

RESUMEN : OPTIMIZACIONES - PATH INFORMATION PROPAGATION IN GRADIENT - BASED ALGORITHMS

El algoritmo BIS (Bounded Information Space) gradient, una solución óptima para el cálculo distribuido de gradientes en redes dinámicas de dispositivo IoT, sistema aber-físicos y computación pervasiva.

Los gradientes son estructuras fundamentales en computación distribuida que calcula las distancias más cortas desde cada dispositivo hasta un conjunto de nodos fuente mediante procesos completamente distribuidos. Sin embargo, los algoritmos existentes presentan limitaciones críticas en entorno dinámico, fallando en alcanzar compromisos adecuados.

El gradiente clásico sufre 3 problemas principales :

- 1: sesgo de velocidad en dispositivos móviles que causa subestimación sistemática
- 2: lentitud en valores crecientes
- 3: falta de suavidad ante ruido en estimaciones de distancia.

BIS utiliza información temporal para lograr una velocidad de reacción constante y predecible dado un parámetro de velocidad en aumento v , el algoritmo garantiza una velocidad de propagación de información igual a v , demostrando optimo entre algoritmos que siguen estrategias de comunicación de camino único cuando v iguala la velocidad promedio de información.

FUNDAMENTO

VELOCIDAD DE INFORMACIÓN DE CAMINO ÚNICO

El algoritmo calcula la velocidad promedio de información v_{avg} mediante la ecuación $v_{avg} = (2/3)(n/n+1)(R/q) \cdot \sqrt{t(1+\sigma^2(p))}(28/27 + 16/27 \approx 1)$. v es la velocidad media de movimiento de dispositivos, R es el radio de comunicación, t es el periodo promedio de computación, n la dimensionalidad del espacio y q la velocidad de movimiento de dispositivos.

MECANISMO DE ALGORITMO

Para cada dispositivo, BIS calcula tanto gradiente estimado $\hat{G}(\delta)$ como una estimación de retroceso $\hat{h}(\delta)$. La estimación del gradiente considera vecinos medianos $G(\delta, \delta') = \max\{G(\delta'), w(\delta', \delta) v_L(\delta, \delta') - r\}$ asumiendo que los mensajes se propagan al menos a velocidad v .

RESULTADOS:

- Los experimentos con 1000 dispositivos en un corredor de 500m x 20m demuestran que BIS logra la mejor precisión mientras mantiene suavidad bajo control.
- En pruebas de mantenimiento de canales, BIS mostró jerarquía clara en rendimiento, superando Flex, CNF y gradientes clásicos en reconstrucción de canales funcionales.
- En escenarios de conteo distribuido de nodos, BIS (con o sin amortiguamiento) se recuperó completamente en aproximadamente 300 segundos tras discontinuidades, mientras Flex recuperó - 50% en el mismo periodo.

VENTAJAS DE BIS

- 1) velocidad de reacción óptima entre algoritmos de camino único cuando $v = v - \Delta v$
- 2) La velocidad de información es al menos, v y valores obsoletos aumentan al menos a velocidad v
- 3) Mantiene mejor precisión bajo variabilidad espacial, con error controlado en configuraciones constantes