
An Analysis of Large Scale Habitat Monitoring Application

Robert Szewczyk, Alan Mainwaring, Joseph Polastre,
John Anderson and David Culler

Előadó: Kincses Zoltán

Bevezetés

- A WSN gyakori alkalmazási területe az un. „*sense-and-send*” alkalmazások
 - ❑ mikroklíma monitorozás
 - ❑ növény élettan
 - ❑ mezőgazdaság
 - ❑ strukturális ellenőrzés
 - ❑ feltétel alapú fenntartás
-

-
- A WSN ezekben az alkalmazásokban jelentős előnyökkel bír
 - sok eszköz együttes használata, az adott területen
 - kis méret
 - észrevétlenek az adott területen
 - hosszú felügyelet nélküli működési idő
 - automatizált működés
 - zord, ember nehezen megközelíthető területek megfigyelése
-

-
- A WSN sokkal több lehetőséget nyújt mint az egyszerű adat loggolók és vezetékes eszközök
 - minimalizálják a megfigyelés hatását
 - az eszközök státusza, állapota távolról figyelhető
 - az adatok webes felületen is elérhetők lehetnek
 - elosztott, hálózaton belüli feldolgozás
 - Szenzorhálózatokat fejlesztése védett területek megfigyelésére
 - biológiai adatok mellett, a rendszer működésével kapcsolatos adatok gyűjtése
 - a csomagok loggolása, elemzése
 - az alkalmazás általános, jó kiindulás lehet más hasonló kutatások számára
-

Az alkalmazás háttere

- John Anderson a part menti tengeri madarak kolóniájának az eloszlását tanulmányozta
 - Mérni szeretne volna a föld alatti fészkelő helyek foglaltságát és a mikro-klíma hatását az élőhely választásra
 - Ehhez egy megfelelő szenzorokkal (PIR, hőmérséklet/páratartalom) ellátott szenzorhálózat (TinyOS) került kialakításra webes adatbázissal
 - A GIS lett az alapja a vizuális reprezentációnak, mellyel a madarak eloszlást lehetett bemutatni
-

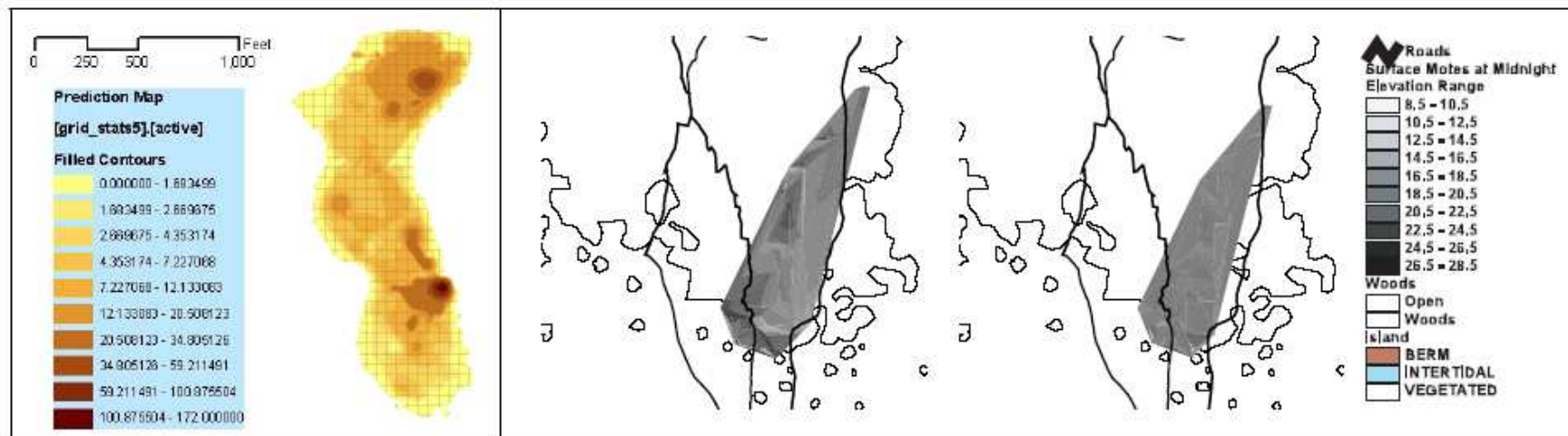


Figure 1: Geospatial distribution of petrels obtained by direct human observation (left) and a particular feature of the habitat (average temperature at midnight in the burrows (center) and on the surface (right) collected from our sensor network)

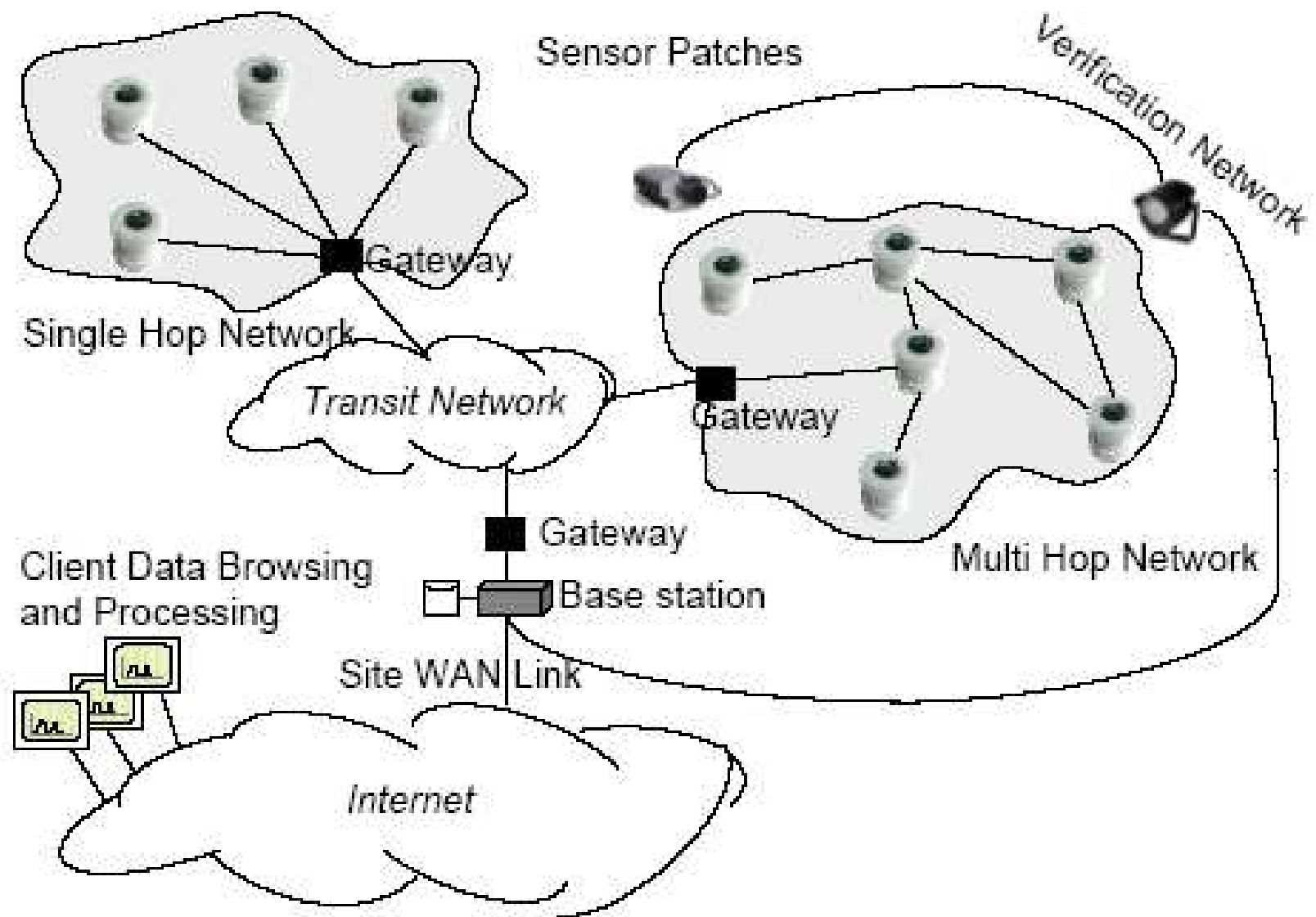


Figure 2: Architecture of the habitat monitoring system

Implementáció



- Mica2Dot
 - ❑ 1 inch (2,54 cm)
 - ❑ Atmel ATmega128 (4 MHz)
 - ❑ Chipcon rádió (433 MHz, 40 Kbps)
 - ❑ 512 KB flash memória
- Két típus
 - ❑ fészek mote (burrow mote)
 - ❑ időjárás mote (weather mote)
- Nincs DC boost konverter
 - ❑ kevesebb zaj
 - ❑ kisebb fogyasztás

Fészek és időjárás mote-ok

■ Fészek mote

- ❑ hőmérséklet/páratartalom szenzor (SHT11)
- ❑ PIR hőmérséklet szenzor (MLX90601)
- ❑ 3,6 V-os Li elemek (Electrochem SB880)

■ Időjárás mote

- ❑ hőmérséklet/páratartalom szenzor (SHT11)
 - ❑ légnyomásmérő szenzor (MS5534A)
 - ❑ fényérzékelő (TSL2550)
 - ❑ 2 fotodióda (S1080)
 - ❑ 2.8 V-os Li elemek (SAFT LO34SX)
-

Mote alapú hálózatok

- Két különböző hálózat lett kifejlesztve
 - single-hop hálózat
 - 57 m átmérő
 - 5 percenként mintavételezés és adatküldés
 - a gateway két vezetékkel összekapcsolt mote-ból áll
 - mote 1: TESSCO 0.85dBi antenna (a patch-en belüli mote-okkal kommunikál)
 - mote 2: Hyperlink 14dBi antenna (a base station-al kommunikál)
 - multi-hop hálózat
 - 221 m hosszú és maximum 71 m széles
 - 20 percenként mintavételez és route-olva továbbítja a csomagot
 - a gateway két vezetékkel összekapcsolt mote-ból áll
 - a mote-ok ugyanazok mint a single-hop hálózatnál
 - beacon üzenet küldése
 - Különböző frekvencia a különböző patch-ben lévő mote-ok és a hozzájuk tartozó gateway mote-ok esetén
-

Verifikációs hálózat

- A PIR szenzorok mérési adatai és a fészkek elfoglalása közötti kapcsolat meghatározására használták
 - 15 percenként vettek fel 15 másodperces felvételeket
 - Axis 2410-es 802.11b power over Ethernet kamera
 - A verifikációs hálózat független a szenzor patch-ektől és a tranzit hálózattól
-

WAN és a Base Station

- Egy DirectWay 2-utas szatellit rendszer biztosította a WAN kapcsolatot 5 globálisan route-olható IP címmel
 - PostgreSQL relációs adatbázis elérése a laptopokon
 - Verifikációs kép adatbázis elérése
 - Adminisztratív hozzáférés
 - A szerver számította ki és update-elte az adatbázist 20 percenként
 - A base station, a szatellit kapcsolat és a hozzájuk szükséges eszközök energiaellátásáról egy napelem gondoskodott
-

Media Access and Routing

- Single-hop hálózat
 - LPL alkalmazása a konfigurációs adatok fogadására
 - A mérési eredmények elküldése normál preamble-vel (a gateway-knél nincs LPL)
 - Multi-hop hálózat
 - integrált LPL és adaptív multi-hop route-olás
 - 10 node-os szomszédság, 2,2%-os rádió duty cycle
 - a route-olási struktúra önszerveződően jön létre
-

Élettartam

- Megvizsgálták a single és multi-hop hálózatok esetén az élettartamot és összehasonlították a becsült értékekkel
 - single-hop hálózat esetén
 - időjárás mote-ok becsült élettartama 140 nap
 - fészek mote-ok becsült élettartama 127 nap
 - multi-hop hálózat esetén
 - időjárás mote-ok becsült élettartama 90 nap
 - fészek mote-ok becsült élettartama 80 nap
-

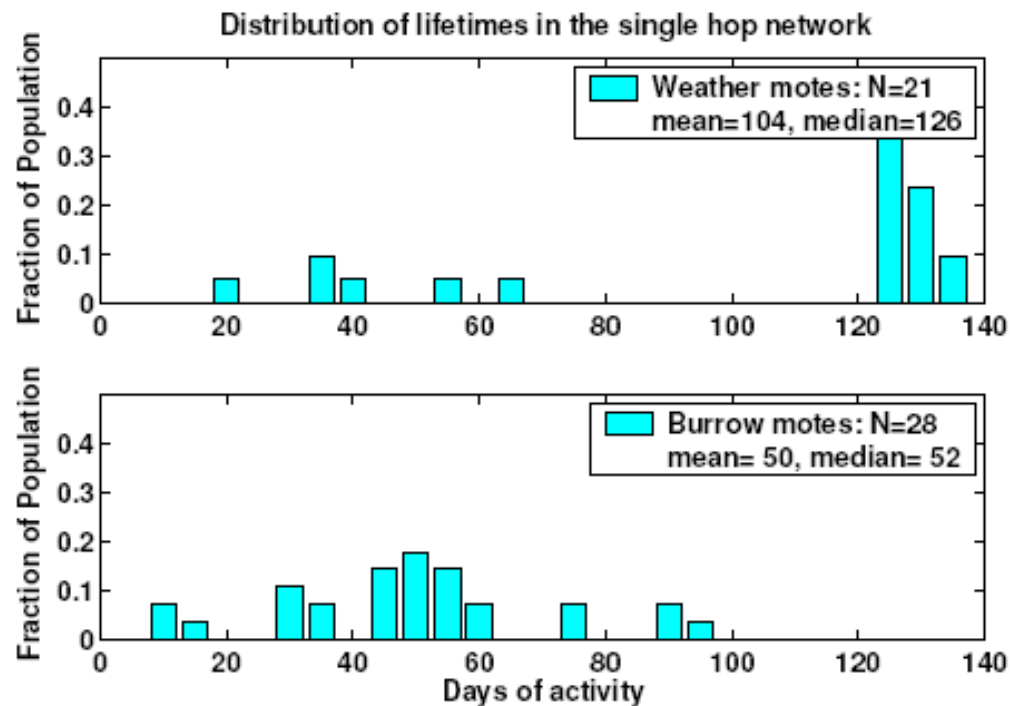


Figure 4: Node lifetimes in the single hop network

- Az időjárás mote-ok esetén a becslések helyesnek bizonyultak
- A fészek mote-ok esetén viszont az átlagos élettartam csak 50 nap
 - különböző energiaforrások
 - durva működési környezet

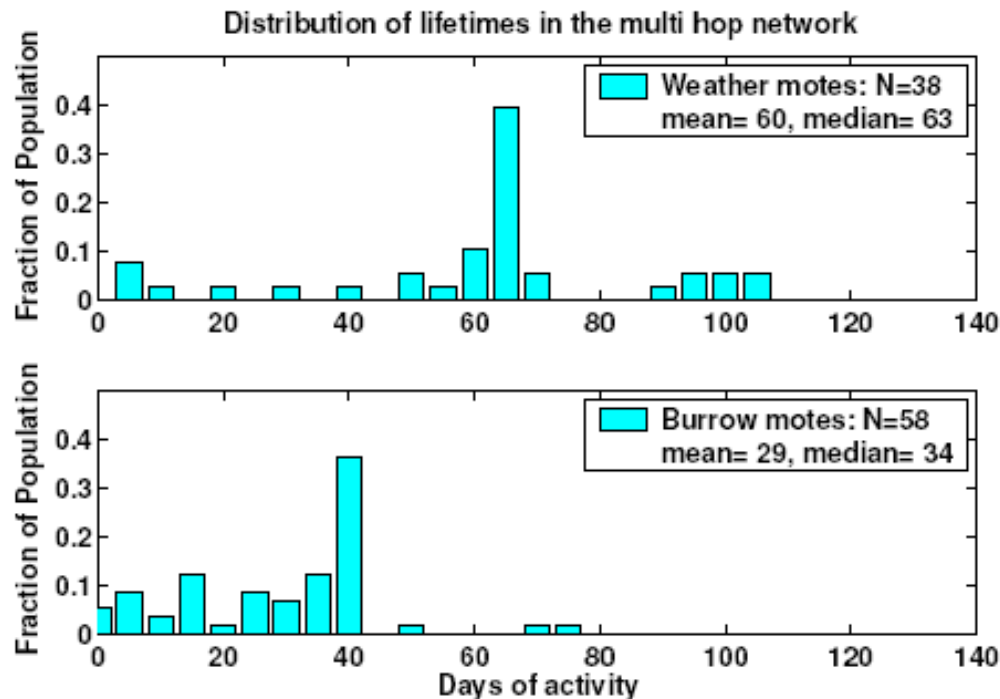
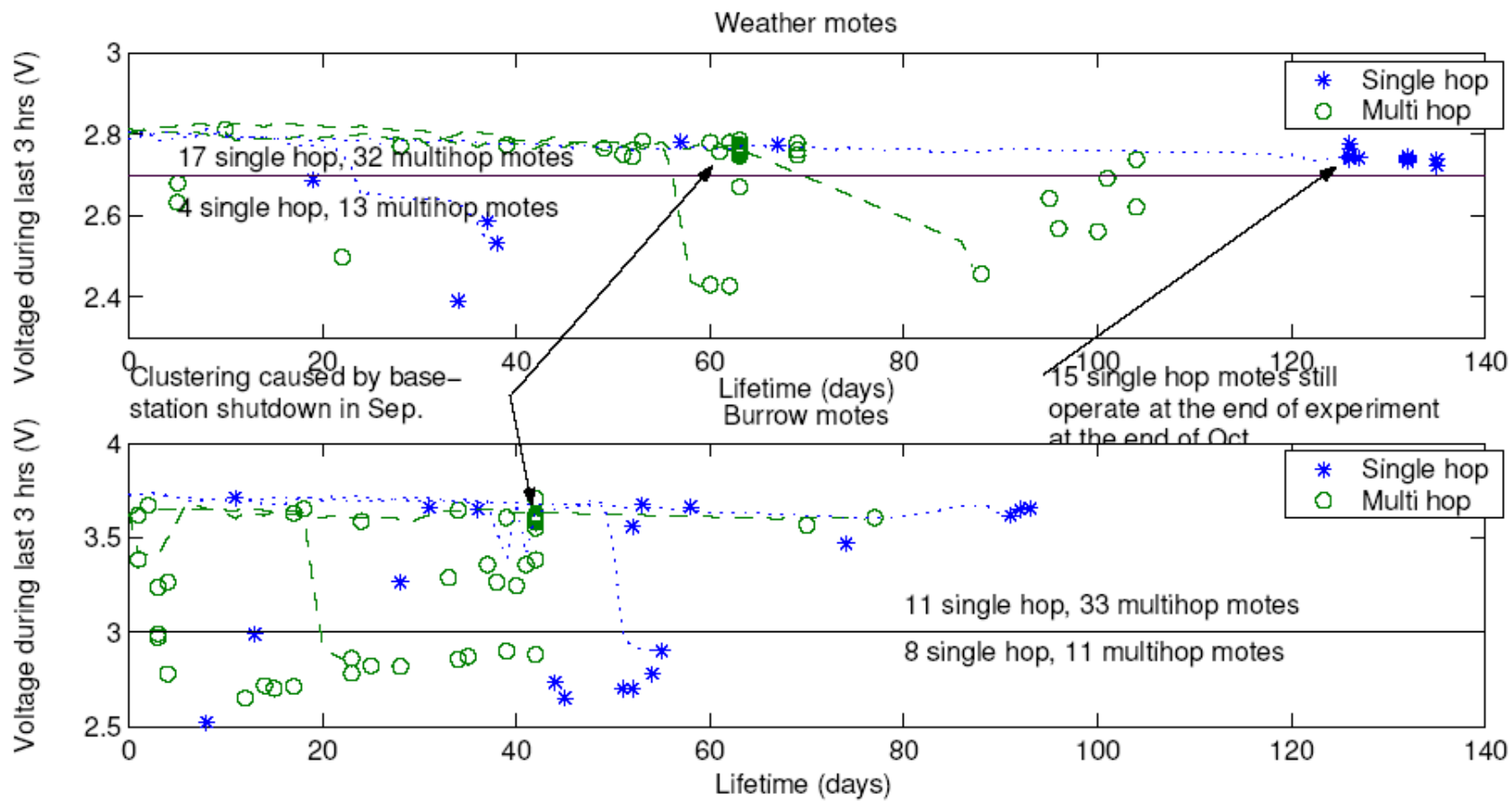


Figure 5: Node lifetimes in the multi-hop network

- Az időjárás mote-ok esetén az átlagos élettartam 63 nap
- A fészek mote-ok esetén még kevesebb, 34 nap
- Az oka a multi-hop hálózatokban fellépő „overhearing” forgalom

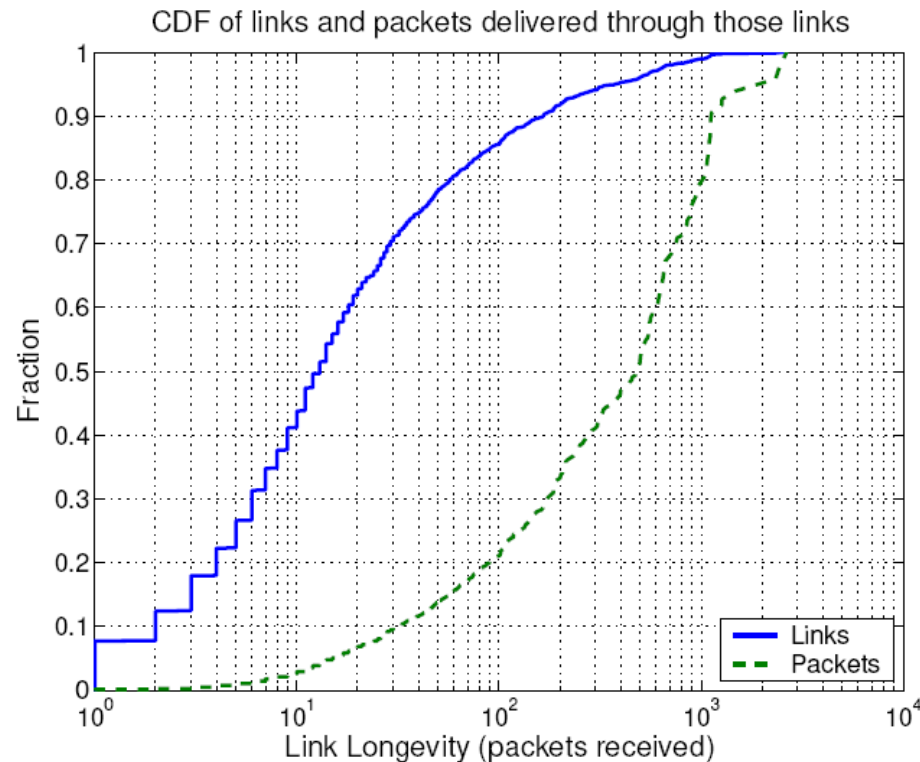


- Az ábrán az átlagfeszültség alakulása látható, a mote-ok működésének utolsó 3 órájában
- Az ábrán látható pályák bemutatják a 3 különböző esetet
 - konstans feszültségcsökkenés, hirtelen feszültségesés, kikapcsolás a kísérlet végén

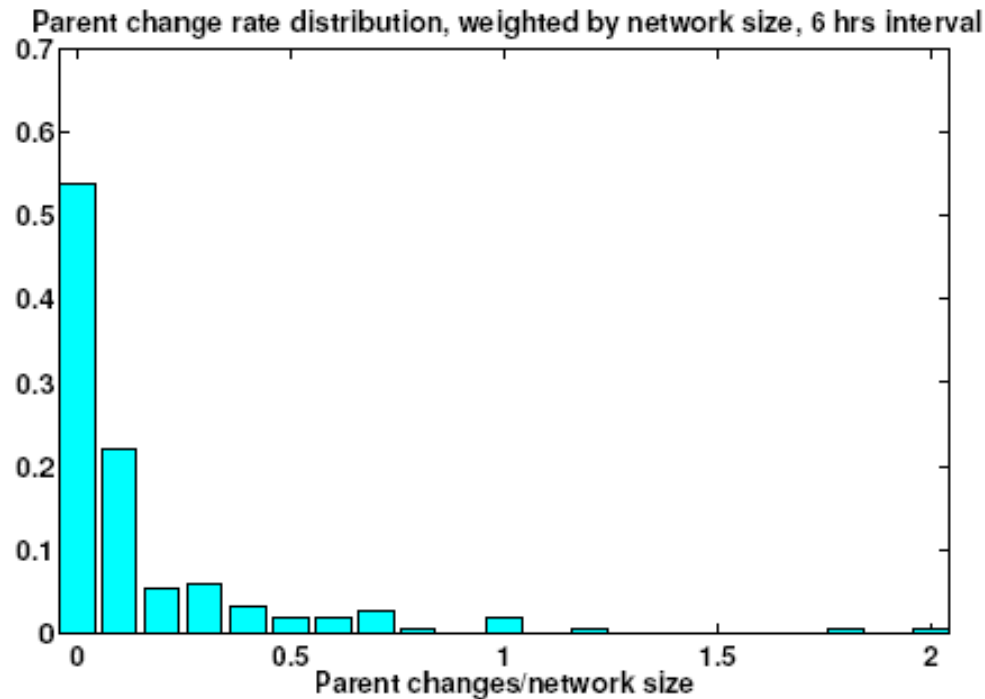
A multi-hop hálózati struktúra

- Egy hálózati topológia, ennél az alkalmazásnál robosztus, ha egy node-nak több szülője van
 - Ez az érték ennél az alkalmazásnál 5.8, így az itt kialakult multi-hop hálózat robosztus
 - Mivel a kommunikáció szimmetrikus, a több szülő nagy „overhearing” költségekkel jár
 - A vizsgálatok kimutatták, hogy a node-ok 32%-a levél node, így nem vesz részt az üzenet továbbításban
 - optimalizálni lehet
 - nem kell beacon üzenetet küldenie
 - A fészkek mote-ok a csomagok továbbításában csak kis mértékben vettek részt
 - nagy részük levél node
 - 3600 csomag továbbítása az összes 120000
 - „overhearing” csomagok száma 17000
 - optimalizálás (ne továbbíthassanak csomagokat)
-

Route-olási stabilitás

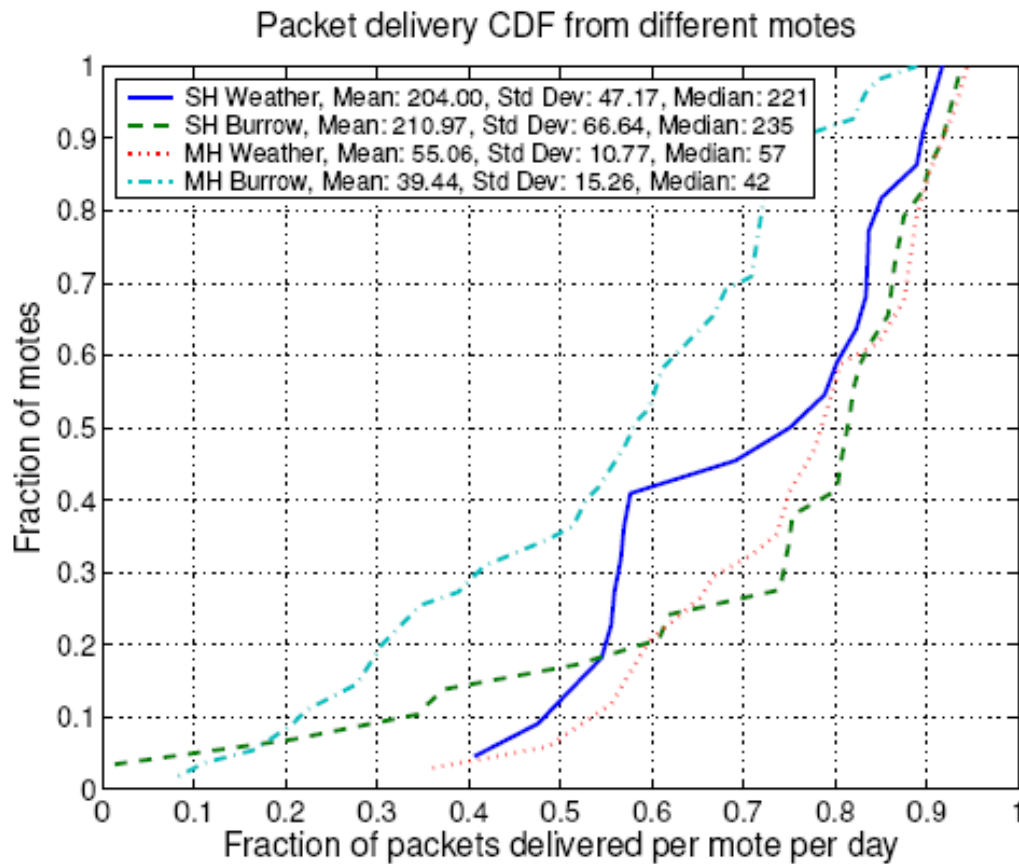


- Megvizsgálták a szülő-gyermek kapcsolat hosszát a rote-olási fában
 - A legtöbb kapcsolat rövid életű
 - A csomagok nagy része azonban stabil link-eken keresztül továbbítódik
 - A csomagok 80% a link-ek 20%-án továbbítódott
 - A stabil link-ek több mint 100 csomagot továbbítottak

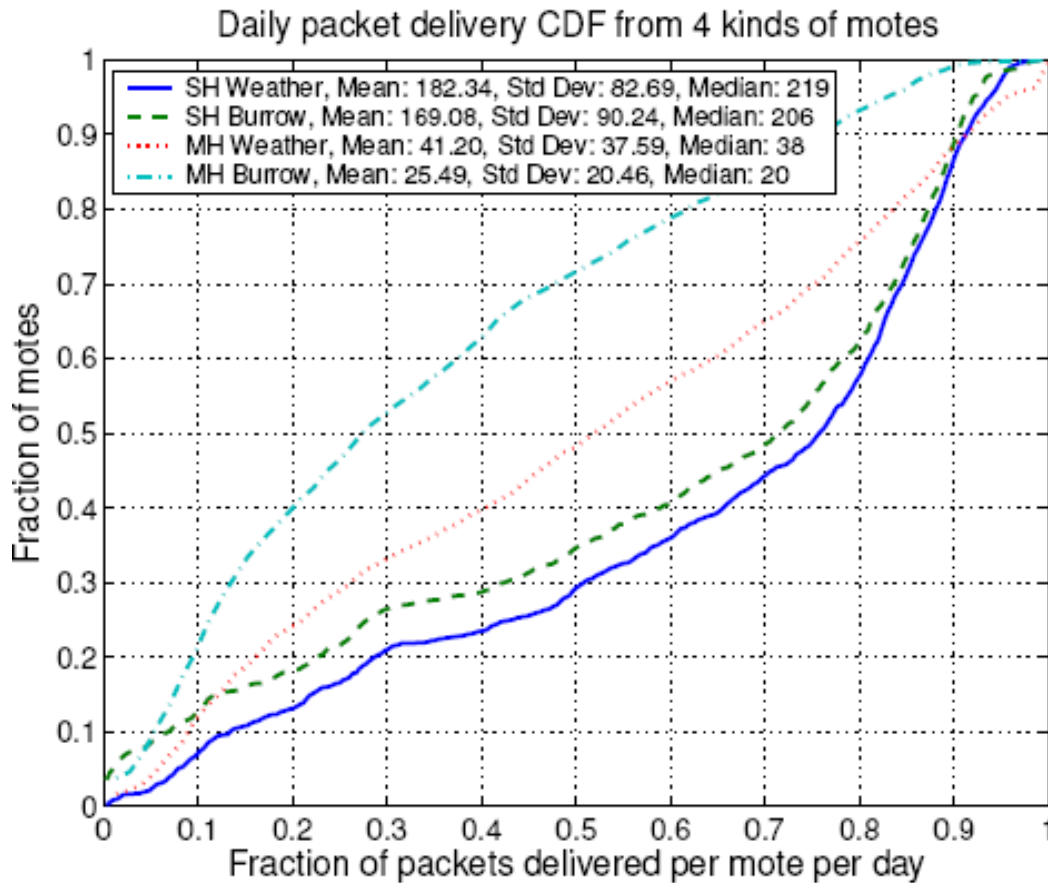


- A routele-ási fa stabilitás vizsgálatának másik módja, a szülő váltások száma adott időintervallumban (6 óra)
- A fenti ábra a szülő váltási arányokat mutatja
 - az idő 55%-ban nem volt szülőváltás
 - az idő 75%-ban 0.1-nél kevesebb szülőváltás történt

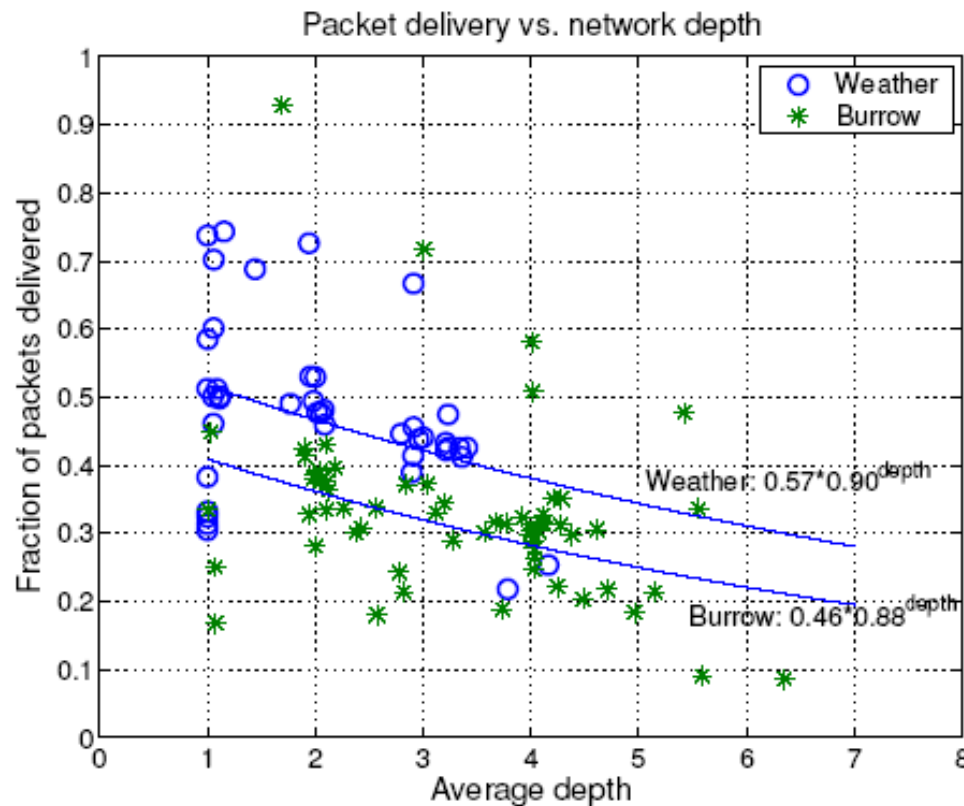
Csomag kézbesítési hatékonyság



- Az ábrán a kézbesített csomagok láthatóak a telepítés első napján
 - single-hop esetben mindkét mote 70% felett teljesít
 - multi-hop esetben csökken a teljesítmény, de még mindig elfogadható



- Az ábrán a teljes fejlesztés alatt kézbesített csomagok láthatóak a
 - single-hop esetben mindkét mote 70% felett teljesít
 - multi-hop esetben a teljesítmény sokkal rosszabb, csak 28%



- A csomag kézbesítés az A^d függvénnyel lett modellezve
 - l a link minősége
 - d a route-olási fa átlagos mélysége
 - A a multi-hop routing-tól független csomag veszteség

-
- A „best effort” csomag kézbesítés a single-hop hálózatoknál hatékony, a multi-hop hálózatoknál nem
 - A csomagkézbesítést fejleszteni kell az egész rendszerre kiterjedően
 - End-to-end megközelítés szükséges hogy biztosítani lehessen a megbízható csomag kézbesítést
-

Node összegyűjtés

- A mérések végeztével a node-ok összegyűjtése is fontos feladat
 - GPS pozíció alapján
 - különböző jelölések segítségével
 - A 150 node-ból 30 fészek és 48 időjárás mote-ot sikerült begyűjteni
 - a többi az álatok elvitték
 - vagy a begyűjtés megzavarná az adott élőhelyet
 - Szükség van vagy GPS lokalizációs vagy RF alapú lokalizációs eszközökre
-

Mote Szoftver

- A rövidebb élettartama a fészek mote-okank meglepő
 - Nem tudták pontosan meghatározni a pontos okot
 - Energia monitorozás fejlesztése
 - Integrált adat loggoló rendszer kifejlesztése
-

Külső eszközök

- A könnyebb telepíthetőség, és használhatóság érdekében kellenek
 - field tool-ok (PDA osztályú eszközök)
 - önteszt futtatása
 - hálózati szomszédság kimutatása
 - hálózati statisztika kimutatása
 - kilens tool-ok (laptop osztályú eszközök)
 - a node-ok új feladatának meghatározása
 - a „*ki hall kit*” reláció kimutatása
 - hálózati statisztika kimutatása
 - az eredmények vizualizációja és analízise
-

Kapcsolódó munkák

- Cerpa PC104 hardvere platformja
 - GlacsWeb
 - ZebraNet
 - Extensible Sensing Systems (ESS)
 - Tiny Application Sensor Kit (TASK)
-

Köszönöm a figyelmet
