

概略的な移動体システムの経路決定方式

1P-5

濱田 賢、矢羽田 千哲、滝沢 誠

東京電機大学

1 はじめに

交通システム、通信網の経路選択等は、移動体が空間を移動するシステムとしてモデル化できる。これを、移動体システム [1] とする。移動体システムでは、移動体をどのように移動させるかが問題 [1, 2] である。移動体が移動するためには、移動空間内のオブジェクトを確保する必要がある。経路の概略度に比例して、ロックの強弱を考慮する方式 [2] が示されている。さらに、移動体には、飛行機のように停止できないもの、高速道路での車のように、後戻りできないものといったように種々の性質がある。本論文では、移動体の性質に対するロックとその解放方式を検討する。ロックにより、デッドロックの起きる可能性がある。移動体は、一般的にデータベースシステムのトランザクションと異なり、消去できない。このとき、移動体がロックしたオブジェクトをどのように解放するかについて議論する。

本論文では、移動体の性質を考慮したデッドロックの解決方法を議論する。2章で、システムモデルを示す。3章では、経路を求める方法について論じる。4章では、オブジェクトの獲得方法について述べる。

2 システムモデル

移動体システム T は、移動体集合 V と移動空間 S から構成される。移動体は、 S 内を移動する。

2.1 移動空間

移動空間 S は、オブジェクトの木構造から構成される。オブジェクト o は、入力口集合 $\{ip_1, \dots, ip_k\} (k \geq 1)$ と出力口集合 $\{op_1, \dots, op_h\} (h \geq 1)$ を持つ。 (o) は、 o のある ip_i から op_j までの経路を示し、これを基本経路とする。 o_1 から o_n までの経路を $\langle (o_1), (o_2), \dots, (o_n) \rangle$ と書く。 $depth(o)$ を、 o から葉までのオブジェクト数とする。 (o) の i レベル詳細化を $\langle o \rangle^i = \langle (o_1)^{i-1}, \dots, (o_n)^{i-1} \rangle (i \geq 1)$ 、 $\langle o \rangle^0 = (o)$ とする。2つの経路 $p_1 = \langle (o_1), \dots, (o_n) \rangle$ と $p_2 = \langle (o_1), \dots, (o_{i-1}), (o_i)^j, (o_{i+1}), \dots, (o_n) \rangle (j \geq 1)$ ならば、 p_1 は p_2 よりも概略的であり、 $p_1 \ll p_2$ とする。

[定義] 経路 p に対して、 $p \ll q$ で $q \ll r$ なる r が存在しない経路 q を p の最概略経路。また、 $q \ll p$ で $r \ll q$ なる r の存在しない q を p の最詳細経路とする。□

ある経路から、より概略的な経路を求めることを概略化、この逆を詳細化とする。

2.2 移動体の種類

例えば、自動車は直ちに停止できず、飛行機は飛行中に停止できない。移動体は、移動空間内の移動についての制限により、以下の性質を持つ。

[移動体の種類]

- (1) 移動体の消滅。この性質は、移動体を消滅できるか、できないかを示す。
- (2) 停止距離。この性質は、移動体を停止させるのに必要な距離に関している。
- (3) 移動方向。この性質は、移動体の移動方向に関している。□

(1) に関して、交通システムでは、移動体を消滅できないが、通信網では移動体のバケットを消滅できる。(2) に関して、停止距離の長い移動体に対しては、オブジェクトをより詳細化なレベルで獲得する必要がある。本論文では、停止距離のあるものとなないものの2種を考える。(3) に関しては、後退可能と不可能の2種を考える。移動したあるオブジェクトに戻ることを後戻りとする。移動してきたのと同じ経路を用いて後戻りすることを後退とする。

3 経路決定戦略

最適な詳細経路の決定は、一般的に困難である。従って、まず、最概略経路を決定し、移動するに従って、経路を逐次詳細化する戦略 [1, 2] を用いる。 v は、以下の手順により経路を決定する。

- (1) 最概略経路を決定する。
- (2) 最概略経路を詳細化する。

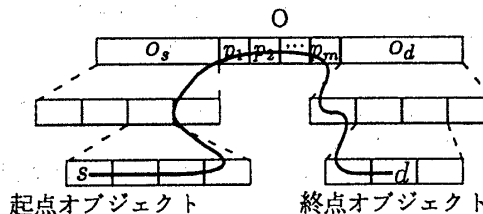


図 1: 最概略経路

オブジェクトをどの程度詳細化するかについて考える。停止不可能移動体に対しては、なるべく詳細化して、確実に移動できるようにする。停止可能移動体では、停止不可能移動体より詳細化する必要はない。このことから、移動体 v の種類により、以下の詳細化手順を設ける。ここで、 b 内の各オブジェクト o_j について、 $h_j = depth(o_j)$ とする。 $\langle (o_1), \dots, (o_n) \rangle$ の各 (o_j) の詳細化のレベル i_j を以下の式により与える。($j = 1, \dots, n$) [詳細化手順]

- (1) v を、停止可能移動体とする。 H とはどの位遠方まで深く詳細化するかかの指標である。

$$i_j = h_j \times (1 - (j/n)^a) \text{ (for } i \leq H)$$

$$i_j = j/n \text{ (for } H < i < N)$$
- (2) v を停止不可能移動体とする。 I とは、その移動体が移動し続けられる距離である。 J は I より先をどの程度まで詳細化するかかの指標である。

$$i_j = h_j \text{ (for } i \leq I)$$

$$i_j = h_j \times (1 - (j/n)^b) \text{ (for } I \leq i \leq J)$$

$$i_j = j/n \text{ (for } J < i < N)$$
 □

(1) は、詳細化の度を決定できる距離が長い。(2)では、 I までのオブジェクトについて経路を最詳細化し、移動できることを保証する。(1)では、ゆるやかに詳細化のレベルを変化させるため、(2)では、 J 地点での急激な変化をさけるために、 $\alpha \leq \beta$ である [図2]。

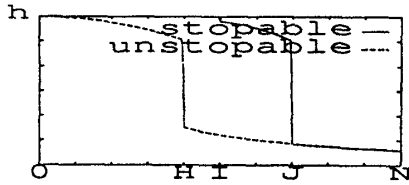


図2: 詳細化のレベル

4 同期方式

移動体は、経路の決定時と移動時に、 S 内のオブジェクトのロックを行なう。経路の概略度に応じてロックの強弱を変化させる [1, 2]。基本経路 $t = (o)$ は、以下の属性値を持つ。

- $cap(t)$ = t 内を同時に通過できる移動体の総数。
- $hold(t)$ = t の通過を要求(通過中も含む)している移動体の総数。

4.1 ロック方式

移動体 v の移動を、オブジェクトのロックを行なうトランザクションと考える。 (o) を移動する v は、 $(o)^1 = \langle (o_1), \dots, (o_n) \rangle$ 内の各 (o_i) を移動する部分トランザクション v_i ($i = 1, \dots, n$) からなる階層型トランザクションである。 v のロック方式を以下に示す。

[ロック方式]

- (1) v は (o) をロックする。 (o) が最概略経路のとき、これを根とする。
- (2) v_1, \dots, v_n を実行する。即ち、 (o) が詳細化される。□

v がオブジェクト o を移動した後に、 (o) のロックを解放する方式には以下がある。

[解放方式]

- (3-1) v が根のときのみ、全てのロックを解放する。 v が根でなければ、ロックの解放を行わない。
- (3-2) o_1, \dots, o_n についてのロックを解放するが o についてのロックは解放しない。
- (3-3) o を解放する。□

ここで、(3-1)を閉方式、(3-2)を半開方式、(3-3)を開方式とする。閉方式は、二相ロック(2PL)方式である。

移動体は移動方向により(1)後退可能と、(2)後退不可能移動体に分類できる。(1)に対しては、通過したオブジェクトのロックを保持しておくため、半開方式と閉方式が考えられる。閉方式では、後退できる。半開方式では、下位オブジェクトを解放するが、上位のオブジェクトのロックは保持される。これにより、後戻りできるので、半開方式を用いる。(2)には、開方式を用いる。さらにあるオブジェクトまで戻るために、オブジェクトをロックすると同時に、現在いるオブジェクトまで、戻れるような経路もロックする。この経路を補償経路とする。経路 $p = (o)$ の補償経路を $\bar{p} = (o)$ とする。

4.2 後退可能移動体のロックと解放手続き

[ロック手続き] $hold(t) < cap(t)$ ならば、 $hold(t) = hold(t) + 1$; v が根の場合、 t を含む上位の基本経路 u に対して、 $hold(u) = hold(u) + 1$ とする。□

[ロックの解放] $hold(t) = hold(t) - 1$; t が根の場合、 t を含む上位の基本経路 u に対して、 $hold(u) = hold(u) - 1$ とする。□

v が (o) を通過した後に、 $(o_1), \dots, (o_n)$ のロックは解放されるが、 (o) のロックは保持される。

4.3 後退不可能移動体のロックと解放手続き

[ロック手続き] $hold(t) < cap(t)$ かつ、 t の $hold(t) < cap(t)$ ならば、 $hold(t) = hold(t) + 1$; v が根の場合、 t を含む上位の基本経路 u に対して、 $hold(u) := hold(u) + 1$; $hold(t) = hold(t) + 1$; t を含む上位のオブジェクト \bar{u} に対して、 $hold(\bar{u}) = hold(\bar{u}) + 1$ とする。□

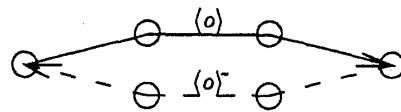


図3: 後退不可能移動体のロック

[ロックの解放] $hold(t) = hold(t) - 1$; t が根の場合、 t を含む上位の基本経路 u に対して、 $hold(t) = hold(t) - 1$; $t \neq \bar{o}$ ならば、 $hold(t) = hold(t) - 1$; t を含む上位のオブジェクト \bar{u} に対して、 $hold(\bar{u}) = hold(\bar{u}) - 1$ とする。□

本方式では、 v は、 t を用いて、現在いる所まで戻れる。

4.4 デッドロック

複数の移動体がオブジェクトを待ち合つてデッドロックが生じた場合、移動体を消去できない。このために、 v を (o) とは別の経路に移動させて、 (o) のロックを解放する。この移動方法としては、移動体の種類により2種がある。

- (1) v が後退可能移動体の場合には、 v を後退させる。
- (2) v が後退不可能移動体の場合には、 v は、新しい経路を見つけて、移動する。

閉方式では、必ず後退できる。半開方式では、通過後も、上位のオブジェクト o のロックが残っているので、再び詳細化することによって後退が可能となる。後退不可能移動体では、補償経路を利用して、現在いるオブジェクトまで戻る。

5 おわりに

本論文では、目的地までの経路を動的に決定していく方式について述べた。特に、移動体の種類を検討し、その種類毎の同期方式を示した。

参考文献

- [1] Deen, S. M., Hamada, S., and Takizawa, M.: *Broad Path Decision in Vehicle System, Proc. of International Conf. on Database and Expert Systems Applications (DEXA92)*, pp. 8-13 (1992).
- [2] 濱田 賢、長谷川 正裕、滝沢 誠: 協調的交通システム、情報処理学会、マルチメディア通信と分散処理研究会, DPS-52, pp. 77-84 (1992).