

### Bevezetés

Az Ipar 4.0 egyik alapeleme a termelési folyamatok minél hatékonyabb megfigyelése, az innen származó adatok begyűjtése és feldolgozása. A feldolgozást elősegítik a különböző Big Data technológiák, míg a szenzorok kezelésére, és az információ továbbítását az IoT eszközök végzik el.

Léteznek olyan helyzetek, melyekben ezek az eszközök nincsenek vezetékcsatlakoztatásban az adatgyűjtő rendszerekkel, mivel ennek a hálózatnak a kiépítése óriási költségekkel járna. Ilyenkor egy jó alternatívát biztosítanak a vezeték nélküli adattovábbítási megoldások, melyekkel sokkal rugalmasabban tudunk a szenzorhálózatunkon módosítani.

Teljesen vezeték nélküli esetben az egyes IoT eszközöknek saját energiaforrásra is szükségük van, mely meghajtja a szükséges elektronikát. Fontos, hogy az adó működése energiahatékony legyen, így minél ritkábban kelljen újratölteni az eszközt. Ehhez meg kell találni az optimális stratégiát, mely biztosítja a csomag megérkezését a vevőhöz energiahatékony módon.

### Kapcsolódó munkák

A nagy méretű szenzorhálózatok energiahatékony üzenettovábbításra több megoldást is kidolgoztak különböző szempontok figyelembevételével.

A LEACH protokoll fordulókra bontja az adattovábbítást. Minden fordulóban a csomópontok egy sztochasztikus algoritmus segítségével eldönti, hogy továbbító bázis lesz-e. Ezek a bázisok összegyűjtik a közelükben lévő adók csomagjait, és tömörítve továbbítják a bázis vevő felé.

A PEGASIS algoritmus egy láncot hoz létre a vevők között, melyben minden fordulóban egy kiválasztott elem fog kommunikálni a bázisállomással. A láncban minden eszköz kombinálja a kapott adatot a saját mérésével, és ezt tovább küldi a láncon.

### Modell

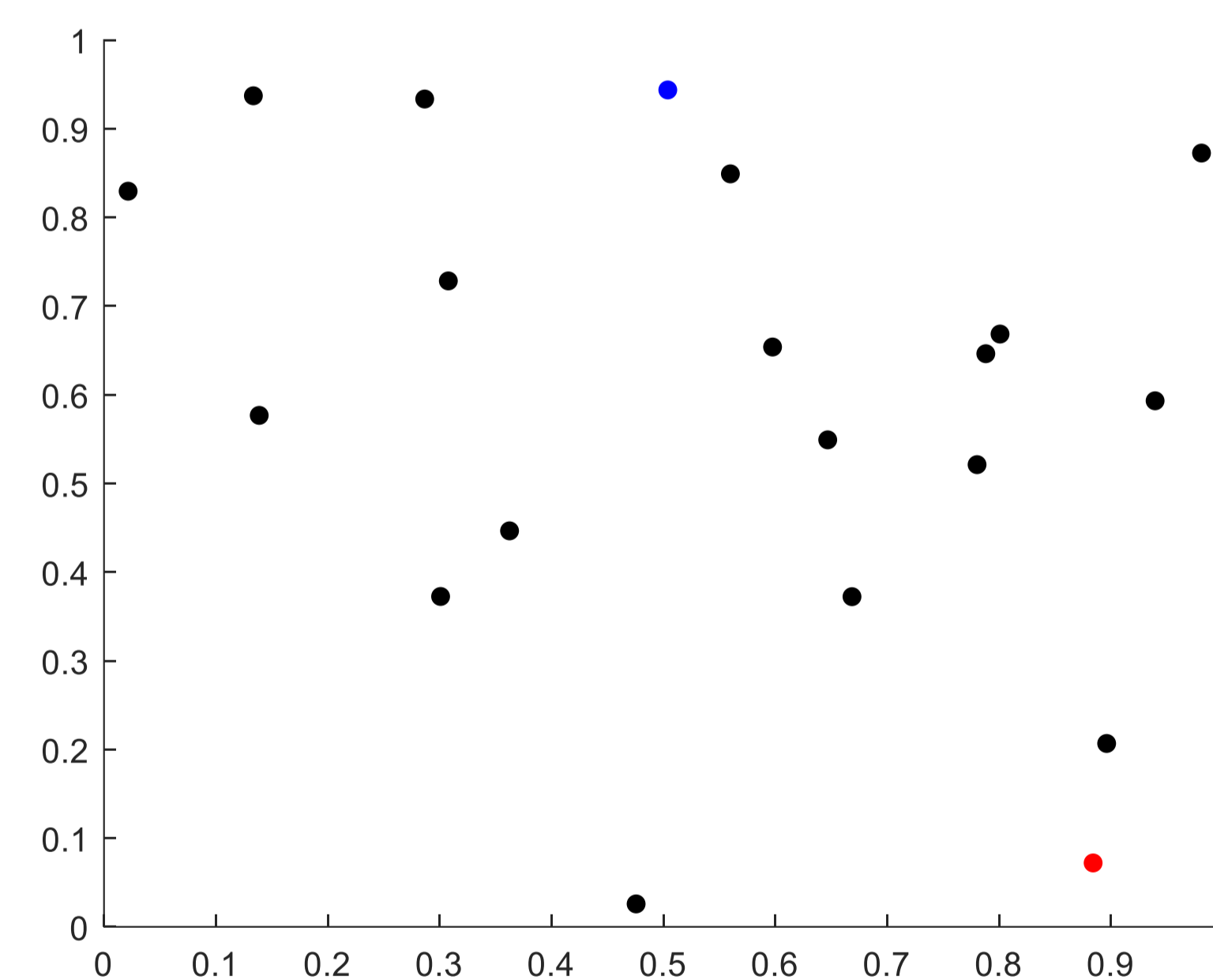
Az ismert algoritmusok azzal a feltételezéssel dolgoztak, hogy két csomópont között a távolsággal arányos energia kell a csomag biztos átküldéséhez. Ezzel szemben a mi modellünk a csomag sikeres átjutásának valószínűségét a küldés energiájához köti. Ehhez a Rayleigh modell képletét használjuk fel:

$$g_{ij} = -d_{ij}^\alpha \frac{Q S_Z^2}{\ln(P_{ij})}$$

, ahol  $g$  jelöli a felhasznált energiát,  $d$  a távolságot,  $\alpha$  a dimenziószámot,  $\Theta$  és  $\sigma$  a terjedési modell paraméterei,  $P$  pedig a sikeres kommunikáció az  $i$  és  $j$  csomópontok között.

Feltételezzük, hogy  $N$  csomópontunk van, és egy fordulóban egy tetszőleges csomópont szeretné a csomagját eljuttatni egy előre kiválasztott bázis állomásnak  $P_s$  valószínűséggel.

Minden állomás egy előre beállított  $E$  energiával kezd. A kérdés, hogy hány üzenetváltás történik, mielőtt az első csomópont teljesen lemerül.



Az algoritmusaink arra törekednek, hogy a küldés résztvevő csomópontok energiaszintjeinek minimuma a legnagyobb értéket vegye fel. Ezt akkor érjük el, ha a résztvevő csomópontok egy közös energiaszintre jutnak a küldés után.

Attól függően, hogy hány csomóponton keresztül jut el az üzenet, különböző algoritmusokról beszélünk.

### Javasolt algoritmusok

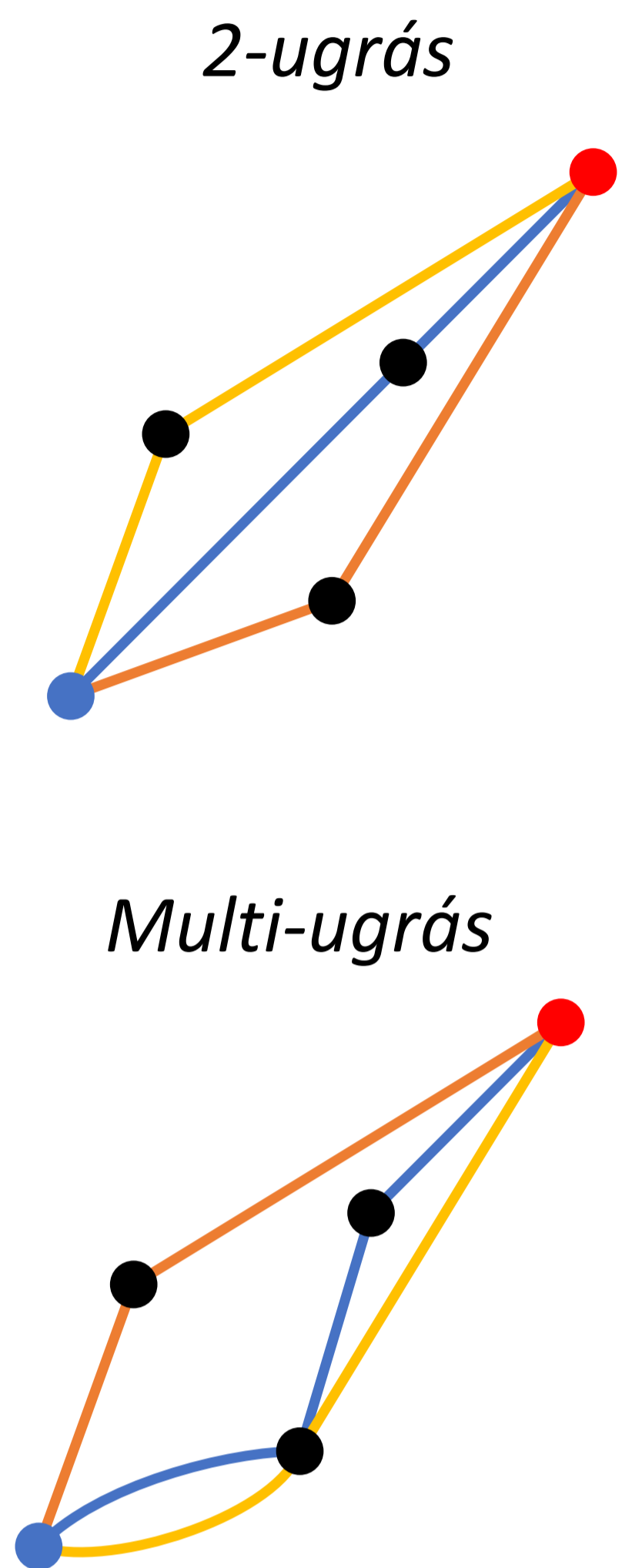
**Direkt** küldés esetén a forrás csomópont direkt a bázis állomásnak küldi az üzenetet.

**2-ugrás** algoritmusnál a küldés legfeljebb egy köztes csomóponton keresztül történik. Az optimális küldéshez az összes csomópontra kiszámoljuk a küldés után kialakuló energiaszintet, és a legmagasabb eredménnyel rendelkező csomópontot választjuk.

**Multi-ugrás** algoritmus esetén tetszőleges számú köztes csomópont lehet, itt is a legmagasabb maradó energiaszint konfigurációt választjuk. Ennek a pontos megoldása rengeteg számítással járna, ezért egy közelítő algoritmust használunk.

Csp.	Minimum			Átlag			Maximum		
	Direkt	2-ugr	Multi	Direkt	2-ugr	Multi	Direkt	2-ugr	Multi
10	26	76	75	112.2	160.32	152.09	289	416	398
20	78	220	136	212.39	350.79	281.53	536	761	608
50	156	590	314	482.7	987.3	656.3	1392	1896	1443
100	308	1256	650	760.2	1980.2	1178.9	1673	3622	2287

Látható, hogy a felsorolt algoritmusok közül az átlagot figyelembe véve a **2-ugrás** volt a legjobb választás. A direkt küldésnél nagyon hamar elhal egy csomópont, míg **multi-ugrásnál** több csomópont energiája csökken nagy mértékkel egyszerre.



### Jövőbeli lehetőségek

Az itt ismertetett eredmények véletlenszerűen elhelyezett csomópontokkal lett szimulálva. A jövőben viszont mindenképp szeretnénk a szenzorhálózat topológiáját, illetve üzenetküldési gyakoriságot is figyelembe venni, arra vonatkozólag egy optimális üzenetküldési stratégiát ajánlani.

Az egyetem is közreműködik a Zalaegerszegi önzvezető autók teszt pályájának kivitelezésében és fenntartásában, mely egyelőre egyedülálló Európában. A pályán rengeteg szenzor található, melynek begyűjtése elengedhetetlen a tesztelő csapatoknak. Terveink szerint itt is szeretnénk felhasználni a kutatási eredményeinket.

