

マルチエージェント型歩行者シミュレータ・Legion の紹介と最近の適用事例

馬場園 克也

ユーデック株式会社

Outline and the applied case study of Legion, multi-agent based pedestrian simulator

Katsuya Babazono

UDEG

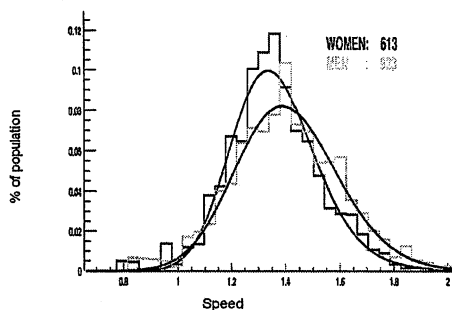
背景

一昨年、欧州で施設計画のための歩行者(群集)シミュレーションを見る機会があった。パソコンで動くソフトウェアとのことであったが、スタジアムの観客 3 万人の避難シミュレーションができるという。画面をみると個々の観客は一步、一步動いている。群衆は出口付近の狭いところでは、団子になり、開放されるとスプレーのように広がっていく。ズームしてみると、個々の歩行者は互いにぶつからないように動いている。ソフトウェアの名前は Legion。尤もらしく動いている。

Legion は欧州を中心に、北米、オセアニア、アジアの人々約 700 万人の行動データをもとにモデル化された歩行者(群集)シミュレーション・ソフトである。

How is Legion Calibrated

Walking speeds are measured by gender, age and geographical region



- Based on over 7 million measurements taken from real-life observations of different global environments around the world
- Quantitative measures of pedestrian experience and crowd dynamics underline the individual profiles used in the software
- Simulation outputs are validated against measurement data

図1 モデル・キャリブレーション(資料提供 Legion International 社)

モデルの中で動く歩行者をエンティティと呼ぶ。エンティティはそれぞれ固有の物理サイズ、歩行速度、個人空間という属性を持っており、与えられた OD に従って、空間内を移

動する。その際、壁や柱といった静的な障害物や動的な障害物である他のエンティティをうまく避けながら進んでいく。

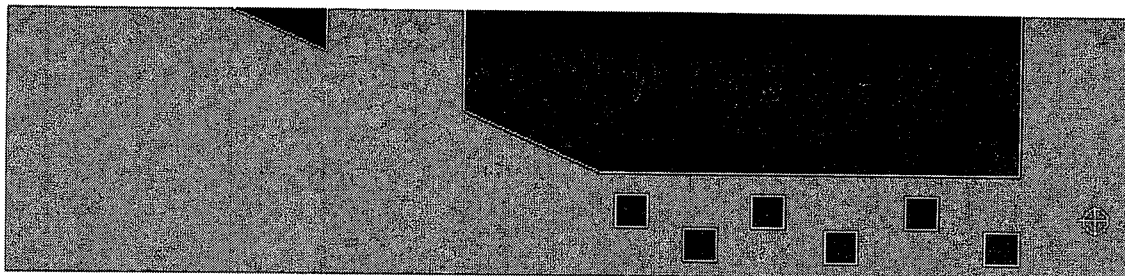


図2 エンティティのマイクロ挙動 (資料提供 Legion International 社)

駅コンコースの3Dのアニメーションを見せてもらった。ハリウッドでみたアリ軍団のアニメーション(ヒトではなく実はアリでした)程の驚きはでなかったが、歩行者(群集)シミュレーションが実務で使われていることに感動した。

以下は、実際のプロジェクトで Legion が活用された事例である。

国際ビッグイベントの観客を誘導する

まずは、2012年に開催予定のロンドン・オリンピックである。実写とコンピュータ・グラフィックスが合成してある。注目していただきたいのは真ん中の建物から手前に延びている歩道である。無数の粒粒がご覧いただけるであろう。よく見るとこれらが観客であることがわかる。



図3 ロンドン・オリンピック会場の観客シミュレーション (資料提供 Legion International 社)

Legion は緊急避難だけでなく、平常ピークの状態をシミュレーションできるのが特長である。緊急避難シミュレーションではエンティティ(ヒト)のODがシンプルだが、平常時では、エンティティは様々な Origin から様々な Destination に向かう。更に、途中、立ち寄りしたり、休んだり、複雑な動線を辿る。

これを数万人単位で動かすのは至難の業であるが、Legion はこれを PC で再現する。勿論、エンティティを動かしてアニメーションを眺めているだけでは計画に役立たない。エンティティの動き、そしてエンティティと空間との関係をデジタルに評価して初めて問題点や課題が認識され、解決のためのアイデアが浮かぶ。

通常は単位面積当たりの歩行者密度で、空間の評価が行われる。図中、赤い部分はサービス水準 F 以下の高密度な危険ゾーンを示している。課題は最寄り駅との結節点にあったようだ。

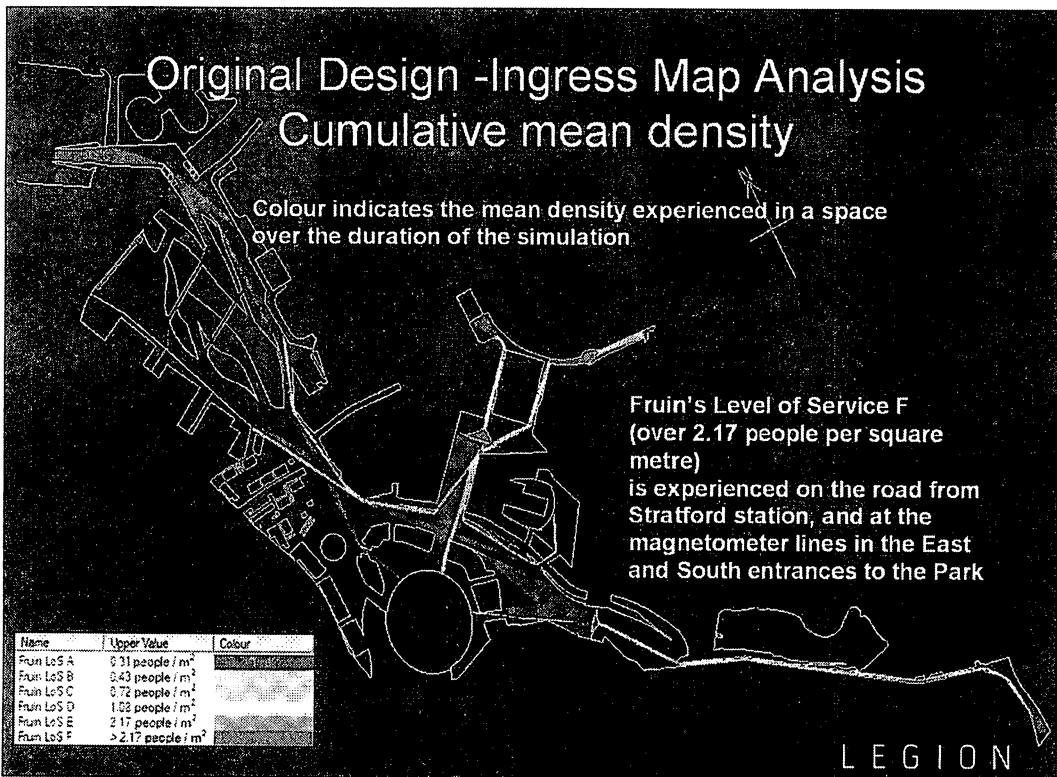


図 4 (同) 原案のシミュレーション結果 歩行密度 (資料提供 Legion International 社)

そこで、駅前広場や歩道の計画を改善するというアイデアに基づいて、再び、シミュレーションを行う。レッドゾーンは解消し、他にも悪影響は出ていない。Legion とオリンピック会場の計画者がやっていることは単純明快である。

次は 2000 年に開催されたシドニー会場の観客誘導計画の例である。

Legion のシミュレーション結果に従って、メイン会場のアプローチ歩道が大幅に変更された事例である。

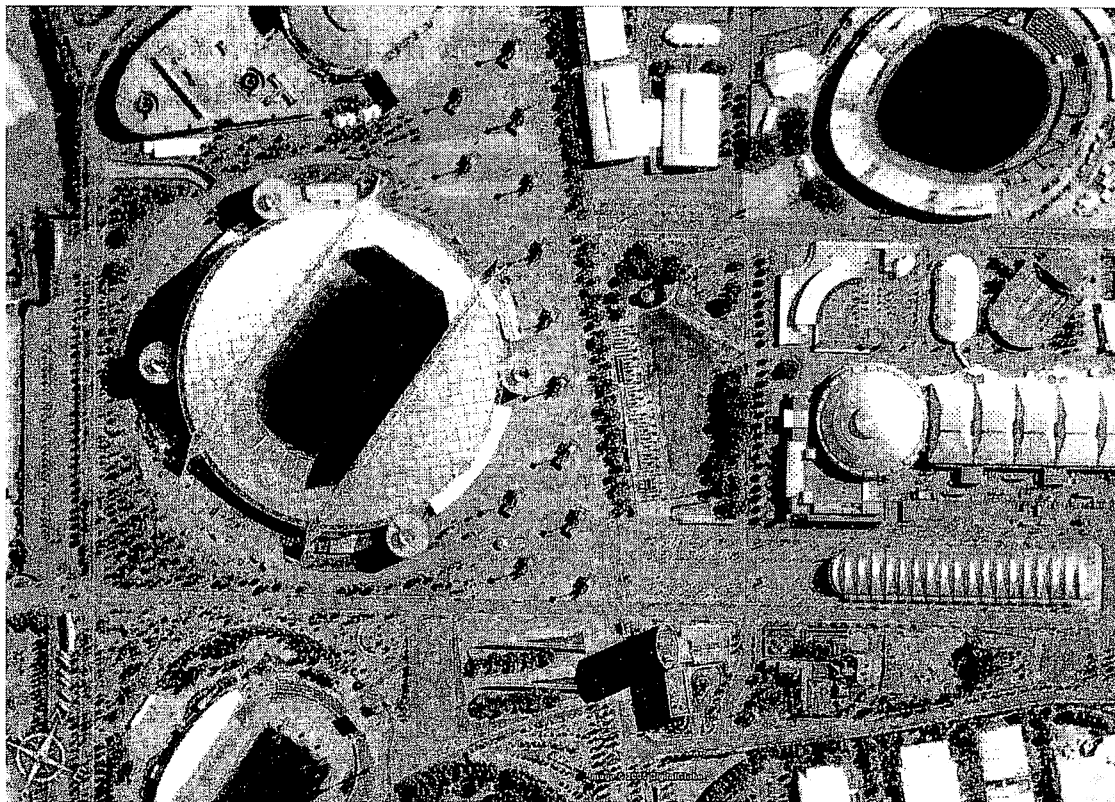


図 5 シドニーオリンピック会場（資料提供 Legion International 社）

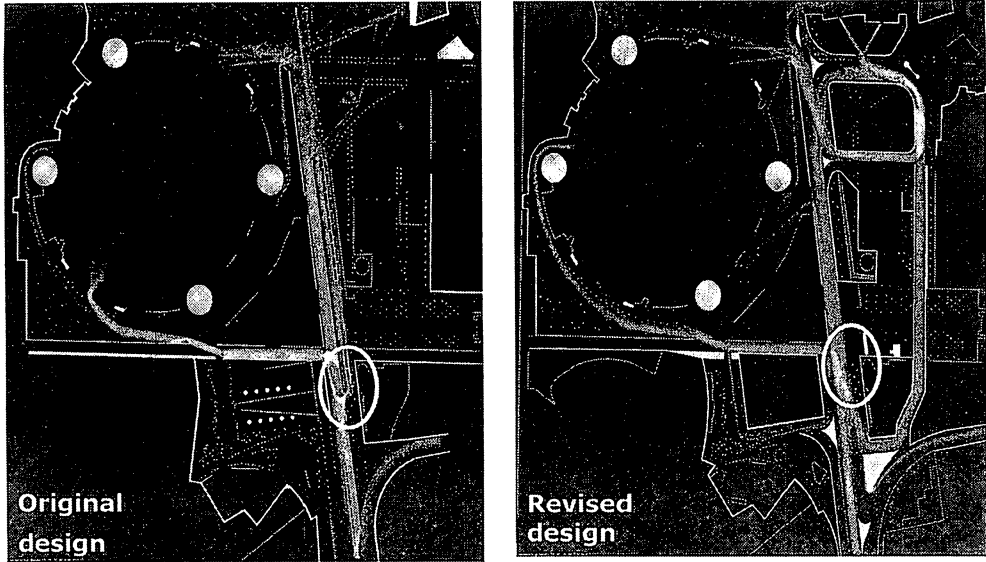


図6 (同)観客ルート改善前後の歩行密度マップ (資料提供 Legion International 社)

大規模スタジアムの避難時間を測る

歩行者(群集)シミュレーションは、あらたな施設計画の検討だけでなく、既存施設の改良にも応用されている。以下は、某スタジアムの避難シミュレーションの事例である。

右図(上 1F/下 2F)は誘導バリアーがある場合、左図(上 1F/下 2F)は誘導バリアーがない場合である。5分55秒経過した段階で比較してみると、バリアーがある場合、2階には殆ど観客は残っていないが、バリアーがない場合、多くの観客が階段に残されている。避難完了時間は、バリアーが無い場合6分55秒掛かっていたのが、バリアーを設置することにより5分58秒となり、約1分短縮されることが示された。

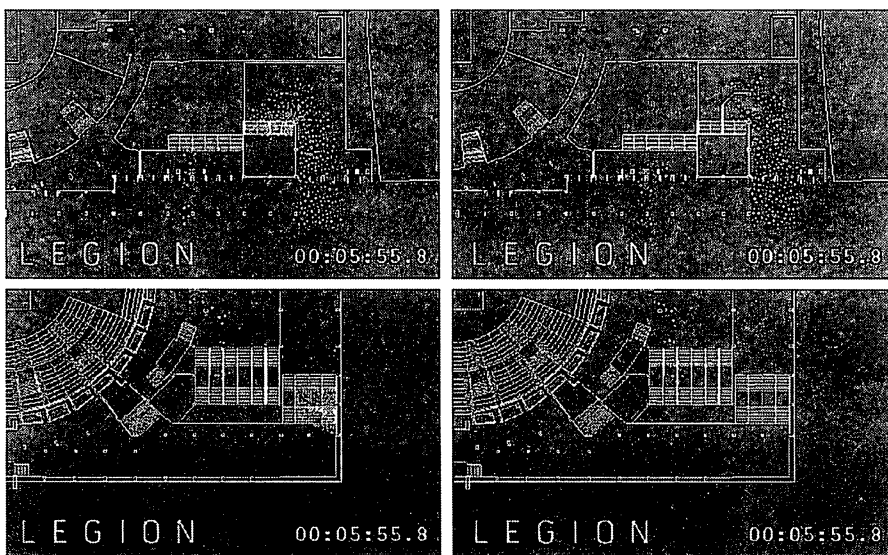


図7 某スタジアムの緊急避難シミュレーション-アニメーション(資料提供 Legion International 社)

鉄道駅・地下鉄の歩行者を誘導する

歩行者(群集)シミュレーションが最も得意とするのは鉄道や地下鉄などの駅やコンコースの混雑緩和のための検討である。電車の発着により歩行者の波が押し寄せ、ターミナル駅では、路線相互の乗り換えもあり、各路線の発着のタイミングによっては、予期せぬ混雑が発生する。時間の経過と共に変化する離散的状況を数値解析的に解くのは困難である。全てをクリアしようとするれば、空間は経済性を無視したものとなる。

以下は、香港のクーロンにある地下鉄の乗り換えターミナルの検討事例である。1日百万人の乗降客があり、乗り換えコンコースはピーク時に深刻な混雑に陥っていた。現況のシミュレーション解析の結果、深刻な混雑は幾つかのボトルネックによって発生していることが分かった。各ボトルネックにおいて、その原因を追究し、個々に改善策を講ずることにより、全体として高いパフォーマンスが得られた。

Simulations highlighted several potential

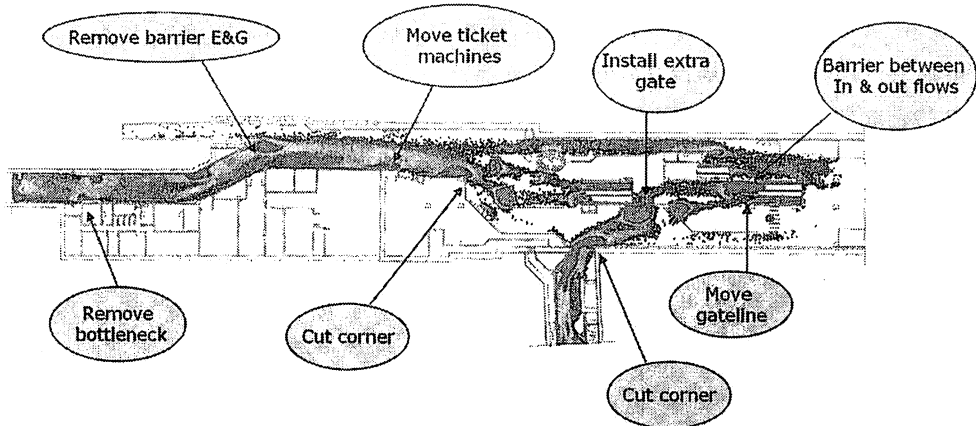


図8 香港地下鉄コンコースの現況シミュレーション-歩行密度マップ(資料提供 Legion & UDEC Team)

我が国における歩行者(群集)シミュレーションの導入可能性

さて、我が国に歩行者(群集)シミュレータが普及するのはいつになるのでしょうか。今現在、通常の施設計画の手続きの中で、Legion のような歩行者(群集)シミュレーションを目にする事はない。理由は、明快である。法手続きに必要なこと。また、トライしたいと思っても市販ソフトがないからである。

歩行者(群集)シミュレーションに関し、ある調査を行った。建設会社、不動産会社、小売業、航空会社、遊園地など、歩行者(群集)シミュレーションに関係するであろう、民間会社の役員、管理職 1000 人に対して行った歩行者(群集)シミュレーションのニーズ調査である。

企業として歩行者(群集)シミュレーションに何らかの関係するかもしれないと回答した人の内、ソフトあるいは専門委託先の必要性を認識している人は 62%もあった。被験者全体でも 14.8%と、意外に高い数値である。更に、必要如何は問わず、歩行者(群集)シミュレーションに関心があるとの回答は全体の 84.7%を占めた。

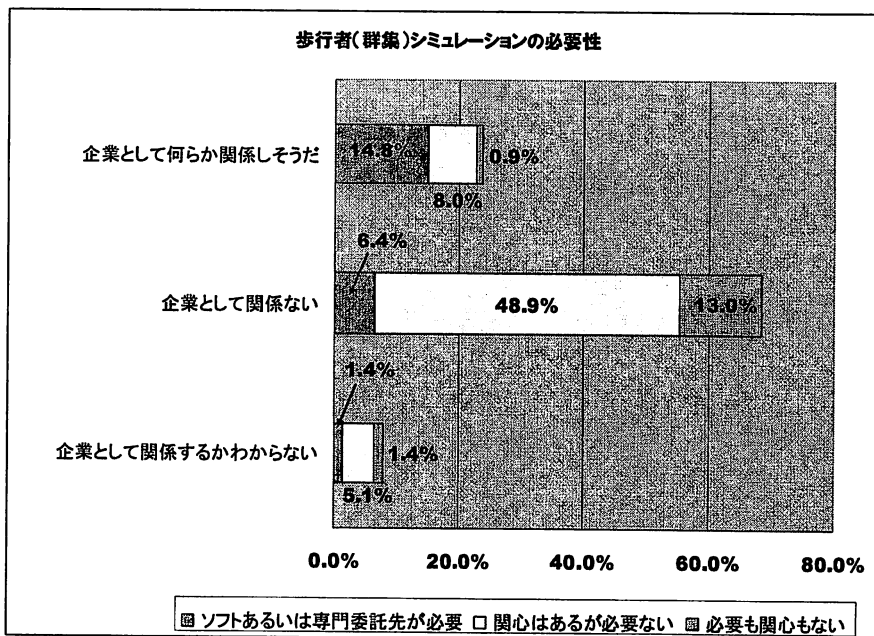


図 10 歩行者シミュレーションの必要性(資料提供 UDEC)

次に、歩行者(群集)シミュレーションを使うとすれば、どんな分野で使ってみたいかという質問に対しては、大規模な集客施設やイベントそして駅関連施設が上位に挙げられている。注目すべきは地域防災、歩道橋・橋梁・踏切など、近年、発生した不幸な出来事に対し、歩行者(群集)シミュレーションへの期待が指摘されていることである。

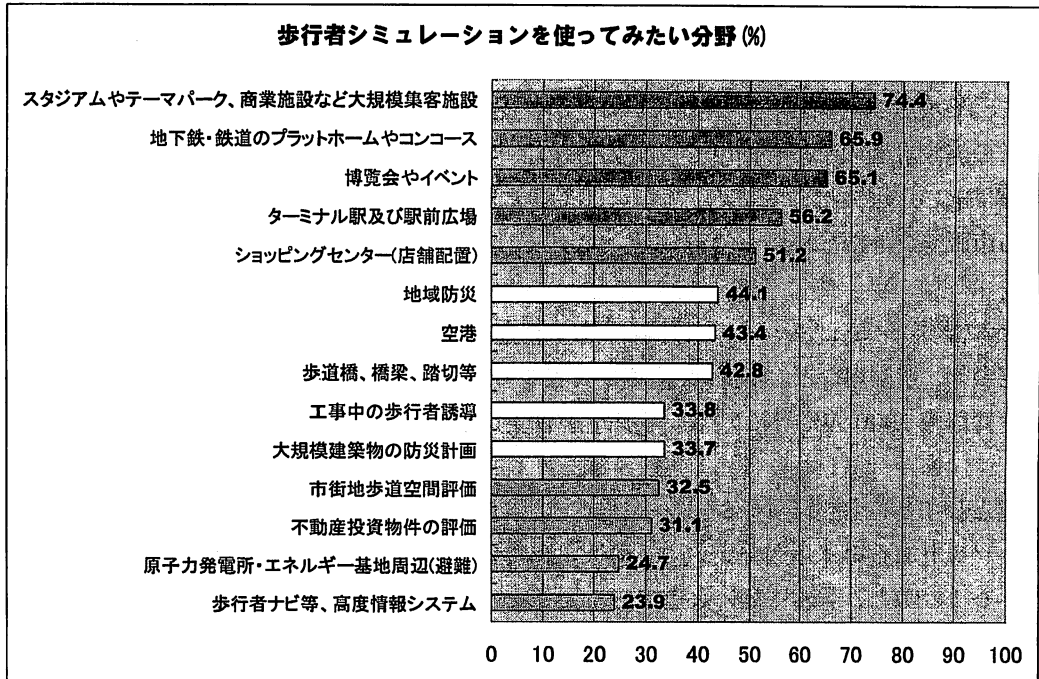


図 11 歩行者シミュレーションを使ってみたい分野(資料提供 UDEC)

近年発生した、地震、ハリケーン、津波などの自然災害や、テロを目前にし、国民の危機意識も高まってきた。政府も相当の予算をかけて危機対策に乗り出した。

天変地異に限らず、我々は日々、群集に巻き込まれており、災害のリスクを抱えている。

通勤ラッシュや帰省ピークの混雑によるストレスも依然、大きな社会問題である。

歩行者(群集)シミュレーションの普及により、安全・安心に加え、子供や高齢者にとっても快適な歩行空間が誘導されるのであれば、国策を待たずして、我が国に普及させたいと思う。