**Introducción**

* La congestión se da cuando muchos datos tratan de pasar por un enlace o nodo con capacidad limitada.
* Este problema se puede resolver ya sea incrementando la capacidad o controlando la velocidad de transmisión.
* En el artículo se enfocan en los mecanismos que controlan la velocidad de transmisión.

**Control de Congestión**

* Esta sección se basa en el estudio de Kelly et al [1] que a partir de métodos de investigación de operaciones da conceptos de “shadow price” y “propoprtional fairness”, que sirven para el análisis de control de velocidad en redes inalámbricas.
* Considera a los algoritmos de control de congestión como soluciones que tratan de ajustar la velocidad a una función de utilidad.
* Clasifica los algoritmos en algoritmos de tipo “primal” o “dual”.
* Estos algoritmos deben interpretar indicadores de congestión, como las señales de retroalimentación y especificar velocidad basada en “shadow prices”.
* El trabajo de Kely provee un patrón general de diseño de esquemas de control de velocidad. Los cuales pueden aplicarse a WSN.

**Esquemas de Control de Congestión en WSN**

* Se realizan en la capa MAC o en la capa de red o en ambas.

***Esquemas aplicados en la Capa MAC***

* + Un mal MAC incrementa la velocidad de pérdida de paquete y el desbordamiento de buffer.
  + La mayoría de las WSN aplican detección de la portadora en la capa MAC.
  + Jamieson et al [2] indica que la detección de la portadora puede mejorar significativamente la calidad en las condiciones de tráfico.
  + Sin embargo la detección de la portadora tiene las siguientes deficiencias: (1) tiene un desempeño bajo en terminales expuestas, (2) puede ser afectada por los transmisores lejanos, (3) tiene una regla estricta de que “sólo un nodo debe estar transmitiendo en el vecindario del receptor”.
  + La regla (3) se da porque el cálculo probabilidad de recepción se hace en el receptor.
  + Debido a la relación entre el transmisor y el receptor puede haber colisiones y baja utilización del canal.
  + Es por lo anterior que existen nuevos enfoques ([3] y [4]) que mejoran la detección de portadora sustituyendo la detección basada en transmisor, por detección basada en receptor.
  + *p-persistente CSMA mejorado*.
    - Puede ser adaptado para WSN
    - Introduce el parámetro p en la determinación del envío o retraso de paquetes.
    - P se calcula a través del intercambio de información con sus vecinos un nodo puede intuir la topología parcial de la red y con ellos obtener una probabilidad de acceso, así el nodo puede tener cierta prioridad o probabilidad de acceso (a sí mismo).
    - Lo anterior puede mejorar el tamaño de la venta de contención, haciendo el cálculo en tiempo real. Este esquema puede incrementar significativamente el throughput.
  + *Power Backoff (PB) [6]*. <CSMA/PB>
    - Para evitar la congestión realiza el backoff en el espacio en el lugar de hacerlo en el tiempo, esto mediante el control de potencia de transmisión.
    - Un bajo rango de transmisión conduce en general a una baja contención en la ruta seguida.
    - Esto resulta en un alto uso espacial y alto throghput en la red.
    - CSMA/PB hace backoff de acuerdo a un número fijo de niveles de potencia de transmisión y de sensado de la portadora en cada nivel.
  + *Enhanced CSMA (E-CSMA) [3]*
    - Usa un enfoque de aprendizaje para predecir la probabilidad de una recepción exitosa.
    - Mediante el registro de la probabilidad de recepción exitosa con sus vecinos, cada nodo mantiene información del estado de los nodos que están en su radio de alcance.
    - Para decidir si se debe enviar un paquete, se toma en cuenta la información arriba mencionada y el estado actual del canal.
    - Este enfoque reduce el problema de la terminal oculta.
    - Por otro lado requiere que la red sea estable ya que para adaptarse a cambios de topología tiene un alto costo de energía.
  + *Idle Sense [7]*
    - Cada nodo observa el número de slots ociosos entre dos intentos de transmisión, así compara el teórico estimado y ajusta su ventana de contención de manera totalmente distribuida (con AIMD incremento aditivo decremento multiplicativo).

**Nota – Ventana Deslizante**

