

氏 名	まつ した さとし 松 下 聡
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論工博第2496号
学位授与の日付	平成3年6月29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	群集歩行における探索及び待ち行動のためのシミュレーション モデルの建築設計論的研究

論文調査委員 (主査)
教授 加藤邦男 教授 川崎 清 教授 天野光三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、建物内部に於ける探索歩行及び待ち行動を含む群集歩行について、実験、観察を通じて歩行行動の原理を探り、次に2次元平面内でコンピューターシミュレーションを可能にする群集歩行モデルを開発し、そのモデルの設計計画上的有効性を論じたもので、序、第Ⅰ章、第Ⅱ章、及び結論からなっている。

序に於いては、背景、問題の所在、本研究の目的を述べ、シミュレーションモデルの全体構成とデータ構造を論じている。

第Ⅰ章では、探索歩行について行った実験を記述し、その結果の分析から探索歩行のモデル化を行い、その実用性を検証している。まず遊園地の迷路を用いて歩行実験を行い、そこに於ける歩行パターンは「接近型」、「迂回型」及びそのそれぞれに「右回り」と「左回り」の変種を加えた型に整理されることを明らかにし、歩行パターンに影響を与える要因として、状況決定的な「歩行方針」、個人的特性に由来する「前進傾向又は後戻り傾向」及び「直進傾向又は屈進傾向」を抽出した。さらに「歩行方針」を変更させる状況には、「行き上まりに陥った場合」、「既通過地点に戻った場合」、「そのまま進むと目的から離れる場合」、「状況変化無しに不安を持つ場合」の、以上4通りが数えられることを確認した。この実験結果の分析に基づいて、外的に明確な傾向が認め難い最後の場合を除くすべての状況変化を入力とし、入力に対して歩行実験を変更し、適当なコーナー選択を出力とするシステムとしてアルゴリズムを作成してモデル化し、個人的特性として前述した要因を初期条件としてデータを与えてシミュレーションを実行した。さらにこのモデルに、現実の歩行行動に含まれる探索歩行以外の「最短経路歩行」、「誘導歩行」を組み合わせ、歩行者とその環境との関係に従って適当な歩行モデルを選択するシステムを開発し、実験用迷路のみならず、歩行経路内に誘導標を配置した場合や事務所建築物内に於ける避難行動の再現を試み、それに成功し、著者が構築したモデルの妥当性を示した。

第Ⅱ章では、待ち行列について、多様な現実によりよく適合するモデル化を試み、その実用性を検証している。まず多様な群集歩行が見られる建築型の現場観察を行い、その結果、待ち行列の型を、「カウン

ター型」,「ラッチ型」,「乗降口型」の3類型に分類する。このそれぞれについて, 既往の「待ち行列理論」,「ネットワークモデル」, J. J. Fruin の調査を補い, 「待ち行列への接近, 退去, 段階ごとの部分行動」, 及び「通過する群集流動と待ち行列の交錯」をも十分に取り扱い, 総合的な待ち行動のアルゴリズムを作成している。さらに待ち行動に於ける静止時間平均, 列の前に詰めるのに要する時間, ラッチ及びエレベーター乗降口に於ける群集の流動係数のサンプリング調査を行い, 統計的処理によって一般的に有効な諸係数を整理し, それをモデル化, シミュレーション実行のためのデータとしている。こうして得られたモデルを用いて, 混雑や群集歩行が計画上問題となる建築型に於ける歩行者の行動の再現に成功し, 現実の大規模かつ複雑な経路を有する施設の平面上で, 数百人の行動シミュレーションをも行い, モデルが, 平面各部の混雑度, 群集の流動状況の検討に有効であることを, 得られたシミュレーションの結果と現場観察事例との一致や設計計画に於ける検討過程と対照させながら, 実証している。又, このモデルが, 遊園地や博覧会などの屋外地域の群集歩行のシミュレーションにも有効であることを示している。

結論では, 以上の成果を要約し, 今後の課題を指摘している。

論文審査の結果の要旨

建物内の群集流動把握は, 建築設計上また建築空間の定性的・定量的評価にとって不可欠であるが, これを正確に予測することは現時点では困難である。本論文は, 群集歩行モデルによるコンピューターシミュレーションによって, 建築空間特性の評価を方法化することを目指したもので, 得られた主な成果は次の通りである。

1. 群集シミュレーションは, 従来, メッシュ型とネットワーク型モデルが用いられてきたが, 歩行者の詳細な動きを表現することには適さない。これを補い, 大量の歩行者を対象にする大量の計算及びデータ処理が可能であることを条件として, 著者が従来から開発してきた磁場モデルを発展させて独自に座標型モデルを構成する方法を試みた。これによって, 群集流動一般のうち特に「探索歩行」と「待ち行列」を中心とするシミュレーションモデルを提案し, 通常の群集歩行の再現に於ける妥当性を確認した。

2. 探索歩行について, 迷路実験により探索の行動原理が, 「S(刺激)—(認知地図—歩行方針—経路選択)—R(反応)」系として説明可能であることを見だし, これによって探索歩行のアルゴリズムを構成した。待ち行動については, 典型的な群集流動がみられる事例の観察を通して, 「カウンター型」, 「ラッチ型」, 「乗降口型」に分類可能であることを示し, 事例の統計的処理により得られた一般に有効な群集流動係数をデータとして, 3種類のアルゴリズムを構成している。これらの組合せによって, より現実的かつ多様な歩行者の行動が再現できるシミュレーションモデルのシステムを提案して, それを典型的な建築型の機能的2次元平面において実施し, このモデル・システムの有効性を実証した。

3. このシステムが, 建築施設の避難性能の検討, 避難時や混雑する領域に於ける歩行者の誘導, 建築空間の混雑度もしくは群集密度の検討に有用であることを示し, 建築設計に経時的人的変化要素を定性的定量的に附加し, また特に建築防災計画に具体的指針を与える方法として活用可能であることを示唆している。またこのシステムは, 人間行動のプロセスのモデル化にほかならず, 行動科学一般に於ける人間行動解明にも資するところが少なくない。

以上の成果により，本論文は学術上，實際上寄与するところが少なくなく，工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また，平成3年5月16日，論文内容と，それに関連した事項について試問を行った結果，合格と認めた。