

附附一 Sim Tread 避難疏散電腦模擬簡介

一、背景說明

1. 都市火災避難疏散的研究在日本有一段長久歷史，早期使用的「網絡模型」(network model)如今逐漸被「多重行為者模擬」(multi-agent simulator MAS)所取代，是更接近真實的模型。MAS 反映了人類行為會依據現實情境而行動，能提供行為的數據資料，包括模擬錄影帶。
2. 「步行模擬」(Sim Tread)是「多重行為者模擬」(MAS)專為建築物內的步行行為發展出來的。

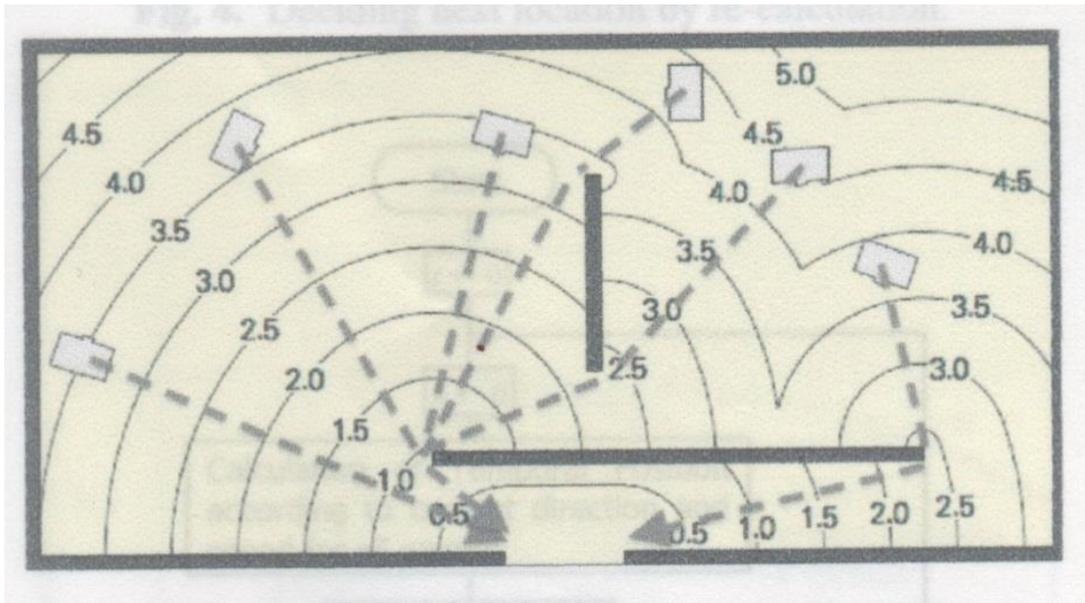
二、模擬軟體概述

「多重行為者模擬-步行模擬」，被發展成為插入 Vectorworks 商用 CAD 軟體，因此它可以由模型平面無縫操作銜接至模擬結果的輸出。

- (一) 「步行模擬」(Sim Tread Model)－模擬平面圖是在 CAD 平台上操作，許多不同的功能性圖型符號放在這個平面圖上，成為模擬模型。
- (二) 每個行為者以「空間占有者」(Occupant)的符號代表。
- (三) 符號「足跡」(Footprint) 提供行為者的活動場域。
- (四) 每一個行為者皆有幾個質性：現有座標位置、移動方向（角度）、現有移動速度、最高步行速度、行為者朝向的目的地。
- (五) 最高步行速度代表行為者在沒有障礙及其他週邊步行者存在的狀況下，能自由行走的速度。
- (六) 行為者能個別地定位在「足跡」(Footprint) 上。
- (七) 符號「阻礙物」(Barrier) 這個符號代表牆、柱，以

及其他無法通過的障礙。

- (八) 符號「目的地」(Destination)隱含一個內在的數字，拉近朝向那個目的地(數字)的特定步行者，並指派給行為者下一個目的地的數字(數字即等同於距離的一個隱含值)。
- (九) 符號「空間占有者資源」(Occupant Source)產生出在特定時間長度內或任意時段內，一定數量的行為者。
- (十) 符號「注意區」(Caution Zone)用在例如階梯及斜坡等改變步行速度的地方。
- (十一) 符號「轉換點」(Transfer Point)是一種當人流重疊時，行為者調整至其他不同於原有位置的轉換點的位置調整(repositions)。
- (十二) 符號「人流感知線」(Flow Sensor Line)計算行為者通過的數字，並提供量測的數據，它的圖形數據可以被植入影像內輸出。
- (十三) 把這些圖像符號佈建好後—即行為者、目的地、障礙……等，一張「潛勢地圖」(potential map)就可以在「足跡區」裡，根據與目的地間的距離，被計算出來。「潛在值」(potential value)實際上在一開始模擬就計算了。每一個行為者行走方向都垂直於等高線，並避開其他行為者與障礙物。



圖一，行為者路徑選擇所產生的潛勢圖案例。數字意指一個潛在值，即為行為者與目的地的距離。

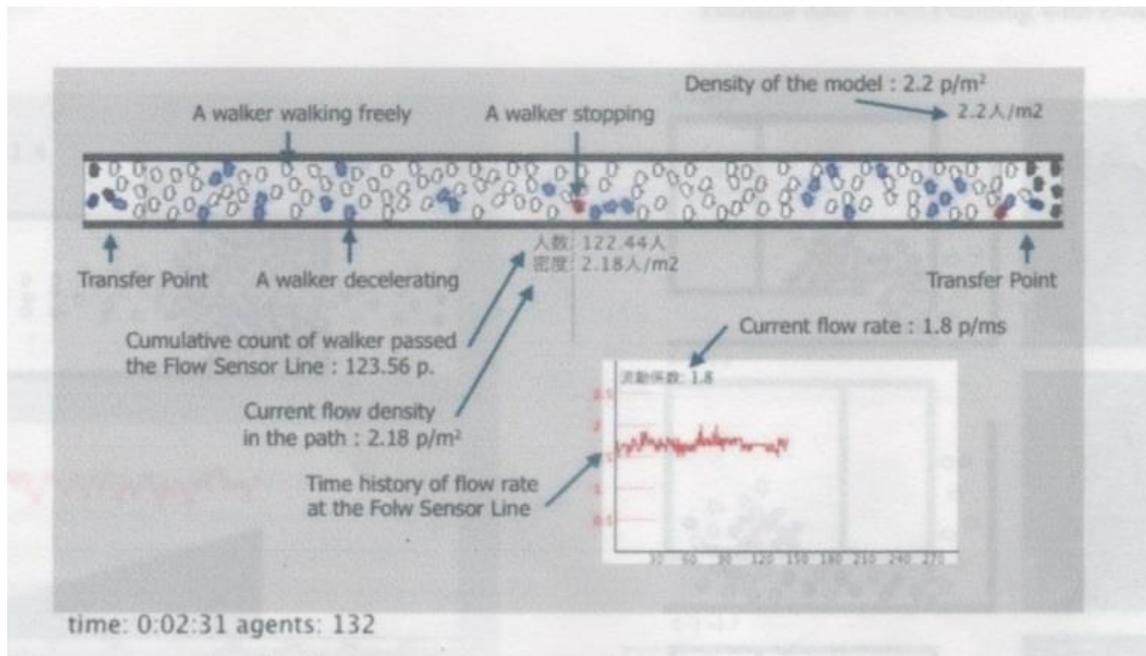
三、步行的機制

- (一) 「步行模擬」(Sim Tread) 的循環時間是 0.2 秒，行為者的尺寸定為 42 公分寬 25 公分長。為了迴避其他行為者及障礙物，個別行為者在他們行進方向前面有一個長方形的「衝突決定面積」(Conflict Determination Area—CDA)。
- (二) 這個面積會基於行為者是否避免碰撞其他行為者或障礙物而變化，也會視行為者是否自由行動而改變其大小。
- (三) 用這樣的方式，可以模擬計算出行為者，在行進時避免碰撞，調整其行進方向的過程。行為者的方向調整會被以每次 12 度角旋轉來尋找，直到它避開碰撞。
- (四) 如果這樣仍無法避開碰撞，則行進的距會縮減為 70%。如果適當的位置仍然無法找到，則避開碰撞的探尋會停止。這個過程會對所有行為者重複操作，碰撞的判

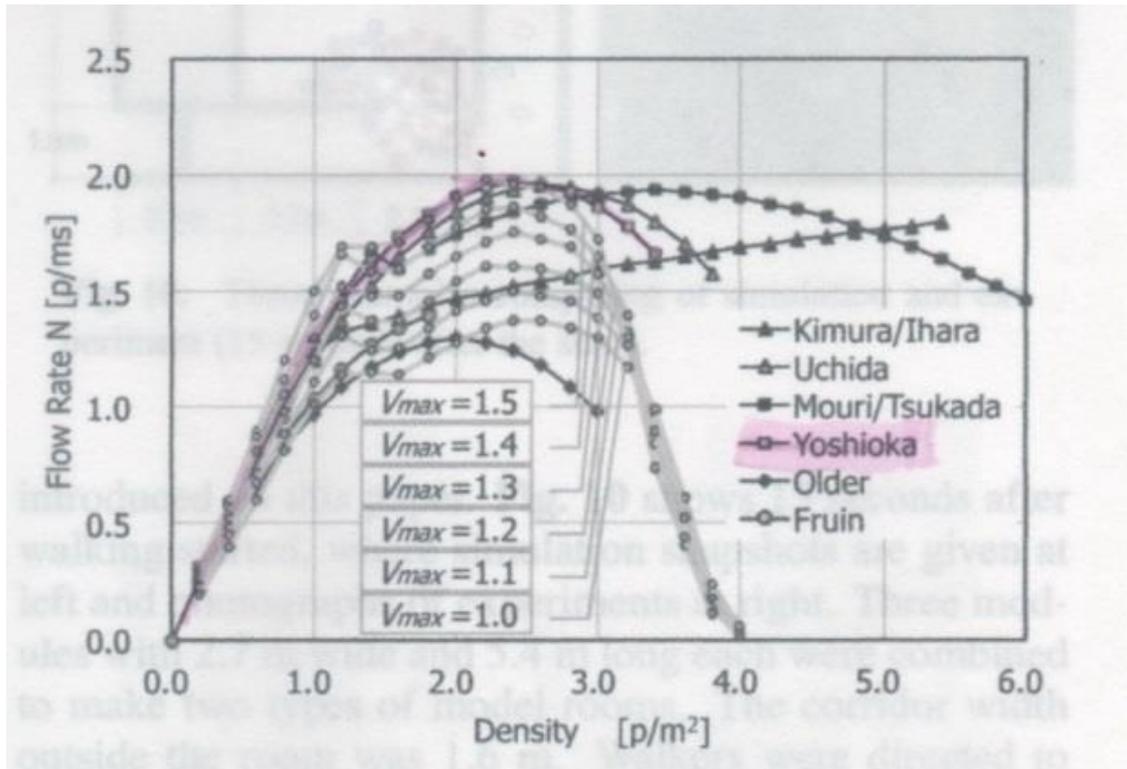
斷會一再執行至多達 25 次。如果碰撞在這過程中不能避免，則行為者會停留在原點不動。

四、「步行模擬」(Sim Tread)有效性的確認

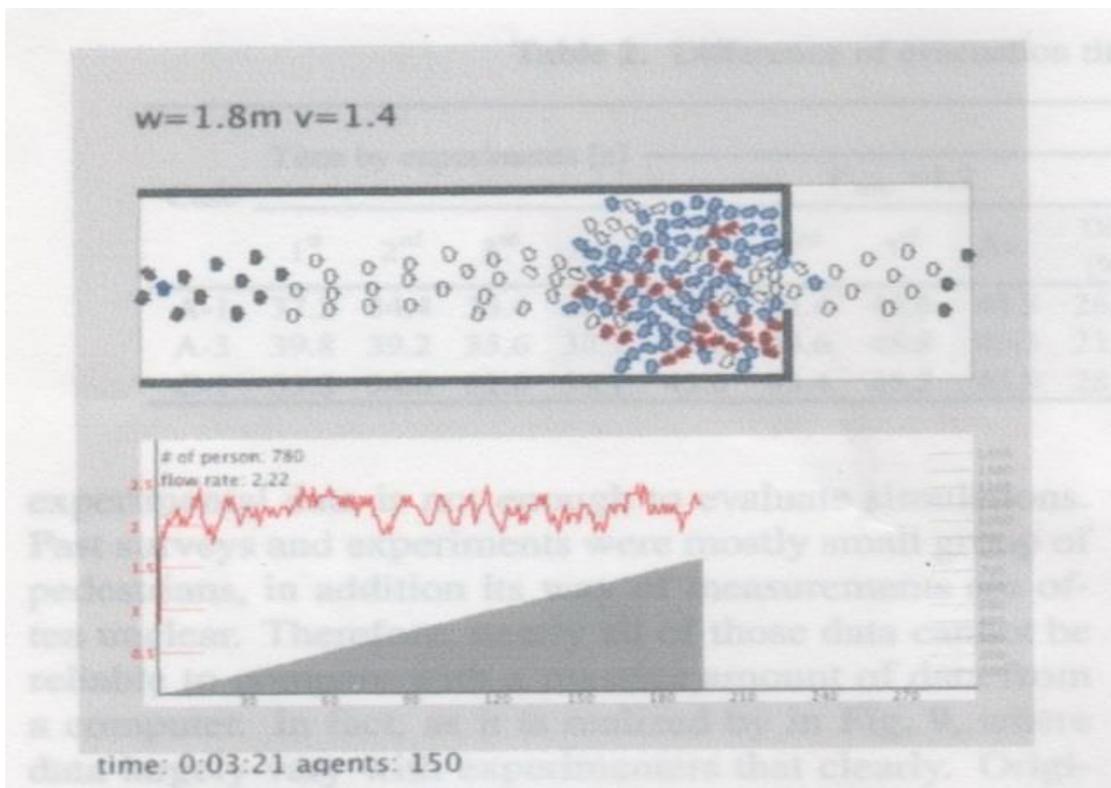
- 流動率—針對路徑和瓶頸的流動，過去的量測研究與這個模擬的比較。



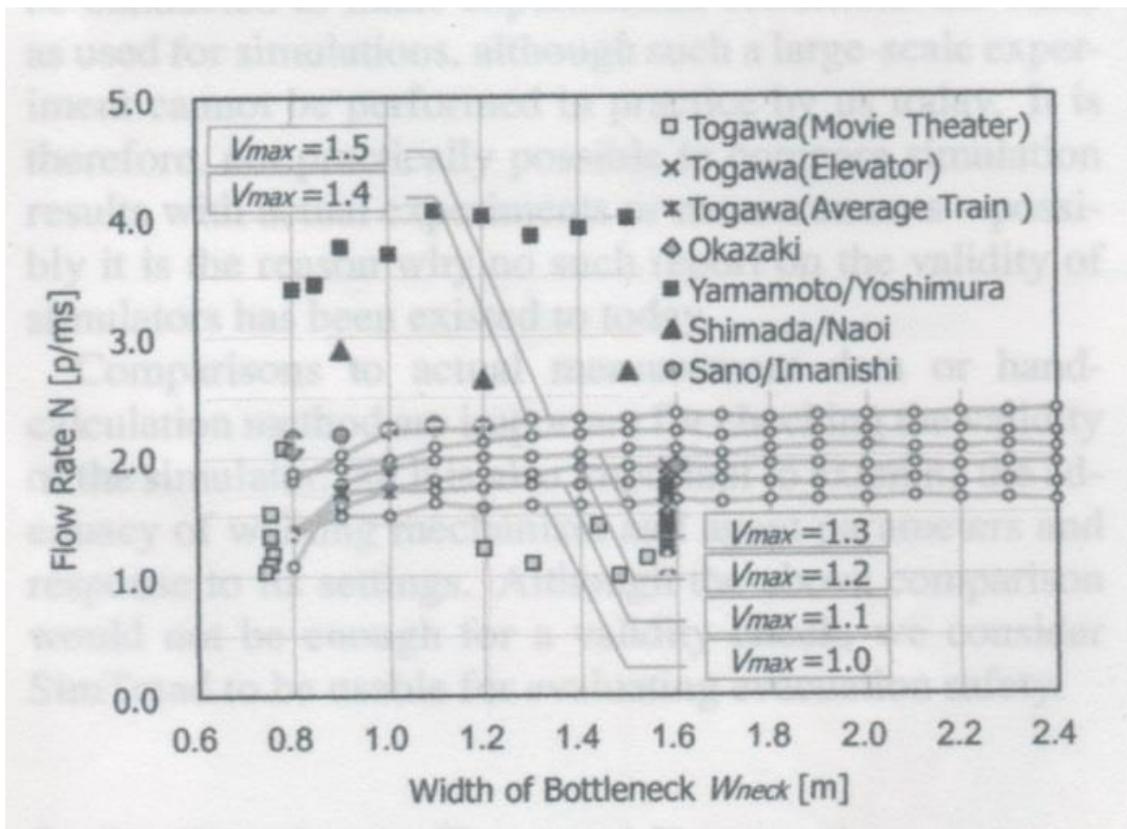
圖二，路徑流動的一個量測模型



圖三，路徑流動的流動係數

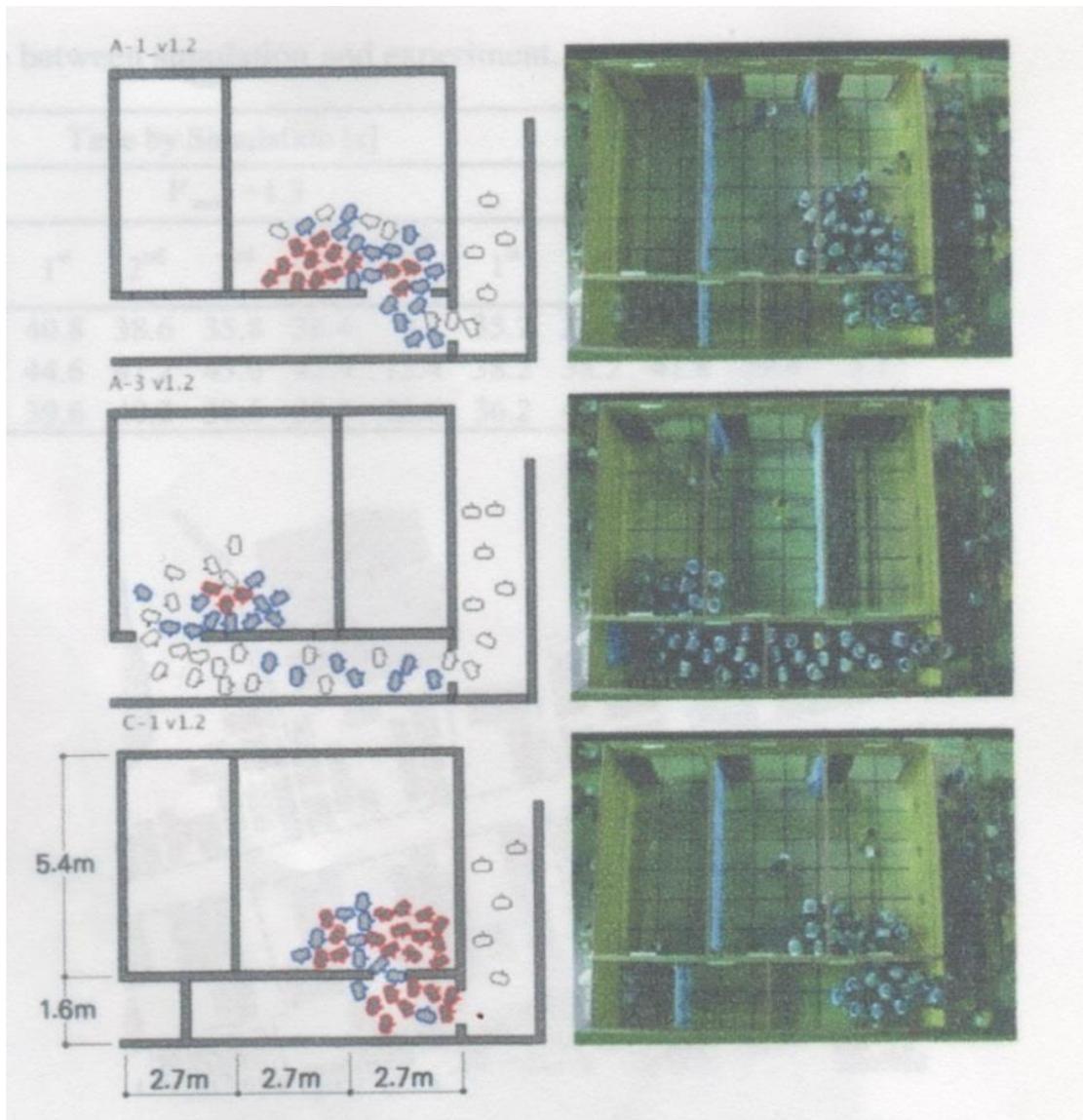


圖四，瓶頸流動的一個量測模型



圖五，瓶頸流動的流動係數

- 步行特徵：真實的步行實驗與這個模擬的比較。



圖六，模擬與實驗比較的三个案例(在開始 15 秒之後)

上述內容顯示，「步行模擬」(Sim Tread)展現出與過去的路徑和瓶頸量測研究相似的表現，與步行研究的比較，也表現得很好。因此可以證明，「步行模擬」(Sim Tread)是一個很實際可行的步行模擬軟體。

五、Sim Tread 應用實例

- (一) ST 大樓 (含電影院、飯店、) 樓地板面積約 60000m² 之複合式大樓。2015 年 4 月竣工
- (二) MN 體育場館 20000 人之足球場 2014 年竣工
- (三) S 體育場館 40000 人之足球場 預定 2015 年竣工 預定
- (四) D 大樓 樓地板面積約 80000m² 的複合式大樓 (飯店・電影院・辦公室) 預定 2017 年竣工
- (五) N 武道館 特殊座席配置之音樂廳，取得特殊許可時使用之軟體