

Capítulo 7

7. Calidad en una Red de Sensores

7.1 Idea Conceptual

El concepto de una red de Sensores es monitorear e informar eventos o fenómenos de interés que toman lugar en un área en particular mediante una comunicación inalámbrica

Así, los principales parámetros que define que tan bien la red observa un área de cobertura y exposición. En esta sección se define formalmente que son los problemas de cobertura y exposición.

7.2 Cobertura

Es la medida de que tan eficientemente una red observa o cubre un evento. La cobertura toma en consideración el rango y la sensibilidad de los nodos sensores, su locación y que tan densa es la red desplegada en un área [CAM04].

El peor caso de cobertura define un área de apertura que denota un pobre servicio de la red. Esto puede de cierta manera, indicar que es necesario aumentar el número de nodos para buscar un mejoría en el desempeño de red.

En el mejor caso, toda el área de observación tiene el evento bien monitoreado. Los enlaces que se realizan a lo largo de esta área de cobertura se les denominan de máximo soporte o de máximo enlace de exposición.

El problema de la cobertura formalmente se define de la siguiente manera: Dado un campo A con un conjunto de nodos sensores $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, donde cada nodo sensor s_n dentro de S , tiene una localización en base a coordenadas (x_i, y_j) conocidas. Las áreas I y F son las locaciones en el campo cuando tenemos a un objeto en movimiento. El problema es el identificar Pb , que es el enlace de máxima apertura que inicia en I y termina en F . Pb se define como la locación de puntos p en una región A , donde p están en Pb si la distancia de p al nodo sensor más cercano se maximiza [CAM04].

Una técnica matemática para solucionar el problema de cobertura se da mediante un diagrama de Voronoi. Éste puede probar que en un enlace Pb mejorará los segmentos de línea que pertenecen al diagrama de Voronoi correspondiente a una gráfica de un nodo sensor. En dos dimensiones, el diagrama de Voronoi se divide en conjuntos en el plano, en conjuntos de polígonos convexos, para que todos los puntos dentro del polígono se encuentren cerca de una locación encerrada por el polígono. Los bordes de los polígonos son equidistantes a las locaciones más cercanas. Un diagrama Voronoi de una red de Sensores y un enlace de apertura de I y F , se muestra con la figura 7.1. En sí, el

diagrama Voronoi $V(P)$ una red la cual se subdivide dentro de un plano por la regiones que influyen en un conjunto de puntos $P = p_1, p_2, \dots, p_n$. Éste diagrama se conforma por un conjunto de regiones $V(p_i)$ que se define de la siguiente manera [ABE95]:

$$V(p_i) = x : \{ |x - p_i| \leq |x - p_j| \} \text{ Para cualquier valor de } i \text{ y } j. \quad (\text{Ec. 7.1})$$

donde,

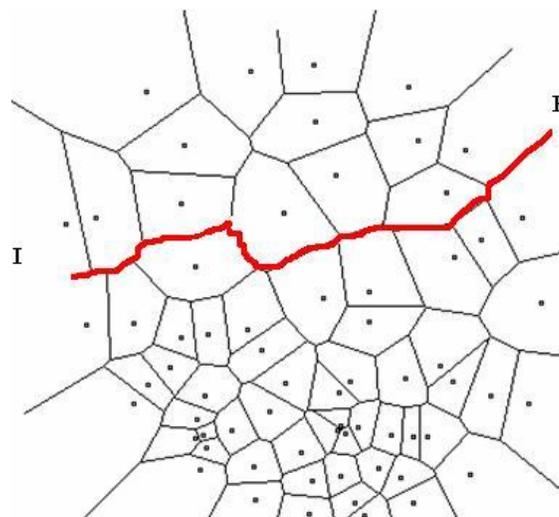
(x_i, y_j) = son las cordenadas de cada sensor s_n .

(p_i, p_j) = son las coordenadas de los puntos a lo largo del enlace de

Apertura

P = son el conjunto de puntos que se encuentran a lo largo del enlace de

Apertura.



- Nodo Sensor
-  Enlace de Apertura de I a F
-  Borde de Región

Figura 7.1 Diagrama Voronoi [ABE95].

7.3 Exposición

Se define como la habilidad esperada para observar un evento en un campo de sensores. De forma seria es importante detallar que la exposición se define como la integral de la función de sensado en un enlace de un nodo fuente (se envía información de interés a otro nodo) P_s , a su destino en el nodo P_d . En seguida se presenta el modelo de sensado de energía para sensar de un nodo s a un punto arbitrario p [ABI00],

$$S(s, p) = ((\lambda) / [d(s, p)]^k) \quad (\text{Ec. 7.2})$$

donde,

$S(s, p)$ = energía de sensado.

$d(s, p)$ = es la distancia Eucladiana entre el sensor s y el punto P .

K y λ = constantes positivas que dependen de los parámetros tecnológicos del sensor.

Considerando una red con sensores $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. La intensidad total en el punto p se llama la intensidad en el campo F de todo sensor, y está dado por:

$$I_A(F, p) = \sum_{i=1}^n S(s_i, p) \quad (\text{Ec. 7.3})$$

donde,

$I_A(F, p)$ = el sensado efectivo en un punto p con respecto a todos los sensores en el campo F .

n = es el número de sensores activos los cuales contribuyen a un sensado dependiente de distancia S .

La intensidad de campo F del sensor más cercano en un punto p es:

$$I_C(F, p) = S(s_{sim}, p) \quad (\text{Ec. 7.4})$$

donde,

$I_C(F, p)$ = Intensidad de campo F con respecto al sensor más cercano.

s_{sim} = es el sensor más cercano a p .

S = función dependiente de la distancia de los nodos al punto p .

El tiempo de traslado de un evento a lo largo de un enlace $p(t)$ se define por una función de exposición:

$$E[p(t), t_1, t_2] = \int_{t_1}^{t_2} I_{AorC}(F, p(t)) |dp(t)/dt| dt \quad (\text{Ec. 7.5})$$

donde,

$p(t)$ = largo del enlace.

$dp(t)/dt$ = un arco de longitud.

t_1, t_2 = son instantes de tiempo entre los cuales se atravesó por el enlace.

En el más simple de los caso, teniendo un nodo sensor en (0,0) en un campo unitario, el enlace de apertura o el enlace de exposición mínima [ABI00] (MEP-Minimum Exposure Path) de (-1,-1) a (1,1) se tiene la siguiente figura 7.2.

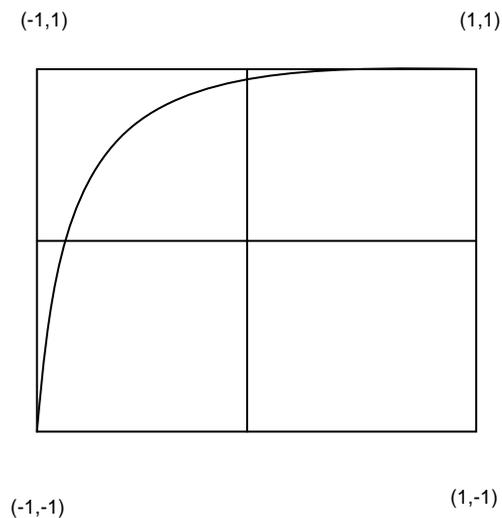


Figura. 7.2 Campo Unitario de Enlace de Exposición Mínima [ABI00].

En el ámbito de la eficiencia de energía de una red de Sensores, se toma en cuenta los dos rubros arriba mencionados los cuales determinaran si es necesario hacer alguna modificación al nivel de potencia para tener un área de

cobertura y la exposición con un alto índice de desempeño. En ambos casos tenemos que se evalúan tanto la eficiencia en el monitoreo en el primer caso, como el rango, la localización de los nodos, los tiempos de enlace en el segundo.

Parte, fundamental es que los nodos se coordinen en tiempos para realizar tareas asignadas ya sean de sensado, recolección, descubrimiento en la red de manera precisa para evitar un consumo excedente de energía. En el capítulo 8 se habla a fondo del porque es necesario que los elementos de la red sean concordantes en tiempo para dar un buen nivel de calidad de desempeño.