

氏 名	岡 崎 甚 幸 おか ざき しげ ゆき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1029 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	<b>建築空間における歩行のためのシミュレーションモデルの研究</b>

論文調査委員 (主査) 教授 増田友也 教授 堀内三郎 教授 天野光三

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は建築空間における人間行動のモデル化を研究したものであるが、しかしこれは従来の研究のように空間の平面型を一つのネットワークとし、その線上を移動する量として行動を調べるのではなく平面的な広がりをもつ空間の中での、各歩行者の互いに質的に異なる動きをそのままに時々刻々に表わしうるモデルを作り、そのモデルによって個別的な建築空間における、ラッシュ時や避難時の群集歩行のシミュレーションを可能としたものである。

このモデルにおいて建築空間は、単位歩行領域と呼ばれるユニットの組合せからなる歩行領域と、その上に、やはり平面図形として配置された壁、柱、窓、柵、家具などの障害物によって表示される。単位歩行領域は四種類の相異なる型（平面領域や階段領域等）のいずれかに属し、それぞれが識別番号をもつ（第3章）。各歩行者は歩行につれて、自分がその時にいる単位歩行領域の番号と種類を常に更新しつつ、その単位歩行領域の特性に適合した行動をとる。このために電磁気学の応用によって、それぞれ正または負の磁荷をもつ点磁極、直線状磁極、磁気双極子、磁気二重層、一様磁極を仮定し、これらの中から適当なものを選び、それぞれ歩行者や障害物や目的地点に与える。原則としては歩行者に正の点磁極、壁や柵などの障害物に正の直線状磁極、歩行の目的地点に負の磁極が与えられ、領域内に配置される。与えられた各磁極は、それぞれの識別番号と、どの単位歩行領域において他の磁極に相互に作用するかを決める識別符号をもつ。また歩行領域の各点に働く磁力によって、磁場に相当する空間構造を、その歩行領域に与えることができる（第2章）。各歩行者はこの空間構造のもとで、さらに他の歩行者や障害物を回避するために補助的に与えられたアルゴリズムによって（第7章）、自己の位置と歩行速度ベクトルとを決定する（第4章）。以上で基本的な歩行のシミュレーションが可能であるがさらに大規模で複雑な建築空間における避難行動のために、以下のモデルが追加された。すなわち各単位歩行領域において、その各出口までの可能なすべての経路を探し、それぞれの総延長を計算し（第8章）、火災を任意の時刻に歩行領域の任意の場所に発生できるようにする。そうしてこの火災の成長度、

煙の伝達速度、煙の中での生存可能時間の各値を任意に与えて入力すると、各歩行者はこの煙を発見しこの煙によって自己の避難経路が覆われたかどうか調べる（第9章）。このようにして停滞者群を発見し、それが属している単位歩行領域や、歩行者に認知されていない単位歩行領域を回避しつつ、火災の時々刻々の変化の状況のもとで、最適な避難経路を選択しながら行動することになる。この時地理的環境は行動的環境へと移行する（第10章）。

本研究は歩行のモデル化をできるだけ詳細に行うために、計算機とグラフィックスディスプレイ装置を利用することにより、モデルとの対話形式において進められる。それは歩行者の言わば気まぐれな動きを、モデルの示す数値だけで追跡することがまず不可能だからである（第11章）。

以上のモデルによって以下の基本的な単独歩行、群集歩行、ならびにその応用としてのプラットフォームにおける群集歩行、そして避難行動のシミュレーションが行われた。単独歩行のシミュレーションにおいては、柱の回避や、壁からとる距離や、曲り角での屈折歩行、他の歩行者との対向回避や、追越しや、待合せ等が調べられた（第12章）。そして実際の単独歩行のビデオカメラによる調査例と、モデルによるシミュレーション歩行との比較検討が行われた。（第13章）。つぎに群集歩行のシミュレーションにおいては、数十人の歩行者による交差、合流、屈折歩行、幅員の急に狭くなる通路や出入口での群集歩行、彗星状集団の形成が見られる群集の追越し歩行、対向歩行などが調べられ、群集歩行の従来の観測結果との比較が行われた（第14章）。群集歩行の応用としてのプラットフォームでのシミュレーションにおいては、出改札口周辺での歩行、柱が歩行に与える影響、プラットフォーム上の階段やエスカレーターの前の停滞者を考慮した群集歩行等が調べられた（第15章）。避難行動のシミュレーションにおいては、基本的な経路選択における避難行動、教室での避難行動が調べられ、さらに火災調査報告書にもとづく避難行動のシミュレーションにおいては、めまぐるしく避難経路を変えて逃げる各歩行者の行動が明らかにされ、同時に報告書とシミュレーション結果との違いが論じられた（第16章）。

## 論文審査の結果の要旨

建築空間における歩行のシミュレーションモデルには従来二つの型があり、一つは空間をネットワークに抽象化し、その線上を移動する歩行者の量を計算するものであり、他の一つは空間の平面形を格子状に分割し、この各領域を歩行者が飛石のように移動するものであった。これらに対して任意の形の平面形を格子状に分割することなくそのまま表示し、その中を自由な方向に、自由な速度で移動する複数の歩行者の動きを表わせるモデルを提案した。シミュレーションの結果は計算機に接続されたグラフィックスディスプレイ装置の上に映し出される。本研究において得られた主な成果は次の通りである。

(1) 電磁気学の応用により、歩行者や壁、障害物、歩行目的地点に、各種の磁極を与えることにより歩行領域に対して磁場に相当する歩行のための構造化を行った。この構造化された歩行領域に従って多数の歩行者が追越しや対向、もしくは出入口、改札口、曲り角、階段などにおいて移動するシミュレーションモデルの提案を行った。

(2) 群集歩行で観察される諸現象は、このモデルによって再現可能なことが明らかにされた。計画中の駐車場の平面の中での群衆の行動をシミュレートすることにより、その平面の問題点を指摘し、合理

的な成案を提示することができた。

(3) このモデルはさらに歩行領域の任意の箇所に発生する火災とその煙の時間的変化を操作できるようにした。そして未知の歩行領域、火災の歩行領域での広がり方や成長度、他の歩行者の停滞状況や異常時における特異な人間行動をも考慮して、避難経路を選択できるアルゴリズムの提案を行った。

(4) 千日デパートプレイタウンの火災調査報告書に従って試みられた、本研究のモデルによるシミュレーション結果により、逃げまわる歩行者の様子が再現でき、それによって非常口等の空間配置計画にあたり本モデルが有効であることが明らかになった。そして避難行動の構造的解明と危機的空間もしくは破局的空間への見通しを確立した。

以上、本論文は地理的環境における機械的モデルとして従来取り扱われてきた群衆歩行や避難行動を場所的に解明するものであって、それによって、単純な動線概念にもとづく平面計画ではなしに、今日切迫した状態におかれている群衆交通計画や避難計画に一つの新たな科学的基準を与えたことにより、学術上、實際上寄与するところがはなはだ大である。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。