

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-66234  
(P2016-66234A)

(43) 公開日 平成28年4月28日(2016.4.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G06Q 30/02 (2012.01)</b>	G06Q 30/02 120	5H181
<b>G08G 1/00 (2006.01)</b>	G08G 1/00 A	5L049

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2014-194573 (P2014-194573)  
(22) 出願日 平成26年9月25日 (2014.9.25)

(71) 出願人 304021277  
国立大学法人 名古屋工業大学  
愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番  
(72) 発明者 兼田 敏之  
愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内  
Fターム(参考) 5H181 AA21 EE02 FF11 FF14  
5L049 BB04

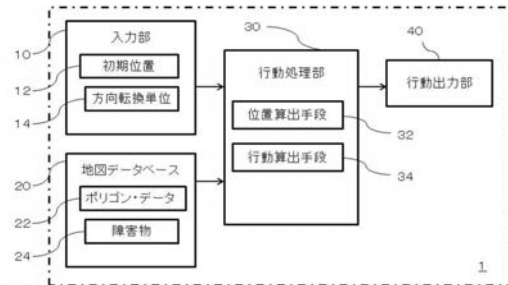
(54) 【発明の名称】 自律エージェントの能動的探索行動シミュレーションシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 人の探索行動の際に、人が一度通行した経路を通りたがらない性質があることを考慮した、能動的な人である自律したエージェント(以下、エージェント)の簡便で効率的な能動的探索行動シミュレーションシステムを提供する。

【解決手段】 行動処理部30において、ステップ毎に、トークンを置き、視野内において、障害物24までの距離を計算し、すべての方向の集合のなかからトークンが遮らない距離が最深長の方向を選択し、トークンが遮らない方向がない場合には、すべての方向の集合のなかから距離が最深長の方向を選択し、エージェントは選択された方向に向きを転換しステップを1つ前進する行動を、方向転換単位14毎に繰り返す行動算出手段34を有する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

エージェントの初期位置および方向転換単位を入力する入力部と、  
二次元空間上における目的物の位置および障害物の位置を示すポリゴン・データを有する  
地図データベースと、  
ステップにおける前記エージェントの位置と方向を算出する位置算出手段と行動算出手段  
を有する行動処理部と、  
前記ステップにおける前記エージェントの位置と方向を表示する行動出力部と、を備え、  
前記行動処理部において、  
前記ステップ毎に、  
前記二次元空間上にポリゴン・データによるトークンを置き、  
前記エージェントの視野内において、  
前記障害物までの距離を計算し、  
まず、すべての方向の集合のなかから前記トークンが遮らない前記距離が最深長の方向を  
選択し、もし前記トークンが遮らない方向がない場合には、すべての方向の集合のなかか  
ら前記距離が最深長の方向を選択し、  
前記エージェントは前記選択した方向に向きを転換しステップを 1 つ前進する行動を、  
前記方向転換単位ごとに繰り返す前記行動算出手段を有することを特徴とする能動的探索  
行動シミュレーションシステム。

10

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

30

**【0001】**

本発明は、人の初期位置および方向転換単位を入力する入力部と、目的物の位置および障  
害物の位置を示すデータを有する地図データベースと、各歩行ステップにおける人の位置  
と方向を算出する位置算出手段と行動算出手段を有する行動処理部と、各歩行ステップに  
おける人の位置と方向を表示する行動出力部とを備えた人の能動的な探索行動シミュレ  
ーションシステムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

特許文献 1 に記載されているように、当該技術分野には、イギリスにおいて、直面する視  
野のうち最深長を持つ方向に定期的に向きを変えて歩行する「自由な動き」と称する歩行  
者の自由探索行動モデルを実装したシミュレーションシステムが存在し、その内容は特許  
「公共空間の知的設計のためのシステムと方法」として公示されている。

40

また、非特許文献 1 に示す発明者の論文では、このシステムにより、スーパーマーケット  
やショッピングモールにおける顧客の探索行動が再現でき、これにより売場効率改善策が  
検討できると記載されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】 Patent US 2004/2005/0054511 A1

**【非特許文献】**

50

## 【 0 0 0 4 】

【非特許文献1】Penn, A., & Turner, A., (2001), Space syntax based agent simulation, in Schreckenberg, M., & Sharma, S. (eds), Pedestrian and Evacuation Dynamics, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 99-114

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、この従来技術による人の行動モデル（以下、従来の探索行動シミュレーションシステム）は目的を持たない人間の探索行動を再現するには適しているが、人間による実際の目的物の探索行動に比べて、非効率性を有しており、人間行動の解析を行っても精度がよくない問題がある。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、精度が高く簡便で効率的な能動的な探索行動モデルによるシミュレーションシステム（以下、能動的探索行動シミュレーションシステム）を構築した。即ち、人の探索行動の際に、人が一度通行した経路を通りたがらない性質があることを考慮した、能動的な人である自律したエージェント（以下、エージェント）の簡便で効率的な能動的探索行動シミュレーションシステムを考案した。

具体的には、エージェントが存在した位置について足跡（以下、トークン）を残し、定期的に方向を選択する際には、エージェントの視野内において、第一にトークンが置かれておらず、かつ、最深長を持つ方向を選択しようとし、第二にその条件を満たさない場合には、トークンが置かれた方向のなかで最深長を持つ方向を選択する、という原理を実装した点に特徴がある。

20

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 7 】

本発明の自律エージェントの能動的探索行動シミュレーションシステムは、足跡であるトークンを置くという発想により、簡便なアルゴリズムで能動的探索行動を効率的に再現した。従来の探索行動シミュレーションシステムに比べて、人の目的物探索行動をよりリアルに短時間に再現できるようにすることができる。

ゆえに、例えば大規模群集のシミュレーションなども原理的に可能になった。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 8 】

【図1】第1実施形態における能動的探索行動シミュレーションシステムの全体構成を示す。

【図2】第1実施形態における能動的探索行動シミュレーションシステムのアルゴリズムのフローチャートを示す。

【図3】第1実施形態における能動的探索行動シミュレーションシステムの行動出力部の表示例を示す。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 0 9 】

（第1実施形態）

第1実施形態は、スーパーマーケットにおける商品棚のレイアウトやショッピングモールにおける専門店配置計画の支援に資する来訪者エージェント80の能動的探索行動シミュレーションシステム1に関するものである。

40

## 【 0 0 1 0 】

本発明の構成を図1に従って説明する。図1は、第1実施形態における能動的探索行動シミュレーションシステム1の全体構成を示す。

能動的探索行動シミュレーションシステム1は、入力部10と、地図データベース20という1つのデータベースと、行動処理部30、行動出力部40から構成される。

入力部10は、エージェント80の初期位置12（二次元空間上の座標）と歩行方向（以下

50

、方向 16) と視野 18 および方向変換単位 14 を入力するものである。

地図データベース 20 は、エージェント 80 の行動を規定 (制約) する壁や障害物 (以下、障害物 24) の空間上の座標のリスト (ポリゴンデータ 22) を収納するためのものである。

行動処理部 30 は、1つのデータベースの情報を参照しつつ、入力部 10 から入力された初期位置 12 と方向 16 に基づき、各ステップにおけるエージェント 80 の位置と方向 16 を算出するものである。

行動出力部 40 は、各ステップにおけるエージェント 80 の空間上の座標と向きを表示するものである。

#### 【0011】

本発明の概要を説明するために図 2 に従って説明する。図 2 は、第 1 実施形態における能動的探索行動シミュレーションシステム 1 のアルゴリズムのフローチャートを示す。

ステップ S100 において、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 は、地図データベース 20 から初期地図のデータを補助記憶に読み込む。地図データは、エージェント 80 にとって視線と歩行行動を遮る障害物 24 の座標のリストをポリゴン・データ 22 として表現されている。

ステップ S110 において、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 を使用するユーザは、エージェント 80 の位置 12 (地図上の座標) と方向 16 を入力する。

ステップ S130 において、一定 (ここでは自然数  $n$  とする) の方向転換単位 14 の歩行ステップごとに方向転換を検討するために、歩行ステップのカウンタを導入して、初期化する。

ステップ S140 において、予め設定された視野 18 (エージェント 80 の向きから与えられる左右の角度の範囲) 内において、エージェント 80 から障害物 24 までの距離 19 を計算し、次の条件のもとで最もその距離 19 が長い (最深長) 方向 16 を算出する。

条件 1: 視野 18 内の視線 (エージェント 80 から障害物 24 までの線分) を遮る足跡 (以下、トークン 50) が存在しない場合には、視野内 18 のすべての方向 16 の集合のなかから、最深長の方向 16 を選択する。

条件 2: 視野 18 内のすべての方向 16 に視野 18 を遮るトークン 50 が存在する場合には、視野 18 内のすべての方向 16 の集合のなかから、最深長の方向 16 を選択する。そのうち、選択された方向 16 に、自律したエージェント 80 は向きを転換する。

ステップ S160 において、エージェント 80 は、現地点にトークン 50 を置く。トークン 50 は現座標を含み面積を有するポリゴン・データ 22 として表現される。

ステップ S170 において、エージェント 80 は、向きに沿って 1 歩行ステップ前進する。

ステップ S180 において、歩行ステップが 1 進行したことを記録するために、カウンタに 1 を加える。

ステップ S190 において、必要に応じて、エージェント 80 が、新たに障害物 24 を発見した場合には、地図データベース 20 に書き込むとともに、補助記憶を更新する。

ステップ S200 において、もしエージェント 80 が目的物 13 を発見したならばステップ S220 に、発見しないならばステップ S210 に移る。

ステップ S210 において、カウンタが  $n$  に達しているならばステップ S120 に、達していないならばステップ S150 に移る。

ステップ S220 において、エージェント 80 は目的物 13 に到達するまで前進を続ける。

#### 【0012】

ここで、歩行方向を決定するステップ S140 の以下のエージェント処理の原則が、行動処理部 30 の特徴であり、本発明が従来技術と異なる点である。

(エージェント処理の原則)

条件 1: 視野 18 内の視線 (エージェント 80 から障害物 24 までの線分) を遮る足跡 (以下、トークン 50) が存在しない場合には、視野内 18 のすべての方向 16 の集合のな

10

20

30

40

50

かから、最深長の方向 16 を選択する。

条件 2：視野 18 内のすべての方向 16 に視野 18 を遮るトークン 50 が存在する場合には、視野 18 内のすべての方向 16 の集合のなかから、最深長の方向 16 を選択する。

即ち、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 は、人の探索行動の際に、人が一度通行した経路を通りたがらない性質があることを考慮した、エージェント 80 の簡便で効率的な能動的探索行動モデルである。

#### 【0013】

図 3 は、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 の行動出力部 40 の表示例を示す。図 3 (a) は、エージェント 80 の視野 18、障害物 24 までの距離 19、選択した方向 16、選択されなかった方向 15 を示す。エージェント 80 は、予め設定された視野 18 の範囲で、障害物 24 またはトークン 50 までの距離 19 を計算する。ここで、トークン 50 はエージェント 80 が歩行した履歴として表示される。次に、エージェント処理の原則に基づく処理を行い、最もその距離 19 が長い（最深長）方向 16 を算出し選択する。図 3 (a) では、破線の矢印で選択した方向 16 を表示する。なお、従来のシステムでは、トークン 50 を考慮しない最深長である方向 15 を選択していた。

図 3 (b) は、エージェント 80 が、図 3 (a) で方向 16 を選択したのち、約 15 歩行ステップ進行した状態を示す。ここで、エージェント 80 は、障害物 24 に遮られていた目的物 13 を発見する。この後は、目的物 13 の方向 16 に歩行する。このように、エージェント 80 は能動的探索行動を行う。

#### 【0014】

（実施形態の効果）

表 1 に、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 と従来の探索行動シミュレーションシステムの計算結果の比較を示す。

【表 1】

目的物到達。	従来の探索行動シミュレーションシステム。		能動的探索行動シミュレーションシステム 1。	
	平均値。	標準偏差。	平均値。	標準偏差。
20 回試行時。				
歩行ステップ数	1890	1112	352	132
トークン（足跡）の重複面積。	4563	3180	227	241

エージェント 80 が、初期位置 12、目的物 13、および障害物 24 が同じ条件で、目的物 13 に発見するまでの、歩行ステップ数およびトークン 50 の重複面積を、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 と従来の探索行動シミュレーションシステムにて 20 回計算した。

歩行ステップ数の平均値は、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 の 352 回に対して、従来の探索行動シミュレーションシステムが 1890 回であり、約 1/5 となった。よって、歩行ステップ数が大幅に低減することができた。歩行ステップの標準偏差は、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 の 132 回に対して、従来の探索行動シミュレーションシステムが 1112 回であり、約 1/8 となった。よって、バラツキも小さくできた。

トークン 50 の重複面積の平均値は、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 の 227 に対して、従来の探索行動シミュレーションシステムが 4563 であり、約 1/20 となった。よって、トークン 50 の重複面積数が大幅に低減することができた。トークン 50 の重複面積の標準偏差は、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 の 241 に対して、従来の探索行動シミュレーションシステムが 3180 であり、約 1/13 となった。よって、バラツキも小さくなった。

トークン 50 の重複面積は、エージェント 80 が同じ場所を歩行したことを示している。このトークン 50 の重複面積を低減しつつ、実際の歩行ステップが低減できたことは、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 の有効な効果を示している。

よって、能動的探索行動シミュレーションシステム 1 は、トークン 50 を設けるとともに

、トークン50の置かれていない方向16を最優先にエージェント80を歩行方向に選択させることで、能動的探索行動の簡便で効率的なアルゴリズムを提供している。

【0015】

次に、自律エージェント80の能動的探索行動シミュレーションシステム1を、第1実施形態であるスーパーマーケットにおける商品棚のレイアウトやショッピングモールにおける専門店配置計画の支援、例えば売上向上に資することについて説明する。

スーパーマーケットにおける商品棚のレイアウトやショッピングモールにおける専門店配置計画をもとに、エージェント80の障害物24となる商品棚等を地図データベース20に二次元空間のポリゴン・データ22として入力する。入力部10より、初期位置12としてスーパーマーケット等の入り口を、二次元空間のポリゴン・データ22として入力する。

10

次に、複数の検討する商品棚に目的物13を指定し、入力部10より目的物13の位置を入力する。ここで、目的物13は、売上向上に資する売れ筋の商品等を選定する。能動的探索行動シミュレーションシステム1により、歩行ステップを計算する。歩行ステップの多い目的物13の場所は、トークン50の履歴やエージェント80の視野18を考慮して、障害物24即ち商品棚のレイアウトを検討する。検討したレイアウトを地図データベース20に入力して、歩行ステップを計算する。これを繰り返してスーパーマーケットにおける商品棚のレイアウトやショッピングモールにおける専門店配置計画を、売れ筋の商品までの歩行ステップが小さくて均一になるようにブラッシュアップして行く。このことでスーパーマーケットやショッピングモールの売り上げ向上に資することができる。

20

【0016】

(第2実施形態)

屋内自動掃除機82や探し物探索機84において、入力器10と、行動出力部40を出力器に変更することにより、簡便で効率的な探索行動器として本発明を実施できる。具体的には、入力器の位置把握のためにセンサー、出力器には方向転換装置と直進装置を設けることで、それは可能になる。

【0017】

効果として、エージェント処理の原則は、一度通過した場所であるトークン50および障害物24を避けて、いわゆる一筆書きでエージェント80を歩行し前進させる。よって、能動的探索行動シミュレーションシステム1を屋内自動掃除機82または探し物探索機84の制御に提要した場合、掃除した場所または探索した場所を避けて、屋内自動掃除機82または探し物探索機84の運行を制御できる。よって、屋内自動掃除機82は効率的に早く屋内を掃除できる。また、探し物探索機84は効率的に早く探し物を探索することができる。

30

【0018】

本実施形態によると以下の効果がある、

第1実施形態は、エージェント80の初期位置12および方向転換単位14を入力する入力部10と、二次元空間上における目的物13の位置および障害物24の位置を示すポリゴン・データ22を有する地図データベース20と、ステップにおけるエージェント80の位置と方向16を算出する位置算出手段32と行動算出手段34を有する行動処理部30と、前記ステップにおけるエージェント80の位置と方向16を表示する行動出力部40と、を備え、行動処理部30において、ステップ毎に、二次元空間上にポリゴン・データ22によるトークン50を置き、エージェント80の視野18内において、障害物24までの距離19を計算し、まず、すべての方向の集合のなかからトークン50が遮らない距離19が最深長の方向16を選択し、もしトークン50が遮らない方向16がない場合には、すべての方向16の集合のなかから距離19が最深長の方向16を選択し、エージェント80は選択した方向16に向きを転換しステップを1つ前進する行動を、方向転換単位14ごとに繰り返す行動算出手段34を有することを特徴とする能動的探索行動シミュレーションシステム1である。

40

この能動的探索行動シミュレーションシステム1により、従来の探索行動シミュレーション

50

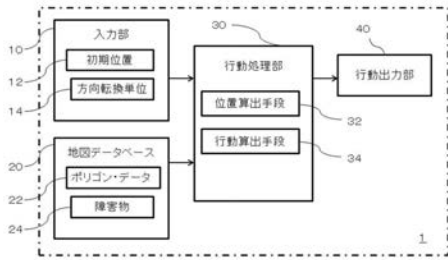
ンシステムに比べて、より人間の実際の探索行動に近く、かつ、効率的なシミュレーションシステムが提供される。よって、スーパーマーケットにおける商品棚のレイアウトやショッピングモールにおける専門店配置計画の売り上げ向上に資することができる。また、屋内自動掃除機 8 2 および探し物探索機 8 4 の効率向上に資する制御を行うことができる。

【符号の説明】

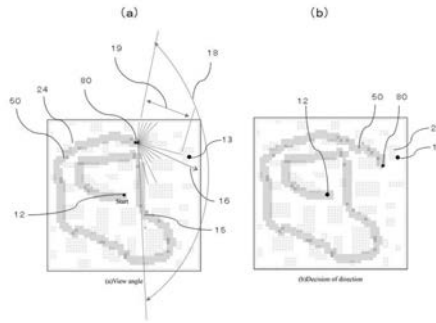
【 0 0 1 9 】

1	能動的探索行動シミュレーションシステム	
1 0	入力部	
1 2	初期位置	
1 3	目的物	10
1 4	方向転換単位	
1 5	方向（従来の探索行動シミュレーションシステム）	
1 6	方向（能動的探索行動シミュレーションシステム 1）	
1 8	視野	
1 9	距離	
2 0	地図データベース	
2 2	ポリゴン・データ	
2 4	障害物	
3 0	行動処理部	
3 2	位置算出手段	20
3 4	行動算出手段	
4 0	行動出力部	
5 0	トークン	
8 0	エージェント	
8 2	屋内自動掃除機	
8 4	探し物探索機	

【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】

