Fusión de datos en redes de sensores móviles

M. Rebollo*
Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n 46021 Valencia

Las técnicas de fusión de datos permiten combinar la información recogida por un conjunto de sensores incluyendo información redundante. Los algoritmos de *gossip* y, en particular, los algoritmos de consenso[1] han sido ampliamente utilizados con este propósito, pues constituyen una forma eficiente de sincronizar la información de la red de sensores de forma descentralizada.

El presente trabajo estudia el efecto que distintos esquemas de movimiento en la velocidad de cubrimiento del área completa. En segundo lugar, se propone una modificación del algoritmo de consenso para que se cada nodo incorpore de forma local los valores leídos de las nuevas posiciones y lo incorpore al cómputo global del valor medio, de manera que el proceso converja de manera incremental al valor promedio exacto del campo.

Sea un campo escalar cuyo valor medio se desea medir. Sobre él se sitúa una red de n sensores, cada uno de los cuales determina el valor medio de los puntos del campo que ha recorrido hasta el momento (Fig. 1). Cada sensor tiene un alcance r e intercambia información con todos los sensores que se encuentren dentro de su radio siguiendo el algoritmo de consenso, cuya dinámica se rige por la ecuación:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \varepsilon \sum_{j \in N_i(t)} [x_j(t) - x_i(t)]$$

donde $N_i(t)$ son los vecinos del sensor i en el instante t. El algoritmo converge al valor medio de los valores iniciales $x_i(0)$.

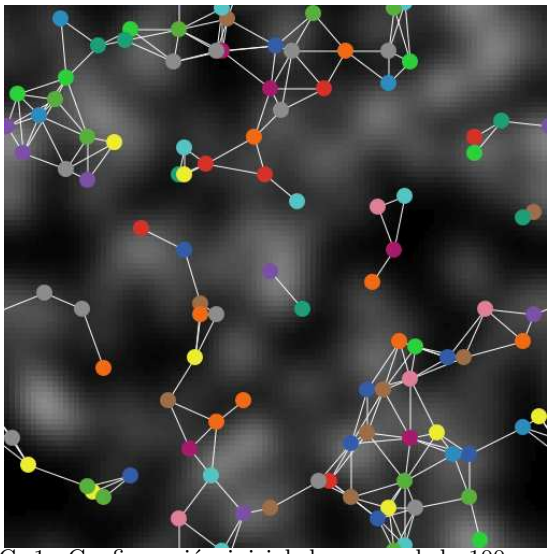

FIG. 1. Configuración inicial de una red de 100 sensores con enlaces a una distancia máxima de 12 uds. sobre un campo escalar.

Se han estudiado 4 tipos de movimientos: (i) rectilíneo (todos los sensores en la misma dirección), (ii) un modelo de partículas con choques elásticos, (iii) paseos aleatorios y (iv) vuelos de Lêvy (Fig. 2). Estos últimos cubren todo el área en el mismo orden de magnitud que el movimiento rectilíneo (que se puede considerar óptimo), pero la red converge al valor medio del campo al formar un único componente conexo. No ocurre así en general con el movimiento rectilíneo, pues los vecinos de cada sensor no varían al desplazarse en el mismo sentido y a la misma velocidad.)

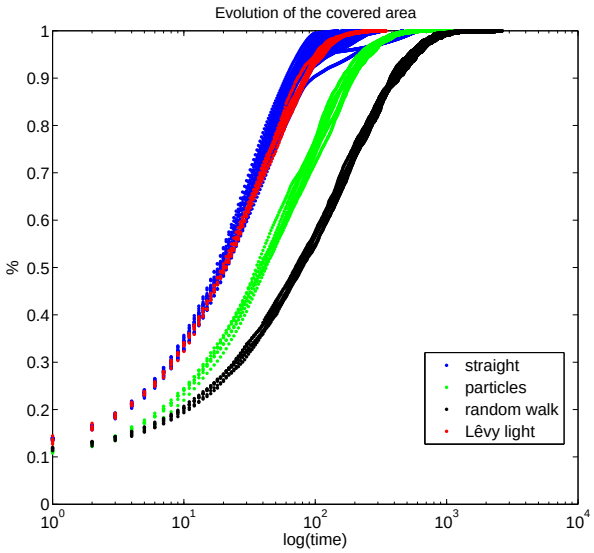

FIG. 2. Evolución del porcentaje del área cubierta con el tiempo usando caminos rectos, un modelo de dinámica de partículas, paseos aleatorios y vuelos de Lêvy

Por otro lado, para corregir la desviación de la media, hay que tener en cuenta que en el proceso de consenso se conserva la suma de los valores iniciales, $s = \sum_i x_i(0) = \sum_i x_i(t)\ \forall t$. Sea $z_i(0)$ el nuevo valor medio para el sensor i. La nueva suma debería ser $\hat{s} = z_i(0) + \sum_{j \neq i} x_j(0) = z_i(0) + \sum_i x_i(0) - x_i(0) = z_i(0) - x_i(0) + s$. Luego es suficiente con añadir al nodo i la variación que se ha producido en su valor medio para que converja al valor medio exacto del campo.

* mrebollo@dsic.upv.es

[1] R. Olfati-Saber and R.M. Murray, *IEEE T-AC*, **49**(9), 1520-1533, (2004).