

A Pedestrian Simulation

Castiglione Gonzalo, Agustin Marseillan, Daniel Parisi

October 20, 2014

Abstract

En este paper se presenta un nuevo método para simular peatones virtuales basado en el modelo de la fuerza social. En el modelo presentado, cada peatón posee un punto móvil frente a él y camina siempre hasta este. Este punto representa un objetivo a corto plazo que se debe cumplir. Cada peatón se encarga de mover este punto según a donde necesite llegar.

keywords:

pedestrian, collision avoidance, future, force model

1 Introducción

// Daniel tiene ya preparada una introducción

El transito de personas es un factor de suma importancia en el análisis y diseño de instalaciones tales como edificios públicos, peatónales, estaciones de trenes, entre otros.

// Hace mucho tiempo que se viene estudiando a las personas en grupo y se sabe que

// Existen efectos de comportamiento colectivos de auto organización tales como cuellos de botellas, formaciones en filas, bloqueos.

// Decir porque una simulación de peatones es útil para estas situaciones.

Analizar estructuras de transito de peatones usando los cambios propuestos para el modelo de la fuerza social. Implementar una interfaz gráfica para poder visualizar los resultados de cambiar el modelo y cada uno de los parámetros

2 Formulación del modelo

A continuación se presentan los efectos que van a determinar el movimiento de un peatón:

1. El peatón desea alcanzar su objetivo a largo plazo de la manera mas cómoda posible. Por lo tanto va a intentar alcanzarlo sin tener que tomar desvios innecesarios, por ejemplo el camino mas corto.
2. El movimiento del peatón se ve influenciado por otros peatones. Dependiendo de la distancia con la que se encuentre de otro peatón y la trayectoria que se pueda predecir de este último, un peatón va a sentir la necesidad de realizar cambios a la ruta deseada a fin de evitar colisiones. Es por este efecto que el peatón va a necesitar recalcular su trayectoria según nuevos peatones aparecen en su campo de visión.
3. La velocidad de movimiento se ver influenciada según necesidades o estados de ánimo del peatón en cuestión.

Para representar los efectos presentados, un peatón se encuentra definido como según se especifica a continuación:

- Area circular

Representa el área física y espacio personal ocupado. El radio del círculo es generado aleatoriamente a fin de representar peatones diferentes. El rango de valores se distribuye uniformemente en el intervalo $[0.25, 0.29]$ $[cm]$.

- Objetivo a largo plazo

Representado por un área estática. Al ser tocada, se considera al objetivo como cumplido. Se permite la definición de múltiples objetivos, en cuyo caso, se deben cumplir todos de manera secuencial según el orden en que fueron especificados.

- Objetivo a corto plazo

Llamado Future, representa un punto a una cierta distancia del centro del area circular. Este es un objetivo dinámico.

Se encuentra representado por una masa definida fija con un valor de 1 $[kg]$. No es colisionable.

- Velocidad objetivo

Representa la velocidad a la que el peatón desea avanzar. Este valor es un valor aleatorio ya que definido en el intervalo $[1.2, 1.4] [m/s]$.

- Distancia de reacción

Representa la distancia a la cual se va a tratar de posicionar de sí mismo un peatón su propio future. Una mayor distancia representa un peatón que reacciona antes frente a una posible colisión.

En la siguiente imagen se puede observar de manera gráfica la descripción de un peatón:

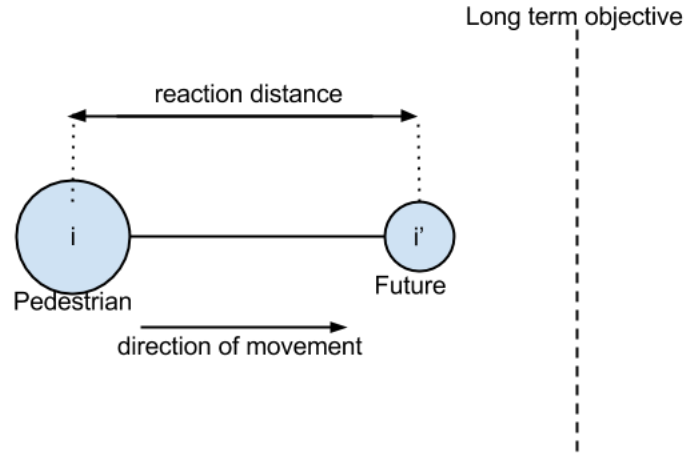


Figure 1: Vista superior de un peatón

Se reserva el uso de las letras para representar a un peatón y versión con tilde para representar su future en el resto del documento.

3 Funcionamiento

Cada peatón en la simulación posee como objetivo final, alcanzar el objetivo a largo plazo. Para asegurar esto, se trata siempre de mantener al future (objetivo a corto plazo) alineado con el camino más corto hacia el objetivo final. Sin embargo, pueden darse casos en donde existan otros peatones en esta trayectoria, obligando a tener que utilizar rutas alternativas. Es en estas circunstancias es cuando el objetivo a corto plazo va a ser trasladado según la situación.

El movimiento de los peatones se calcula en cuatro etapas:

1. Cálculo de la fuerza sobre cada future.
2. Actualización de la posición de cada future.
3. Cálculo de la fuerza sobre cada peatón.

4. Actualización de la posición de cada peatón.

En donde, cada etapa se define de la siguiente manera:

1. Cálculo de la fuerza sobre cada future.

En esta etapa, lo que se va a hacer es calcular la fuerza que sufre cada uno de los futures existentes debido a la existencia de otros peatones. Esta se realiza sólo cuando la distancia entre el peatón y su future se encuentra por encima de cierto valor. Esto es así ya que a altos niveles de densidad de personas. Uno ya no puede moverse y simplemente es arrastrado por la masa de gente.

En el caso contrario, cuando que un peatón se encuentra habilitado para moverse, se realiza un filtro de todos aquellos peatones que se encuentran a sus espaldas, ya que estos no son casos que afectan la trayectoria de la persona. La condición que debe cumplirse para considerar un peatón j como detrás del peatón i es:

$$A = (Ax, Ay) = i$$

$$B = (Bx, By) = A + rotation(\vec{ii'}, \pi/2)$$

$$C = (Cx, Cy) = j$$

Luego, se debe cumplir que:

$$(Bx - Ax) * (Cy - Ay) - (By - Ay) * (Cx - Ax) > 0$$

Una vez filtrados los peatones, simplemente se calcula por cada future restante, la fuerza de repulsión entre estos. Este se realiza utilizando la fórmula:

$$F_{ext}(i) = \sum_j F_{i',j'} = \sum_j \alpha e^{-dist(i',j')/\beta}$$

en donde α y β son constantes predefinidas y fijas. Los valores que se usaron son $\alpha = 800$ y $\beta = [0.65, 0.85]$ con distribución uniforme. Luego de calculado F_{ext} , si su valor es menor que cierto umbral, entonces se desprecia esta fuerza y el future i' simplemente se alinea con el objetivo estático a distancia que indique la distancia de reacción del peatón. Caso contrario, cuando la contribución de las fuerzas externas debe considerarse, se suma la contribución del peatón i sobre su future para ajustarlo según su objetivo estático. Esta fuerza se calcula a usando la formula del resorte. Los extremos de este resorte se encuentran en el punto a distancia “distancia de reaccion” sobre el segmento de recta que une al peatón i con su objetivo estático y la posición del future i' .

A modo ilustrativo, se muestra en la figura 2 como la trayectoria del peatón i es afectada por la del peatón j a través de $F(i', j')$ y es alineada al objetivo con $F(i, i')$

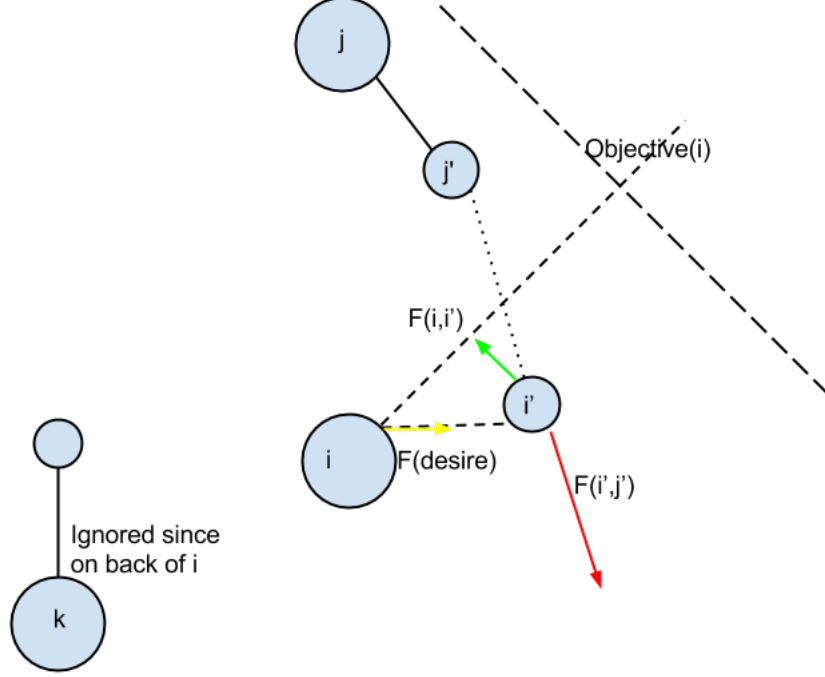


Figure 2: Fuerzas que actúan sobre el Future i'

(a) Actualización de la posición de cada future.

En esta etapa, simplemente se actualiza la posición de cada future según el cálculo de la fuerza F aplicada en la etapa previa. Este cálculo se realiza utilizando las fórmulas de Euler.

Para romper con situaciones con altos grados de simetría, se agrega ruido $P = 10\%$ sobre F . Para esto, se aplican dos formas de ruido:

- Ruido longitudinal:
 - Se toma un valor p según una distribución aleatoria uniforme en el intervalo $[-P, P]$ y se calcula: $FL_{i'} = F_{i'} * p$
- Ruido angular:
 - Se toma $sgn = \{-1, 1\}$ utilizando una distribución uniforme y p en $[-P, P]$ con la misma distribución. Luego se calcula: $FA_{i'} = rotation(F_{i'}, \pi * sgn) * p$

Por último se toma $F'_{i'} = F_{i'} + FL_{i'} + FA_{i'}$ y se aplican las ecuaciones de movimiento.

(b) Cálculo de la fuerza sobre cada peatón.

El peatón siempre se mueve hacia la dirección en la que apunta su future y de acuerdo a la fuerza de deseo.

Esta fuerza representa la atracción que un peatón i ejerce sobre sí mismo a fin de dar un paso hacia su future y tratar de alcanzarlo. Esta definida por la siguiente fórmula:

$$F_{deseo} = \frac{dist(i', i)}{dist_{react}} \frac{v_{desire} - v_{curr}}{\tau} \frac{i' - i}{|i' - i|}$$

En donde $\tau = 0.5$

(c) Actualización de la posición de cada peatón.

La nueva posición de cada peatón es calculada en esta etapa utilizando las mismas fórmulas mencionada en la etapa 2.

4 Validación del modelo

Los resultados obtenidos fueron comparados utilizando el modelo “Social Force Model” utilizando los valores propuestos por Dirk Helbing [2]. Los escenarios de prueba fueron cruce y hallway.

Los resultados fueron cuantificados utilizando las siguientes métricas:

1. Cantidad total de colisiones
TODO: (como se calcula)
2. Duración promedio de las colisiones
TODO: (como se calcula)
3. Velocidad promedio de viaje
TODO: (como se calcula)
4. Tiempo promedio de viaje
TODO: (como se calcula)
5. Promedio de la distancia recorrida
TODO: (como se calcula)
6. Ángulo giro promedio
TODO: (como se calcula)

En la tabla a continuación se presentan las mediciones de las métricas utilizando un total de 10 corridas:

Valores	1	2	3	4	5
$\alpha = 800, \beta = [0.65, 0.85]$	(1.800, 0.748)	(34.600, 8.333)	(1.024, 0.016)	(1.910, 0.022)	(2.392, 0.003)
$\alpha = 2000, \beta = 0.08$	(5.333, 2.625)	(12.333, 8.340)	(1.052, 0.003)	(1.876, 0.003)	(2.391, 0.003)

// Poner Graficos indicando distancias y esquemas del future y la particula.

5 Conclusiones

// agregar al final futuras opciones que se abren con este trabajo

6 Referencias

- [1] ... Karamouzas ...
- [2] ... Helbing ...