|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Módulo 4 – Tema 2** | DinaKatabi |  |

**Video 1:**

Localización en interiores. Próxima frontera IoT.

Perspectiva de centro comercial:

* Navegación.
* Análisis de negocio: cuando la gente navega sus espacios. Por ejemplo envío de cupón cuando está pasando.
* Inventario. Revolución si sabemos exactamente está cada caja, cuando entra, cuando se movió, cuando sale.

¿Que usar?

* RF o inalámbrica pero no es fácil.
* Clave: efecto multitrayecto.

Seguimiento Wireless sigue 2 enfoques:

* Tener un transmisor y usar el poder de la señal.
* Mirar a la dirección espacial de la señal (AoA).

Desafortunadamente no funciona en interiores:

* La señal rebota en los objetos. Ese efecto rebotador se llama **multitrayecto**.
* En el segundo caso AoA, si hay un objeto delante viene de ángulos distintos.
* En el primero, la energía recibida de pende de cómo las 2 ondas se van a combinar para cancelarse o enfatizarse entre ellas.
* No se puede para medir distancias.

Perspectiva:

* Porque no usar multitrayecto como una firma del entorno para habilitar la ubicación.
* El patrón de rebote es característico de la localización particular.
* Perfil multitrayecto: eje y el poder de la señal como una función del ángulo espacial.

**“Multitrayecto 1.png”.**

* Usarlo como métrica de distancia.
* Como obtener perfiles multitrayecto: arreglo de antenas. Ecuación manual genera el perfil de la matriz de antena. El problema es que son voluminosas, grandes y costosas.
* **Generar lo mismo pero con una amena. Deslizarla en el cuerpo del dispositivo (arreglo virtual de antenas).**

**Video 2:**

Hasta ahora no es aplicable a una tecnología en particular. Puede ser wifi, señal celular, RFID.

**RFID**:

* Pegar la tarjeta RFID en el celular.
* Son muy baratas.
* Ejemplo de aplicación:
  + Línea de verificación de clientes (colas). Tagueo de productos, canasto,
  + Se muestra un video de RFID con algoritmo multipass.

En principio se podría utilizar en **wifi**.

* Se muestra video de robots, uno delivery y otro objetivo. En este caso **no se necesita mover la antena** para tener el arreglo virtual de antenas porque se está **moviendo**.

**Video 3:**

Hogares inteligentes. Que sea capaz de saber acerca de nosotros => usando señales inalámbricas.

**Localización sin dispositivo.** Nueva tecnología.

* Señales que se **reflejan** en el cuerpo de una persona y analizarla para saber cómo se está moviendo.
* Puede atravesar paredes. El dispositivo detector puede o no estar en la misma habitación.
* Necesidad de un algoritmo.
* Muy preciso.
* No solo movimiento de la persona, sino partes del cuerpo.
* Aplicaciones ejemplo: control de gestos electrodomésticos, juegos, calefacción y refrigeración inteligente, cuidado de salud (detección de caídas porque si bien hay localización 2D también se puede 3D mediante altura).

Como trabaja:

* Análisis de las reflexiones cortas de señal.
* **Distancia = tiempo de reflexión \* velocidad de la luz**. Alcanza con medir el tiempo.
* Tiempo: emitir un pulso inalámbrico y esperar el retorno. Es muy costoso e ineficiente. Se necesita de electrónica que funcione muy rápido orden del picosegundo y es CARO.
* FMCW: onda portadora de frecuencia modulada.

**El tiempo de reflexión es igual al cambio de frecuencia dividido la pendiente de la línea**. **Dicha pendiente se escoge y medimos solamente el delta F** (cambio de frecuencia).

* Como medir delta F? **Mixer** que se encuentra en todos los dispositivos. Toma 2 señales y da como resultado una señal cuya frecuencia es la diferencia de las 2.
* Luego utilizamos la **transformada de Furier y obtenemos delta F**.

**Video 4:**

**Multitrayecto** es un problema más grande, el fenómeno del que siempre se habla en señales inalámbricas interiores.

**Multitrayecto** entonces son muchas reflexiones rebotando por todos los objetos del entorno. No es una simple señal que rebota en el cuerpo de una persona.

No solo se obtiene un pico en la delta F, **muchos picos que reflejan los objetos del entorno**.

La reflexión de la persona está sumergida, escondida en los picos más grandes del efecto multitrayecto.

**Necesidad de algoritmos inteligentes que descifren la reflexión anteriormente mencionada.**

Las escalas de objetos estáticos no cambian en escalas de tiempo cortas. Mirar los cambios de las reflexiones e ignorar el resto de reflexiones estáticas **“Multitrayecto 2.png”**.

En esa imagen se obtuvieron 2 distancias de 1 sola persona.

No hay solo un multitrayecto estático => **Multitrayecto dinámico**. Se obtiene la reflexión directa y la que rebota en algún objeto (1 o más).

Como obtener 1 sola:

* Podemos decir que sería la más potente, pero no es necesariamente así. Son reflexiones diminutas susceptibles a error.
* **Es el camino más corto. Más rápida.**

No alcanza porque solo teneos la distancia, podría ser cualquiera dentro de la elipse de la antena.

* Agregamos otra antena, podemos obtener **otra distancia**.
* Es para 2D pero para 3D sería igual solo que elipsoides en lugar de elipses.

**Video 5:**

Salud inteligente.

Respiración, ritmo cardíaco, signos vitales.

Para saber si reflejan un ritmo de vida saludable? El bebe respira bien cuando duerme? Mi padre tiene una arritmia?

Sin tener sensores todo el tiempo!

**Vital-Radio:**

* Puede medir el ritmo y respiración sin contacto.
* Múltiples usuarios al mismo tiempo.
* No necesariamente en la misma habitación.
* Básicamente reflexión como el video anterior.
* Se puede medir cada uno de los movimientos de inhalar/exhalar.
* Pero en distancias muuuy pequeñas. Medir los cambios en la fase de la señal reflejada. De ahí los cambios de distancia de inhalar y exhalar.
* Para el ritmo cardíaco de la misma forma por la fuerza al salir la sangre del corazón.

**Video 6**

El ejemplo anterior era si la persona está estática.

Al estar en movimiento la señal se afecta.

**Que pasa si mueve un brazo, una pierna**, hay que detectarlos para no cometer error al tomar la respiración o ritmo cardíaco.

Hay una gran diferencia. **Respirar es un movimiento periódico**. Mover no es periódico.

**Se identifican los movimientos periódicos de los no periódicos.**

Qué pasa si hay **muchas personas**.

Antes hay que **desentrañar las señales**.

**Usar posicionamiento como filtro para aislar (cubos) y aplicar el algoritmo de fases.**

Algoritmo:

* Transmitir señal inalámbrica y observar la reflexión de la persona.
* Aislar las reflexiones en cubos.
* Zoom de cada cubo y analizar la fase de la señal para detectar respiración y ritmo cardíaco.
* Muestra resultados de lo preciso del dispositivo Vital-Ratio.

**Video 7:**

Referencias.

## ****Tecnologías Inalámbricas para Localización en Interiores, Hogares Inteligentes y Salud Inteligente 2****

¿Cómo se mejora la precisión de la localización basada en RF? ¿Cambiaría la estructura de la señal, la cantidad de sensores o el patrón de despliegue?

Me imagino en hogares y edificios un despliegue de sensores según análisis previo del mobiliario y objetos que haya para evitar rebotes. Dependiendo del caso (cantidad de objetos y tamaño del espacio), optimizaría el número de sensores para lograr mayor precisión.