FORMULACIÓN CON SOLO TIEMPOS 30/3/2022

TOA → $t_i^{(k)} = t_k^s + t_{ki}^f - t_i^c$

Time of Arrival $k \to i$

Instante emisión fuente k

Tiempo de vuelo desde fuente k a micro i

Instante de comienzo grabación en micro i

TDOA → $\tau_{ij}^{(k)} = t_i^{(k)} - t_j^{(k)} = t_{ki}^f - t_{kj}^f - t_i^c + t_j^c$

Objetivo: Optimizar función de coste $F(\{t_{ki}^f\}, \{t_i^c\})$ para estimar los tiempos de vuelo y (sobre todo) los instantes de comienzo de grabación

⇒ Obtener $\{\hat{t}_{ki}^f\}$ y $\{\hat{t}_i^c\}$

Función Coste: $$F = \sum_k \sum_i \sum_j \left(\hat{\tau}_{ij}^{(k)} - \tau_{ij}^{(k)}\right)^2$$

TDOAs Estimados

TDOAs medidos (observados)

INICIALIZACIÓN: Se supone que altavoz y micro de un cierto móvil ocupan la misma posición. En este caso:

$$\tau_{ij}^{(i)} - \tau_{ij}^{(j)} = \underbrace{\cancel{t_{ii}^f}}_{0} - t_{ij}^f - \cancel{t_i^c} + \cancel{t_j^c} - \left(t_{ji}^f - \underbrace{\cancel{t_{jj}^f}}_{0} - \cancel{t_i^c} + \cancel{t_j^c}\right)$$

$$= -t_{ij}^f - t_{ji}^f = -2t_{ij}^f$$

$$\Rightarrow 2t_{ij}^f = \tau_{ij}^{(j)} - \tau_{ij}^{(i)} \Rightarrow \boxed{t_{ij}^f = \frac{\tau_{ij}^{(j)} - \tau_{ij}^{(i)}}{2}}$$

Para los $\{t_i^c\}$ usamos la expresión (14) Hennecke

$$\boxed{t_i^c = \frac{t_{i-1}^{(i-1)} - t_i^{(i-1)} + t_{i-1}^{(i)} - t_i^{(i)}}{2} - t_{i-1}^c}$$

GRADIENTES

$$F = \sum_k \sum_i \sum_j \left(\hat{\tau}_{ij}^{(k)} - \tau_{ij}^{(k)} \right)^2$$

$$\frac{\partial F}{\partial p} = 2 \sum_k \sum_i \sum_j \left(\hat{\tau}_{ij}^{(k)} - \tau_{ij}^{(k)} \right) \frac{\partial \hat{\tau}_{ij}^{(k)}}{\partial p} \qquad \left(p = \{ t_{ij}^{f} \}, \{ t_i^c \} \right)$$

$$\frac{\partial F}{\partial t_{mn}^{f}} = 2 \sum_k \sum_i \sum_j \left(\hat{\tau}_{ij}^{(k)} - \tau_{ij}^{(k)} \right) \delta_{mk} \left[\delta_{ni} - \delta_{nj} \right]$$

$$= 2 \left\{ \sum_j \left(\hat{\tau}_{nj}^{(m)} - \tau_{nj}^{(m)} \right) - \sum_i \left(\hat{\tau}_{in}^{(m)} - \tau_{in}^{(m)} \right) \right\}$$

$$= 4 \sum_i \left(\hat{\tau}_{ni}^{(m)} - \tau_{ni}^{(m)} \right) \qquad \forall m,n$$

$$\frac{\partial F}{\partial t_n^c} = 2 \sum_k \sum_i \sum_j \left(\hat{\tau}_{ij}^{(k)} - \tau_{ij}^{(k)} \right) \left[-\delta_{ni} + \delta_{nj} \right]$$

$$= 2 \sum_k \left[- \sum_j \left(\hat{\tau}_{nj}^{(k)} - \tau_{nj}^{(k)} \right) + \sum_i \left(\hat{\tau}_{in}^{(k)} - \tau_{in}^{(k)} \right) \right]$$

$$= 4 \sum_k \sum_i \left(\hat{\tau}_{in}^{(k)} - \tau_{in}^{(k)} \right)$$