**Li, X., Zhou, J., Chen, F., Zhang, Z. (2018) *Cluster Risk of Walking Scenarios Based on Macroscopic Flow Model and Crowding Force Analysis.***

90 N como máxima fuerza donde hubo la máxima congestión, durante 0,1’’ en el hombro derecho. Una fuerza máxima que pueda soportar el humano es de 247 N

Relación exponencial entre la fuerza y la densidad.

Doce sensores SPI cuadrados de 40mm

“Sensitivity 0,001 KPa” y “Frecuency 50 Hz”

45 experimentos, de 12’’ máximo para cada uno, con un error del 1.3%

**Experimental study on pedestrian contact force under different degrees of crowding (2019)**

Metieron a 6 personas en un anillo de 38 y 40 cm de radio, con un chaleco para la persona del medio y midieron lo que sensaban. Vieron que aunque caminaban(en línea recta, 8 metros de largo), la diferencia entre señales no era significativa, es decir, era lo mismo que estén quietos a que se muevan (por llegar al límite de 6 personas para que siempre haya contactos). Cuando eran menos de 4 personas, había momentos de no contacto. Al aumentar la velocidad, aumenta la fuerza que siente el del medio.

Como la velocidad fluctúa aunque se pretenda que sea constante, tomaron como criterio a la cte como la que varíe durante 1seg un +-10% (que varíe en pasos de 0,1m/s desde 0m/s hasta la Vmáx). Y toman la diferencia de fuerza en cada paso (Fmax - Fmin) como variable a relacionar con la velocidad. Hacen un ajuste lineal.

VER “Coeficiente de autocorrelación” : Representa el grado de correlación entre los valores de las series en dos momentos diferentes que reflejan la periodicidad de las series.

Relación exponencial entre la SOR (Space Occupacy Rate “una especie de densidad”) y la Fuerza

Recalcan que a pesar de tener 12 sensores, al haber partes que no tienen se va a perder esa información cuando se quiere representar la Ftotal sobre la superficie general

Armaron una función con la dependencia de la fuerza con la densidad y la velocidad (“cuadrática+exponencial rara”)

**Paul A. Langston, Robert Masling, Basel N. Asmar (2006) *Crowd dynamics discrete element multi-circle model***

Todo sobre simulaciones, la técnica DEM (Discrete Element Method)

Citan al paper que sigue ↓

**Smith, R. A., Lim, L. B. (1995) *Experiments to investigate the level of ‘comfortable’ loads for people against crush barriers***

Midieron la presión de intolerancia máxima en 21 sujetos, cargandoles peso sobre una pared en tres posiciones diferentes (pecho, bajo pecho y abdomen). Fuerzas por longitud de entre 750 N a 920 N, variando la superficie en la cual se distribuyó el peso (60, 110 y 150 mm de diámetro)

**YaDi Zhu, Feng Chen, Zijia Wang**

**Research on ]Physical Force of Gigh Density Crowd**

**2016**

Hacen mediciones de presión y densidad en subterráneo de Beijing

Densidad de hasta 8.23 personas/m^2 paradas

Citan un paper en el que miden durante carga, viaje y descarga de un subte, en donbde se llegan a medir hasta 650N, 133N y 89 respectivamente.

Asumen

Diseñan experimento para medir módulo de elasticidad de extremidades

Miden fuerza, densidad por regiones y distribución de posición de pasajeros en vagón.

Miden en hora pico de la mañana, en 3 líneas de subte (las mayor flujo de pasajeros). El sujeto se para en zona de embarque y desembarque.

Sensores: 6 en espalda, 2 en cara posterior de cada brazo.

Asumen que la fuerza se distribuye en toda la superficie del sensor.

De los datos, suman todas las fuerzas de los sensores ubicados en la espalda o brazo.

Grafican Fmax\_total como función de densidad de multitud, y ajustan linealmente.

Analizan elasticidad y compresibilidad del cuerpo.

**Jingni Song, Feng Chen, YaDi Zhu, etc**

**Experiment Calibrated Simulation Modeling of Crowding Forces in high density Crowd.**

**2017**

Citan a Helbing que reporta que la fuerza puede alcanzar hasta 4450 N/m y que en una pila de gente, la presión en el pecho de los que están abajo puede alcanzar 3600-4000 N.

Miden primero en laboratorio el módulo de compresibilidad de piel y músculos. Despues miden la compresibilidad del esqueleto. Para eso miden fuerza sobre sujeto en subte.. Otro voluntario va contando la densidad de personas.

Mencionan que la espalda y hombros sienten la mayor fuerza. El pecho no recibe tanta fuerza, queda protegido generalmente por cada sujeto.

Asumen que el sujeto está quieto a lo largo de la medición.

Asumen que en la zona entre dos sensores, la fuerza es lineal.

Concluyen finalmente que en la parte central de la espalda es donde mayor fuerza se ejerce, más que en los hombros.