

# **An efficient method of collecting spatio-temporal data in the WSN using mobility sinks**

Materuhin A.V. , Shakhov V.V. , Sokolova O.D.

**Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK)  
Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS  
(ICM&MG SB RAS)**

# Введение

ГОСТ Р ГСИ 8.673–2009 : интеллектуальный датчик (сенсором) – адаптивный датчик с функцией метрологического самоконтроля, который должен содержать параметры и алгоритмы работы, способные изменяться в зависимости от внешних сигналов.

+ возможность определения своего местоположения.

+ реализация цифрового интерфейса и сетевых коммуникационных протоколов

Технологии мониторинга состояния окружающей среды входят в список критических технологий, утвержденный Указом Президента Российской Федерации N 899.

# Беспроводные Сети Геосенсоров

Беспроводные сети геосенсоров (GSNs) могут быть определены как беспроводные сенсорные сети, которые предназначены для получения данных о событиях, происходящих в географическом пространстве, и для которых *пространственный аспект собранных данных имеет существенное значение*.

Значимость пространственного аспекта собранных данных может проявляться по крайней мере на одном из следующих уровней:

- - уровень контента, то есть пространственный аспект может быть основным содержанием данных, собираемых датчиками сети
- - уровень анализа, то есть сведения о местоположении датчиков могут обеспечить интегративный уровень для анализа собранных данных

# Беспроводные Сети Геосенсоров

Ограниченные ресурсы для связи, вычислений и потребления энергии.

Пропускная способность беспроводных каналов, соединяющих узлы датчиков, обычно ограничена несколькими сотнями Кбит/с

Сеть обеспечивает только ограниченное качество обслуживания с переменной задержкой и потерянными пакетами.

Геосенсоры имеют ограниченную вычислительную мощность и размеры памяти.

**!** ограниченная возможность сбора энергии из окружающей среды

# Проблема

- ограничения на масштабирование

Эти ограничения связаны с возникающим в процессе работы дисбалансом энергопотребления в сети гесенсоров. Причины возникновения этого дисбаланса состоят в неоднородности нагрузки на узлы сети.

В рассматриваемой архитектуре системы существует один или несколько выделенных узлов (с мощными источниками питания). Вследствие такой конфигурации в сети есть преимущественное направление движения передаваемого трафика

=> funnel effect in a wireless sensor network

# Подходы

- Workload Balancing
- Energy harvesting
- Mobile sink (or cluster head)
- Traffic aggregation

$$L_f = \frac{C_B \rho S_Q}{e}$$

Пример

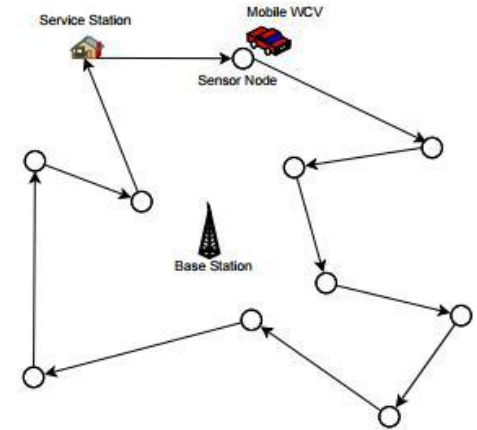
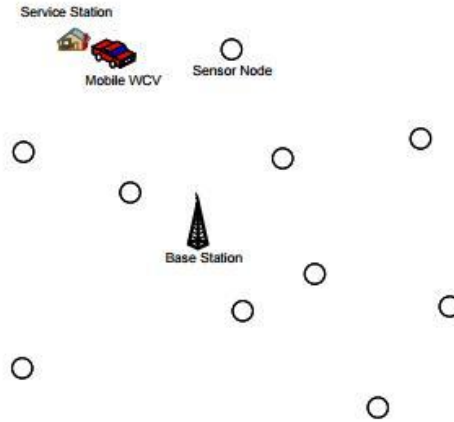
$$L_f = \frac{\pi r}{2L}, \quad L \gg r$$

# Балансировка Нагрузки

- Greedy Routing -> 2 phases local routing with node degree control
- Protocol of mobility

$$M^X / M / 1$$

# Подходы



$$\begin{aligned}
 & \max \quad \eta_{\text{vac}} \\
 & \text{s.t.} \quad \sum_{j \in \mathcal{N}, j \neq i} f_{ij} + f_{iB} - \sum_{k \in \mathcal{N}, k \neq i} f_{ki} = R_i \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \rho \cdot \sum_{k \in \mathcal{N}, k \neq i} f_{ki} + \sum_{j \in \mathcal{N}, j \neq i} C_{ij} \cdot f_{ij} + C_{iB} \cdot f_{iB} - U \cdot \eta_i = 0 \\
 & \quad \quad \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \eta_{\text{vac}} \leq 1 - \sum_{k \in \mathcal{N}} \eta_k - \frac{U \tau_{\text{TSP}}}{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}} \cdot (\eta_i - \zeta_i) \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \quad \quad \quad \sum_{k=1}^m z_{ik} = 1 \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \quad \quad \quad \lambda_{i0} - z_{i1} \leq 0 \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \quad \quad \quad \lambda_{ik} - z_{ik} - z_{i,k+1} \leq 0 \quad (i \in \mathcal{N}, 1 \leq k < m) \\
 & \quad \quad \quad \lambda_{im} - z_{im} \leq 0 \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \quad \quad \quad \eta_i - \sum_{k=0}^m \frac{k}{m} \cdot \lambda_{ik} = 0 \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \quad \quad \quad \zeta_i - \sum_{k=0}^m \frac{k^2}{m^2} \cdot \lambda_{ik} = 0 \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & \quad \quad \quad \sum_{k=0}^m \lambda_{ik} = 1 \quad (i \in \mathcal{N}) \\
 & f_{ij}, f_{iB} \geq 0, 0 \leq \eta_i, \eta_{\text{vac}}, \zeta_i \leq 1 \quad (i, j \in \mathcal{N}, i \neq j) \\
 & \quad \quad \quad z_{ik} \in \{0, 1\} \quad (i \in \mathcal{N}, 1 \leq k \leq m) \\
 & \quad \quad \quad 0 \leq \lambda_{ik} \leq 1 \quad (i \in \mathcal{N}, 0 \leq k \leq m),
 \end{aligned}$$