

Coordinación Inteligente de Flujos de Personas en Espacios Inteligentes



Marin Lujak

marin.lujak@urjc.es

Universidad Rey Juan Carlos

Resumen de la charla

- Problema: Coordinación de flujos de personas
- Espacios Inteligentes
- Arquitectura para la recomendación de las rutas
- Optimización de la seguridad de rutas
- Optimización del costo de viaje
- Inclusión del factor humano: estrés y los comportamientos irracionales
- Caso de estudio

Coordinación de flujos de personas

- Hasta el 2050, 7 de cada 10 personas en el Planeta vivirán en ciudades.



Coordinación de flujos de personas

- Rascacielos es una solución sostenible de viviendas urbanas
- Reto: coordinación horizontal y vertical de los flujos de personas
- Enfoque: Edificios inteligentes - saben a dónde va tan pronto como usted entra al edificio y le guía hasta su destino final.

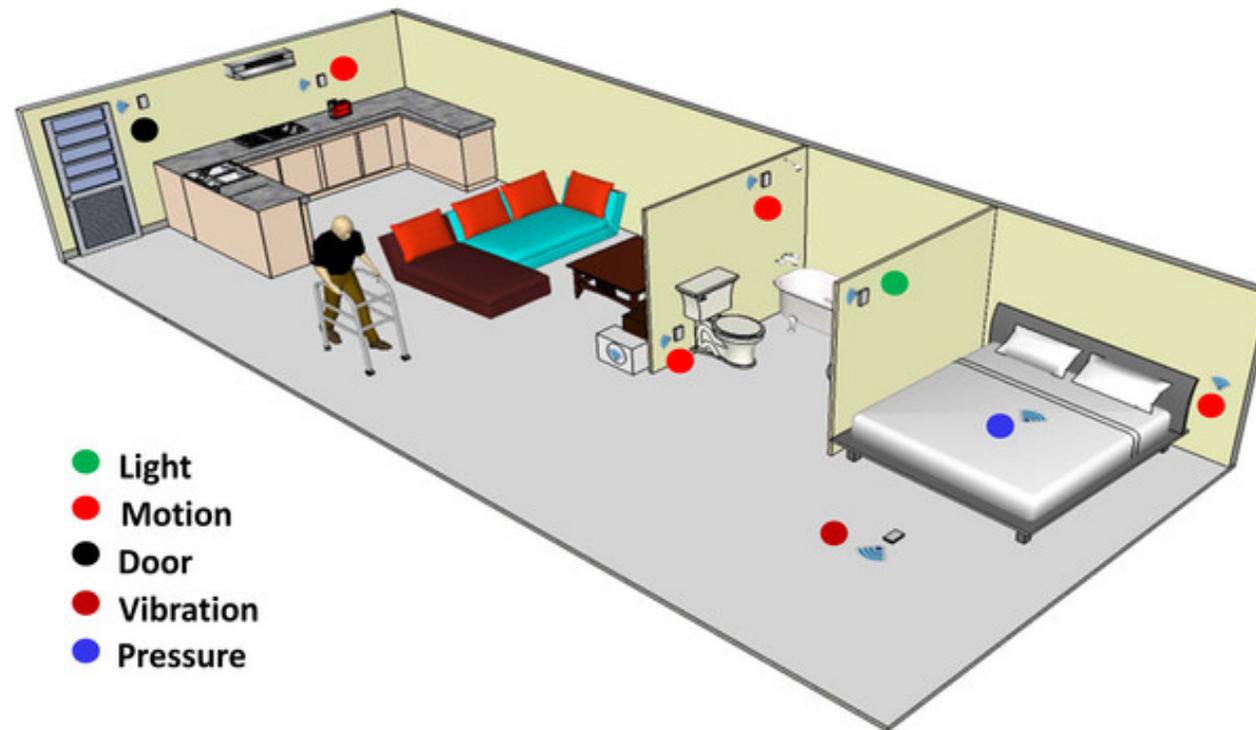


Espacio inteligente

- El espacio que es capaz de adquirir y aplicar conocimientos sobre sí mismo y sobre sus habitantes con el fin de mejorar la experiencia de los habitantes en el mismo espacio
- Los objetivos del espacio inteligente:
 - maximizar la comodidad y la productividad de los habitantes,
 - minimizar el costo del consumo de los recursos,
 - proporcionar seguridad y protección con una facilidad de acceso.
- Objetivo en la red de los espacios inteligentes: proporcionar asistencia en las actividades cotidianas y permitir movimientos eficientes y rápidos alrededor de los entornos abiertos y cerrados.

Un ejemplo del espacio inteligente

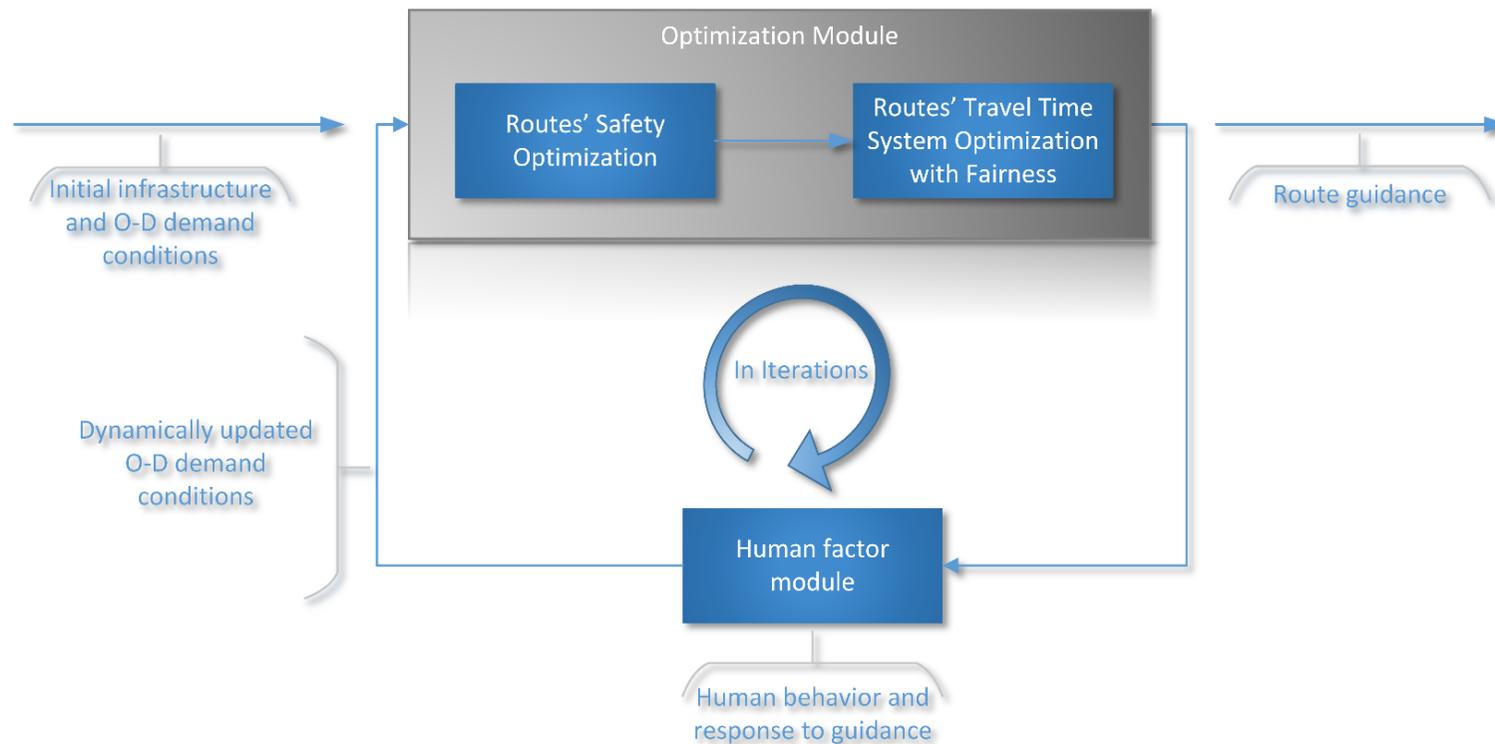
Ambient Sensing



Arquitectura para la recomendación de las rutas

- Basada en sistemas multiagente, optimización distribuida y la computación ubicua
- Considera la influencia del estrés sobre las reacciones humanas a las rutas recomendadas.
- El objetivo de la arquitectura es asegurar que la gente puede moverse de manera eficiente en y entre los espacios inteligentes, mientras que al mismo tiempo mejoramos el rendimiento general del sistema.
- Se puede utilizar en las ciudades inteligentes, grandes eventos públicos, y evacuaciones de emergencia.

Arquitectura para la recomendación de las rutas



Optimización de la Seguridad de Rutas

- El objetivo del módulo de optimización de la seguridad es encontrar rutas seguras para todos los usuarios del sistema.

$$\min T(Sk) = \sum_{k \in Pw} \prod_{a \in k} \frac{1}{(S^{cr} - S_a)^+}$$

- El problema de optimización de seguridad está relacionado con la minimización de los riesgos causados por posibles amenazas presentes en los arcos de los caminos hacia los destinos de los viajeros.

Optimización del costo de viaje

- La optimización de la eficiencia incluyendo los criterios de equidad y envidia

$$\gamma_{\omega}(x_w, \{x^l\}_{l \in M(w)}) = \sqrt[|P_w|]{\prod_{k \in P_w} f^k x^k}$$

- En la optimización de costes de viaje, se utiliza el procedimiento de optimización introducido en [15].

Modulo del factor humano

- Con alto nivel de frustración, los evacuados se sienten inseguros y ansiosos y hace que las personas dependen más de familiaridad y del comportamiento gregario, y menos siguen las instrucciones de la guía.
- Modelamos la frustración a través del nivel de logro de un flujo deseado. El valor nominal del flujo viene dado por la solución de enrutamiento del modelo de optimización con condiciones de equidad incluidos.
- Si el flujo deseado, basado en la reacción de las personas a la ruta recomendada y las condiciones sobre la misma, es mayor que el flujo nominal, la frustración aumenta con el aumento del flujo deseado, mientras, en contrario, el nivel de frustración es cero.

$$\Delta^k = f(x^k, x^{k_{des}}) = \begin{cases} 1 - \frac{x^k}{x^{k_{des}}}, & \text{if } x^{k_{des}} \geq x^k \geq 1 \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Rutas sugeridas por el sistema

- El sistema sugiere rutas en que las personas puedan confiar.
- Esta confianza depende de las percepciones de la exactitud de la información proporcionada y se relaciona con una experiencia previa.
- En los sistemas de alta precisión, los encuestados prefieren confiar en el sistema de información, siempre que el sistema sea fuertemente fiable.
- Dado que las personas tienden a utilizar rutas con que están familiarizados, si el sistema de información es menos preciso, los encuestados intentan explotar sus conocimientos sobre las rutas conocidas, prefiriendo las rutas más cortas.

Comportamiento de rebaño

- Modelamos el comportamiento de rebaño de la siguiente manera. Cambios de ruta debido al comportamiento de rebaño se interpretan como resultado de haber sido afectado por su confianza en el arco de salida con el flujo más grande. Asumimos que el comportamiento de rebaño en un arco se define como la probabilidad de seleccionar un arco saliente de la serie de todos los arcos salientes:

$$t_h^a = \Pr(a) = \frac{x_a}{\sum_{a \in A_a^{out}} x^a}, \forall a \in A_a^{out}$$

Comportamiento de rebaño

- ASUNCIÓN A Siempre que un tomador de decisiones no tiene información de egreso en el arco y el mayor flujo de los agentes presentes en el espacio es hacia la salida (arco) A, el agente siempre elige A.
- ASUNCIÓN B Cuando un tomador de decisiones es indiferente entre confiar en su información interna y seguir a alguien, siempre decide de forma independiente, basándose en su propia información.
- ASUNCIÓN C Cuando un tomador de decisiones es indiferente entre seguir más de uno de los arcos salientes, se opta por seguir el arco que tiene el mayor flujo.

Familiaridad

- Basado en Asunción B, si las salidas familiares están disponibles, entonces la familiaridad con una ruta de escape resulta en una mayor probabilidad de agente de usarlo.

$$\Pr \left(i \mid t_f^{k \in P_w} \right) = \frac{t_f^i}{\sum_{k \in P_w} t_f^k}, \forall i \in P_w, w \in W.$$

Integración de comportamientos irracionales y de guía

- Modelamos la interacción entre el sistema de guía de rutas y la familiaridad de la siguiente manera. Cada individuo se supone que sigue la ruta sugerida del guía con probabilidad:

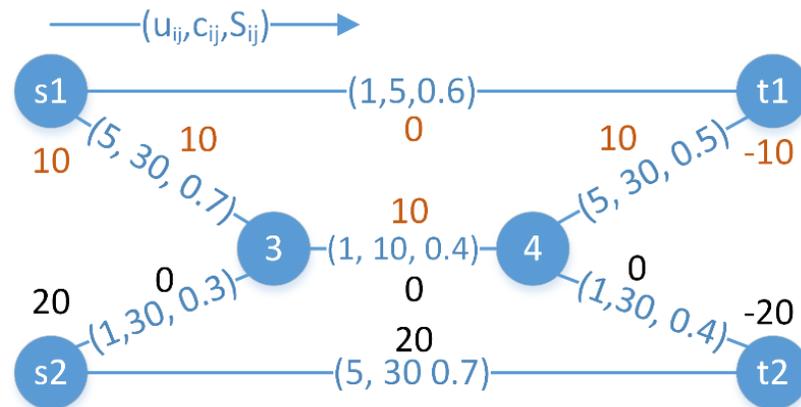
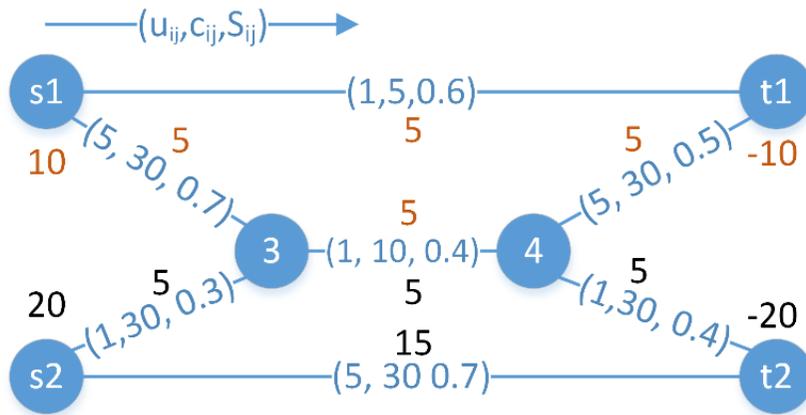
$$\Pr \left(i \mid t_f^{k \in P_w}, t_g^i \right) = \frac{w_f t_f^i + w_g t_g^i}{w_f \sum_{k \in P_w} t_f^k + w_g t_g^i}, \forall i \in P_w, w \in W.$$

Integración del modelo general del comportamiento irracional

- La integración del modelo del comportamiento irracional en la probabilidad para el uso de la ruta i :

$$\Pr \left(i \mid t_f^{k \in P_w}, t_g^i, t_h^i \right) = \frac{w_f t_f^i + w_g t_g^i + w_h t_h^i}{w_f \sum_{k \in P_w} t_f^k + w_g t_g^i + w_h t_h^i}, \forall i \in P_w, w \in W.$$

Caso de estudio



¡Gracias por su atención!