性を担保したい．

Solution

ゲーム開始時の盤面の状態や，参加する AI プログラムの内部的な位置情報を，線対称あるいは点対称とする．また，それを踏まえて，盤面情報を回転させる機能など，開始位置によらずに AI プログラムが意図したとおりに動作する環境を提供する．

Consequences

ゲームの公平性を担保してコンテストの正当性を保つ．また，参加者は AI プログラムの内部的な開始位置を考慮せずに済むため，AI プログラムの開発コストを抑えられる．

Our Uses

Samurai coding 2011 では，初期状態で 4 プレイヤーを点対称に配置する形式のゲームを題材とした．実際に絶対座標を用いた戦略をとる AI が提出されたが，盤面の情報を回転させる機能により，これを正常に動作させることができた．

Known Uses

ICPC Challenge の題材ゲームでは，いずれも赤色と青色の 2 プレイヤーが対戦するゲームを題材としているが，各々の AI プログラムは 180 度向きが異なる座標系を与えられるため，赤と青どちら側のプレイヤーに配されても，全く同じ AI プログラムで正常に動作することができる．

Related Patterns

- 「P16. 3 プレイヤー以上」：プレイヤーの人数が適用可能性，効果に影響する．
- 「P19. トーラスマップ」：Context を共有する．

P19. トーラスマップ

Context

複数の参加者のプレイヤー（AI プログラム）が同一盤面上で対戦するゲームを開発する．

Problem

ゲーム盤面の初期状態にむらがあると，AI プログラムの開発にコストがかかる．また，プレイヤー間の公平性を保証できない．

Forces

- 参加者の公平性を担保したい．
- マップに対称性がない場合や，参加プレイヤー数変動する場合など，ゲームの仕様上対称な初期配置が望めない．

Solution

盤面をトーラスとし，各 AI プログラムの内部的な位置を等間隔に配置する．

Consequences

ゲームの公平性を担保して，コンテストの正当性を保つ．また，参加者は AI プログラムの内部的な開始位置を無視できる点で，AI プログラムの開発コストを抑えられる．一方で，題材ゲーム自体の複雑さが増し，ゲーム自体，また，AI プログラムの開発コストが増す恐れがある．

Our Uses

なし．検討された例はあるが，ゲームの複雑さのバランスを考慮する過程で棄却された．

Known Uses

Ants（Google AI Challenge Fall 2011）では，トーラス上の盤面を採用しており，2～10 のプレイヤーが同時対戦できる仕様となっている．

Related Patterns

- 「P16. 3 プレイヤー以上」：プレイヤーの人数が効果に影響する．
- 「P18. 対称なマップ」：Context を共有する．

P20. 計算リソースの制限

Context

広く参加者を募るコンテスト用のゲームを開発する．また，コンテストは参加者がローカル環境でプログラム開発を行うルールである．

Problem

参加者各々のプログラム動作環境が異なるため，成果が参加者の環境に左右される．

Forces

- 参加者の公平性を担保したい．
- コンテスト参加の敷居を下げたい．

Solution

コンテストのルールやゲームの仕様として，計算リソースを制限する．

Consequences

参加者の公平性が担保される．また，参加者は自らのローカル環境でコンテストに参加できるので，参加の敷居が下がる．

Our Uses

Samurai coding 2011 では，コンテストのルールとして，集計用のマシンスペックを公開した．また，ゲームの仕様として，ターンという単位時間あたりの計算時間に制限を加えた．

Known Uses

調査した範囲において，ほぼ全てのコンテスト用の題材ゲームで，AIプログラムの計算時間の制限が仕様として組み込まれている．また，コンテストのルールとして，AIプログラムが外部リソースを利用することを禁止する旨を明記しているケースも見られた．

Related Patterns

- 「P4. 離散的な時間」：ターンが計算時間制限の基準になる．
- 「P21. 多言語対応」：公平性に影響を与える点で関連がある．
- 「P22. 独自言語」：公平性に影響を与える点で関連がある．

P21. 多言語対応

Context

広く参加者を募るコンテスト用のゲームを開発する.

Problem

コンテストが対応するプログラミング言語が少ないと, 参加の敷居を高めたり, 参加のモチベーションを下げたりする.

Forces

- 参加者を増やしたい.
- 参加者は各々使用できる, あるいは特意とするプログラミング言語が限られている.

Solution

標準入出力を介してゲームを操作できるようにする.

Consequences

参加者は, 手元の開発環境を意識せずにコンテストに参加できる. 一方で, コンテスト公式の対戦は, 公平性を期すためコンテスト運営者のマシン上で動作させるのが一般的だが, 全ての参加者が利用した環境に対応する必要があり, コンテスト運営者の運営コストが増大する.

Our Uses

Samurai coding 2011 では, 標準入出力を介して AI プログラムがゲームを操作する仕様のゲームを題材とした.

Known Uses

Google AI Challenge では, 標準入出力を介して AI がゲームを操作する仕様のゲームを毎回題材としている. また, ICPC Challenge についても同様である. ただし, 後者の場合, コンテストのルールとしては, Java, C++, および C のコードのみを扱う.

Related Patterns

- 「P20. 計算リソースの制限」: 公平性に影響を与える点で関連がある.
- 「P22. 独自言語」: Context を共有する.

P22. 独自言語

Context

広く参加者を募るコンテスト用のゲームを開発する．

Problem

既存のプログラミング言語を題材とする場合，知識量にとらわれない問題解決能力を競い合うことが困難である．

Forces

- 参加者の公平性を担保したい．
- 参加者は各々使用できる，あるいは特意とするプログラミング言語が限られている．
- 参加者に時間的コスト（学習コスト）を強いることができる．

Solution

独自のプログラミング言語を題材とする．

Consequences

参加者は，既存の知識量に依存せず問題解決能力を競い合うことができる．一方で，参加者には競技用の独自言語を学習するコストが科せられ，参加の敷居が上がる．また，既存のリソースがない場合，コンテスト運営者のゲーム開発コスト，大会運営コストが増大する．

Our Uses

なし．教育的な観点よりも，広く一般に参加を募るコンテストの運営に従事した．

Known Uses

IPA の情報処理技術者試験では，プログラミング能力を試験するために仕様策定された CASL を利用している．（ただし，CASL を用いた課題は選択問題）

Related Patterns

- 「P20. 計算リソースの制限」：公平性に影響を与える点で関連がある．
- 「P21. 多言語対応」：Context を共有する．

P23. API 固定

Context

参加者が AI プログラムを作成する期間が比較的長く与えられており，開発者がゲームとその API を改良する余裕がある．

Problem

開発者は参加者の AI プログラム作成期間中に API を改良する余裕があるが，API を変更することで参加者の AI プログラムが正常に動作しなくなったり，余計な API の学習コストを要したりする可能性がある．

Forces

- API の修正，変更は参加者に学習コストを強いる．
- 開発者は API を改良したい．

Solution

API は致命的なバグ対処以外では決して変更しない．可能な限りドキュメント修正や告知等で対処する．

Consequences

API の変更をしなかったため，参加者に付加的な負担を与えない．一方で，開発者は API を改良したいという欲求を抑える必要がある．

Our Uses

JavaChallenge（国内予選） 2009，2010 では，API を固定したため，参加者に付加的な負担を与えなかった．一方，早稲田楽天プログラミングコンテストでは，API の追加や修正を何度か行ったために，参加者を混乱させる結果となった．

Known Uses

情報処理学会が主催した Cell スピードチャレンジ 2007 では，API が完全に固定された状態でコンテストが開催された．

Related Patterns

- 「P24. 予選と本選」：Context に当該パターンの適用を含む．

P24. 予選と本選

Context

実際に会場に参加者を集め，コンテストの試合を観戦するイベントを開催する．会場の一体感によりコンテスト自体を盛り上げる．

Problem

十分な人数を収容でき，環境の整った会場を確保することは難しい．また，会場の収容人数や試合の放映時間に制約があり，参加者が少な過ぎる場合や，多過ぎる場合に対処できない．

Forces

- 多くの参加者を募りたい．
- コンテストの参加者数の予想は困難．
- 十分な会場の確保は困難．

Solution

予選と本戦を設けて，収容人数の制約を満たすように本戦に参加できる人数を固定する．また，予選によって得られた情報を用いて，本戦の会場設営の参考にする．

Consequences

予選を開催することで参加者数を確定して，そこで得た経験を元に人数を固定した本戦を開催できる．予選終了後から本戦開催までの期間を利用して会場設営が可能である．

Our Uses

早稲田楽天プログラミングコンテストでは，インターネット上で予選を行った上で，楽天テクノロジーカンファレンス 2010 にて本戦を行った．本戦参加者数を固定することができ，予選で得た情報と経験を利用した迅速な会場設営を実現した．また，会場で放映したため，参加者と観客双方を盛り上げることに成功した．

Known Uses

ICPC では，国内予選がインターネット上，アジア地区予選が会場で開催されている．

Related Patterns

- 「P23. API 固定」：本パターンの適用が前提条件となる．
- 【フィードバック期間】：本パターンの適用が前提条件となる．

P25. フィードバック期間

Context

「P24. 予選と本選」を適用した上で，参加者と観客が予選と本戦の両方を観戦することを想定する．

Problem

予選結果から本戦の結果が想定できれば，参加者や観客にとって本戦の魅力が失われ，コンテストの意義が薄まる．

Forces

- 予選，本戦の間で時間的余裕があるスケジューリングが可能．
- 予選から本選の結果を予測することができる．

Solution

予選開催後から本戦まで参加者に AI プログラムを改良する期間を与える．

Consequences

参加者は予選結果を踏まえた改良を楽しむことができる．また，対戦する AI プログラム自体が異なるため，観客が予選結果から本戦結果を予測しづらく，観戦を楽しみやすくなる．

Our Uses

Samurai coding 2011 では，予選開催後に改良期間を設け，本選イベントを盛り上げることに成功した．

Known Uses

組込みシステム技術協会が主催する ET ロボコンでは，予選通過後に本戦まで改良期間が与えられる．

Related Patterns

- 「P24. 予選と本選」：Context として当該パターンの適用を含む．
- 【リアルタイムフィードバック】：他参加者の状況を把握させるという目的が共通．

P26. リアルタイムフィードバック

Context

競技中の参加者同士のコンタクトを認めていない場合，インターネットを介したコンテストである場合など，参加者同士の交流の機会が制限されている．

Problem

参加者が，手元で他参加者の AI プログラムとの対戦をシミュレートするのは困難であり，AI 開発が困難である．また，AI コンテストの性質上，問題には正解がなく，参加者が AI 開発のモチベーションを保つのが比較的困難．

Forces

- 参加者のモチベーションがコンテスト期間中維持されるとは限らない．

Solution

AI プログラム開発期間中に，参加者同士がその時点での AI プログラムを対戦させられる環境を用意する．あるいは，得点で勝敗を競うゲームの場合，参加者が手元で実行した結果をサブミットし，web ページなどでランキングを表示する．

Consequences

参加者が戦略や戦術を吟味するのを手助けすることで，AI プログラム開発の負担を軽減，品質を向上すると同時に，参加者のモチベーションを維持させる．一方で，過度な格付けは，コンテストの本選を待たずして結果が見え透いてしまい，参加者のモチベーションを低下させることで，コンテストの枠組みが意義を失う恐れがある．

Our Uses

Samurai coding 2011 では，予選の AI プログラム開発期間中に，ローカルで実行した結果のスコアを送信する機能と，その結果をランキングにして web ページで公開するシステムを盛り込んだ．積極的なスコアの送信があった一方で，ランキングの状況を鑑みて本選参加に尻込みする参加者もあり，ランキングの意味，意義を十分周知することが反省点として残る．

Known Uses

Ants (Google AI Challenge Fall 2011) では，ランキングや対戦のリプレイが随時公開されており，非常に優れた競技環境を提供している．また，ICPC Challenge では，AI 開発期間中に，他参加者の AI プログラムと対戦できるシステムを備えている．

Related Patterns

- 【フィードバック期間】：他参加者の状況を把握させるという目的が共通．